



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD

MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN

Título:

Estudio de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Electricidad
mención Sistemas Eléctricos de Potencia

Autor

Mejía Banda Carlos Daniel

Tutor

Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena MSc.

LATACUNGA –ECUADOR
2022

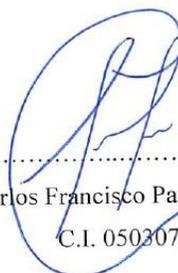
AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Estudio de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia” presentado por MEJÍA BANDA CARLOS DANIEL, para optar por el título de Magíster en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes, considerando que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores, con la finalidad de que se designe fecha de exposición y defensa pública.

Latacunga, noviembre 18 de 2022



.....
Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena MSc.

C.I. 0503072902

AVAL DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Estudio de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia”, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que los estudiantes puedan presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, noviembre 18 de 2022



.....
MSc. Jefferson Porras Reyes
CI. 070440044-9
Presidente del Tribunal



.....
MSc. Edgar Roberto Salazar Achig
CI. 050284761-9
Lector 2



.....
MSc. Franklin Vásquez Teneda
CC: 171043449-7
Lector 3

DEDICATORIA

A mi esposa que siempre me ha apoyado a ser mejor cada día, y fue mi aliento en este proceso, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, cariño y amor.

A mis padres que desde el cielo me iluminan para seguir adelante, ha sido muy duro el camino sin ellos, pero con su bendición y legado me levanto cada día con más fuerzas.

También la dedico a ese pequeño ser de luz y alegría que viene en camino, el cual me ha dado mayor motivación para seguir adelante. Te espero para llenarte de amor y ser felices juntos. Yo no te llevo en el vientre, pero desde que supe que venías en camino te llevo dentro de mi corazón.

Finalmente, se la dedico a mi familia, que sea una motivación y ejemplo que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Carlos Daniel

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y vida para seguir cosechando triunfos y experiencias.

A mi esposa Josselyn Fernanda mi compañera de vida con la cual comparto muchas alegrías y aventuras, que con sus palabras y apoyo me ha permitido seguir adelante en este nuevo rumbo profesional y crecer como persona.

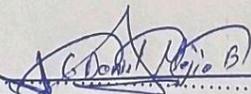
A mi director de tesis el Ingeniero Carlos Pacheco MSc. por su apoyo y dirección en este trabajo de titulación.

Carlos Daniel Mejía Banda

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quién suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

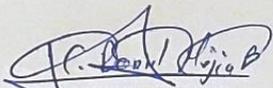
Latacunga, noviembre 18 de 2022


.....
Carlos Daniel Mejía Banda
C.I.: 050334426-9

RENUNCIA DE DERECHOS

Quién suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, noviembre 18 de 2022



.....
Carlos Daniel Mejía Banda
C.I.: 050334426-9

AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: **“Estudio de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia”**, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, noviembre 18 de 2022



.....
MSc. Jefferson Porras Reyes

CI. 070440044-9

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

Título: “Estudio de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia”

Autor: Mejía Banda Carlos Daniel

Tutor: Pacheco Mena Carlos Francisco MSc.

RESUMEN

El estudio para la reconfiguración de los alimentadores primarios es una herramienta utilizada para la planificación y ampliación de los sistemas eléctricos de distribución, siendo su objetivo la reducción de pérdidas técnicas y mejoramiento de los índices de calidad. En esta tesis se muestra la relación que existe entre la topología del sistema y ubicación de los alimentadores rurales y su influencia en los tiempos de reposición del servicio eléctrico cuando se presenta una contingencia, por lo que se realizó la repotenciación de los alimentadores N.º 2 de las subestaciones 08 y 13 pertenecientes a la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., a través de esto se logró determinar los parámetros eléctricos mediante el uso del software CYMDIST. Posteriormente se realizó la reconfiguración de la troncal de los alimentadores que se encontraban cruzando por medio de los terrenos para ser reubicados en un sitio estratégico y establecer puntos de redundancia para minimizar los índices de calidad, considerando como parte del análisis los parámetros técnicos tales como la cargabilidad de las líneas y voltajes en los puntos más alejados de la red, los mismos que con los cambios realizados mejoraron de una manera eficiente encontrándose dentro de los límites permitidos por el ente regulador constatando lo antes mencionado a través de la validación de los resultados obtenidos en el software ETAP.

PALABRAS CLAVES: Alimentador, troncal, índices, CYMDIST, ETAP.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD
MENCIÓN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

Topic: "STUDY OF No. 2 TRUNK RURAL FEEDERS FROM 08 AND 13 SUBSTATIONS FROM THE RIOBAMBA S.A. ELECTRICAL ENTERPRISE TO ESTABLISH REDUNDANCY POINTS".

Author: Mejía Banda Carlos Daniel

Tutor: Pacheco Mena Carlos MSc.

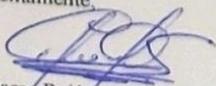
ABSTRACT

The study for primary feeders reconfiguration is an used tool for the electrical distribution systems planning and expansion, being its aim the technical losses reduction and quality indices improvement. Into this thesis is showed the relationship, what exists between the system topology and the rural feeders location and its influence on the electrical service replacement times, when it is presented a contingency, which it was made the No. 2 feeders repowering from substations 08 and 13 belonging to Riobamba S.A. Electrical Enterprise, through this, it was achieved to determine the electrical parameters, by using the CYMDIST software. Subsequently, it was performed the feeders trunk reconfiguration, which they were found crossing, by means the lands for being relocated into a strategic site and to establish redundancy points for minimizing quality indices, by considering as analysis part of analysis the technical parameters, such as the lines chargeability and voltages in the network most remote points, the same ones, what with the made changes improved efficiently way, they found within the allowed limits by the regulatory entity, verifying the aforementioned, through the got results validation in the ETAP software.

KEYWORDS: Feeder, trunk, indexes, CYMDIST, ETAP

Yo, Beltrán Semblantes Marco Paúl con cédula de identidad número: 0502666514 Magister en Lingüística Aplicada a la Enseñanza del idioma Inglés como Lengua Extranjera con número de registro de la SENESCYT: 1020-2021-2354162; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **"ESTUDIO DE LA TRONCAL DE LOS ALIMENTADORES RURALES N° 2 DE LAS SUBESTACIONES 08 Y 13 DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A. PARA ESTABLECER PUNTOS DE REDUNDANCIA"** de: **Mejía Banda Carlos Daniel**, aspirante a Magister en Electricidad. Mención Sistemas Eléctricos de Potencia.

Atentamente,



Marco Paúl Beltrán Semblantes
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CC: 0502666514



CENTRO
DE IDIOMAS

Latacunga, Noviembre 18 del 2022.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AVAL DEL TUTOR	II
AVAL DEL TRIBUNAL	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	VI
RENUNCIA DE DERECHOS.....	VII
AVAL DEL PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
AVAL DE TRADUCCIÓN	X
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Formulación del problema	4
Objetivo General:.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos:.....	4
Justificación	5
Hipótesis	6
CAPÍTULO I	7
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA – METODOLÓGICA	7
1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte.....	7
1.2. Fundamentación Teórica.....	10
1.2.1. Sistema de Distribución	10

1.2.2. Subestación Eléctrica de Distribución	11
1.2.3. Alimentadores Primarios	11
1.2.3.1. Alimentador de alta densidad.....	11
1.2.3.2. Alimentador de baja densidad.....	12
1.2.4. Redes de distribución Urbanas.....	12
1.2.4.1. Redes de distribución Rurales.....	12
1.2.5. Transformadores de Distribución.....	12
1.2.6. Red Secundaria de Distribución.....	13
1.2.7. Topología de los sistemas de distribución	13
1.2.7.1. Configuración tipo radial	14
1.2.7.2. Configuración tipo anillo	15
1.2.8. Concepto de confiabilidad	15
1.2.9. Reducción del tiempo de afectación	17
1.2.10. Reconfiguración de alimentadores primarios.....	18
1.2.11. Atributos de la calidad de la distribuidora	19
1.2.12. Nivel de Voltaje	19
1.2.13. Identificación de las interrupciones	20
1.2.14. Determinación del tipo de alimentador	21
1.2.15. Índices de calidad de servicio	22
1.2.16. Límites	23
1.3 Fundamentación metodológica.....	23
1.3.1. Método cuantitativo	23
1.3.2. Método Analítico-Sintético.....	24
1.3.3 Tipos de Investigación	24
1.3.4 Técnicas de Investigación	25
1.4 Conclusiones Capítulo I.....	30

CAPÍTULO II	31
PROPUESTA.....	31
2.1 Título del proyecto.....	31
2.2 Objetivo del proyecto	31
2.3 Descripción de la propuesta.....	31
2.4 Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados	32
2.4.1 Subestación de Distribución Guamote	32
2.4.2 Alimentador 0208 Guamote	32
2.4.3 Recorrido.....	34
2.4.4 Tipo de alimentador	35
2.4.5 Demanda del Alimentador 0208 Guamote.....	35
2.4.6 Subestación de Distribución Aláo.....	41
2.5 Conclusiones Capítulo II.....	50
CAPITULO III.....	52
APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	52
3.1 Análisis de los resultados.....	52
3.1.1 Repotenciación de la troncal del alimentador 0208 Guamote con conductor ACSR 3/0 AWG y ACSR 2/0 AWG.....	54
3.1.2 Repotenciación de la troncal del alimentador 0213 Pungalá con conductor ACSR 3/0 AWG y ACSR 2/0 AWG.....	62
3.2 Validación técnica -económica de los resultados:	70
3.2.1. Repotenciación del Alimentador 2 de la Subestación 8 Guamote.	70
3.2.2. Repotenciación del Alimentador 2 de la Subestación 13 Cebadas.	71
3.2.3. Reconfiguración del Alimentador 2 de la Subestación 8 Guamote.	72
3.2.4. Reconfiguración del Alimentador 2 de la Subestación 13 Cebadas.....	73
Conclusiones del III capitulo	74

CONCLUSIONES GENERALES	74
RECOMENDACIONES	75
Cronograma.....	76
Bibliografía	79
Anexos	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Red secundaria (estructura pasante 1PP3) con cable preensamblado.....	13
Fig. 2 Configuración de la red tipo radial	14
Fig. 3 Configuración de la red tipo radial	15
Fig. 4 Medidores de cabecera ION	26
Fig. 5 Pantalla de inicio de CYME	27
Fig. 6 Pantalla de inicio de ETAP 20.0.0.....	28
Fig. 7 Diagrama de Flujo del Proceso de Investigación.....	29
Fig. 8 Alimentador A0208 Guamote.....	33
Fig. 9 Alimentador 0208 Guamote	34
Fig. 10 Alimentador 0208 Guamote	36
Fig. 11 Ventana de ingreso de demandas en CYMDIST	37
Fig. 12 Perfil de voltaje del alimentador 0208 Guamote	38
Fig. 13 Índices FMIK Y TTIK del Alimentador 0208.....	41
Fig. 14 Alimentador 0213	42
Fig. 15 Alimentador 0213 Pungalá	43
Fig. 16 Alimentador 0213 Pungalá	45
Fig. 17 Ventana de ingreso de demandas en CYMDIST	46
Fig. 18 Perfil de voltaje del alimentador 0213 Pungalá.....	47
Fig. 19 Índices FMIK Y TTIK del Alimentador 0213.....	50
Fig. 20 Alimentador 0208 sin condiciones anormales.....	55
Fig. 21 Nuevo recorrido del Alimentador A0208	57
Fig. 22 Punto de Redundancia entre el A0208 Guamote y el A0213 Pungalá.	58
Fig. 23 Interconexión de Alimentadores A0208 y A0213	59
Fig. 24 Tramo de Red Trifásica N° 178998_MTA	60
Fig. 25 Cuadro de Flujo de Carga del A0208 en el tramo trifásico.	60
Fig. 26 Tramo Trifásico de medio voltaje en el punto 178998_MTA en el software ETAP.....	61
Fig. 27 Comparación del Software CYMDIST vs ETAP	62
Fig. 28 Alimentador 0213 sin condiciones anormales.....	63

Fig. 29	Nuevo recorrido del A0213	64
Fig. 30	Nuevo recorrido del A0213 por la vía.	65
Fig. 31	Tramo de Red Trifásica N° 26808_MTA	66
Fig. 32	Cuadro de Flujo de Carga del A0213 Pungalá en el tramo trifásico en análisis.....	67
Fig. 33	Tramo Trifásico de medio voltaje en el punto 26808_MTA en el software ETAP.....	67
Fig. 34	Comparación del Software CYMDIST vs ETAP	68
Fig. 35	Punto de redundancia entre el A0208 y A0213	69
Fig. 36	Comparación de Índices TTIK con la propuesta	70

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
TABLA 2. LÍMITES PARA EL ÍNDICE DE NIVEL DE VOLTAJE	20
TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTADORES.....	22
TABLA 4. LÍMITES PARA LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO – ÍNDICES GLOBALES ...	23
TABLA 5. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE	33
TABLA 6. NÚMERO DE CLIENTES A0208 GUAMOTE.....	35
TABLA 7. CAÍDAS DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE	38
TABLA 8 . CONDUCTORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE.....	39
TABLA 9 . PÉRDIDAS TÉCNICAS POR CALENTAMIENTO DE CONDUCTORES A0208	39
TABLA 10. INDICADORES DE CALIDAD ANUAL NOVIEMBRE 2020-NOVIEMBRE 2021 A0208.....	40
TABLA 11. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE.....	43
TABLA 12. NÚMERO DE CLIENTES A0213 PUNGALÁ	44
TABLA 13. DEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE POTENCIA Y CORRIENTE DEL ALIMENTADOR A0213.....	46
TABLA 14. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0213 PUNGALÁ.....	47
TABLA 15. CONDUCTORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR 0213 PUNGALÁ.....	48
TABLA 16. PÉRDIDAS TÉCNICAS POR CALENTAMIENTO DE CONDUCTORES A0213.....	48
TABLA 17. INDICADORES DE CALIDAD NOVIEMBRE 2020-NOVIEMBRE 2021, A0213	49
TABLA 18. CAUSAS DE INTERRUPCIONES DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE	52
TABLA 19 CAUSAS DE INTERRUPCIONES DEL ALIMENTADOR 0213 CEBADAS	53
TABLA 20. PARÁMETROS ELÉCTRICOS REPOTENCIADA LA TRONCAL DEL A0208.....	56
TABLA 21. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0208.....	58
TABLA 22. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0213.....	66
TABLA 23. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0213.....	68
TABLA 24. COSTO ESTIMADO POR CAMBIAR DE CALIBRE DE CONDUCTOR DE ACSR N° 2 A ACSR N° 3/0 AWG.....	71
TABLA 25. COSTO ESTIMADO POR CAMBIAR DE CALIBRE DE CONDUCTOR DE ACSR N° 2 A ACSR N° 3/0 AWG.....	71
TABLA 26. COSTO ESTIMADO POR RECONFIGURAR EL ALIMENTADOR A0208.....	72
TABLA 27. COSTO ESTIMADO POR RECONFIGURAR EL ALIMENTADOR A0213.....	73

INTRODUCCIÓN

En la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, en el artículo 2, del literal 2 manifiesta: “Proveer a los consumidores o usuarios finales un servicio público de energía eléctrica de alta calidad, confiabilidad y seguridad; así como el servicio de alumbrado público general que lo requieran según la regulación específica” considerando que todos los ciudadanos tienen derecho a recibir un excelente servicio de energía eléctrica y que este es uno de los servicios básicos más importantes para el desarrollo de sus actividades diarias, el mismo que debe llegar de la manera más óptima de acuerdo a los parámetros técnicos de calidad de energía emitidos por el ente regulador [1].

Los altos tiempos en la reposición del servicio eléctrico en los alimentadores rurales producen significativas pérdidas técnicas y económicas debido a que superan los tiempos establecidos por la ARCERNNR siendo responsabilidad de la distribuidora la medición y evaluación de los índices de calidad, de esta manera se puede llevar un control de niveles de pérdidas, lo mismo que generará la reducción de las interrupciones, lo que conlleva a incrementar la confiabilidad del sistema. Los deficientes parámetros técnicos de la troncal de los alimentadores ocasionan niveles considerables de pérdidas técnicas en los sistemas de distribución por lo que una reconfiguración de estos permite mejorar la calidad del servicio técnico entregado a los usuarios y de la misma manera reducen los tiempos y costos de operación.

Cabe mencionar que, durante la ocurrencia de una falla, y por la topografía de la red los sectores que se quedan sin servicio son de gran magnitud, esto es ocasionado por la configuración de los alimentadores que son tipo radial y al existir la contingencia deja sin servicio a todos los usuarios aguas abajo desde la falla. Una alternativa viable para minimizar la cantidad de carga que se queda sin servicio es la transferencia de carga entre alimentadores cercanos, realizando una reconfiguración de la red, se la potencia para recibir carga de otros alimentadores, se lo debe realizar tomando en cuenta los límites de cargabilidad, sobrevoltajes, diseño de la red y cantidad de operaciones.

Una característica importante de los nuevos mercados de energía eléctrica es la búsqueda de la eficiencia, tanto en la gestión administrativa como en la técnica. Por

esto, las empresas del sector están incentivadas a promover la calidad de servicio que prestan y a realizar su función de la manera más eficiente posible. La eficiencia técnica de una red se asocia, no solo con el nivel de pérdidas existentes sino también con la confiabilidad del suministro; en este último aspecto la restauración de servicio juega un papel importante [2].

Antecedentes

La elaboración del presente trabajo de Titulación se desarrollará bajo la línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi correspondiente a la maestría en Electricidad mención Sistemas Eléctricos de Potencia, y el uso de herramientas tecnológicas para proponer acciones de calidad y eficiencia energética en los procesos de generación, transmisión, distribución y consumo energético, de la cual se deriva la sub línea de investigación, explotación y diseño de Sistemas de Potencia, donde se estudia, evalúa y propone la utilización y adecuación de los recursos existentes para desarrollar sistemas de calidad energética orientados a mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos.

Dentro del proyecto de investigación se menciona la historia de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., la cual inicia en 1903 cuando se funda la primera Sociedad que se encargaría de comercializar energía: "Alberto Rhor y Cía." En un pequeño pueblo de nuestro Ecuador pero que a esa fecha ya veía la necesidad de contar con la milagrosa energía eléctrica. Esta Sociedad quiebra en 1907, pero para fortuna de la pequeña Riobamba, en 1911 se funda una sociedad anónima a la que bautizaron como Riobamba Electric Ligth and Power.

En 1924 se crea "La Hidroeléctrica", siendo uno de los socios Hirman Foley apoderado de la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc., empresa que se encargó algunos años de la distribución de energía eléctrica.

En 1953 se conforma la Empresa de Electrificación Chimborazo S. A., que tenía algunos proyectos dentro de los cuales figuraba la construcción de una Central Hidroeléctrica, proyecto ambicioso sin duda, pero que el 20 de abril de 1921 vio sus

primeras luces con la inauguración de algunas obras, acto que contó con la visita oficial del presidente de la República Dr. José María Velasco Ibarra.

El 3 de abril de 1963 nace la Empresa Eléctrica Riobamba S. A., que compra todos los derechos a la Empresa de Electrificación Chimborazo S.A. y para el 2 de enero de 1967 realiza la inauguración de los dos primeros grupos de turbinas de su Central Hidroeléctrica la que tomó el nombre de uno de los dos ríos de cuyas aguas se aprovecha: Aláo. Para 1972 y 1974 se había adquirido grupos térmicos Ruston y posteriormente en 1976 la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. se fusiona con la Empresa Eléctrica Alausí que contaba con una Central Hidroeléctrica llamada Nízag de 300 KW [3].

Planteamiento del problema

Los sistemas de distribución de energía eléctrica del tipo aéreo son los más propensos a sufrir fallas e interrupciones debido a que se encuentran expuestos a accidentes como golpes o choques que ocasionan los ciudadanos. La Empresa Eléctrica Riobamba S.A. tiene 14 subestaciones de distribución establecidas en toda su área de concesión, la misma que cuenta con alimentadores urbanos y rurales, siendo los alimentadores rurales N-º2 de las Subestaciones 08 y 13 los que generan mayor tiempo de restablecimiento del servicio, esto se produce principalmente por la distancia que existe desde el lugar donde se moviliza el personal operativo hasta el sitio donde se encuentran ubicados los alimentadores, por esta razón encontrar el origen de la falla presentada toma mayor tiempo en encontrarla, aislarla y repararla, por lo general el personal a cargo de realizar este trabajo hace un recorrido a pie por la línea de distribución de energía eléctrica, además cabe resaltar que la topografía del terreno es un factor que interviene en el tiempo de restablecer el servicio de energía eléctrica.

Las causas que pueden generar lo antes mencionado son: las descargas atmosféricas, árboles que se encuentran cerca de las líneas, vientos fuertes que derriban los postes de madera porque se encuentran en mal estado (porque han cumplido su vida útil) y no se encuentran en condiciones óptimas, lo que genera altos tiempos en la reposición del

servicio y que no se cumpla con los índices de calidad de servicio técnico establecidos en la regulación 002/20 de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), para el año 2021 se tiene un FMIK de 15,68 mientras que la regulación establece 9,5 y un TTIK de 38,16 mientras que la regulación establece 16 para los alimentadores de baja densidad.

Formulación del problema

¿Cómo afecta las interrupciones del servicio eléctrico y el retardo en la restauración del servicio de energía eléctrica a los índices de calidad de los alimentadores N-º 02 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba?

Objetivo General:

Proponer una reconfiguración de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. mediante el análisis técnico en el software CYMDIST para establecer puntos de redundancia.

Objetivos Específicos

- Investigar en diferentes fuentes bibliográficas información que contribuya a realizar una evaluación de la situación actual de los Alimentadores N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 mediante el software CYMDIST.
- Establecer una propuesta de mejora para encontrar alternativas de solución que permita obtener un mejor nivel de calidad del servicio eléctrico.
- Realizar una validación de la propuesta de mejora a través de la comparación de los resultados obtenidos en el software CYMDIST con el software ETAP.

Sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos:

TABLA 1. SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Investigar en diferentes fuentes bibliográficas información que contribuya a realizar una evaluación de la	Investigación bibliográfica. Análisis y recolección de datos.	Caracterización de la información.	Observación sistemática.

situación actual de los Alimentadores N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 mediante el software CYMDIST.	Documentación de trabajos existentes.		
Establecer una propuesta de mejora para encontrar alternativas de solución que permita obtener un mejor nivel de calidad del servicio eléctrico.	Diagnóstico de la situación actual. Análisis de los parámetros técnicos.	Detectar variables de mayor incidencia. Determinación de la cargabilidad de los conductores y caídas de voltaje.	Con los datos actuales de la EERSA realizar una corrida de flujos de potencia en el Software CYMDIST. Uso de equipos como: medidores ION en la cabecera de los alimentadores, GPS, equipo de perfiles de carga.
Realizar una validación de la propuesta de mejora a través de la comparación de los resultados obtenidos en el software CYMDIST con el software ETAP.	Cambio de calibre de conductores. Reconfiguración de los alimentadores.	Verificación de los parámetros eléctricos.	En el Software CYMDIST realizar una simulación de: flujo de potencia con el cambio de calibre de conductores, reconfiguración la red. Establecer un punto de redundancia entre los alimentadores.

Elaborado por: El Autor.

Justificación

Por medio del presente trabajo de investigación se busca mejorar los índices de calidad del servicio eléctrico de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. a través de una simulación que será ejecutada mediante el software CYMDIST, el mismo que permitirá analizar los parámetros técnicos como las caídas de voltaje, cargabilidad de los conductores y pérdidas en las líneas de los alimentadores. Actualmente estos no cumplen con los índices de calidad establecidos por el organismo regulador (ARCERNNR) debido al lugar en que se encuentran ubicados y el difícil acceso para determinar la naturaleza cuando ocurre una falla eléctrica.

Debido al crecimiento poblacional del sector, el servicio de las redes de distribución de energía eléctrica se ha visto limitado. En varios sectores se observan redes ya en obsolescencia debido al cumplimiento de su vida útil; lo que ha provocado problemas en la continuidad del servicio, con el consecuente malestar de los abonados. Por tal razón se propone una reconfiguración de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 con el fin de mejorar los índices de calidad, mediante alternativas de solución que permitan cumplir los índices marcados por el ente regulador, disminuyendo así la cantidad y tiempos de interrupciones del servicio, número de usuarios afectados lo que permitirá que sea una red más confiable que pueda enlazarse entre alimentadores, considerando que la reconfiguración de alimentadores primarios es una herramienta bastante utilizada en el planeamiento y la operación de los sistemas de distribución lo que conlleva a una mejora del nivel de servicio eléctrico, seguridad y confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución.

Hipótesis

Si se realiza la reconfiguración de la troncal de los Alimentadores rurales N° 2 de las subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. se podrá mejorar la calidad del servicio técnico debido que ante la presencia de cualquier tipo de fallas el restablecimiento del servicio eléctrico será de manera eficiente.

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA – METODOLÓGICA

1.1. Antecedentes de la investigación o fundamentación del estado del arte

Las empresas eléctricas del Ecuador se encuentran ejecutando planes de mejoras referentes a la calidad del servicio, por esta razón el ente regulador ARCERNR ha establecido regulaciones como la 002/20 que indica la entrega de un servicio técnico continuo y de buena calidad a los consumidores finales con la menor frecuencia y tiempo de interrupciones del servicio, en referencia al estudio de la troncal de los alimentadores rurales que por su lejanía y topografía del terreno presentan los mayores tiempos en los indicadores de calidad, existen ciertas investigaciones dentro de esta línea realizada por diferentes autores enfocadas principalmente en los alimentadores urbanos que es donde existe la mayor concentración de carga.

Dentro de las investigaciones realizadas referentes al estudio de troncales de alimentadores rurales se especifican a continuación, los mismos que darán la iniciativa para la presente investigación.

Según A. Garcés, O. Gómez, A. González en su estudio denominado: *“Mejoramiento de la confiabilidad en sistemas de distribución mediante reconfiguración de alimentadores primarios”* concluyen que: “La reconfiguración de alimentadores primarios es una herramienta utilizada en el planeamiento y la operación de los sistemas de distribución enfocado principalmente a la reducción de pérdidas técnicas, el cambio de topología de la red de distribución afecta significativamente la confiabilidad del mismo”. La confiabilidad de los sistemas de distribución se basa en la capacidad de entregar un servicio de manera adecuada y continua, aunque en los últimos años se ha limitado su desarrollo al hecho de usarla para reducir las pérdidas técnicas esto va más allá de este concepto, pues una reconfiguración de la red ya está ayudando a mejorar la confiabilidad hacia los puntos de carga y por lo tanto del sistema, de esta manera se puede decir que una reconfiguración de las redes se puede usar para

mejorar la confiabilidad del sistema en forma global o en puntos específicos donde se presente problemas [4].

Los autores S. Civanlar, J. Grainger, H. Yin y S. Lee miembros de la IEEE en su artículo denominado “*Distribution feeder reconfiguration for loss reduction*” manifiestan: “La reconfiguración del alimentador de distribución se puede utilizar como una herramienta de planificación, así como una herramienta de control en tiempo real. Modificando la estructura radial de los alimentadores de distribución de vez en cuando, al cambiar los estados abierto/cerrado de los interruptores para transferir cargas de un alimentador a otro, puede mejorar significativamente las condiciones operativas del sistema en general. Cada alimentador en un sistema de distribución tiene una mezcla diferente de cargas de tipo comercial, residencial e industrial, y es bien sabido que las variaciones diarias de carga de estos tipos de carga son diferentes”.

“La reconfiguración del alimentador permite la transferencia de cargas desde alimentadores (o transformadores) muy cargados a alimentadores (o transformadores) relativamente menos cargados. Tales transferencias son efectivas no solo en términos de alterar el nivel de cargas en los alimentadores que se están conmutando, sino también en mejorar el perfil de voltaje a lo largo de los alimentadores y efectuar reducciones en las pérdidas de potencia del sistema general. Un alimentador completo, o parte de un alimentador, se puede servir desde otro alimentador cerrando un interruptor de enlace que une a los dos, mientras que se debe abrir un interruptor de seccionamiento apropiado para mantener las estructuras radiales.” [5].

J. Franco, Y. Restrepo y P. Tambares en su artículo denominado: “*Repotenciación de alimentadores primarios para la reducción de pérdidas*” manifiestan que: “La repotenciación de alimentadores consiste en el aumento del calibre del conductor de una línea de distribución, con el objetivo de conseguir una disminución en el costo de las pérdidas inherentes al flujo de potencia que la atraviesa. El costo del conductor que se va a instalar, sumado con el costo de la mano de obra requerida para la instalación, debe ser compensado por el beneficio producido con la disminución del costo asociado a las pérdidas de energía” [6].

Los autores A. A. Radwan, M. O. Foda, A. M. Elsayed y Y. S. Mohamed, en su trabajo publicado en la IEEE denominado: "*Modeling and reconfiguration of middle Egypt distribution network*," concluyen que: "Cuando se presenta una falla y para resolver los problemas técnicos es mejor dividir los alimentadores, se debe realizar una reconfiguración de la red, se divide en 2 regiones (región X y región Y2), la región X sigue servida de la misma fuente (subestación) de manera que forma un nuevo alimentador, mientras la región Y2 se une a otro alimentador para formar un nuevo alimentador que es alimentado por otra subestación, de esta manera se minimiza la cantidad de usuarios afectador por la contingencia y el tiempo de restablecer el servicio eléctrico" [7].

A. Garces, R. Hincapíe y R. Gallego autores del siguiente artículo: "*Coordinated solution to the problem of primary feeder reconfiguration and phase balance*" donde concluyen que: "El problema de la reconfiguración de alimentadores primarios consiste en encontrar una configuración radial óptima para la operación del sistema, definiendo como objetivo las pérdidas, cargabilidad de las líneas, confiabilidad, etc., con determinadas líneas en operación y otras para respaldo de la operación (suplencias), a partir de la apertura o cierre de interruptores en las líneas. Por lo tanto, la reconfiguración de redes de distribución define cuales líneas del sistema deben estar activas y cuales inactivas para que el sistema funcione de forma óptima. Adicionalmente a la reducción de pérdidas técnicas, con la reconfiguración se obtiene un alivio en la cargabilidad de las líneas y el mejoramiento del perfil de tensión del sistema" [8].

Según McGraw-Edison Company y Cooper Power Systems, autores del libro: "*Electrical Distribution System Protection*" se concluye que: "Todo tipo de cliente de servicio eléctrico (residencial, comercial, institucional e industrial) dependen en gran medida de la disponibilidad de energía eléctrica. Para el cliente residencial, una pérdida de servicio afecta casi todas las funciones y dispositivos principales de la casa, tanto aquellos que dependen completamente de la energía eléctrica (iluminación, refrigeración, hornos de microondas, televisores, acondicionadores de aire, sistemas de

seguridad para el hogar, computadoras personales) y aquellos que pueden depender solo parcialmente de la electricidad (horno, calentador de agua). Los centros comerciales sufren pérdidas de ventas y pueden tener serios problemas cuando se producen cortes durante los períodos de mayor actividad comercial. Las escuelas pueden dejar de funcionar” [9].

C. Zapata, L. Piñeros, D. Castaño, autores del estudio: “*El método de simulación de Montecarlo en estudios de confiabilidad de los sistemas de distribución de energía eléctrica*” llegando a la conclusión que: “Más del 90% del total de eventos de salida del sistema de potencia ocurren en el sistema de distribución, también mencionan que La sociedad es muy sensible a las interrupciones en el servicio de suministro de energía eléctrica dada la alta dependencia que de éste insumo se tiene en todas las actividades de la vida diaria. La regulación fija límites máximos para los indicadores de confiabilidad de suministro del servicio por lo que los eventos de salida y restauración del servicio son registrados por el operador del sistema para calcular los índices de confiabilidad en un periodo de tiempo dado” [10].

1.2. Fundamentación Teórica

1.2.1. Sistema de Distribución

Las redes de distribución forman una parte muy importante de los sistemas de potencia porque toda la potencia que se genera se tiene que distribuir entre los usuarios y éstos se encuentran dispersos en grandes territorios. Así pues, la generación se realiza en grandes bloques concentrados en plantas de gran capacidad y la distribución en grandes territorios con cargas de diversas magnitudes. Por esta razón el sistema de distribución resulta todavía más complejo que el sistema de potencia [11].

El sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de trasportar o conducir la energía desde un lugar a otro, es decir desde una subestación hasta los usuarios finales. La etapa de distribución comprende a las líneas primarias o llamadas troncales, los ramales, los transformadores de distribución, las líneas secundarias o de bajo voltaje, las acometidas y finalmente los medidores que permiten contabilizar el consumo de los usuarios. Dentro de este aspecto se puede describir a los

sistemas de distribución que son parte de un sistema eléctrico que abarca desde la generación, transmisión y la distribución de energía eléctrica.

1.2.2. Subestación Eléctrica de Distribución

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etcétera), tipo C.A. a C.C. o bien, conservarle dentro de ciertas características [12].

Una subestación eléctrica de distribución es un elemento clave en los sistemas de energía eléctrica ya que forman enlaces y está conformada por varios equipos encargados de recibir la energía de las líneas de subtransmisión y transformarla a los niveles de voltaje de los alimentadores primarios para su transporte, distribución y utilización. Se encuentra ubicada para abastecer a toda la carga necesaria, pero cuidando que no quede en el centro de la ciudad debido al crecimiento urbanístico.

1.2.3. Alimentadores Primarios

Son circuitos que se inician en las subestaciones de distribución y proporcionan la ruta de flujo de potencia a los transformadores de distribución [13].

Los alimentadores primarios constituyen una parte importante del sistema de distribución debido que transportan la energía desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución, estos alimentadores pueden ser trifásicos o monofásicos, aéreos o subterráneos. En la topología de la red primaria, se plantea casi siempre el concepto de ruta troncal y de los ramales o laterales. La ruta troncal es la cadena de nodos por donde transcurre el flujo de potencia más importante del circuito en condiciones normales o en condiciones de emergencia por transferencias de carga desde otros circuitos vecinos, por lo general son de calibre de conductor mayor al resto del circuito, estos son transportados en postes de hormigón cuando son aéreos y en pozos cuando son instalaciones subterráneas.

1.2.3.1. Alimentador de alta densidad

Es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea mayor a 50 kVA[14].

1.2.3.2. Alimentador de baja densidad

Es aquel alimentador primario de distribución que tiene una carga nominal instalada distribuida por kilómetro de línea menor o igual a 50 kVA[14].

1.2.4. Redes de distribución Urbanas

Son redes que se encuentran dentro de las ciudades, generalmente son de tipo aéreas, sin embargo, en los últimos años se ha ido cambiando esta tendencia por temas técnicos como la confiabilidad, estética y seguridad, por ello se ha migrado en la mayoría de los centros de las ciudades a redes subterráneas, lo que permite tener una mayor confiabilidad del sistema y de la misma manera su costo de inversión es as elevado.

1.2.4.1. Redes de distribución Rurales

El sistema de distribución rural se encarga del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de carga, aquellas destinadas a distribuir electricidad fuera de los perímetros urbanos, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y a cargas pequeñas [15].

Las redes eléctricas rurales muchas de las veces se encuentran en sectores de difícil acceso, su recorrido puede variar desde caminos de tierra hasta atravesar por pendientes de difícil acceso, la razón de esto es porque se necesita llegar a una carga puntual y seguir el camino sería un desperdicio de recursos, además en muchos casos no existen vías de acceso lo cual no deja otra solución de llevar las redes por los terrenos.

1.2.5. Transformadores de Distribución

Se denomina centro de transformación, también conocido por su acrónimo CT, la instalación encargada de recibir energía eléctrica en media tensión y transformarla a los valores de consumo de energía eléctrica en baja tensión, para su utilización por los usuarios finales [16].

Es uno de los elementos más importantes dentro del sistema de distribución, debido que realiza el proceso de transformación del nivel de voltaje, es decir, realiza cambios en los valores de voltaje y corriente entrantes y salientes manteniendo constante la frecuencia el mismo que es distribuido por líneas de bajo voltaje a los usuarios finales.

1.2.6. Red Secundaria de Distribución

Son las redes encargadas de distribuir la energía eléctrica desde el secundario del transformador hacia los usuarios finales, la conexión a los usuarios se realiza por medio de acometidas, las mismas que están conectadas a un medidor o contador de energía eléctrica que cuantifica el consumo de cada usuario en un período de tiempo. En la actualidad estas redes son construidas con cable preensamblado de aluminio aislado tipo XLPE debido a sus características mecánicas, disminuye el impacto visual a comparación de las redes abiertas y ayuda a reducir las pérdidas no técnicas por conexiones directas a la red, llamados también cables antihurto como se observa en la figura 1.



Fig. 1 Red secundaria (estructura pasante 1PP3) con cable preensamblado

1.2.7. Topología de los sistemas de distribución

La topología de un sistema de distribución es descrita por la conexión de nodos y ramas del sistema. Un sistema de distribución práctico se divide en un subsistema primario o de mediana tensión, que consiste de puntos de suministro del sistema y en varios subsistemas secundarios o de baja tensión. Aun cuando un sistema de distribución esté bien planeado y opere bajo criterios estrictos de confiabilidad, siempre estará sujeto a

fallas, debido a que hay algunas que no son inherentes al mal funcionamiento del propio sistema, sino a causas externas [17].

1.2.7.1. Configuración tipo radial

Este tipo de configuración es el más simple y de más bajo costo, por lo tanto, el más común. La confiabilidad del servicio es baja; la ocurrencia de una falla en algún punto causa el corte del servicio de muchos usuarios. Es obvio que el sistema radial está expuesto a muchas posibilidades de interrupción, por fallas en conductores aéreos o cables subterráneos, o por fallas en los transformadores [18] [19].

La configuración tipo radial es aquella que tiene una sola trayectoria entre la fuente y la carga como se observa en la figura 2, por esta razón es la configuración más simple y económica debido que utiliza menor cantidad de equipos. Además, se pueden mencionar a la configuración tipo radial con uniones, que no es más que el mismo sistema radial, pero empleando seccionadores normalmente abiertos que permiten la unión o transferencia de una parte de la carga de un alimentador a otro, así los usuarios del ramal afectado no se quedarán sin el servicio eléctrico el tiempo que se demore en localizar, aislar y reparar la falla.

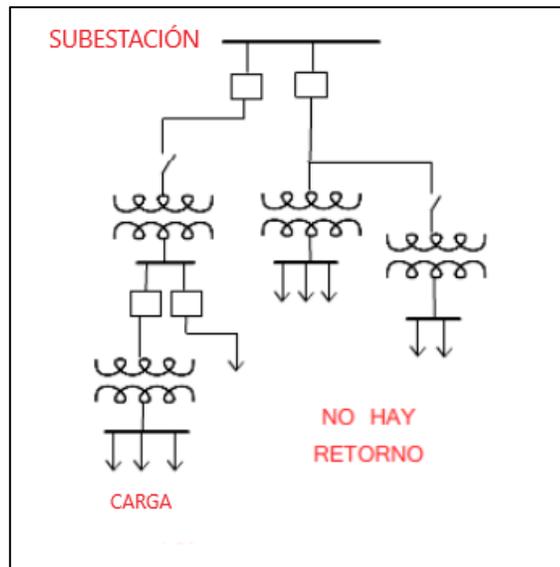


Fig. 2 Configuración de la red tipo radial

1.2.7.2. Configuración tipo anillo

Como su nombre lo indica, en este caso el alimentador parte de la subestación, recorre el área de carga y regresa a la subestación formando un circuito cerrado (anillo). Para lograr un cubrimiento total del área de carga, se derivan ramales del alimentador principal. Puede utilizarse uno o dos interruptores primarios [18].

La configuración anillo como se observa en la figura 3 brinda mayor confiabilidad al sistema debido que cualquier falla que ocurra estará en la capacidad de abastecer desde el otro punto de alimentación, es decir no se quedarán sin servicios los usuarios ante alguna contingencia del sistema. Existe también la configuración anillo abierto donde los alimentadores se dividen en dos partes mediante seccionadores o reconectores, en caso de existir algún fallo entran en operación estos elementos de corte y apertura dando lugar a un rápido restablecimiento del servicio.

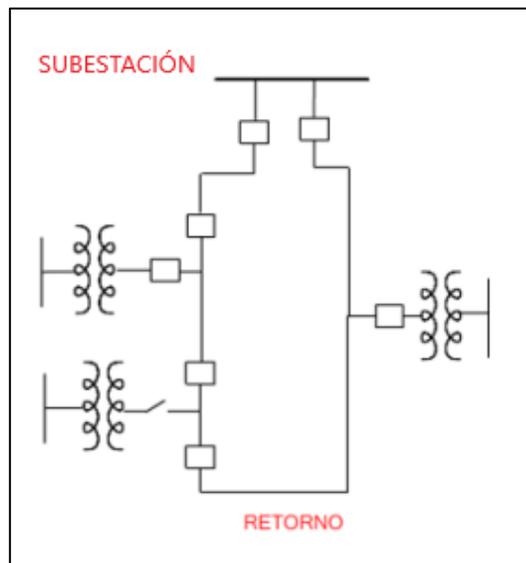


Fig. 3 Configuración de la red tipo radial

1.2.8. Concepto de confiabilidad

La confiabilidad de los sistemas de distribución se relaciona con la habilidad que tiene este para proveer un adecuado suministro de energía eléctrica, por esta razón es considerada una propiedad cualitativa más que cuantitativa. Para cuantificar la confiabilidad del sistema de distribución se puede recurrir a los índices de

confiabilidad, los cuales brindan suficiente información acerca del servicio suministrado, permiten modelar y comprender el desempeño de la red eléctrica, evaluar sus componentes y servir de base para decisiones de inversión y automatización [20].

La confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución debe garantizar un correcto funcionamiento de las redes eléctricas, debido a la alta dependencia que las personas tienen de este servicio para el desarrollo de sus actividades.

1.2.8.1. Contingencia

El término contingencia se define como un evento inesperado (falla) o programado (desconexión para trabajos de mantenimiento, mejoramiento o expansión de redes), que modifiquen las condiciones normales de operación de los sistemas eléctricos [21].

Una contingencia se presenta cuando de manera repentina se presenta un daño o suspensión al servicio de energía eléctrica, esta puede ser planificada o no, de la misma manera puede durar pocos segundos o algunos minutos que el sistema vuelva a su estado normal.

1.2.8.2. Interrupción

La pérdida total de energía eléctrica en uno o más conductores normalmente energizados a uno o más clientes conectados a la porción de distribución del sistema. El estado de un componente cuando no está disponible para realizar su función prevista debido a un evento no planificado directamente asociado con ese componente.

1.2.8.3. Según la duración

Es considerada interrupción momentánea: La breve pérdida de suministro de energía a uno o más clientes causada por la operación de apertura y cierre de un dispositivo de interrupción.

Interrupción sostenida: Cualquier interrupción no clasificada como parte de un evento momentáneo. Es decir, cualquier interrupción que dure más de cinco minutos.

1.2.8.4. Según el origen

Interrupción planificada: La pérdida de energía eléctrica a uno o más clientes que resulta de un corte planificado, realizada en un momento preseleccionado, generalmente con fines de construcción, mantenimiento preventivo o reparación.

Interrupción no planificada: La pérdida de energía eléctrica de uno o más clientes que no es el resultado de un corte planificado [22].

La reducción de la frecuencia de las interrupciones se puede conseguir a través del mejoramiento del sistema y sus componentes. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:

- Mantenimiento preventivo y monitorización.
- Reposición preventiva de componentes que han alcanzado su vida útil.
- Cables aislados o semi-aislados en líneas aéreas.
- Recorte de la vegetación cerca y debajo de las líneas aéreas.
- Protecciones contra la invasión de animales en instalaciones.

1.2.9. Reducción del tiempo de afectación

El tiempo de afectación representa principalmente el tiempo necesario para restablecer el suministro en la zona afectada por la interrupción. Debido a la configuración de la red, la zona afectada por la falla se puede aislar del resto de la red, desconectando la sección que englobe esta zona.

Como medida para reducir el tiempo que dure la falla en el sistema se tiene a la reconfiguración de la red debido que se puede realizar una transferencia de carga entre alimentadores, de esta manera poder aislar solo la zona a dar mantenimiento mientras que el resto de la red se encuentre con servicio.

1.2.9.1. Reducción del número de clientes afectados

Con la reducción de número de clientes o potencia interrumpida por cada falla se puede conseguir la disminución de todo tipo de índices. Esta reducción se puede lograr a través de las siguientes medidas:[4]

- Reconfiguración permanente de la red.
- Incremento de los elementos de protección.
- Régimen de puesta a tierra del neutro resonante.

1.2.10. Reconfiguración de alimentadores primarios

Los sistemas de distribución cuentan con interruptores y suplencias a lo largo de los alimentadores primarios, los cuales permiten modificar la topología del sistema para lograr un mejor punto de operación de acuerdo a un criterio seleccionado (pérdidas, precios de la energía, etc.), considerando variables tales como:[20]

- Niveles de tensión adecuados.
- Perdidas mínimas.
- Capacidad de líneas y subestaciones.
- Radialidad del sistema.
- Abastecimiento de la demanda.
- Confiabilidad del suministro.

La reconfiguración del sistema es un método muy empleado por las empresas distribuidoras de energía eléctrica para la operación de las redes y mejorar la calidad de servicio entregado, consiste en realizar un cambio en el calibre de los conductores de las redes de medio voltaje, de la misma manera se puede realizar una reconfiguración de la red mediante la reubicación de los postes que se encuentran en mal estado o atravesando propiedades privadas para sacarlos a la vía pública.

1.2.10.1. Transferencia de carga

La energía normalmente se suministra desde una fuente preferida y se cambia automáticamente a una fuente alternativa si se pierde la fuente preferida. Al restablecerse el voltaje de la fuente preferida, la carga se vuelve a conmutar automática o manualmente. El cambio de retorno puede ser en un modo de transición cerrada (retorno paralelo), en el que la fuente preferida se cierra antes de que se abra la fuente alternativa, o en un modo de transición abierta (retorno no paralelo), en el que la fuente alternativa se abre antes de que se cierre la fuente preferida [9].

1.2.11. Atributos de la calidad de la distribuidora

La evaluación de la calidad de la prestación del servicio de energía eléctrica se efectuará considerando los siguientes índices e indicadores: [14]

1.2.11.1. Calidad del producto

- Nivel de voltaje
- Perturbaciones rápidas de voltaje (flicker)
- Distorsión armónica de voltaje
- Desequilibrio de voltaje

1.2.11.2. Calidad del servicio técnico

- Frecuencia de interrupciones a nivel global y por consumidor
- Duración de las interrupciones a nivel global y por consumidor

1.2.11.3. Calidad del servicio comercial

- Porcentaje de atención y conexión a nuevos suministros
- Porcentaje de errores en la facturación
- Tiempo promedio de resolución de reclamos
- Porcentaje de resolución de reclamos
- Porcentaje de restablecimiento de servicio
- Porcentaje de respuestas a consultas
- Satisfacción de consumidores

1.2.12. Nivel de Voltaje

Se lo determina mediante la variación del voltaje de suministro en un punto k, con respecto al voltaje nominal en dicho punto como se observa en la ecuación 1.

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} * 100 \quad (1)$$

Donde:

ΔV_k = Variación de voltaje de suministro respecto al voltaje nominal en el punto k.

V_k = Voltaje de suministro en el punto k, determinado como el promedio de las medidas registradas (al menos cada 3 segundos) en un intervalo de 10 minutos.

V_N = Voltaje nominal en el punto k.

1.2.12.1. Límites

En la tabla 2 se encuentran los rangos de voltaje admitidos son los siguientes:

TABLA 2. LÍMITES PARA EL ÍNDICE DE NIVEL DE VOLTAJE

Nivel de Voltaje	Rango Admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	± 5.0 %
Medio Voltaje	± 6.0 %
Bajo Voltaje	± 8.0 %

1.2.13. Identificación de las interrupciones

Para el cálculo de los indicadores globales e individuales definidos para la evaluación de la calidad de servicio técnico, la distribuidora deberá disponer de la información relacionada a todas las interrupciones, en, al menos, los siguientes aspectos:

- Fecha, hora de inicio y hora de finalización de la interrupción
- Duración, causa y origen de la interrupción.
- Potencia nominal (kVA) desconectada por la interrupción;
- Numero e identificación de los consumidores afectados por la interrupción; y
- Equipos operados a consecuencia de la interrupción.

1.2.13.1. Registro y clasificación de las interrupciones

Todas las interrupciones deberán ser registradas por la distribuidora de acuerdo a los siguientes atributos:

Por su duración

- Breves: de duración igual o menor a tres (3) minutos.
- Largas: de duración mayor a tres (3) minutos.

Por su origen

- Internas: originadas en el sistema de distribución de la distribuidora y de responsabilidad de la empresa de distribución.
- Externas: originadas por un generador, por el transmisor, por suspensiones generales del servicio, por otra distribuidora o por un consumidor.

Por su causa

- Programadas: Mantenimiento, ampliaciones, mejoras, maniobras, otras.
- No programadas: Climáticas, ambientales, fallas en la red eléctrica, terceros, otras.

1.2.13.2. Interrupciones a ser consideradas

Para el cálculo de los índices e indicadores de calidad de servicio técnico, se considerarán todas las interrupciones con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo todas las interrupciones internas y externas, programadas y no programadas. Se excluyen las siguientes:

- Interrupciones debido a suspensiones generales del servicio;
- Interrupciones debido a eventos de fuerza mayor o caso fortuito;
- Interrupciones de un consumidor en particular causadas por fallas de sus instalaciones o por solicitud expresa de este, siempre y cuando aquellas no afecten a otros consumidores;
- Interrupciones externas calculadas individualmente que como resultado se obtenga un valor mayor o igual de 25 minutos de TTIK. Este tipo de interrupciones serán tratadas individualmente, a fin de determinar las causas y los responsables, en caso corresponda; e,
- Interrupciones producidas en BV.

1.2.14. Determinación del tipo de alimentador

La determinación del tipo de alimentador se realizará conforme la ecuación 2:

$$TA = \frac{kVA_{inst j}}{km_j} \quad (2)$$

Donde:

TA = Tipo de Alimentador (kVA/km)

$kVA_{inst j}$ = Potencia nominal instalada total de los transformadores de distribución del alimentador “j”, expresado en kVA.

km_j = Sumatoria de la longitud de línea monofásica, bifásica y trifásica del alimentador “j” expresado en km.

Los alimentadores serán clasificados según la tabla 3:

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTADORES

Tipo de Alimentador	Valor (kVA/km)
Baja densidad	TA<50
Alta densidad	TA>50

1.2.15. Índices de calidad de servicio

Los indicadores a calcularse son los siguientes:

Frecuencia media de interrupción (FMIK), el cual representa el promedio de veces que cada kVA nominal instalado sufrió una interrupción de servicio, durante el período de control (mensual o anual), se calcula usando las ecuaciones 3 y 4:

$$FMIK_i = \frac{kVA_i}{kVA_{Ti}} \quad (3)$$

$$FMIK = \sum_i FMIK_i \quad (4)$$

Tiempo total de interrupción (TTIK), el cual representa el tiempo promedio, expresado en horas, en que cada kVA nominal instalado estuvo fuera de servicio, durante el período de control (mensual o anual), calculado con las ecuaciones 5 y 6:

$$TTIK_i = \frac{kVA_i * t_i}{kVA_{Ti}} \quad (5)$$

$$TTIK = \sum_i TTIK_i \quad (6)$$

Donde:

$FMIK_i$ = Frecuencia media de interrupción por kVA nominal instalado por interrupción.

$TTIK_i$ = Tiempo total de interrupción por kVA nominal instalado por interrupción.

kVA_i = kVA nominales fuera de servicio en el sistema de distribución debido a la interrupción i .

kVA_{Ti} = kVA nominales totales instalados en la red o alimentador registrados en el instante de la interrupción i .

t_i = Tiempo de duración de la interrupción i , en horas.

1.2.16. Límites

Los valores máximos admisibles de los índices globales de calidad del servicio técnico tendrán los límites mostrados en la tabla 4:

TABLA 4. LÍMITES PARA LA CALIDAD DE SERVICIO TÉCNICO – ÍNDICES GLOBALES

Índice	Red	Alimentador	
		Alta Densidad	Baja Densidad
FMIK	6.0	7.0	9,5
TTIK	8.0	10.0	16.0

Según el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standard 1159-1995 Electric Power Quality “La calidad de la energía eléctrica (EPQ) es un término que se refiere al mantenimiento de la forma de onda de los voltajes y corrientes del bus de distribución de energía en magnitud y frecuencia nominales. Por lo tanto, EPQ se usa a menudo para expresar calidad de voltaje, calidad de corriente, confiabilidad de servicio, calidad de suministro eléctrico, etc” [23].

1.3 Fundamentación metodológica

1.3.1. Método cuantitativo

En el presente proyecto se observa la aplicación del método cuantitativo debido a que se utilizan variables que permiten obtener los valores de los índices de calidad a través

de la recopilación de diversos datos como: número de interrupciones, tiempo de interrupciones del servicio eléctrico y kVA fuera de servicio.

1.3.2. Método Analítico-Sintético

Este método permitirá descomponer el objeto de investigación, es decir, separar todos los componentes del sistema eléctrico en estudio, para realizar un correcto y eficiente análisis de forma característica y posteriormente unificarlo para obtener el diseño apropiado del conocimiento deseado en el desarrollo investigativo. Aplicando el método mencionado se debe iniciar la identificación los alimentadores con mayor índice de fallas y mayor tiempo para la reposición del servicio eléctrico, para el estudio son los alimentadores rurales debido a la lejanía que se encuentran, el tiempo se incrementa para que llegue el personal operativo a identificar el inconveniente y dar solución a la misma.

1.3.3 Tipos de Investigación

1.3.3.1 Investigación de campo

Esta investigación ayudará a determinar y analizar el estado del sistema de distribución eléctrica en forma directa tal cómo se encuentran los alimentadores rurales N° 2 de la Subestaciones 08 y 13, de esta manera recolectar la información acorde a la realidad como son levantamientos de puntos GPS y trazado de nueva ruta.

1.3.3.2 Investigación Aplicada

La investigación aplicada consiste en determinar conocimientos establecidos para poder aplicar en un campo específico del desenvolvimiento analítico y desarrollar soluciones a problemas que se encuentran en el sistema eléctrico. Por tanto, el procedimiento de este tipo de investigación servirá para obtener datos de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. por interrupción del servicio de energía eléctrica como son los índices de calidad TTIK y FMIK.

Los conocimientos prácticos y científicos obtenidos en la investigación, se aplicará para analizar y tomar correctivos en el servicio eléctrico y así evitar interrupciones a los consumidores finales.

1.3.4 Técnicas de Investigación

1.3.4.1 La Observación

Es la Técnica más adecuada en la investigación, partiendo de la utilización sensorial para el correspondiente registro de datos obtenidos en el proceso, llegando a obtener resultados sorprendentes.

Esta técnica ayuda a obtener un margen global del estado en la parte eléctrica de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. dando un breve enfoque visual se puede apreciar la cantidad de sistemas, equipos instalados, condiciones de los equipos y definir rutas alternas para proponer una reconfiguración de la red eléctrica.

1.3.4.2 Mediciones

Esta técnica es la indicada para evaluar el comportamiento actual del sistema y evidenciarlo ante presencia de fallas o en diferentes horas debido a que el consumo energético varía de una hora a otra y de un día a otro. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona, rural para el objeto de estudio y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el alimentador.

Las mediciones se las realiza en la cabecera de los alimentadores con el equipo ION como se observa en la figura 4 para de esta manera obtener valores significativos y reales, el cual permitirá determinar el comportamiento del alimentador y obtener registros de demandas máximas, medias y mínimas de diferentes días.



Fig. 4 Medidores de cabecera ION

1.3.4.3 Descripción de CYME

El software CYME es una herramienta enfocada y poderosa que se utiliza para modelar todo el sistema de distribución y abordar las necesidades de la simulación en cuanto a los análisis de capacidad, contingencia, calidad de energía y optimización [24].

Por lo tanto, CYME es diseñado para realizar estudios de planificación de las redes eléctricas de distribución permitiendo efectuar un análisis técnico de manera confiable mediante la simulación del comportamiento de las redes eléctricas, lo cual incluye flujos de carga, ampliación de los sistemas de distribución, estudios de protección y evaluación de interconexión de redes. Para este estudio se utiliza la versión 8.2 con licencia otorgada por la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. como se observa en la figura 5.

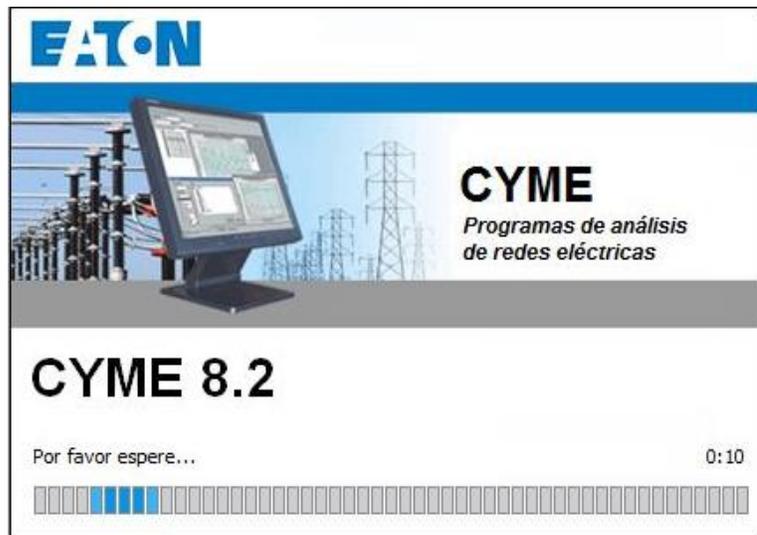


Fig. 5 Pantalla de inicio de CYME

1.3.4.4 Descripción de CYMDIST

CYMDIST es el paquete base para el análisis del sistema de distribución del software CYME. Agrupa todas las herramientas de modelado y análisis necesarias para realizar los diversos tipos de simulaciones involucradas en la planificación del sistema de distribución eléctrica. Permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con configuración radial, en anillo o mallada [24].

El paquete CYMDIST comprende varios análisis de los cuales para este objeto de estudio se utiliza el flujo de carga para obtener los parámetros eléctricos de los alimentadores en estudio, y se saca los reportes de caídas de voltaje, cargabilidad de los conductores para determinar los límites permisibles por la regulación y proponer alternativas de mejora.

1.3.4.5 Descripción de ETAP

El software ETAP 20.0.0 es un programa de soluciones para ingeniería analítica especializada en simulación, diseño, monitoreo, control, optimización y automatización de sistemas de energía. De esta manera permite la evaluación del sistema eléctrico de distribución cuando ocurre un fenómeno.

ETAP permite el análisis del sistema de distribución, para poder realizar una correcta planificación y optimización de la red mediante las simulaciones y predicciones del comportamiento del sistema eléctrico. Para este análisis se utiliza la versión 20.0. con licencia otorgada por la Universidad Técnica de Cotopaxi como se observa en la figura 6 la pantalla de inicio del software ETAP.

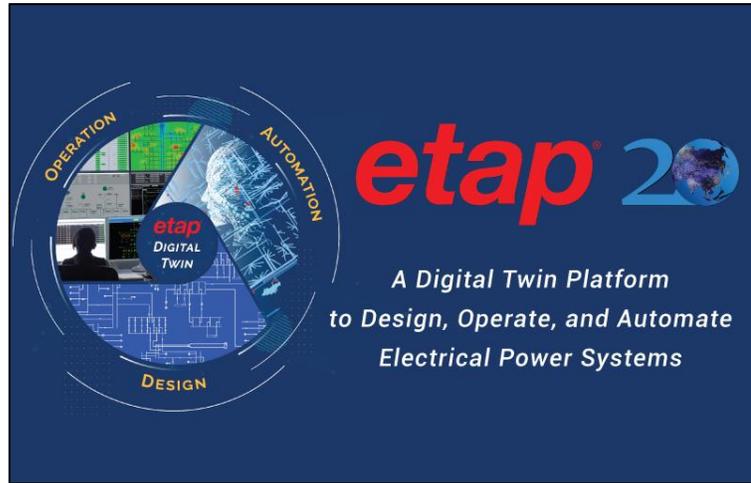


Fig. 6 Pantalla de inicio de ETAP 20.0.0

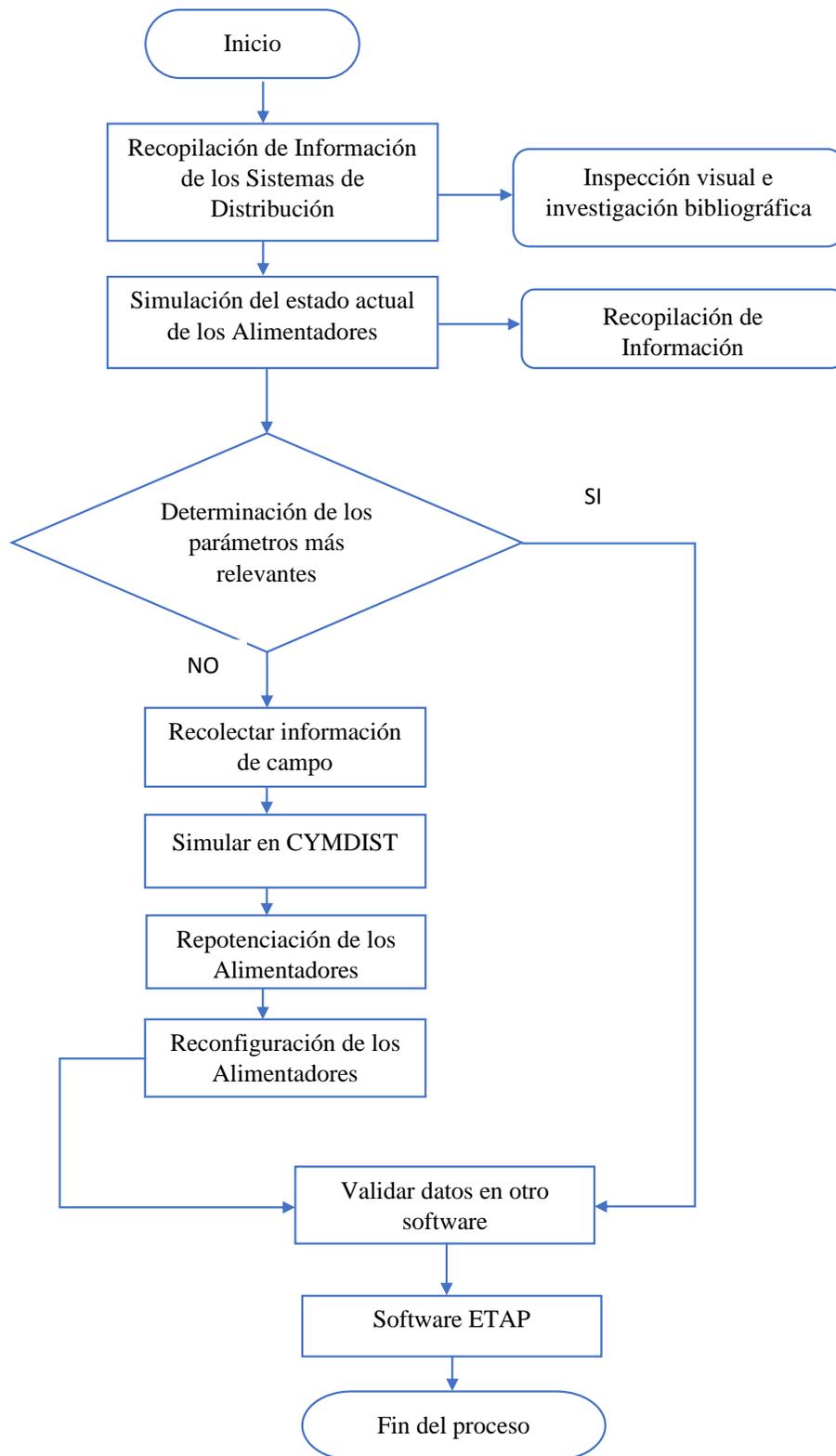


Fig. 7 Diagrama de Flujo del Proceso de Investigación

1.4 Conclusiones Capítulo I

La topología del sistema interviene de manera positiva o negativa en la continuidad del servicio eléctrico y cuando ocurre alguna contingencia los que sufren esta afectación son los usuarios finales, por lo tanto, una correcta configuración de las redes eléctricas de distribución garantiza un buen servicio, y de manera directa los índices de calidad bajan evitando penalidades a las distribuidoras por parte del ente regulador.

Los sistemas de distribución son los más grandes dentro de un sistema eléctrico y en los que más se debe poner énfasis si se desea mejorar la calidad del servicio eléctrico, pues la cantidad de usuarios y actividades diarias que involucran presentan un gran reto para los profesionales de las distribuidoras, día a día las personas solicitan nuevos servicios y esto conlleva al crecimiento de las redes, crecimiento que debe estar planificado por un área encargada de los estudios y mejoramientos de las redes eléctricas combinando con los avances tecnológicos.

CAPÍTULO II

PROPUESTA

2.1 Título del proyecto

Proponer una reconfiguración de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. para establecer puntos de redundancia.

2.2 Objetivo del proyecto

Mejorar el alimentador mediante la búsqueda técnica de los parámetros que intervienen en este proceso para de esta manera determinar la situación actual de la troncal de los alimentadores rurales N° 2 de las Subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. mediante el uso del software computacional CYMDIST para visualizar la cargabilidad de los conductores y sobrevoltajes presentes.

2.3 Descripción de la propuesta

El constante crecimiento de la carga en los sistemas de distribución hace necesaria una planificación adecuada y oportuna para de este modo entregar un servicio de calidad, de la misma manera reducir las pérdidas técnicas y los índices de confiabilidad que se ven afectados por contingencias como descargas atmosféricas, caídas de árboles sobre las líneas o caídas de los propios postes por que han cumplido su vida útil.

Los alimentadores por ser de carácter rural y debido a la topología del terreno cuando ocurre una falla en el sistema los tiempos de respuesta son altos, pues la lejanía en la que se encuentran dificulta su pronta llegada por parte del personal técnico y de la misma manera al ser un sector rural las redes eléctricas atraviesan terrenos y esto ocasiona que los tiempos para encontrar el daño, solucionarlo y reponer el suministro eléctrico sea mayor. El alimentador rural 02 de la Subestación 08 Guamote tiene una longitud de 279 km de red de medio voltaje con una carga de 7302 kVA, de la misma forma el alimentador 02 de la subestación 13 Pungalá tiene una distancia de línea de medio voltaje de 78 kilómetros con una carga de 1893 kVA.

Se propone realizar la reconfiguración de la troncal de los alimentadores rurales N-° 02 de las subestaciones 08 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. partiendo desde realizar un modelamiento de las condiciones actuales que se encuentran los

alimentadores en el software CYMDIST mediante una corrida de flujos de carga que permite analizar el desempeño de las redes de distribución de energía eléctrica bajo diversas condiciones presentadas.

Luego plantear mejoras en base a los datos obtenidos de la simulación de los alimentadores en condiciones actuales, para posteriormente analizar la efectividad de las mejoras propuestas.

2.4 Metodología o procedimientos empleados para el cumplimiento de los objetivos planteados

2.4.1 Subestación de Distribución Guamote

La subestación eléctrica de distribución N-º 08 Guamote se encuentra situada en el cantón Guamote a una altura de 3062 metros sobre el nivel del mar, en una zona donde el clima es seco, con una temperatura promedio que varía entre los 5°C y 15°C.

La subestación se encuentra energizada por la línea de subtransmisión a 69 kV que proviene del punto de conexión del Sistema Nacional Interconectado (SNI), cuenta con un transformador de 5 MVA, reduciendo el voltaje de 69 kV a 13,8 kV. De la subestación salen 3 alimentadores que abastecen a todo el cantón de Guamote y en pequeño porcentaje a la parroquia de Achupallas del cantón Alausí.

2.4.2 Alimentador 0208 Guamote

El alimentador 0208 Guamote (1500080T02) como se observa en la figura 8 de color celeste es un alimentador para servir a la parte rural, tiene su inicio en la subestación número 8 Guamote, ubicada en el cantón con el mismo nombre, el cual comprende una longitud total de 150,57 km, de las cuales 8,9 km son redes trifásicas, una parte tiene redes bifásicas comprendida de 1,36 km y 140 km de red monofásica, siendo en su totalidad el recorrido aéreo, con una capacidad instalada de transformadores de 7302,1 kVA siendo los de 10 kVA la potencia predominante.

La troncal trifásico se encuentra construido en su totalidad por conductor “Aluminium Conductor Steel Reinforced” (ACSR) de calibre #2 “American Wire Gauge” (AWG)

para la fase y ACSR #4 para el neutro, de igual forma ocurre con sus ramales monofásicos que tienen el mismo calibre de conductor.

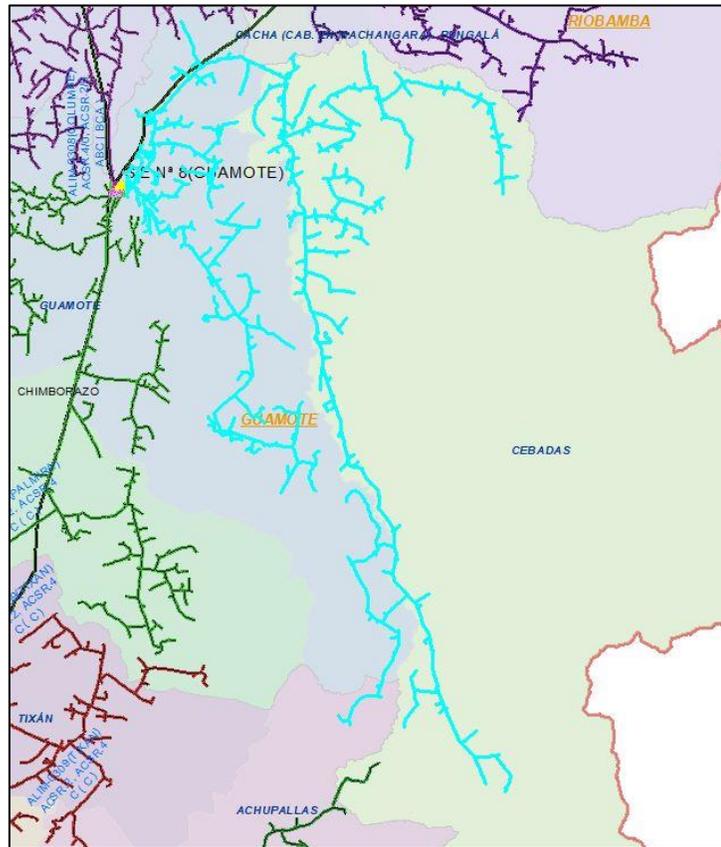


Fig. 8 Alimentador A0208 Guamote

En la tabla 5 se observa la capacidad de los transformadores con un total de 617 transformadores instalados los cuales se encuentran categorizados por fases, donde se aprecia que la fase A con 2607 kVA es la que tiene mayor capacidad instalada.

TABLA 5. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE

Transformadores	Fases	Cantidad	kVA
TR 1Ø	Fase A	226	2607
	Fase B	167	1833
	Fase C	213	2196
Total, 1Ø =		606	6636
TR 3Ø =		11	665
TOTAL =		617	7301

En la figura 9 se aprecia el diagrama unifilar del alimentador 0208 Guamote donde la troncal trifásica se encuentra caracterizada por el color negro, mientras que la fase A se la distingue por el color azul, la fase B por el color verde y la fase C por el color café. De la misma manera se observa que es un alimentador de tipo radial.

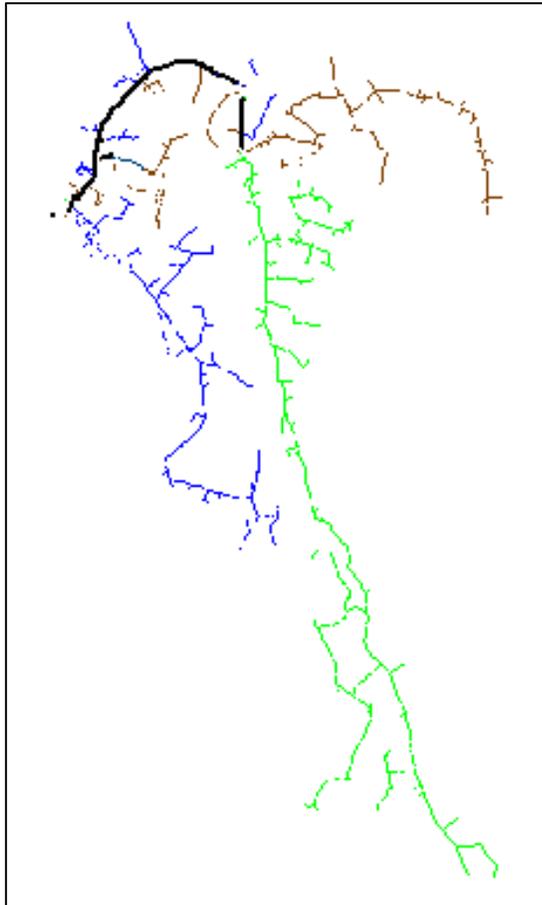


Fig. 9 Alimentador 0208 Guamote

2.4.3 Recorrido

El alimentador recorre varias comunidades como son: Mercedes Cadena, Santa Cruz, Santa Lucía Bravo, Santa Teresita Alto, Rancho Pamba, Chismaute, San Lorenzo, San Francisco de Telán, San Vicente de Nanzag, San Antonio de Encalada, Pucara Cebadas, San José de Cecel, Cecel Airón, Quillurumi, Airón Cruz, Guarón, Cofradía, Guanilche, Bazán Chico, Bazán Grande, San Vicente de Tablillas, Rumipamba de Cebadas, Utucún Bajo, Atucún Alto, Curiquina Cebadas, Cuchullay, Gosoy, Rayoloma de

Gosoy, Chacapamba, Tranca San Luis, Shulpo, Lucerna, Ballagán, Samborondón, Chaupicalpa, Pasniac, Gualiñag, Colmillo, Tacán, Guaruc, Hualipite, Gramapamba, Guatuc, Cachapamba Guamote, El Salto Cebadas, Guaruc, Shubamba Retén, EL Tingo Cebadas, Tiocoaca, Corredor, Zaruma, Yanapacocha, Huasán, Gallabín Cebadas, Punupamba, Colay, Shisha, San José de Achupallas, Parbarumi de Cebadas, Asomana, Punguloma, Guascayacu, Huascayacu, Atillo Chico, Atillo Grande y Peña Blanca. Este alimentador dota de energía eléctrica a una gran parte de la población rural.

2.4.4 Tipo de alimentador

Utilizando la ecuación 2 se procede a calcular el tipo de alimentador y determinar si es de baja densidad o de alta densidad, para ello se utiliza el valor de los 7302,1 kVA de todo el alimentador y 150,57 km que es la distancia total del mismo y se calcula de la siguiente manera:

$$TA = \frac{kVA_{inst j}}{km_j} \quad (7)$$

$$TA = \frac{7302,1 kVA}{150,57 km} \quad (8)$$

$$TA = 48,96 kVA/km \quad (9)$$

Del cálculo realizado se determina que el alimentador 1500080T02 es de baja densidad porque no supera los 50kVA que estipula la regulación.

2.4.5 Demanda del Alimentador 0208 Guamote

La demanda con la que actualmente se encuentra el alimentador 1500080T02 es de 4999 clientes, divididos en residenciales, comerciales e industriales como se observa en la tabla 6. La gran concentración de carga se encuentra en los usuarios residenciales con 4539 usuarios y el sector industrial por ser un sector rural es el menos representativo con 10 usuarios.

TABLA 6. NÚMERO DE CLIENTES A0208 GUAMOTE

ALIMENTADO R	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		OTROS	
	Client e	Consum o (kWh)						
1500080T02	4539	144753	314	55995	10	4803	136	31644
TOTAL	4539	144753	314	55995	10	4803	136	31644

En la figura 10 se puede observar la distribución porcentual de clientes por tipo de tarifa existentes en el alimentador 0208 Guamote, donde se evidencia que el sector residencial es el mayor beneficiario de la energía eléctrica con un 91%. En la tarifa otros se encuentran los diferentes clientes como tercera edad, asistencia social, escenarios deportivos y bombeo de agua.

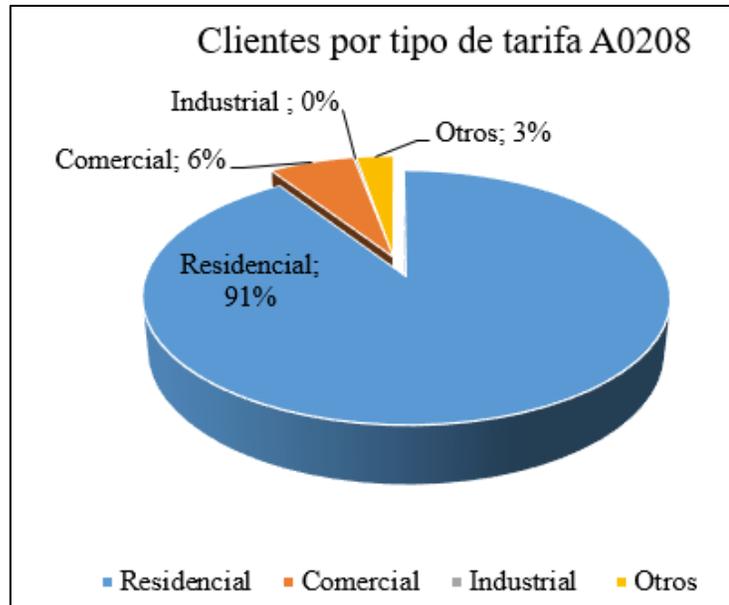


Fig. 10 Alimentador 0208 Guamote

2.4.5.1 Estado actual del alimentador 0208 Guamote

Para determinar el estado actual del alimentador 0208 Guamote se realiza la simulación actual con los datos de la tabla 7, mediante una corrida de flujos de carga en el software CYMDIST. Los datos de demanda máxima, factor de potencia, corriente por fases, y voltajes fueron obtenidos de los medidores ION instalados en la cabecera del alimentador durante 30 días en periodos de toma de datos de 15 minutos. Del Anexo 1 se toma como referencia el valor máximo de la demanda real de todo el grupo de mediciones siendo 872,70 kW para realizar la simulación actual, donde los valores de corriente en la fase A es de 39,40 (A) con un factor de potencia de 0,969. Para las demás fases se puede apreciar en la tabla 8.

TABLA 8. DEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE POTENCIA Y CORRIENTE DEL ALIMENTADOR A0213

Datos Generales				
Demanda Máxima (kW)	Factor de Potencia (f.p.)	Corriente Fase A (A)	Corriente Fase B (A)	Corriente Fase C (A)
872,70	0,969	39,40	33,07	38,65

En el software CYMDIST se ingresa al elemento que representa a la subestación 8 y en el apartado de demanda se digitan los valores obtenidos de los medidores ION mediante los campos seleccionados de amperios – factor de potencia para cada una de las fases, el factor de potencia de 0,969 es el mismo para las tres fases como se observa en la figura 11.

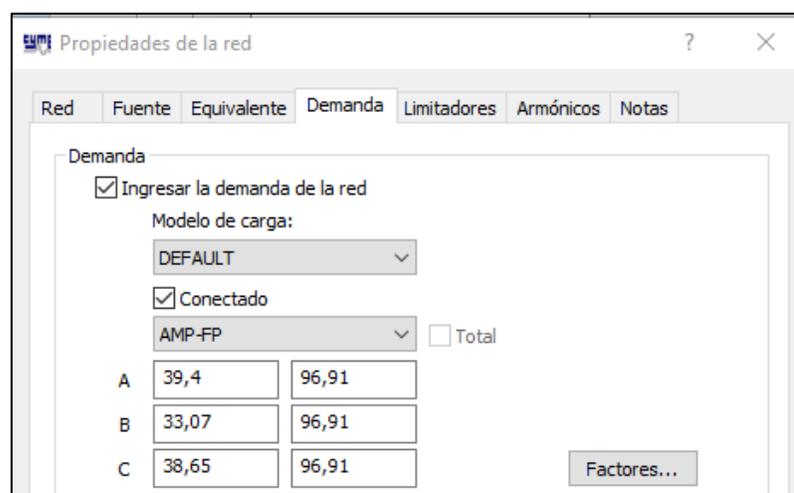


Fig. 11 Ventana de ingreso de demandas en CYMDIST

2.4.5.2 Condiciones actuales de operación

Mediante el uso del software computacional CYMDIST y los datos de demanda máxima ingresados se procede a realizar flujos de carga para determinar el estado actual del alimentador A0208 Guamote, por medio del cual se puede analizar la cargabilidad de las líneas, cargabilidad de los transformadores, niveles de voltaje en los sitios más alejados del alimentador. Para determinar estos reportes es necesario contar con los datos descargados de los medidores ION como la demanda máxima en la cabecera del alimentador y los datos de factor de potencia registrados en un intervalo de 15 minutos.

En la figura 12 se aprecia los niveles de voltaje, donde la fase B representada por el color verde se encuentran con voltajes menores en relación a la fase A de color azul y C de color rojo que mantienen sus valores a lo largo de la troncal trifásica del alimentador.

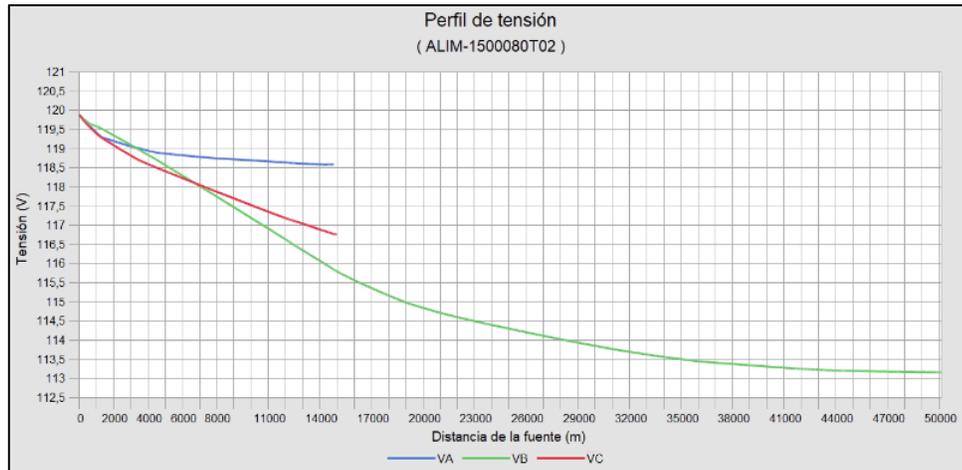


Fig. 12 Perfil de voltaje del alimentador 0208 Guamote

2.4.5.3 Caídas de voltaje alimentador 0208 Guamote

En la tabla 8 se aprecia los valores de caídas de voltaje estructuradas por fases en los diferentes tramos considerados más críticos para el análisis. De la misma manera mediante la corrida de flujos realizada se constata que los porcentajes de caídas de voltaje para estos tramos sobrepasan el 6% siendo la caída más crítica en la fase C con 7,415 kVLN.

TABLA 7. CAÍDAS DE VOLTAJE DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE

Nro. Equipo	Id equipo	VA (kVLN)	VB (kVLN)	VC (kVLN)
145914_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP	7,436		
94494_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ASC.4,NONE,3CP		7,558	
64420_MTA	NONE,NONE,ACSR.2,NONE,NONE,3CP			7,415

2.4.5.4 Conductores sobrecargados

Realizada la corrida de flujos de carga en el software CYMDIST se puede evidenciar en la tabla 9 las anomalías que presenta el alimentador, parámetros que se encuentran fuera de los límites admitidos por la regulación, siendo el tramo MTA_L_124441 el

más sobrecargado con un valor de 208,9 %. Por lo tanto, posterior a este análisis se puede determinar propuestas de mejora.

TABLA 8 . CONDUCTORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	IEquil (A)	Carga (%)
I152001_MTA	MTA_L_152001	IMTA_L_152001	130,2	156,6
I128548_MTA	MTA_L_128548	IMTA_L_128548	120,9	152,4
I53882_MTA	MTA_L_53882	IMTA_L_53882	123,7	154,6
I128545_MTA	MTA_L_128545	IMTA_L_128545	109,3	136,6
I71838_MTA	MTA_L_71838	IMTA_L_71838	101,8	127,3
I124441_MTA	MTA_L_124441	IMTA_L_124441	167,1	208,9
I124664_MTA	MTA_L_124664	IMTA_L_124664	107,1	133,8
I124385_MTA	MTA_L_124385	IMTA_L_124385	112,3	140,4
I77365_MTA	MTA_L_77365	IMTA_L_77365	125,4	156,7
I124544_MTA	MTA_L_124544	IMTA_L_124544	99,8	124,8
I128337_MTA	MTA_L_128337	IMTA_L_128337	125,9	157,4

2.4.5.5 Pérdidas Técnicas por calentamiento de conductores

En la tabla 10 se observa el resumen de las pérdidas técnicas una vez corrido el flujo de carga en el Alimentador 0208 Guamote tanto para líneas, cables y transformadores donde se observa que existe pérdidas en las líneas de 10,93 kW.

TABLA 9 . PÉRDIDAS TÉCNICAS POR CALENTAMIENTO DE CONDUCTORES A0208

Resumen de Pérdidas	Estado Actual
Pérdidas en las líneas (kW)	10.93
Pérdidas en los cables (kW)	0.01
Pérdidas de carga del transformador (kW)	2.99
Pérdidas en vacío del transformador (kW)	35.40
Pérdidas totales (kW)	49.32

2.4.5.6 Indicadores de calidad del Alimentador 0208 Guamote

En la tabla 10 se puede observar los indicadores de calidad anuales del Alimentador 0208 Guamote registrados de manera mensual desde el mes de noviembre del 2020 hasta el mes de noviembre del 2021 evidenciando que en el mes de diciembre es cuando los índices tienen un mayor valor y por lo tanto el total de los índices registrados para la red no cumplen con la regulación vigente, debido que el FMIK tiene un valor de

19,39 y la regulación establece un valor de 9,5 de la misma manera el valor de TTIK anual tiene un valor de 72,62 y la regulación establece 16 para alimentadores de baja densidad.

Con este registro de datos del año móvil se evidencia que el alimentador no está cumpliendo con los parámetros de calidad de servicio técnico y es necesario realizar una mejora. Por otra parte, se visualiza que las suspensiones no programadas tienen un alto tiempo de interrupción del servicio eléctrico, superando los índices de FMIK con 15,35 y para TTIK con un valor de 54,15.

Entre una de las causas se encuentra la topografía propia del terreno, por donde cruzan las redes hace difícil el acceso a las personas y esto conlleva que el tiempo aumente. El TTIK de los trabajos programados es el más elevado, considerando las condiciones del terreno a esto se suma las condiciones climáticas, descargas atmosféricas, vientos fuertes que derriban los árboles y estos caen sobre las líneas de distribución o caídas de los propios postes de madera debido que ya han cumplido su vida útil y se encuentran en malas condiciones.

TABLA 10. INDICADORES DE CALIDAD ANUAL NOVIEMBRE 2020-NOVIEMBRE 2021 A0208

Mes	Alimentador 0208	No Programadas		Programadas		TOTAL	
		Total FMIK	Total TTIK	Total FMIK	Total TTIK	Total FMIK	Total TTIK
nov-21		0,54	3,11	0,21	0,95	0,75	4,06
oct-21		3,63	10,47	0,00	0,00	3,63	10,47
sep-21		0,25	1,34	0,00	0,00	0,25	1,34
ago-21		0,24	0,99	0,38	1,89	0,63	2,88
jul-21		0,96	3,25	0,00	0,00	0,96	3,25
jun-21		0,51	1,19	0,15	0,84	0,65	2,03
may-21		0,36	1,09	1,23	5,36	1,59	6,45
abr-21		0,33	5,55	0,00	0,02	0,33	5,56
mar-21		2,95	4,70	0,96	6,92	3,91	11,62
feb-21		0,66	2,72	0,37	1,15	1,03	3,88
ene-21		1,64	1,77	0,00	0,00	1,64	1,77
dic-20		1,92	15,13	0,09	0,53	2,01	15,66
nov-20		1,37	2,84	0,63	0,81	2,00	3,65
TOTAL		15,35	54,15	4,04	18,47	19,39	72,62

En la figura 13 se aprecia un diagrama de barras de los índices FMIK y TTIK correspondientes al año móvil desde el mes de noviembre del año 2020 hasta noviembre del 2021 donde en el mes doce correspondiente al mes de diciembre con un valor de 15,66 es cuando se tiene altos valores en los índices, sin descartar que los meses dos y nueve con un valor 10,47 y 11,62 respectivamente también tienen picos representativos con respecto a TTIK.

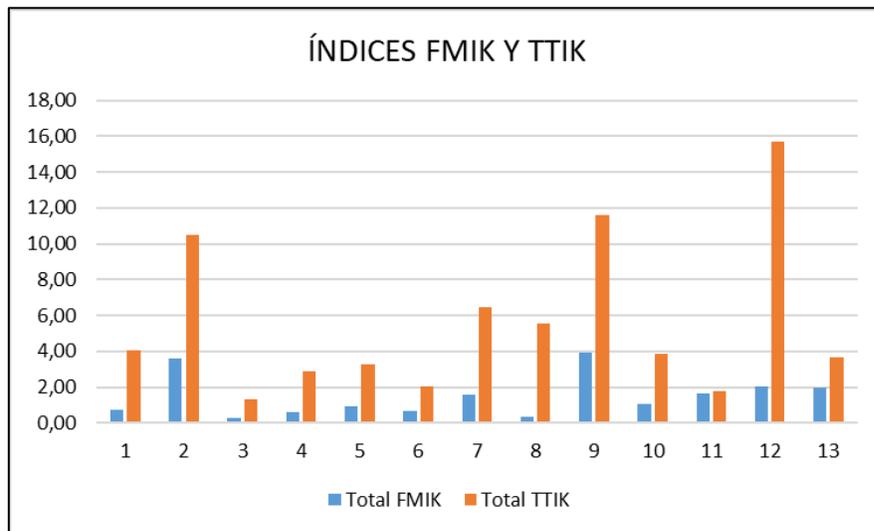


Fig. 13 Índices FMIK Y TTIK del Alimentador 0208

2.4.6 Subestación de Distribución Aláo

La subestación de distribución N-º 13 Aláo se encuentra ubicada cerca del Santuario Católico Virgen del Rosario de la Peña de la parroquia de Pungalá a una altura de 2732 metros sobre el nivel del mar, junto a esta subestación pasa el río Chambo, del cual es aprovechado su afluente de agua para utilizarla en la generación de energía eléctrica en la central llamada Aláo, es una zona donde el clima es seco y tiene una temperatura entre los 6°C y 17°C.

La subestación se encuentra energizada por la línea de subtransmisión a 69 kV que proviene del punto de conexión del Sistema Nacional Interconectado (SNI), cuenta con un transformador de 10/12.5 MVA, reduciendo el voltaje de llegada de 69 kV a 13,8 kV. De la subestación en mención salen 3 alimentadores que abastecen a las parroquias rurales del cantón Riobamba.

2.4.6.1 Alimentador 0213 Pungalá

El alimentador número 02 correspondiente a la subestación número 13 (1500130T02) se aprecia en la figura 14 de color celeste, es un alimentador que dota de energía eléctrica a la parte rural del cantón Riobamba. Tiene su inicio en la subestación N-º 13 Aláo, cuenta con una longitud de 78,46 km, de los cuales 64 km corresponden a línea monofásica, la totalidad del recorrido de este alimentador es aérea debido que atraviesa montañas y terrenos, la capacidad instalada en transformadores es 1893 kVA, siendo los transformadores de 10 kVA los predominantes en este alimentador.



Fig. 14 Alimentador 0213

La troncal trifásica se encuentra construido en su totalidad por conductor “Aluminium Conductor Steel Reinforced” (ACSR) de calibre #2 “American Wire Gauge” (AWG) para la fase y ACSR #4 para el neutro, de igual forma ocurre con sus ramales monofásicos que tienen el mismo calibre de conductor.

En la tabla 11 se observa la capacidad de los transformadores con un total de 178 transformadores instalados con una capacidad total de 1893 kVA, los cuales se encuentran categorizados por fases, donde se aprecia que la fase B es la que tiene mayor capacidad instalada con 953 kVA.

TABLA 11. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE

Transformadores	Fases	Cantidad	kVA
TR 1Ø	Fase A	33	335
	Fase B	92	953
	Fase C	53	605
TOTAL =		178	1893

En la figura 15 se observa el diagrama unifilar del alimentador 0213 Pungalá en la cual la troncal trifásica del alimentador se la encuentra de color negro, la fase A se la observa de color azul, la fase B está representada por el color verde y finalmente la fase C es de color café. Donde se evidencia que es un alimentador de tipo radial.

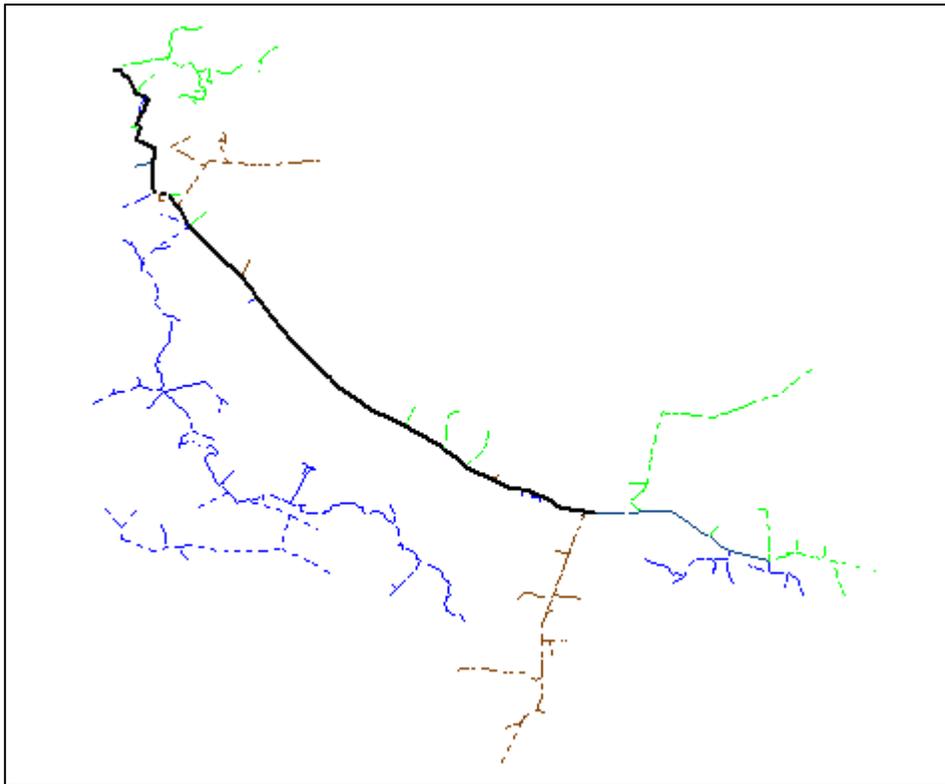


Fig. 15 Alimentador 0213 Pungalá

2.4.6.2 Recorrido

El alimentador recorre varias comunidades como son: San Blas de Licto, Puctus, Parbarrumi de Pungalá, Ancuinag, Barroloma, Manlul, Cevallos, Chusga, Pungalá Pamba, Puruguay Pamba, Quishcahuán, Puruhuaypamba, Llactapamba, Santa Rosa de Gauñán, Larapamba, Puruhuay San Gerardo, Agua Santa Pungalá, Rayoloma de

Pungalá, Naguijón, Calquis, Punínhuaycu, Alguaguazo, Misnia, Peltetec, Shanaycun, Cachiparra, Encalada, San Francisco de Apuñag, Melán, Shullidos, Pucará de Pungalá cerca de Alaó, Etén, Santa Rosa Bajo, Santa Rosa Alto, Llactapamba de Alaó, , San Antonio de Aláo y Chanchán Pungalá.

2.4.6.3 Tipo de alimentador

Haciendo uso de la ecuación 10 y los datos del alimentador se calcula el tipo de alimentador, para ellos se utiliza los 1893,0 kVA y una distancia del alimentador de 78,46 km para calcularlo de la siguiente manera:

$$TA = \frac{kVA_{inst j}}{km_j} \quad (10)$$

$$TA = \frac{1893,0 \text{ kVA}}{78,46 \text{ km}} \quad (11)$$

$$TA = 24,12 \text{ kVA/km} \quad (12)$$

Del cálculo realizado se determina que el alimentador 1500130T02 es de baja densidad porque no supera los 50kVA que estipula la regulación como se observa en la ecuación 12, y por otro lado es considerado de baja densidad debido que es un alimentador de tipo rural.

2.4.6.4 Demanda del Alimentador 0213 Pungalá

El alimentador 1500130T02 Pungalá actualmente cuenta con una demanda de 1728 clientes rurales, los mismos que se encuentran divididos en residenciales, comerciales y otros. Cabe recalcar en esta parte que por ser un alimentador netamente para servir a las comunidades rurales no existen clientes industriales como se observa en la tabla 12. Mientras que el sector residencial es el más representativo con un consumo de 48949 kWh.

TABLA 12. NÚMERO DE CLIENTES A0213 PUNGALÁ

ALIMENTADOR	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		OTROS	
	CLIENTES	CONSUMO (kWh)	CLIENTES	CONSUMO (kWh)	CLIENTES	CONSUMO (kWh)	CLIENTES	CONSUMO (kWh)

1500130T0 2	1639	48949	37	6156	-	-	52	3296
TOTAL	1639	48949	37	6156	-	-	52	3296

En la figura 16 se puede observar la distribución porcentual de clientes por tipo de tarifa existentes en el alimentador 0213 Pungalá, donde se evidencia que el sector residencial es el mayor beneficiario de la energía eléctrica con un 95%. En la tarifa otros se encuentran los diferentes clientes como tercera edad, asistencia social, escenarios deportivos y bombeo de agua.



Fig. 16 Alimentador 0213 Pungalá

2.4.6.5 Estado actual del alimentador 0213 Pungalá

Para determinar el estado actual del alimentador 0213 Pungalá se realiza la simulación actual con los datos de la tabla 13, mediante una corrida de flujos en el software CYMDIST. Los datos de demanda máxima, factor de potencia, corriente por fases, y voltajes fueron obtenidos de los medidores ION instalados en la cabecera del alimentador. Donde se evidencia que la corriente de la fase C es de 10,696 es la más alta del sistema.

TABLA 13. DEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE POTENCIA Y CORRIENTE DEL ALIMENTADOR A0213

Datos Generales				
Demanda Máxima (kW)	Factor de Potencia (f.p.)	Corriente Fase A (A)	Corriente Fase B (A)	Corriente Fase C (A)
312,24	0,997	21,241	8,594	10,696

En el software CYMDIST, en el elemento eléctrico que representa a la subestación y en el apartado de demanda se digitan los valores obtenidos de los medidores ION que se encuentran en el Anexo 12, ingresando los valores de corriente – factor de potencia como se observa en la figura 17, siendo el valor de 21,24 (A) para la fase A y un factor de potencia de 97,05

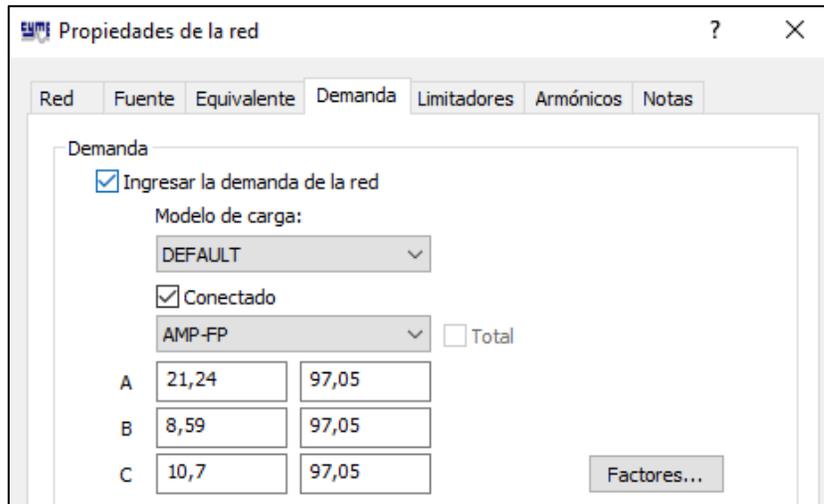


Fig. 17 Ventana de ingreso de demandas en CYMDIST

2.4.6.6 Condiciones actuales de operación

Para determinar las condiciones actuales en las que se encuentra el alimentador 0213 Pungalá se realiza flujos de carga, ayudados del software computacional CYMDIST, que permite visualizar la cargabilidad de las líneas, cargabilidad de los transformadores, niveles de voltaje en los puntos más alejados de la red. Para ese análisis se utilizan los datos obtenidos de los medidores instalados en la cabecera del alimentador como son las demandas máximas y factor de potencia, los mismos que han registrado valores en intervalos de 15 minutos.

Los valores de voltaje presentados en el alimentador al realizar una corrida del flujo de carga se aprecian en la figura 18 donde la fase A caracterizada por el color rojo se encuentra con caídas de voltaje superior al límite del 5% permitido por el ente regulador en relación a las fases B representada por el color verde y C evidenciada con el color azul.

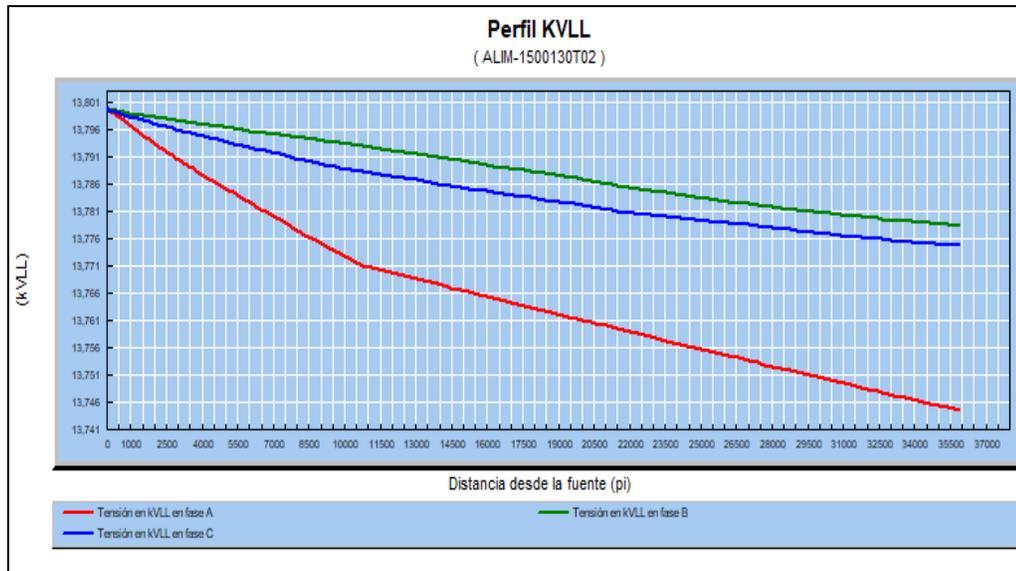


Fig. 18 Perfil de voltaje del alimentador 0213 Pungalá

2.4.6.7 Caídas de voltaje del alimentador 0213 Pungalá

En la tabla 14 se puede observar los valores de caídas de voltaje identificadas por fases de conexión para distintos tramos considerados los más críticos. De la misma manera mediante la corrida de flujos realizada se constata que los porcentajes de caídas de voltaje para estos tramos sobrepasan el 6%, siendo la fase B con un valor de 7,467 la más baja del sistema.

TABLA 14. CAPACIDAD INSTALADA DEL ALIMENTADOR 0213 PUNGALÁ

Nro. Equipo	Id equipo	VA (kVLN)	VB (kVLN)	VC (kVLN)
236705_MTA	NONE ACSR.2,NONE,NONE,NONE,3CP	7,512		
26814_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP		7,467	
26827_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,NONE,3CP			7,624

2.4.6.8 Conductores sobrecargados

En la tabla 15 se observan los resultados de la corrida de flujos de carga donde se encuentran los tramos sobrecargados y que se encuentran fuera de los límites permitidos por la regulación. El tramo MTA_L_126122 tiene el valor más grande respecto a cargabilidad con un valor de 143,2 %.

TABLA 15. CONDUCTORES SOBRECARGADOS DEL ALIMENTADOR 0213 PUNGALÁ

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	IEquil (A)	Carga (%)
I126173_MTA	MTA_L_126173	IMTA_L_126173	108,5	132,6
I27550_MTA	MTA_L_27550	IMTA_L_I27550	112,7	137,5
I57961_MTA	MTA_L_57961	IMTA_L_I57961	104,6	118,3
I126122_MTA	MTA_L_126122	IMTA_L_I126122	115,8	143,2

2.4.6.9 Pérdidas Técnicas por calentamiento de conductores

En la tabla 16 se observa el resumen de las pérdidas técnicas una vez corrido el flujo de carga en el Alimentador 0213 Pungalá tanto para líneas, cables y transformadores donde se visualiza un valor de 9,78 kW de pérdidas en las líneas.

TABLA 16. PÉRDIDAS TÉCNICAS POR CALENTAMIENTO DE CONDUCTORES A0213

Resumen de Pérdidas	Estado Actual
Pérdidas en las líneas (kW)	9.78
Pérdidas en los cables (kW)	0.03
Pérdidas de carga del transformador (kW)	2.53
Pérdidas en vacío del transformador (kW)	33.25
Pérdidas totales (kW)	45,59

2.4.6.10 Indicadores de calidad del Alimentador 0213 Pungalá

En la tabla 17 se puede observar los indicadores de calidad anuales del Alimentador 0213 Cebadas registrados de manera mensual desde el mes de noviembre del 2020 hasta el mes de noviembre del 2021 evidenciando que en el mes de noviembre es cuando los índices tienen un mayor valor y por lo tanto el total de los índices registrados para la red no cumplen con la regulación vigente, debido que el FMIK tiene un valor

de 15,63 y la regulación establece un valor de 9,5 de la misma manera el valor de TTIK anual tiene un valor de 67,22 y la regulación establece 16 para alimentadores de baja densidad.

Con este registro de datos del año móvil se evidencia que el alimentador no está cumpliendo con los parámetros de calidad de servicio técnico y es necesario realizar una mejora. Por otra parte, se visualiza que las suspensiones no programadas tienen un alto tiempo de interrupción del servicio eléctrico, superando los índices de TTIK con un valor de 47,69.

Entre una de las causas se encuentra la topografía propia del terreno, por donde cruzan las redes hace difícil el acceso a las personas y esto conlleva que el tiempo aumente. El TTIK de los trabajos programados es el más elevado, considerando las condiciones del terreno a esto se suma las condiciones climáticas, descargas atmosféricas, vientos fuertes que derriban los árboles y estos caen sobre las líneas de distribución o caídas de los propios postes de madera debido que ya han cumplido su vida útil y se encuentran en malas condiciones.

TABLA 17. INDICADORES DE CALIDAD NOVIEMBRE 2020-NOVIEMBRE 2021, A0213

Mes	Alimentador 0213	No Programadas		Programadas		Total	
		Total FMIK	Total TTIK	Total FMIK	Total TTIK	Total FMIK	Total TTIK
nov-21		0,20	0,64	0,00	0,00	0,20	0,64
oct-21		0,46	1,01	0,88	1,50	1,35	2,51
sep-21		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ago-21		0,01	0,04	0,38	1,47	0,39	1,51
jul-21		0,18	0,45	0,00	0,00	0,18	0,45
jun-21		0,01	0,10	0,97	1,69	0,98	1,79
may-21		0,78	3,21	0,31	1,38	1,09	4,60
abr-21		0,77	7,79	0,00	0,00	0,77	7,79
mar-21		2,04	7,59	0,66	1,07	2,70	8,66
feb-21		0,76	2,70	0,28	1,46	1,04	4,16
ene-21		0,99	0,10	1,37	5,45	2,36	5,54
dic-20		0,79	4,73	0,98	5,51	1,77	10,25
nov-20		2,81	19,31	0,00	0,00	2,81	19,31
TOTAL:		9,79	47,69	5,84	19,53	15,63	67,22

En la figura 19 se aprecia un diagrama de barras de los índices FMIK y TTIK correspondientes a un año móvil, desde el mes de noviembre del año 2020 hasta noviembre del 2021 donde en el mes trece correspondiente al mes de noviembre del 2020 es cuando se tiene altos valores en los índices con 19,31 seguidos de los meses doce y nueve con valores 10,25 y 8,66 respectivamente.

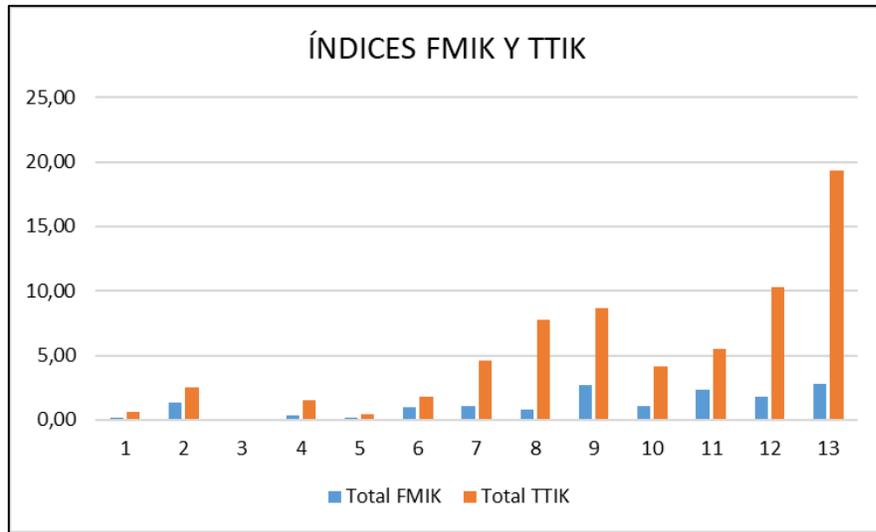


Fig. 19 Índices FMIK Y TTIK del Alimentador 0213

2.5 Conclusiones Capítulo II

Se concluye que la recolección de datos por medio de las mediciones en los puntos de estudio es de gran importancia, debido que es el punto de partida para iniciar con la simulación, los datos válidos para realizar una simulación más confiable son los de demanda máxima porque se considera que el alimentador está operando en condiciones críticas.

Los alimentadores tienen problemas con respecto a voltajes al final de los circuitos y conductores sobrecargados debido que la carga ha crecido significativamente, considerando que es un alimentador que entrega energía eléctrica al sector rural, por otro lado, los indicadores de calidad son elevados, lo que se concluye que el suministro de energía eléctrica no es el adecuado, no se está cumpliendo con la entrega de un servicio de calidad.

El software computacional CYMDIST es una gran herramienta de estudio de los sistemas de distribución, el mismo que facilita el modelamiento de la red eléctrica para diferentes condiciones que se puedan suscitar en el alimentador y de esta manera realizar un correcto planeamiento de la expansión de las redes de distribución.

CAPITULO III

APLICACIÓN Y/O VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1 Análisis de los resultados

En la descripción de los alimentadores se muestra que el recorrido de la troncal está constituida por diferentes tipos de calibres de conductores lo que ocasiona caídas de voltaje en diferentes puntos de la red, del análisis realizado se evidencia que la mayoría de interrupciones que se presentan son ocasionadas por condiciones ambientales debido que los alimentadores cruzan por terrenos rodeados de vegetación, los mismos que al ocurrir una falla no prestan las condiciones necesarias para reponer el servicio en un menor tiempo posible, lo que ocasiona que se eleven los índices de calidad como se muestra en la tabla 18 las causas que ocasionan estos problemas en el Alimentador 0208 Guamote durante el periodo de un mes de análisis.

TABLA 18. CAUSAS DE INTERRUPCIONES DEL ALIMENTADOR 0208 GUAMOTE

Fecha Desconexión	Tiempo en Horas	KVA Instalados	KVA Interrumpidos	Descripción de la Causa	INDICADORES TOTALES		No Programadas		Programadas	
					FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
2/11/2021	21,45	7207,50	4500,00	Arboles (sin incluir podas)	0,6243	13,3923	0,0021	0,0488	0,0000	0,0000
3/11/2021	9,00	7212,50	2457,00	Daño o interferencia accidental de particulares	0,3407	3,0659	0,3407	3,0659	0,0000	0,0000
13/11/2021	4,50	7212,50	1522,50	Programadas por ampliaciones	0,2111	0,9493	0,0000	0,0000	0,2111	0,9493
18/11/2021	8,23	7212,50	10,00	Arboles (sin incluir podas)	0,0014	0,0114	0,0014	0,0114	0,0000	0,0000
21/11/2021	2,85	7212,50	7200,00	Falla de equipamiento, materiales y accesorios	0,9983	2,8451	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22/11/2021	15,60	7212,50	2879,00	Arboles (sin incluir podas)	0,3992	6,2270	0,3992	6,2270	0,0000	0,0000
27/11/2021	1,75	7212,50	2804,00	Protección, medición, supervisión y control	0,3888	0,6803	0,3888	0,6803	0,0000	0,0000

30/11/2021	4,567	7212,50	1876,00	Arboles (sin incluir podas)	0,2601	1,1878	0,2601	1,1878	0,0000	0,0000
30/11/2021	17,90	7212,50	2750,00	Descargas Atmosféricas (Rayos)	0,3813	6,8250	0,0381	0,6825	0,0000	0,0000
10/11/2021	23,02	7212,50	2701,00	Arboles (sin incluir podas)	0,3745	8,6195	0,0374	0,8616	0,0000	0,0000
17/11/2021	7,70	7212,50	5600,00	Descargas Atmosféricas (Rayos)	0,7764	5,9785	0,0374	0,2882	0,0000	0,0000
19/11/2021	14,18	7212,50	275,00	Viento Fuerte	0,0381	0,5408	0,0381	0,5408	0,0000	0,0000
Total =	130,747	86545,000	34574,500	Total mes =	4,7937	52,233				

En la tabla 18 se encuentran los registros del mes de noviembre y las causas de las interrupciones, teniendo un FMIK de 0,3995 sin embargo el índice TTIK tiene un valor de 52,233 que se encuentra fuera de los límites permitidos por la regulación que es de 16 para los alimentadores de baja densidad. Por lo cual es necesario en este alimentador aplicar mejoras técnicas.

Dentro del alimentador 0213 Cebadas en el registro del mes de noviembre se presentaron diferentes eventualidades que ocasionaron la interrupción del servicio eléctrico y afectando de manera directa a los índices de calidad, en la tabla 19 se puede apreciar las causas de la suspensión del servicio, ocasionadas por condiciones ambientales tomando en cuenta que el alimentador cruza por terrenos rodeados de árboles grandes dando como resultado que los índices de calidad se encuentren fuera de la regulación emitida, por lo tanto el TTIK para este alimentador es de 28,846 valor que se encuentra por arriba de lo permitido que es de 16 para los alimentadores de baja densidad.

TABLA 19 CAUSAS DE INTERRUPCIONES DEL ALIMENTADOR 0213 CEBADAS

Fecha Desconexión	Tiempo en Horas	KVA Instalados	KVA Interrumpidos	Descripción de la Causa	INDICADORES TOTALES		No Programadas		Programadas	
					FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
4/11/2021	11,22	1873,00	1239,00	Descargas Atmosféricas (Rayos)	0,6615	7,420	0,0053	0,028	0,0000	0,0000
5/11/2021	16,37	1873,00	890,00	Descargas Atmosféricas (Rayos)	0,4752	7,777	0,0053	0,087	0,0000	0,0000

6/11/2021	12,75	1873,00	290,00	Lluvia	0,1548	1,974	0,1548	0,426	0,0000	0,0000
27/11/2021	13,40	1873,00	800,00	Arboles (sin incluir podas)	0,4271	5,723	0,1548	0,526	0,0000	0,0000
28/11/2021	9,45	1873,00	675,00	Viento Fuerte	0,3604	3,406	0,0347	0,085	0,0000	0,0000
10/11/2021	14,97	1873,00	254,00	Lluvia	0,1356	2,030	0,0027	0,013	0,0000	0,0000
Total =	78,150	11238,000	4148,000		0,3691	28,846				

Tomando en consideración los antecedentes arriba descritos se plantean mejoras en base a propuestas técnicas como la repotenciación y reconfiguración de los Alimentadores 0208 Guamote y 0213 Pungalá.

3.1.1 Repotenciación de la troncal del alimentador 0208 Guamote con conductor ACSR 3/0 AWG y ACSR 2/0 AWG

En la descripción del alimentador se mencionó que desde la salida de la subestación que es en el poste 55501 (x: 754403,467 y: 9786045,93275) hasta el final del tramo trifásico que es hasta el poste 88821 (x: 762259,602125 y: 9788533,98075) la troncal se encuentra constituido por calibre ACSR N.º 2 para la fase y ACSR N.º 4 para el neutro, con una distancia de 8,9 km de red trifásica. A partir del poste 56209 continua con un tramo bifásico hasta llegar a los postes 56211 y 88825.

Los niveles de voltaje al final de los ramales monofásicos se encuentran por debajo de los parámetros permitidos por el ente regulador, otro de los inconvenientes que ha presentado este alimentador es la ocurrencia de fallas debido a condiciones ambientales provocando la interrupción del servicio.

Una opción para mejorar los niveles de voltaje en el alimentador 0208 Guamote es la repotenciación de la troncal trifásica con conductor ACSR 3/0 AWG para las fases y ACSR 2/0 para el neutro, mejorando notablemente los niveles de voltaje en los puntos más alejados de la red, como se observa en la figura 20 que no presenta inconvenientes de caídas de voltaje en ningún punto de recorrido del alimentador.

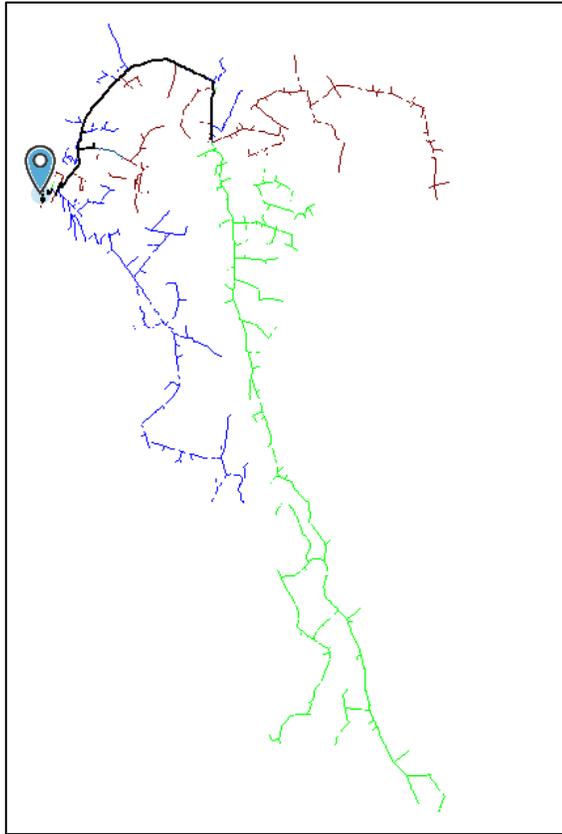


Fig. 20 Alimentador 0208 sin condiciones anormales

En el tramo 108117_MTA se ha mejorado el nivel de caída de voltaje, de un 6,20 % que tenía inicialmente se ha mejorado a 2,09 % que es un valor aceptable y que se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación como se muestra en la ecuación 15.

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} * 100 \quad (13)$$

$$\Delta V_k = \frac{7,967 - 7,80}{7,967} * 100 \quad (14)$$

$$\Delta V_k = 2,09 \% \quad (15)$$

Una vez que se realizó los cambios de calibre de conductor en la troncal del alimentador A0208 se evidencian las mejoras en el sistema, en la tabla 20 se encuentran los valores

de voltaje que con la repotenciación se encuentran en parámetros aceptables y la cargabilidad tiene valores relativamente bajos.

TABLA 20. PARÁMETROS ELÉCTRICOS REPOTENCIADA LA TRONCAL DEL A0208

Nodo destino	Id equipo	V (kVLL)	Fp promedio (%)	IEqu coastal (A)	Carga (%)
MTA_S_127089	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.2/0,NONE,3CP	13,8	96,92	36,9	12,5
MTA_S_127091	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.2/0,NONE,3CP	13,8	96,92	36,9	12
MTA_S_127092	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.2/0,NONE,3CP	13,8	96,92	36,9	11,5
MTA_S_127828	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.2/0,NONE,3CP	13,8	96,92	36,9	11,2
MTA_S_127100	ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.3/0,ACSR.2/0,NONE,3CP	13,8	96,93	36,8	11,2

3.1.1.1 Reconfiguración de la troncal del alimentador 0208 Guamate para llevarlo por la vía.

Otro de los inconvenientes que presenta el alimentador son los altos índices de calidad, afectando a los usuarios finales, esto se produce por la aparición de fallas de tipo ambiental considerando que el alimentador cruza la mayor parte por terrenos y zonas de árboles lo que origina caídas de las ramas e interrupción del servicio eléctrico.

Por tal motivo se realiza la reconfiguración de la red iniciando en la Zona 1 desde el sector de Cebadas como se observa en el Anexo 1, se cambia los postes de madera por postes de hormigón y se reubica las redes que se encuentran por los terrenos al camino principal. Inicia en el poste 88821 con coordenadas 762259, 9788533 en la comunidad de Cebadas, de aquí continua por toda la calle Eloy Alfaro hasta la calle S/N y pasa por el poste 45 con coordenadas 763484, 9788946

A partir de aquí se prevé continuar la vía que conecta con la Comunidad Guarón hasta el poste 58 con coordenadas 763537, 9789420, en este recorrido se retira la línea de medio voltaje existente. Entre el poste 58 y el poste 64 con coordenadas 764015, 9789790 se diseñó el recorrido del alimentador a campo traviesa debido a la forma del camino y topología del terreno, tomando en consideración que es una quebrada. Desde

el poste 64 el trayecto del alimentador va por la vía que conduce a la comunidad de Bazán Chico hasta el poste 87 con coordenadas 764728,9790311 como se observa en la figura 21.

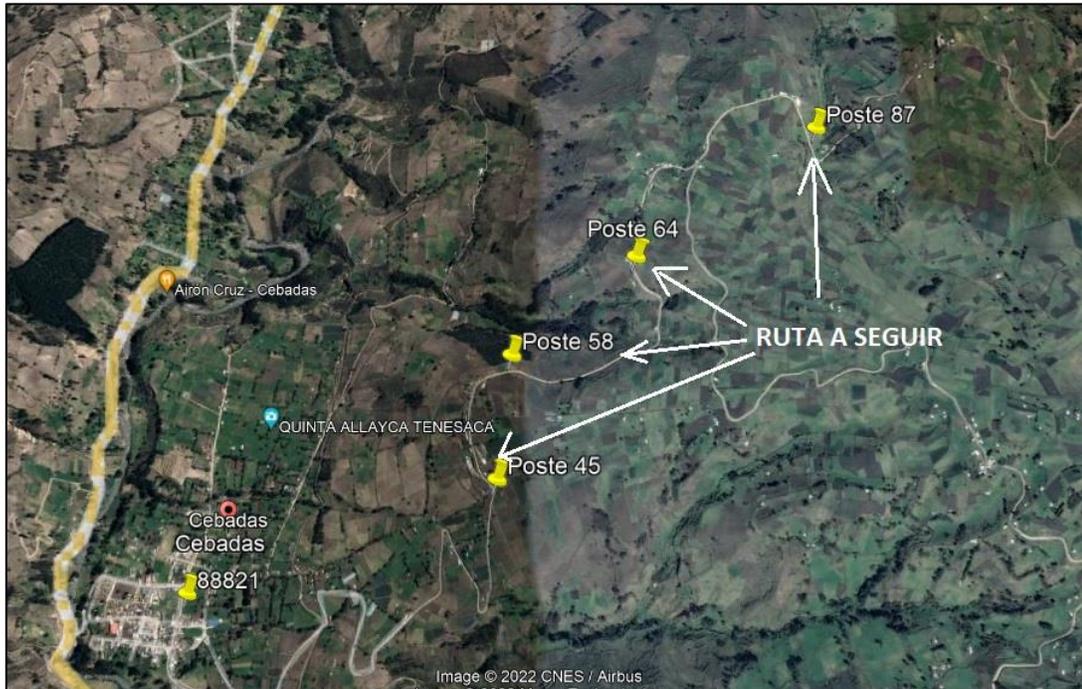


Fig. 21 Nuevo recorrido del Alimentador A0208

Desde el poste 88 con coordenadas 764686, 9790409 ubicado en la zona 2 como se observa en el Anexo 4 y en dirección hacia el poblado de Bazán Grande se diseñó un recorrido del alimentador mixto, esto se refiere a que existen tramos a campo traviesa y tramos que se encuentran en el camino hasta el poste 187852 con coordenadas 766588, 9790777.

Desde el poste 187852 ubicado en la zona 3 como se observa en el Anexo 5 se continúa por la vía hasta llegar a la comunidad Balzán Grande en el poste 116 con coordenadas 766631,9790407. Desde Balzán Grande poste 116 se realiza el cruce hacia la comunidad de Gosoy San Luis poste 120 con coordenadas 767491, 9790514 y se continua por la vía central del poblado hasta el poste 144 con coordenadas 767846, 9791285 lugar donde se deriva un ramal monofásico. A campo traviesa se continua con el recorrido hasta la comunidad de Shanhaicun en el poste P155 con coordenadas

767712, 9792634 lugar donde termina el Alimentador A0208 Guamote como se observa en la figura 22.

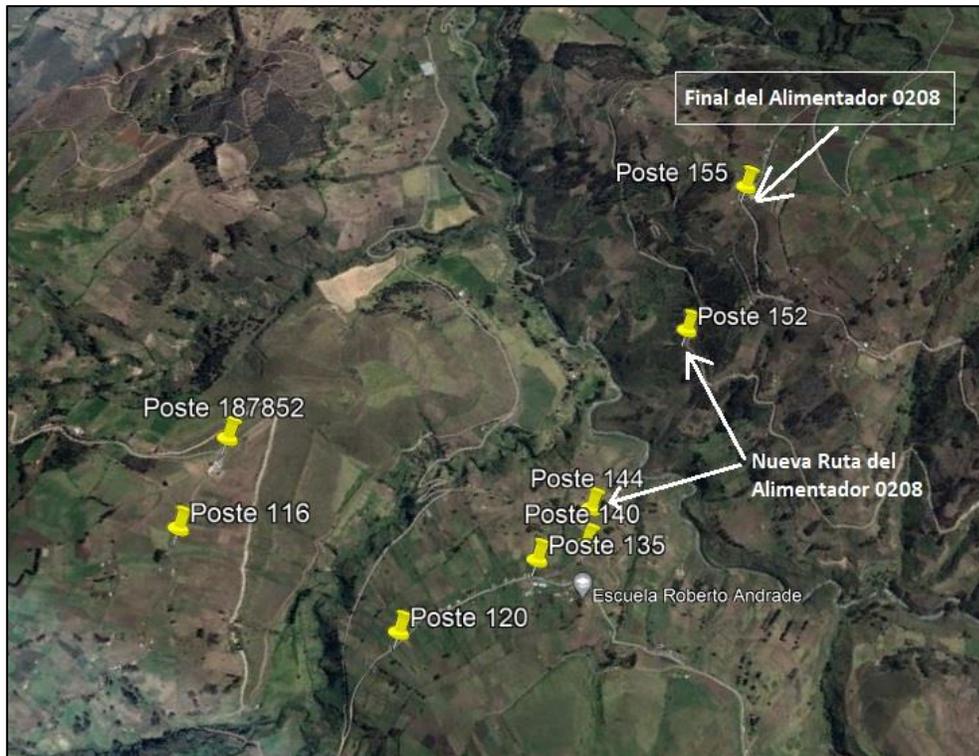


Fig. 22 Punto de Redundancia entre el A0208 Guamote y el A0213 Pungalá.

Con los cambios realizados en la troncal del alimentador los valores de voltaje se mejoran notablemente como se observa en la tabla 21 donde en los puntos más alejados de la red dan voltajes de 7,90 kV.

TABLA 21. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0208

Nro. Equipo	Id equipo	VA (kVLN)	VB (kVLN)	VC (kVLN)
145914_MTA	ACSR.3/0,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP	7,93		
94494_MTA	NONE,ACSR.3/0,NONE,ACSR2/0,NONE,3CP		7,94	
64420_MTA	NONE,NONE,ACSR.3/0,NONE,NONE,3CP			7,90

En la figura 23 se aprecia la nueva ruta trazada del alimentador y efectuada la simulación en el software CYMDIST, de la misma manera se evidencia el punto de

redundancia que servirá para interconectar los alimentadores en estudio, permitiendo realizar una transferencia de carga de un alimentador a otro y así disminuir los tiempos de desconexión y cumplir con los índices de calidad.

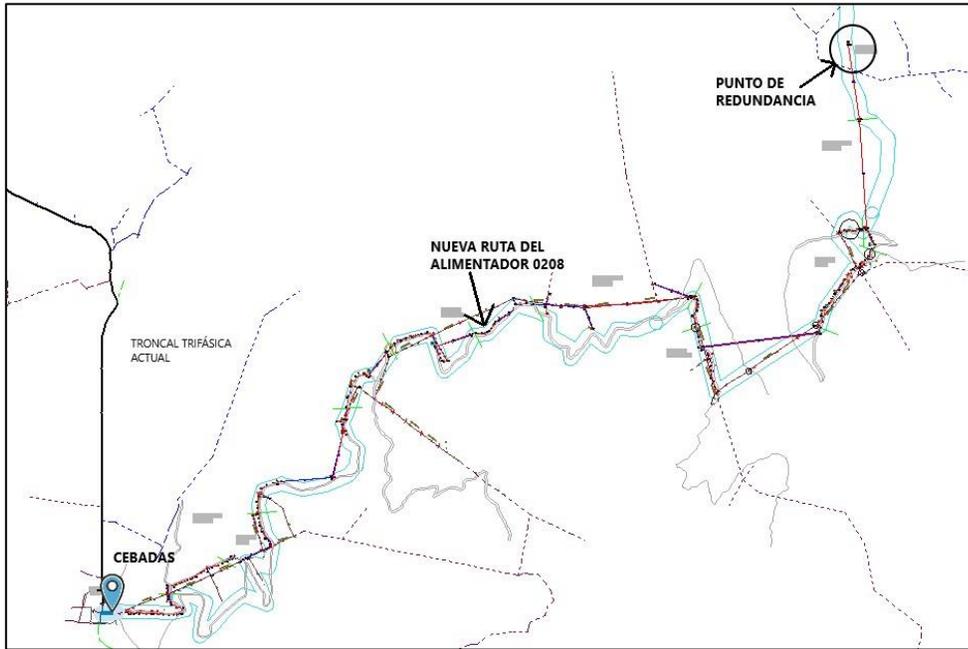


Fig. 23 Interconexión de Alimentadores A0208 y A0213

Para confirmar los valores obtenidos en la simulación se tomó como punto de referencia al tramo 178998_MTA con coordenadas x:755885, y: 9787084 ubicado en el software CYMDIST como se observa en la figura 24.

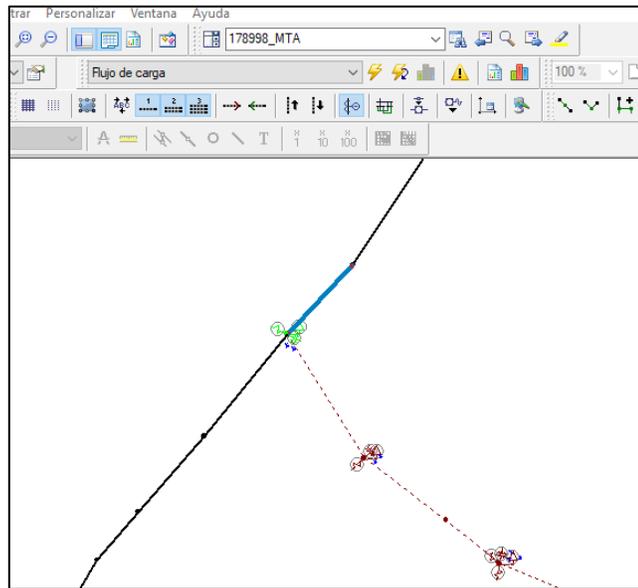


Fig. 24 Tramo de Red Trifásica N° 178998_MTA

El tramo en mención se encuentra a 2478 metros de distancia desde la subestación como se puede observar en la figura 25, de la misma manera se visualiza los valores de voltaje en las fases A, B y C dando como resultado 119,7 siendo el valor más bajo, es decir este parámetro se encuentra dentro de los límites permitidos por el ente regulador.

Cuadro de flujo de carga

Línea aérea por fase - 178998_MTA

	V base	kVLL	kVLN	i [A]	kVA	kW	kVAR	Dist.
A	119,8	13,8	8,0	11,4	91,0	88,7	20,4	2478,9
B	119,8	13,8	8,0	15,3	121,5	120,2	17,8	2478,9
C	119,7	13,8	7,9	18,2	144,7	142,0	27,6	2478,9
Total:					357	351	66	2478,9

F
 C
 Cg

 .00 ±.0
 .00 ±.00

Fig. 25 Cuadro de Flujo de Carga del A0208 en el tramo trifásico.

Para confirmar los valores anteriormente obtenidos en el software CYMDIST ahora se procede a realizar una simulación en el software ETAP, tomando el mismo tramo trifásico de medio voltaje como referencia y la carga en ese punto como se observa en

la figura 26, donde se aprecia un valor de voltaje en porcentaje al final del circuito de 99,72% este mismo representa el voltaje que llega desde la subestación a la carga o usuario final.

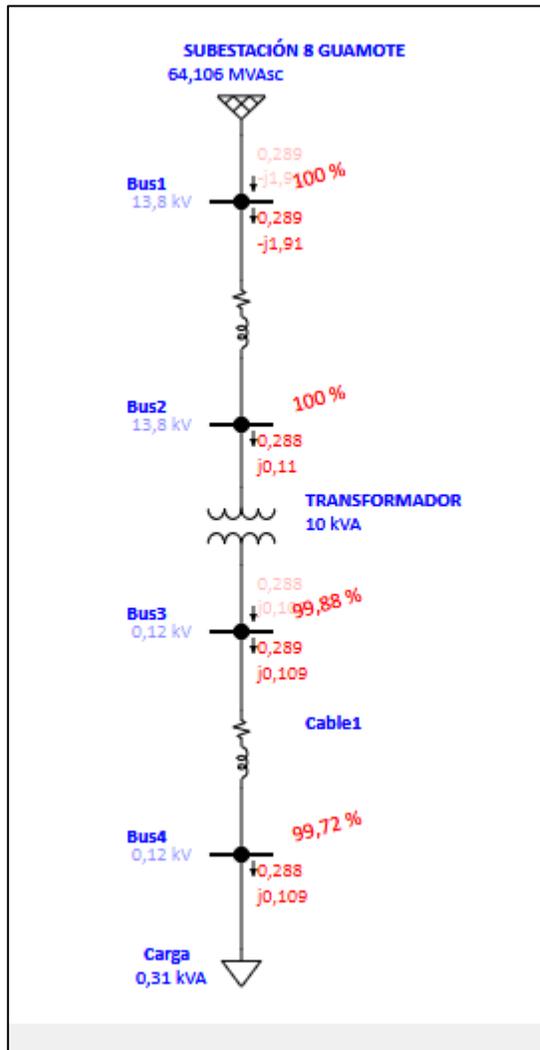


Fig. 26 Tramo Trifásico de medio voltaje en el punto 178998_MTA en el software ETAP.

En la figura 27 se puede observar los resultados al simular en el software CYMDIST y ETAP un determinado punto del Alimentador, realizadas las mejoras propuestas, donde los resultados son similares, obteniendo 119,7 voltios en un software y 119, 664 para el otro respectivamente. De esta manera se evalúa las simulaciones de un software

como del otro, confirmando que los parámetros eléctricos se encuentren dentro de la regulación.

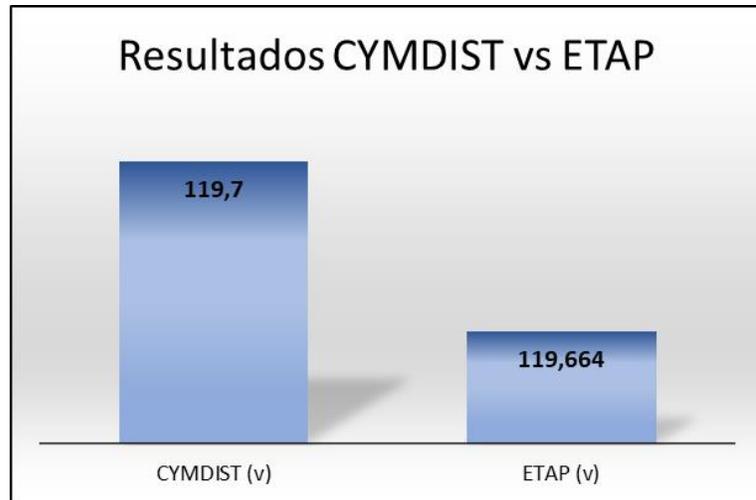


Fig. 27 Comparación del Software CYMDIST vs ETAP

3.1.2 Repotenciación de la troncal del alimentador 0213 Pungalá con conductor ACSR 3/0 AWG y ACSR 2/0 AWG

El alimentador 0213 Pungalá desde la salida de la subestación en el poste 23092 (x: 767362 y: 9799578) tiene un vano de 72 metros con conductor calibre ACSR N.º 3/0 para las fases y ACSR N.º 1/0 para el neutro, luego desde el poste 23093 la troncal trifásica es de calibre ACSR N.º 2 para las fases y ACSR N.º 4 para el neutro recorriendo una distancia de 11 km.

En este alimentador no se presentan mayores inconvenientes con respecto a caídas de voltaje, lo que si están presentes son los altos índices de calidad ocasionados por temas ambientales, por lo cual es necesaria una mejora como la repotenciación de la troncal trifásica con conductor ACSR N.º 3/0 AWG para las fases y ACSR N.º 2/0 para el neutro, mejorando de manera adecuada los niveles de voltaje como se puede apreciar en la figura 28 donde no existe marcado con color rojo los parámetros eléctricos fuera del rango normal.

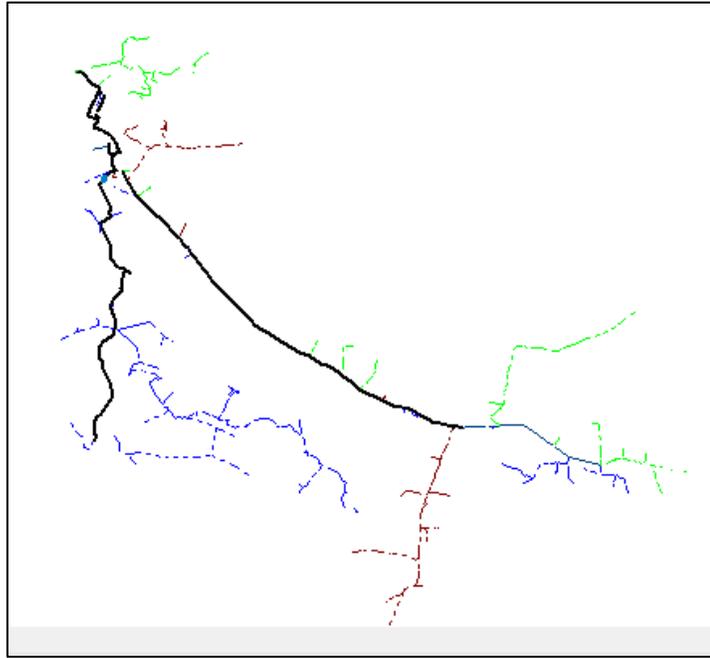


Fig. 28 Alimentador 0213 sin condiciones anormales

3.1.2.1 Reconfiguración de la troncal del alimentador 0213 Pungalá para llevarlo por la vía

Otro de los inconvenientes que se detectan en el A0213 son los índices de calidad fuera de sus parámetros normales, esto principalmente se debe a condiciones de la naturaleza como caídas de ramas en las líneas eléctricas lo que ocasiona suspensiones de servicio no programadas, por tal motivo se realiza la reconfiguración de la troncal del alimentador dando inicio en el poste 23092 con coordenadas 767362, 9799578 luego se sigue el recorrido actual hasta el poste P03 con la coordenada 767627,9799372 en el ingreso al poblado de Pungalá, se continuará la construcción del alimentador por la calle de ingreso y continuando por la calle Oriente hasta el poste 178960 con coordenadas 767575, 9798769 en este tramo a construirse se instalaran postes nuevos de 12m-500kg para sustituir a los postes existentes de 9 metros, la red de bajo voltaje mantendrá la misma topología y estructuras. El recorrido continuará por la vía Pungalá – Pungalapamba hasta el poste 186885 en coordenadas 767744, 9798685 utilizando los

postes existentes debido que se encuentran en buen estado. En el mismo recorrido se sustituirá el poste 23306 por el poste 27 con coordenadas 767769, 9798709.

Desde el poste P27 (767769; 9798709) hasta el poste 159914 con coordenadas 767966, 9797706 se construirá el alimentador trifásico por la vía con calibre ACSR N.º 3/0 para las fases y ACSR N.º 2/0 para el neutro, y se retirará la red trifásica existente que actualmente se encuentra atravesando los terrenos. Desde el poste 169405 en la coordenada 768033, 9798010 se alimentará el transformador 3113 como se observa el nuevo recorrido en la figura 29.

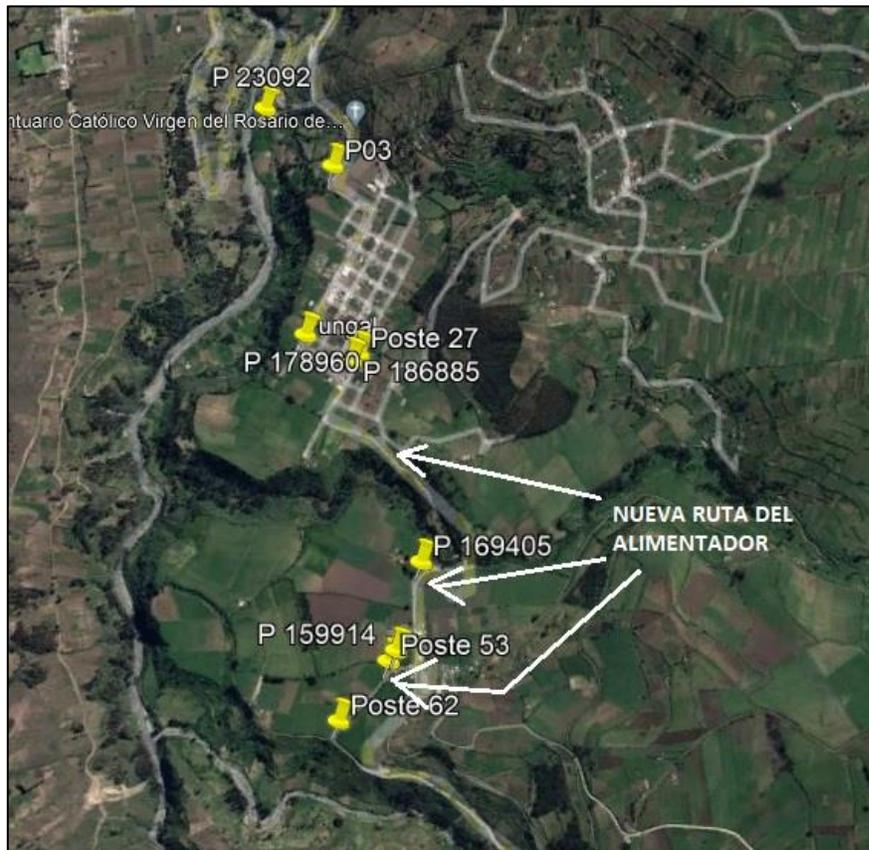


Fig. 29 Nuevo recorrido del A0213

Desde el poste 53 ubicado en la coordenada 767942,9797668 se construirá el alimentador por la vía hasta el poste 62 con coordenadas 767780, 9797448, desde este lugar se prevé la conexión al poste 169614 con coordenadas 768001, 9796888. Luego de esto se continuará por el trayecto actual hasta llegar al sector de Llactapamba, se

utilizará los postes existentes en buen estado. Desde el sector de Llactapamba hasta el sector de San Gerardo se construirá el alimentador sobre los postes existentes, reemplazando las estructuras debido que son monofásicas. Los puntos involucrados en este recorrido son el poste 191377 con coordenadas 768241,9795815 hasta el poste 203169 con coordenadas 767841, 9794129 lugar donde concluye una derivación monofásica del alimentador 02 de la subestación 13. Desde el poste 85 con coordenadas 767867,9794081 hasta el poste P92 con coordenadas 767799,9793137 en la Comunidad de Shanhaicun se construirá el alimentador por la vía reemplazando postes existentes de 9 metros hasta el poste 108 con coordenadas 767683,9792656

Para efecto de la repotenciación y reconfiguración del alimentador, a lo largo del recorrido planificado se reemplazan las estructuras existentes debido a su mal estado o por haber cumplido su vida útil.

En la figura 30 se observa como ahora el alimentador 0213 va por una vía de acceso, la cual permite llegar con mayor rapidez en caso de presentarse una falla en el sistema, el recorrido de la nueva troncal trifásica se realizó de igual manera con calibre ACSR N.º 3/0 AWG para las fases y ACSR N.º 2/0 AWG para el neutro.

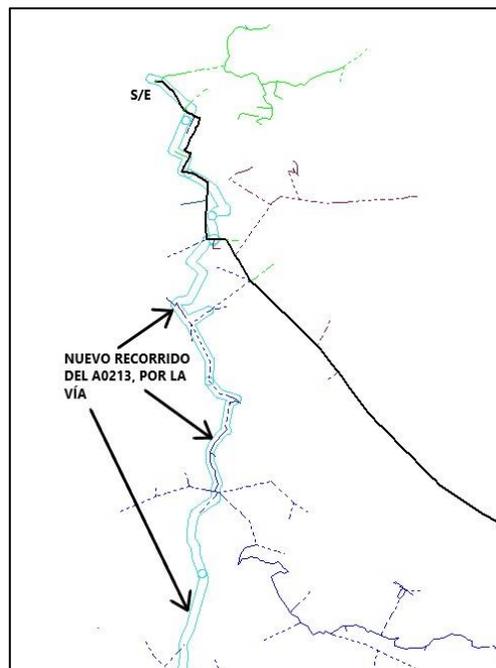


Fig. 30 Nuevo recorrido del A0213 por la vía.

Con los cambios realizados en la troncal del alimentador los valores de voltaje se mejoran notablemente como se observa en la tabla 22 donde en los puntos más alejados de la red dan voltajes de 7,94 kV.

TABLA 22. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0213.

Nro. Equipo	Id equipo	VA (kVLN)	VB (kVLN)	VC (kVLN)
41570_MTA	ACSR.3/0,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP	7,95		
189488_MTA	ACSR.3/0,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP		7,94	
56358_MTA	ACSR.3/0,NONE,NONE,NONE,NONE,3CP			7,95

Para una mejor evaluación de los valores obtenidos en la simulación se tomó como punto de referencia al tramo 26808_MTA con coordenadas x:767965, y:9798054 ubicado en el software CYMDIST como se observa en la figura 31.

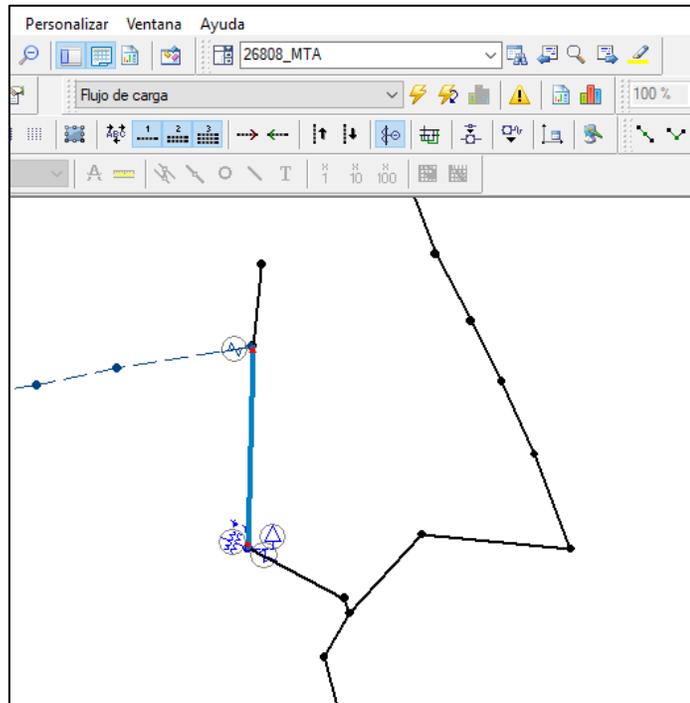


Fig. 31 Tramo de Red Trifásica N° 26808_MTA

El tramo en análisis se encuentra a 1927 metros de distancia desde la subestación como se puede observar en la figura 32, de la misma manera se visualiza los valores de voltaje

en las fases A, B y C dando como resultado 119,85 siendo el valor más bajo, pese a eso este parámetro se encuentra dentro de los límites permitidos por el ente regulador.

Cuadro de flujo de carga								
Línea aérea por fase - 26808_MTA								
	V base	kVLL	kVLN	i(A)	kVA	kW	kVAR	Dist.
A	119,85	13,78	7,96	0,01	0,04	-0,00	-0,04	1927,75
B	120,04	13,80	7,97	0,01	0,11	0,04	-0,10	1927,75
C	119,87	13,79	7,96	0,01	0,11	0,01	-0,11	1927,75
Total:					0,25	0,05	-0,24	1927,75

Fig. 32 Cuadro de Flujo de Carga del A0213 Pungalá en el tramo trifásico en análisis.

Para una mejor evaluación los valores anteriormente obtenidos en el software CYMDIST ahora se procede a realizar una simulación en el software ETAP, tomando el mismo tramo trifásico de medio voltaje como referencia y la carga en ese punto como se observa en la figura 33.

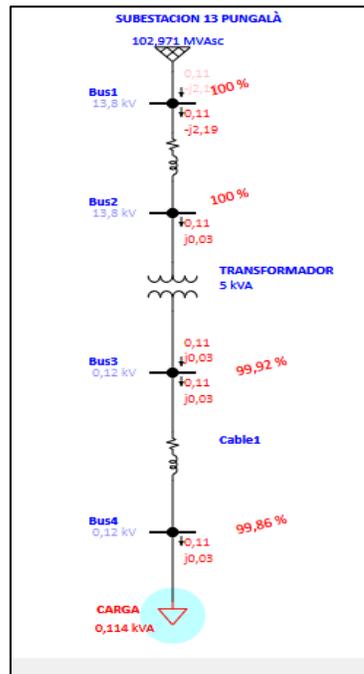


Fig. 33 Tramo Trifásico de medio voltaje en el punto 26808_MTA en el software ETAP.

En la figura 34 se puede observar los resultados al simular en el software CYMDIST y ETAP de un punto del Alimentador realizadas las mejoras propuestas, donde los resultados son similares, obteniendo 119,87 voltios en un software y 119, 832 para el otro respectivamente. De esta manera se evalúa las simulaciones de un software como del otro confirmando que los parámetros eléctricos se encuentren dentro de lo establecido en la regulación.

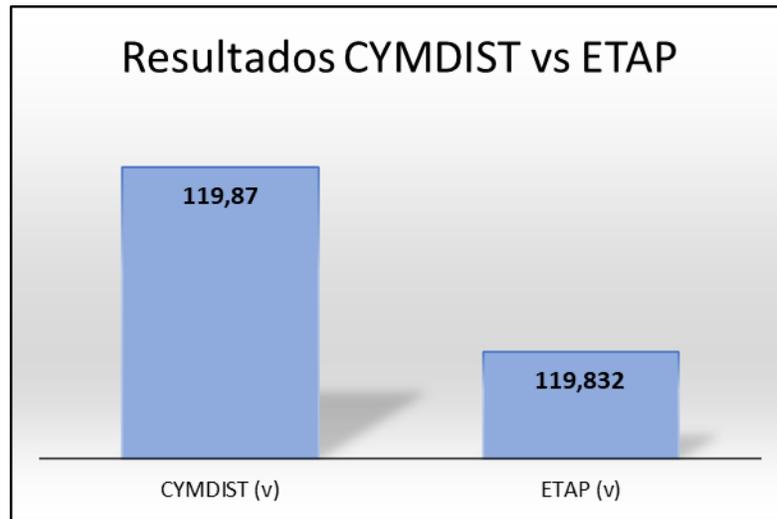


Fig. 34 Comparación del Software CYMDIST vs ETAP

Con los cambios realizados en la troncal del alimentador los valores de voltaje se mejoran notablemente como se observa en la tabla 23 donde en los puntos más alejados de la red dan voltajes de 7,96 kV.

TABLA 23. PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN EL PUNTO MAS ALEJADO DEL ALIMENTADOR A0213.

Nro. Equipo	Id equipo	VA (kVLN)	VB (kVLN)	VC (kVLN)
236705_MTA	NONE ACSR.2,NONE,NONE,NONE,1CP	7,96		
26814_MTA	ACSR.2,NONE,NONE,NONE,NONE,1CP		7,96	
26827_MTA	NONE,ACSR.2,NONE,ACSR.4,NONE,1CP			7,97

3.1.2.2 Establecer punto de redundancia entre los alimentadores 0208 Guamote y 0213 Pungalá

En el poste 105 con coordenadas 767715,9792785 ubicado en la comunidad de Shanhaicun se instalará un reconector trifásico con el objetivo de realizar la interconexión o punto de redundancia con el alimentador 2 de la subestación 8 Guamote como se observa en la figura 35.

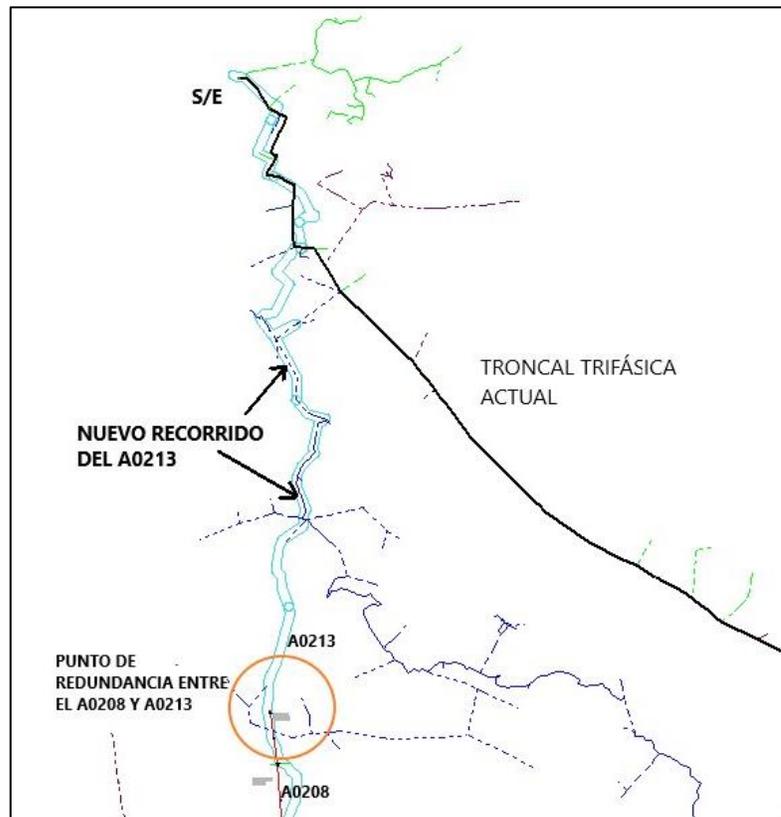


Fig. 35 Punto de redundancia entre el A0208 y A0213

En la figura 36 se puede observar que los resultados obtenidos luego de haber ejecutado las propuestas de repotenciación y reconfiguración son favorables, debido a que se aprecia que los valores conseguidos se encuentran bajo los límites de la Regulación N° ARCERNNR 002/20.

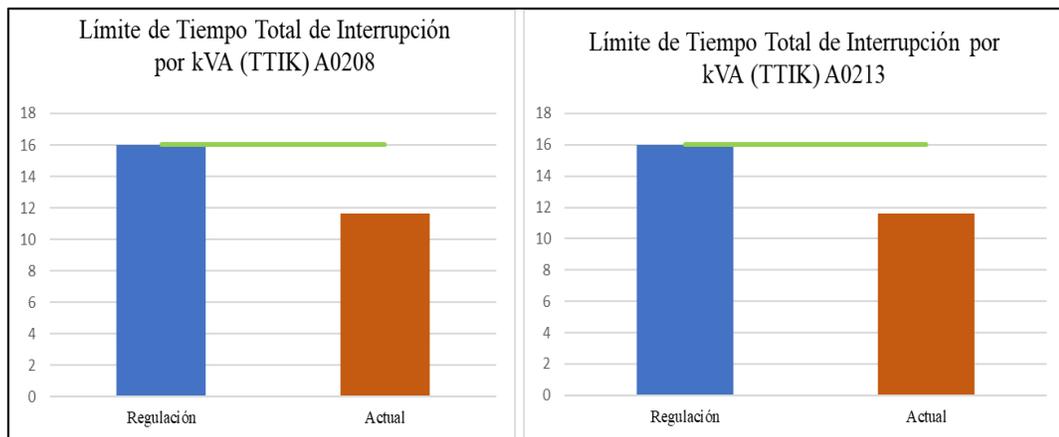


Fig. 36 Comparación de Índices TTIK con la propuesta

3.2 Validación técnica -económica de los resultados:

Para el mejoramiento de la calidad de servicio de los Alimentadores N° 2 de las Subestaciones 8 y 13 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. y evitar grandes tiempos en la reposición del servicio eléctrico se ha realizado varias opciones técnicas y económicas que permitan un correcto funcionamiento de los alimentadores rurales, tomando en cuenta que se encuentran en la parte rural de la Provincia y existen problemas con los niveles de voltaje en el alimentador y en especial de los índices de calidad.

3.2.1. Repotenciación del Alimentador 2 de la Subestación 8 Guamote.

Por motivos de tiempo y cumplimiento de los índices de calidad se plantea como primera y rápida opción realizar la repotenciación de la troncal trifásica existente del Alimentador 0208 Guamote cambiando de calibre de conductor ACSR N° 2 AWG por un conductor ACSR N° 3/0 AWG usando los mismos postes y siguiendo la misma trayectoria de la red. Para lo cual se ha calculado el costo como se observa en la tabla 24.

TABLA 24. COSTO ESTIMADO POR CAMBIAR DE CALIBRE DE CONDUCTOR DE ACSR N° 2 A ACSR N° 3/0 AWG.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (metros)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Cambio de calibre de conductor a ACSR N° 3/0 AWG	14810,50	1,51	22.363,86
Desmontaje de Línea de medio voltaje ACSR N° 2 AWG	14810,50	3,36	49.763,28
Total:			72.127,14

3.2.2. Repotenciación del Alimentador 2 de la Subestación 13 Cebadas.

De la misma manera para el Alimentador 0213 Cebadas se plantea repotenciar las redes existentes que tienen conductor ACSR N° 2 AWG y cambiarlo por un conductor ACSR N° 3/0 AWG, ocupando los mismos postes que actualmente existen y el mismo recorrido de la red, en consecuencia, en la tabla 25 se puede observar el costo de este cambio.

TABLA 25. COSTO ESTIMADO POR CAMBIAR DE CALIBRE DE CONDUCTOR DE ACSR N° 2 A ACSR N° 3/0 AWG.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (metros)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Cambio de calibre de conductor a ACSR N° 3/0 AWG	10942,3	1,51	16.522,87
Desmontaje de Línea de medio voltaje ACSR N° 2 AWG	10942,3	3,36	36.766,13
Total:			53.289,00

3.2.3. Reconfiguración del Alimentador 2 de la Subestación 8 Guamate

Como alternativa de mejora y ampliación de electrificación para futuras construcciones se plantea la reconfiguración del Alimentador, que actualmente cruza a campo travesía y llevarlo por las vías de acceso con calibre ACSR N° 3/0 AWG para las fases de la troncal trifásica y calibre ACSR N° 2/0 para el neutro. En la tabla 26 se aprecia el costo económico de la reconfiguración y en el Anexo 13 se encuentra el detalle de las estructuras y materiales a utilizar.

TABLA 26. COSTO ESTIMADO POR RECONFIGURAR EL ALIMENTADOR A0208.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (metros)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Replanteo, Estructuras en medio y bajo voltaje	U	varios	134.113,88
Conductor ACSR N° 3/0 AWG	46570	1,51	70.320,70
Conductor ACSR N° 2/0 AWG	15520	1,25	19.400
Excavación; suministro, transporte, manipuleo, erección, compactación de postes	200	varios	263.654,32
Tensores de medio y bajo voltaje	293	varios	29.133,98
Instalación de reanectador con su comunicación	1	27.821,85	27.821,85
Otros			45.520,94
Total:			589.965,68

3.2.4. Reconfiguración del Alimentador 2 de la Subestación 13 Cebadas.

Para establecer el punto de redundancia y poder realizar la transferencia de carga entre los Alimentadores A0208 y A0213 se plantea la reconfiguración de la red que se encuentra atravesando los terrenos para sacarlos por los caminos principales. Se cambia el calibre de conductor existente ACSR N.º 2 por un conductor ACSR N.º 3/0 para las fases de la troncal trifásica y ACSR N.º 2/0 para el neutro. El detalle económico se lo puede observar en la tabla 27 y en el Anexo 14 se encuentra el detalle de las estructuras y materiales a utilizar.

TABLA 27. COSTO ESTIMADO POR RECONFIGURAR EL ALIMENTADOR A0213.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (metros)	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Replanteo, Estructuras en medio y bajo voltaje	U	varios	63.849,29
Conductor ACSR N° 3/0 AWG	27.900	1,51	42.129
Conductor ACSR N° 2/0 AWG	9.300	1,25	11.625
Excavación; suministro, transporte, manipuleo, erección, compactación de postes	200	varios	90.546,85
Tensores de medio y bajo voltaje	293	Varios	16.220,73
Seccionador fusible (spt-1s100)	6	117,12	702,72
Otros			41.330,37
Total:			266.403,96

Conclusiones del III capítulo

Para la reconfiguración de los alimentadores en el diseño de la trayectoria y definición de la ruta óptima se consideró varios aspectos como la operación y mantenimiento para una pronta respuesta por parte de los grupos operativos, permisos de paso de ser el caso y seguridad.

El diseño de una nueva ruta para interconectarse con otro alimentador es de gran ayuda para mejorar los índices de calidad, debido que en caso de alguna contingencia el personal encargado del trabajo de campo ya no recorrerá la línea a pie en busca de la falla, sino que lo podrá realizar en el vehículo asignado lo cual minimiza los tiempos de respuesta ante suspensiones de servicio.

La repotenciación y reconfiguración de los alimentadores es de gran ayuda para evitar accidentes de tipo ambiental en las redes eléctricas, de la misma manera permite establecer un punto de redundancia, el mismo que se usa para realizar transferencias de carga del alimentador 0208 Guamote al alimentador 0213 Pungalá sin afectar la continuidad del servicio en caso de alguna contingencia.

CONCLUSIONES GENERALES

Mediante el estudio realizado se determinó que a través de la reconfiguración del alimentador A0208 Guamote se redujo el índice de calidad TTIK (Tiempo Total de Interrupción por kVA), inicialmente el alimentador tenía un índice de calidad de 52,233 y a través de las propuestas ejecutadas fue posible reducirlo a 11,6499. De acuerdo a esto es posible identificar que el resultado obtenido se encuentra dentro del valor de 16 que es el límite establecido por la Regulación N° ARCERNNR 002/20.

Mediante el estudio realizado se determinó que a través de la reconfiguración del alimentador A0213 Pungalá se redujo el índice de calidad TTIK (Tiempo Total de Interrupción por kVA), inicialmente el alimentador tenía un índice de calidad de 28,846 y a través de las propuestas ejecutadas fue posible reducirlo a 11,594. De acuerdo a

esto es posible identificar que el resultado obtenido se encuentra dentro del valor de 16 que es el límite establecido por la Regulación N° ARCERNNR 002/20.

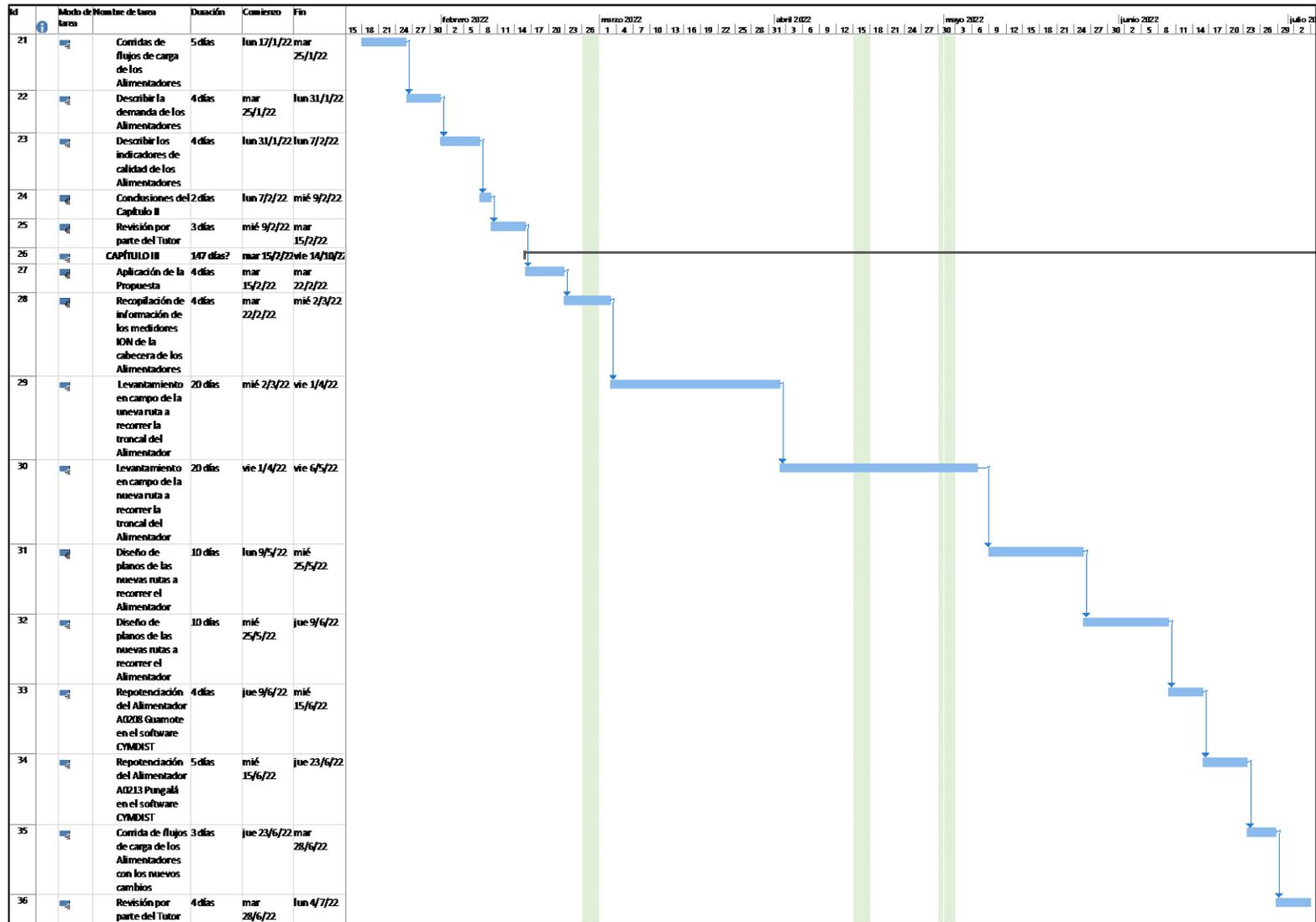
Con la repotenciación y reconfiguración del alimentador 0208 Guamote y 0213 Pungalá la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. suministrará energía de manera confiable a todos los abonados, pudiendo atender de manera oportuna el incremento de la demanda. Con esta implementación permitió mejorar la calidad en el suministro de energía a todos los abonados del sector, brindando las mismas oportunidades de crecimiento económico y social, sin distinción alguna, lo cual mejora la percepción de la ciudadanía por la administración de los recursos públicos.

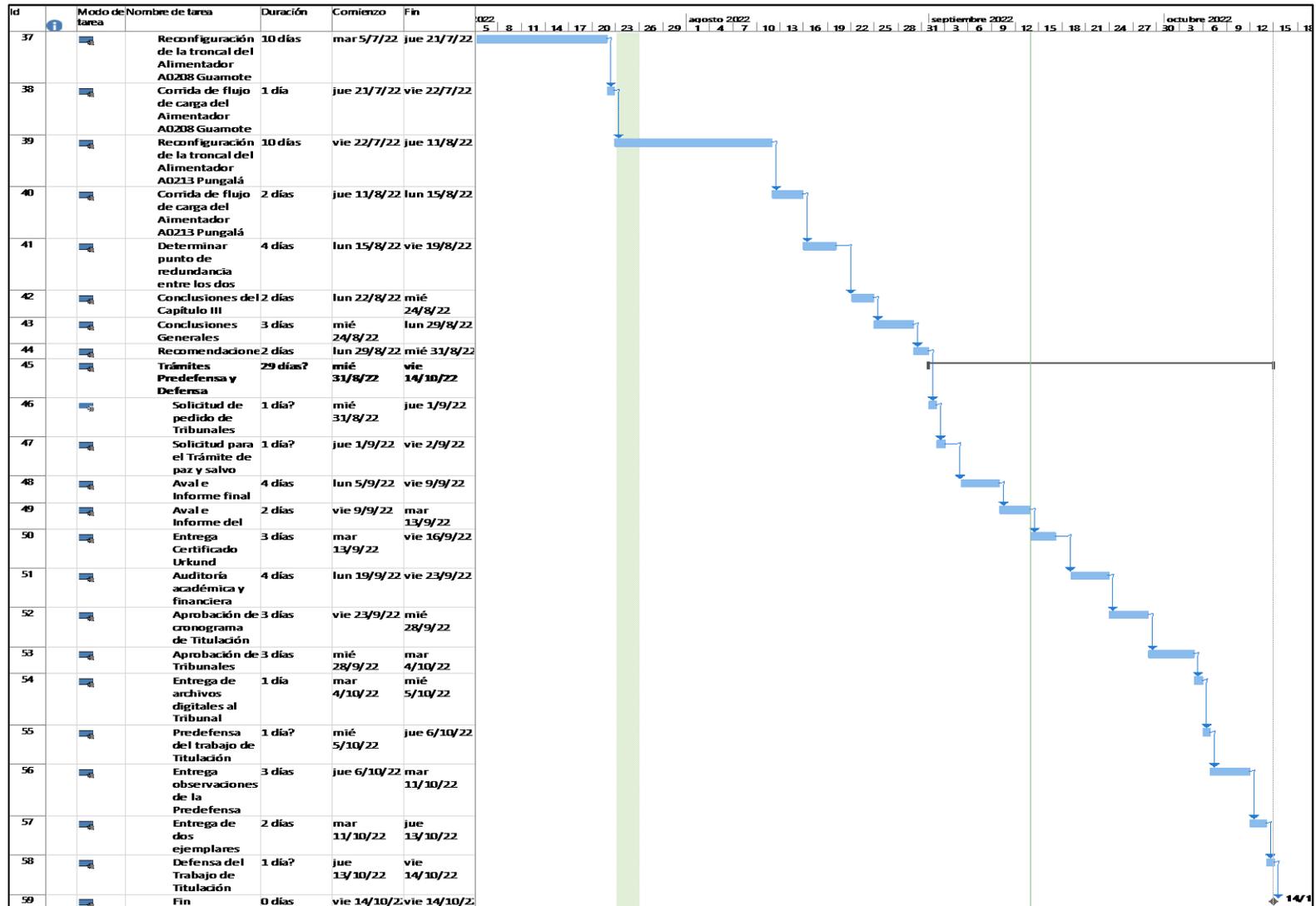
RECOMENDACIONES

Se recomienda ejecutar el estudio planteado siguiendo las normas de diseño establecidas por el Ministerio de Energía y Minas y Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos del Sistema de Distribución.

Realizar el estudio para determinar y establecer la interconexión entre los reconectores existentes y los nuevos, involucrando tanto a los equipos del sector urbano como del sector rural que fueron objeto de estudio, de esta manera se podría tener un sistema de Distribución en anillo, mejorando la confiabilidad del sistema y evitando suspensiones de servicio no programadas.

Se recomienda realizar inspecciones en campo bajo un tiempo programado para constatar que no existan medios que interrumpan el continuo servicio de energía eléctrica para garantizar que se proporcione un servicio de calidad y eficiente a los usuarios finales.





Bibliografía

- [1] «Ley-Orgánica-del-Servicio-Público-de-Energía-Eléctrica.pdf». Accedido: 7 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Ley-Org%C3%A1nica-del-Servicio-P%C3%BAblico-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrica.pdf>
- [2] C. A. Lemoine, J. M. L. Lezama, y M. A. G. Londono, «Método heurístico para restauración del servicio en sistemas de distribución de energía eléctrica», p. 12.
- [3] «PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A..pdf». Accedido: 14 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: http://www.eersa.com.ec/site/wpcontent/uploads/DOCUMENTOS_PUBLICO_S/LOTAIP/LOTAIP%202015/a%29%20ENERO/literal_k/adjunto_k1.pdf
- [4] «A. Garcés, O. Gómez, A. González, Mejoramiento de la Confiabilidad en Sistemas de Distribución, Scientia et Technica, N° 38, pp. 2, Junio 2008.pdf».
- [5] S. Civanlar, J. J. Grainger, H. Yin, y S. S. H. Lee, «Distribution feeder reconfiguration for loss reduction», *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 3, n.º 3, pp. 1217-1223, jul. 1988, doi: 10.1109/61.193906.
- [6] «J. Franco, Y. Restrepo y P. Tambares, Repotenciación de alimentadores primarios para la reducción de pérdidas, Scientia et Technica, N° 30, pp. 1, Mayo 2006.pdf».
- [7] «A. A. Radwan, M. O. Foda, A. -H. M. Elsayed and Y. S. Mohamed, Modeling and reconfiguration of middle Egypt distribution network, 2017 Nineteenth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON.pdf».
- [8] A. Garcés, R. A. Hincapié, y R. A. Gallego, «Solución coordinada del problema de reconfiguración de alimentadores primarios y balance de fases», *Ing. Compet.*, vol. 14, n.º 1, pp. 31-41, dic. 1969, doi: 10.25100/iyv.v14i1.2636.
- [9] «E. McGraw, Electrical Distribution System Protection, Cooper Power Systems, United States, 2005.pdf».
- [10] «C. Zapata, L. Piñeros, D. Castaño, El método de simulación de Montecarlo en estudios de confiabilidad de los sistemas de distribución de energía eléctrica, Scientia et Technica, N° 24, pp. 1, Mayo 2004.pdf».
- [11] J. D. Juárez Cervantes, *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Energía, 1995. Accedido: 2 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/1231>
- [12] G. E. Harper, *Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión / Fundamentals of Electrical Installations of Medium and High Tension*. Editorial Limusa, 2006.
- [13] J. Espina, *Caracterización de la Carga en Sistemas Eléctricos de Distribución*. José Espina Alvarado.

- [14] «Regulacion Nro. ARCERNNR -002-20». Accedido: 3 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- [15] Y. F. J. Cañizarez, «Diseño de un sistema de prueba de distribución eléctrica rural de baja tensión», p. 39.
- [16] J. R. FERNÁNDEZ, *Instalaciones de distribución (Edición 2020)*. Editorial Paraninfo, 2020.
- [17] «Minimizacion De Perdidas En Redes De Distribucion Mediante Reconfiguracion.pdf». Accedido: 5 de marzo de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.sepielectrica.esimez.ipn.mx/Tesis/2009/Minimizacion%20De%20Perdidas%20En%20Redes%20De%20Distribucion%20Mediante%20Reconfiguracion.pdf>
- [18] «S. P. Aquino, Aplicación de una metodología de reconfiguración de redes de distribución para reducir pérdidas resistivas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Ingeniería de producción.pdf».
- [19] Xiu-Ren Lei, Zhen Ren, Wen-Ying Huang, y Bi-Yun Chen, «Fuzzy reliability analysis of distribution systems accounting for parameters uncertainty», en *2005 International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Guangzhou, China, 2005, pp. 4017-4022 Vol. 7. doi: 10.1109/ICMLC.2005.1527640.
- [20] R. Baeza G, J. Rodríguez P, y J. L. Hernández S, «EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN DESREGULACIÓN», *Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá*, vol. 11, n.º 1, jun. 2003, doi: 10.4067/S0718-13372003000100005.
- [21] S. L. R. Amores, «RECONFIGURACIÓN ÓPTIMA MULTIOBJETIVO DE ALIMENTADORES PRIMARIOS COMO UNA ESTRATEGIA DE PLANIFICACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO OPERATIVO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN», p. 102.
- [22] «IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices», IEEE. doi: 10.1109/IEEESTD.2012.6209381.
- [23] S. Chattopadhyay, M. Mitra, y S. Sengupta, «Electric Power Quality», *Electr. Power Qual.*, pp. 5-12, 2011, doi: 10.1007/978-94-007-0635-4_2.
- [24] «CYME Software». <https://www.cyme.com/es/software/> (accedido 18 de marzo de 2022).

Anexos

Anexo 1

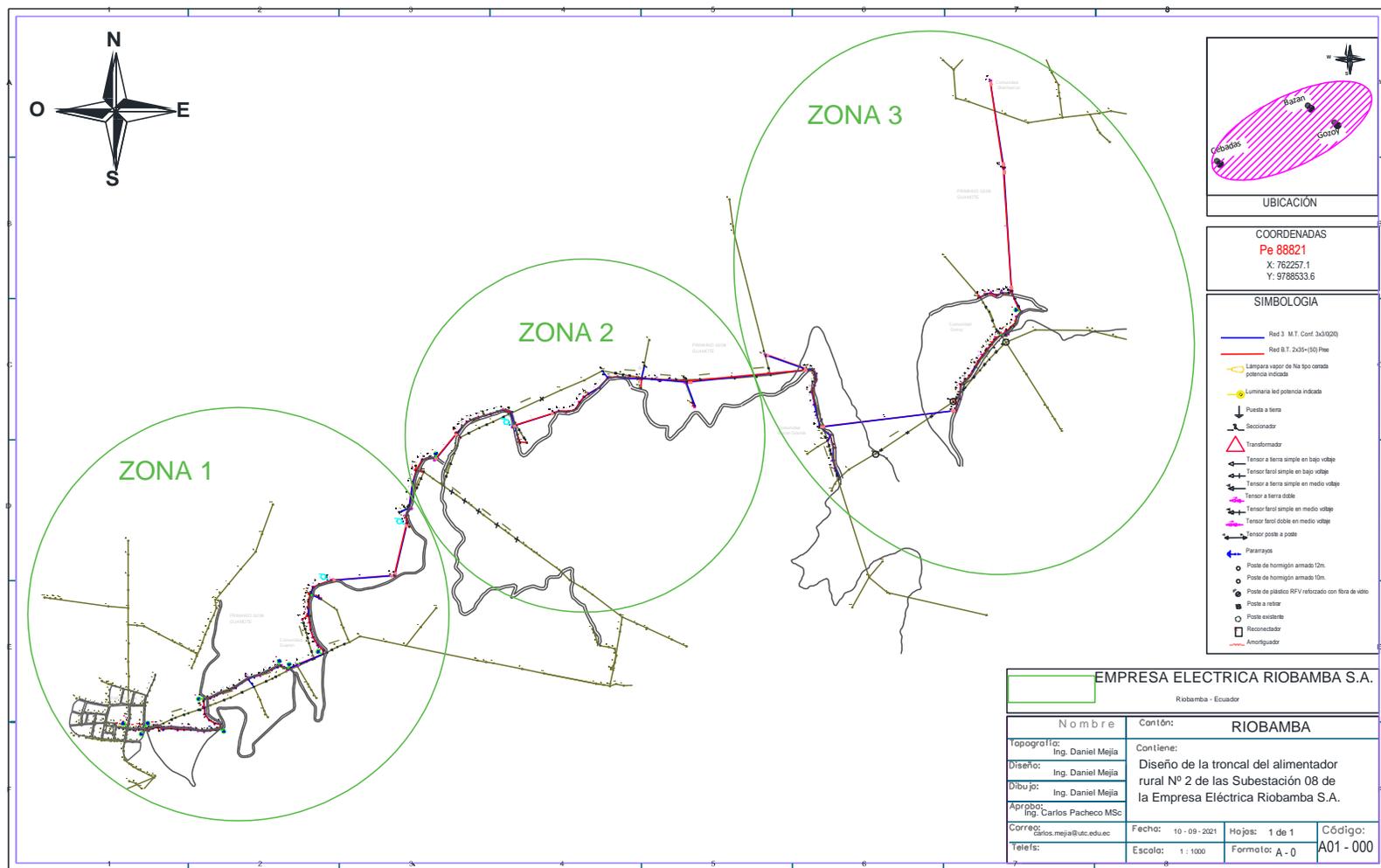
Subestación Guamote



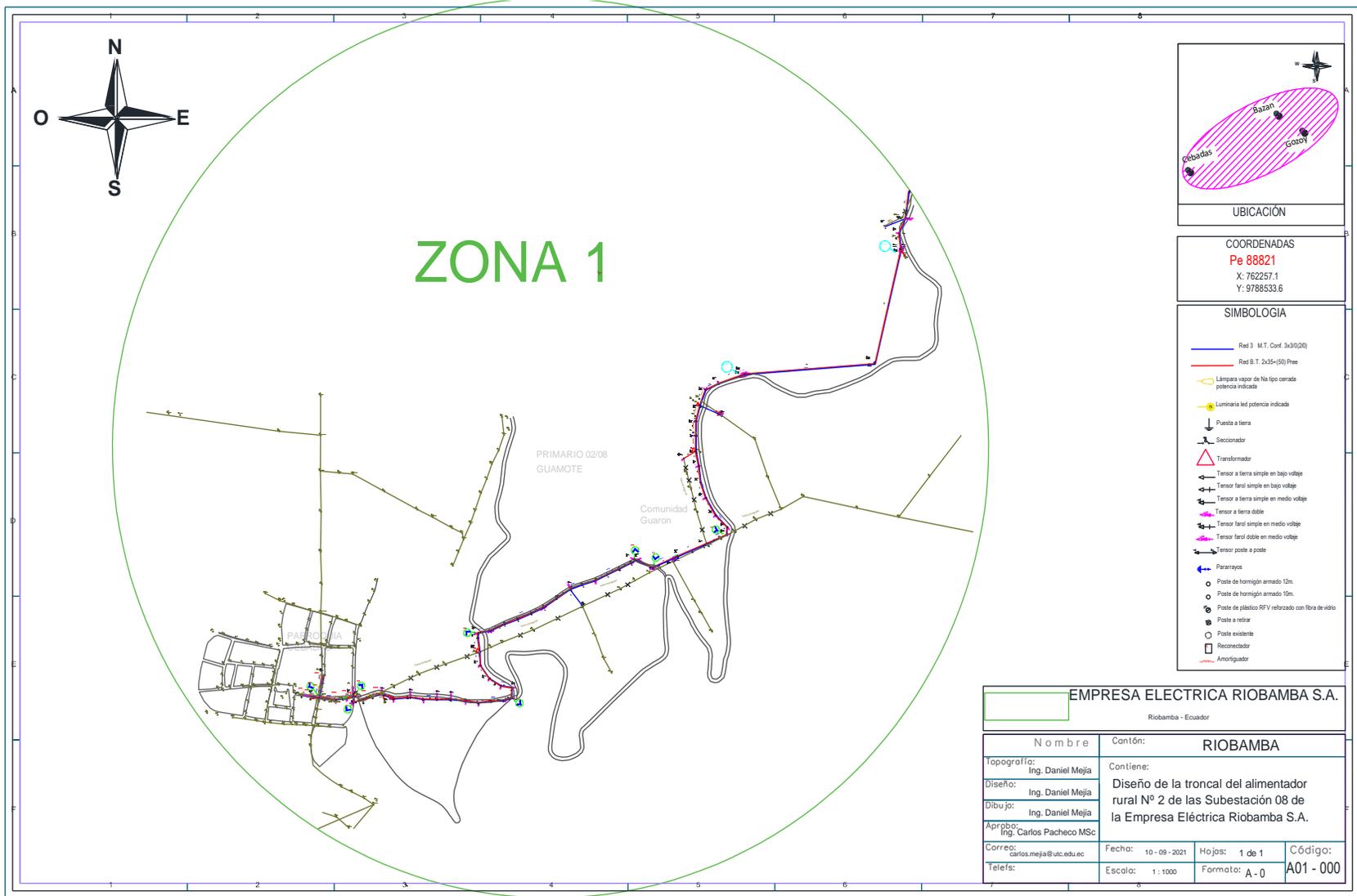
Anexo 2

Salida del Alimentador 0208

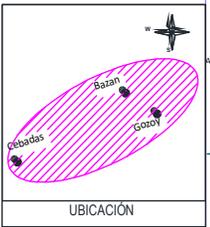




EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.			
Riobamba - Ecuador			
Nombre	Contón: RIOBAMBA		
Topografía:	Ing. Daniel Mejía	Contiene:	
Diseño:	Ing. Daniel Mejía	Diseño de la troncal del alimentador rural N° 2 de las Subestación 08 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	
Dibujo:	Ing. Daniel Mejía		
Aprobó:	Ing. Carlos Pacheco MSc		
Correo:	carlos.mejia@uec.edu.ec	Fecha:	10 - 09 - 2021
Teléfono:		Hojas:	1 de 1
		Formato:	A - 0
		Escala:	1 : 1000
			Código: A01 - 000



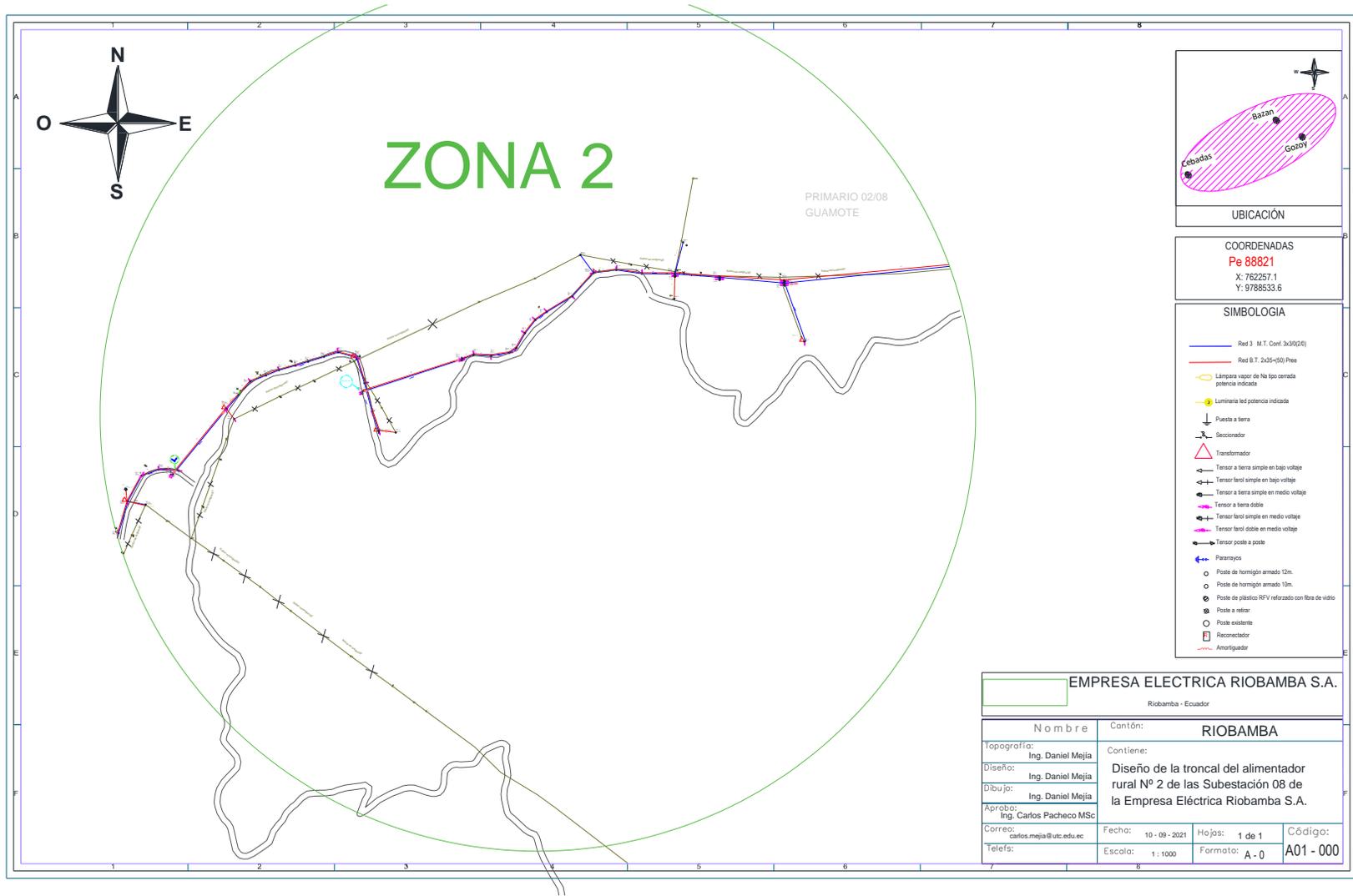
ZONA 1



COORDENADAS
Pe 88821
 X: 762257.1
 Y: 9786533.6

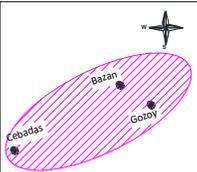
- SIMBOLOGIA**
- Res 3 M.T. Conf. 3x3(0/0)
 - Res B.T. 2x35+(50) Pree
 - Lámpara vapor de Na tipo corada potencia indicada
 - Luminaria led potencia indicada
 - Puesta a tierra
 - Seccionador
 - Transformador
 - Tensor a tierra simple en bajo voltaje
 - Tensor farol simple en bajo voltaje
 - Tensor a tierra simple en medio voltaje
 - Tensor a tierra doble
 - Tensor farol simple en medio voltaje
 - Tensor farol doble en medio voltaje
 - Tensor poste a poste
 - Pararrayas
 - Poste de hormigón armado 12m
 - Poste de hormigón armado 15m
 - Poste de plástico RFV reforzado con fibra de vidrio
 - Poste a retirar
 - Poste existente
 - Reconector
 - Amortiguador

EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A. <small>Riobamba - Ecuador</small>			
Nombre		Contiën: RIOBAMBA	
Topografía:	Ing. Daniel Mejia	Contiene:	
Diseño:	Ing. Daniel Mejia	Diseño de la troncal del alimentador rural Nº 2 de las Subestación 08 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	
Dibujo:	Ing. Daniel Mejia		
Aprobó:	Ing. Carlos Pacheco MSC		
Correo:	carlos.meja@utc.edu.ec	Fecha:	10 - 09 - 2021
Telefs:		Hojas:	1 de 1
		Escola:	1: 1000
		Formato:	A - 0
		Código:	A01 - 000



ZONA 2

PRIMARIO 02/08
GUAMOTE



UBICACIÓN

COORDENADAS

Pe 88821

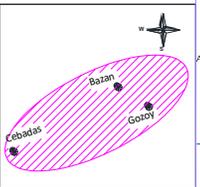
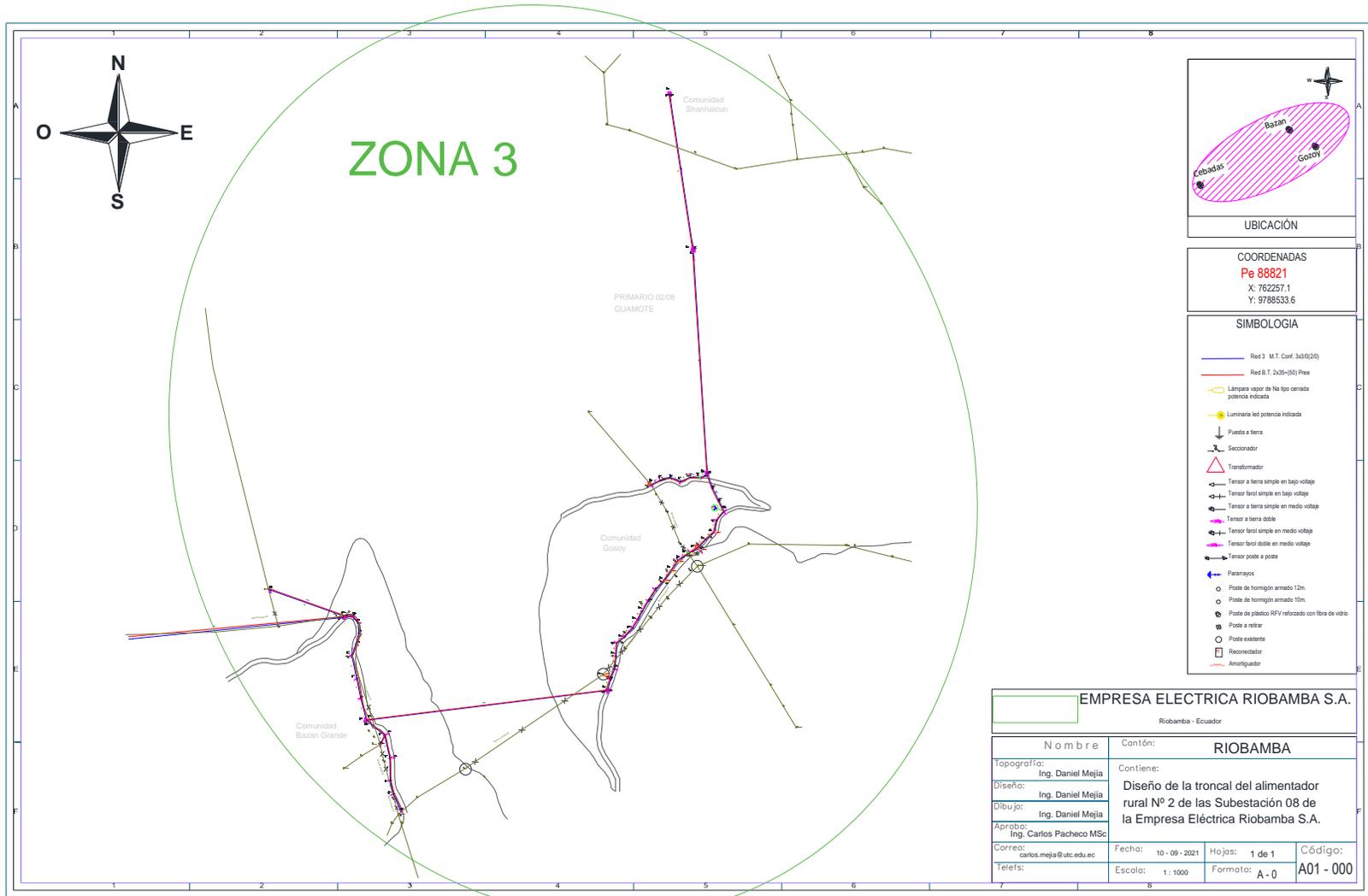
X: 762257.1

Y: 9788533.6

SIMBOLOGIA

- Red 3 M.T. Conf. 3x30(20)
- Red B.T. 2x15(5) Free
- Lámpara vapor de Na tipo cerrada potencia indicada
- Lámpara led potencia indicada
- ↓ Poste a tierra
- Seccionador
- △ Transformador
- Tensor a tierra simple en bajo voltaje
- Tensor fanel simple en bajo voltaje
- Tensor a tierra simple en medio voltaje
- Tensor fanel simple en medio voltaje
- Tensor a tierra doble
- Tensor fanel simple en medio voltaje
- Tensor fanel doble en medio voltaje
- Tensor poste a poste
- Pararrayos
- Poste de hormigón armado 12m.
- Poste de hormigón armado 10m.
- Poste de plástico RPV reforzado con fibra de vidrio
- ⊗ Poste a retirar
- Poste existente
- Reconector
- Amortiguador

EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.			
Riobamba - Ecuador			
Nombre		Cantón: RIOBAMBA	
Topografía:	Ing. Daniel Mejia	Contiene:	
Diseño:	Ing. Daniel Mejia	Diseño de la troncal del alimentador rural N° 2 de las Subestación 08 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	
Dibujo:	Ing. Daniel Mejia		
Aprobó:	Ing. Carlos Pacheco MSc	Fecha:	10 - 09 - 2021
Correo:	carlos.mejia@uc.edu.ec	Hojas:	1 de 1
Telefs:		Escola:	1 : 1000
		Formato:	A - 0
		Código:	A01 - 000

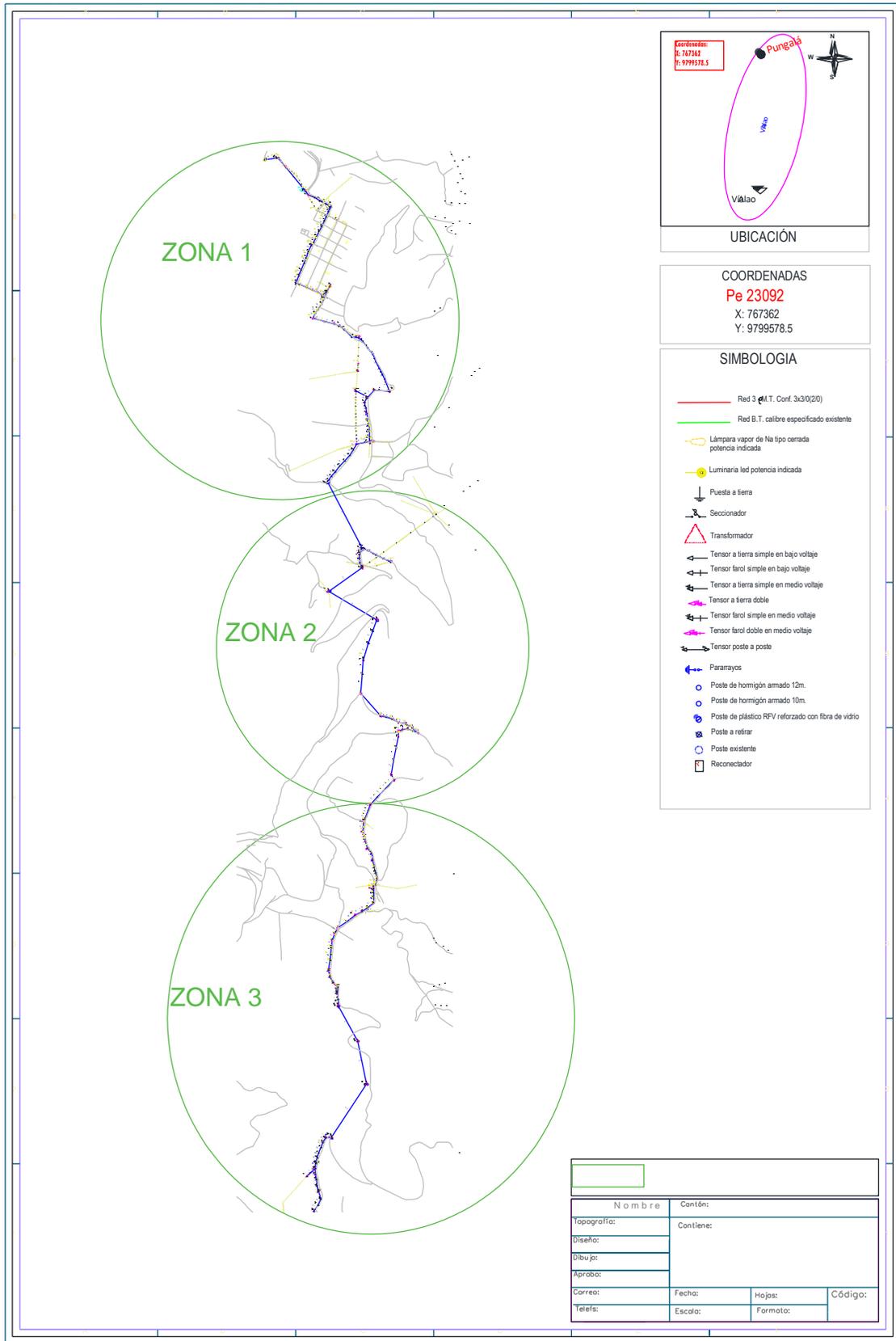


COORDENADAS
Pe 88821
 X: 762257.1
 Y: 9788533.6

SIMBOLOGIA

- Red 3 M.T. Conf. 3x3(5/20)
- Red B.T. 2x25-(50) Pree
- Lámpara vapor de Na tipo cerada potencia indicada
- Luminaria led potencia indicada
- Puesta a tierra
- Seccionador
- Transformador
- Tensor a tierra simple en bajo voltaje
- Tensor farol simple en bajo voltaje
- Tensor a tierra simple en medio voltaje
- Tensor a tierra doble
- Tensor farol simple en medio voltaje
- Tensor farol doble en medio voltaje
- Tensor poste a poste
- Pararrayes
- Poste de hormigon armado 12m.
- Poste de hormigon armado 10m.
- Poste de plástico R/V reforzado con fibra de vidrio
- Poste a retirar
- Poste existente
- Reconector
- Amortiguador

EMPRESA ELECTRICA RIOBAMBA S.A.			
Riobamba - Ecuador			
Nombre		Contiën: RIOBAMBA	
Topografía:	Ing. Daniel Mejia	Contiene:	
Diseño:	Ing. Daniel Mejia	Diseño de la troncal del alimentador rural N° 2 de las Subestación 08 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.	
Dibujo:	Ing. Daniel Mejia		
Aprobado:	Ing. Carlos Pacheco MSc		
Correo:	carlos.mejia@utc.edu.ec	Fecha:	10 - 09 - 2021
Teléfono:		Hojas:	1 de 1
		Escola:	1: 1000
		Formato:	A - 0
		Código:	A01 - 000



Coordenadas:
X: 767362
Y: 9799578.5

UBICACIÓN

COORDENADAS

Pe 23092

X: 767362

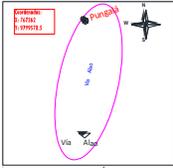
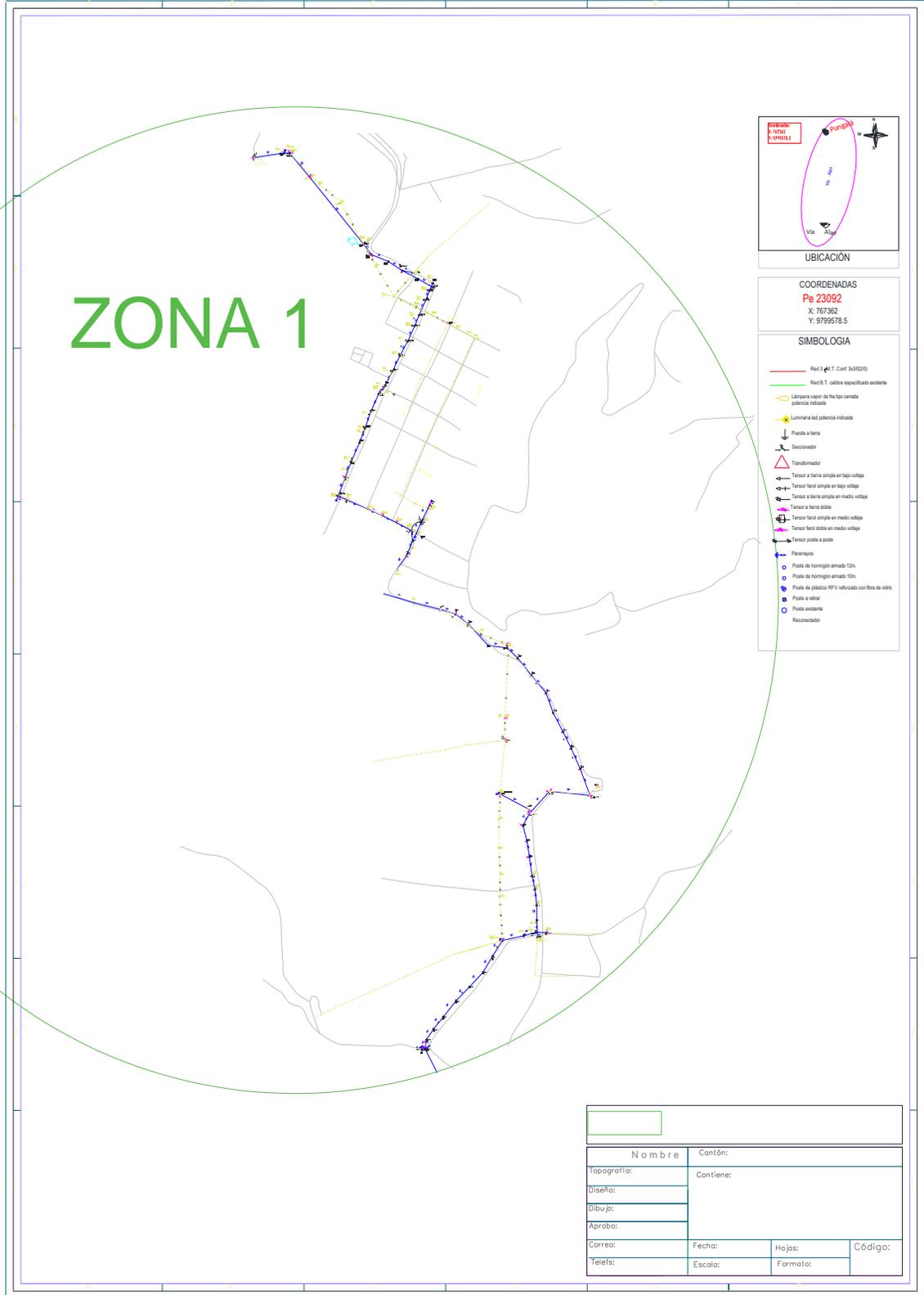
Y: 9799578.5

SIMBOLOGIA

- Red 3 e.M.T. Conf. 3x3/0(20)
- Red B.T. calibre especificado existente
- Lámpara vapor de Na tipo cerrada potencia indicada
- Luminaria led potencia indicada
- Puesta a tierra
- Seccionador
- Transformador
- Tensor a tierra simple en bajo voltaje
- Tensor a tierra simple en medio voltaje
- Tensor a tierra doble en bajo voltaje
- Tensor farol simple en medio voltaje
- Tensor farol doble en medio voltaje
- Tensor poste a poste
- Pararrayos
- Poste de hormigón armado 12m.
- Poste de hormigón armado 10m.
- Poste de plástico R/V reforzado con fibra de vidrio
- Poste a retirar
- Poste existente
- Reconector

Nombre		Contón:	
Topografía:	Contiene:		
Diseño:			
Dibujo:			
Aproba:			
Correa:	Fecha:	Hojas:	Código:
Telefs:	Escala:	Formato:	

ZONA 1



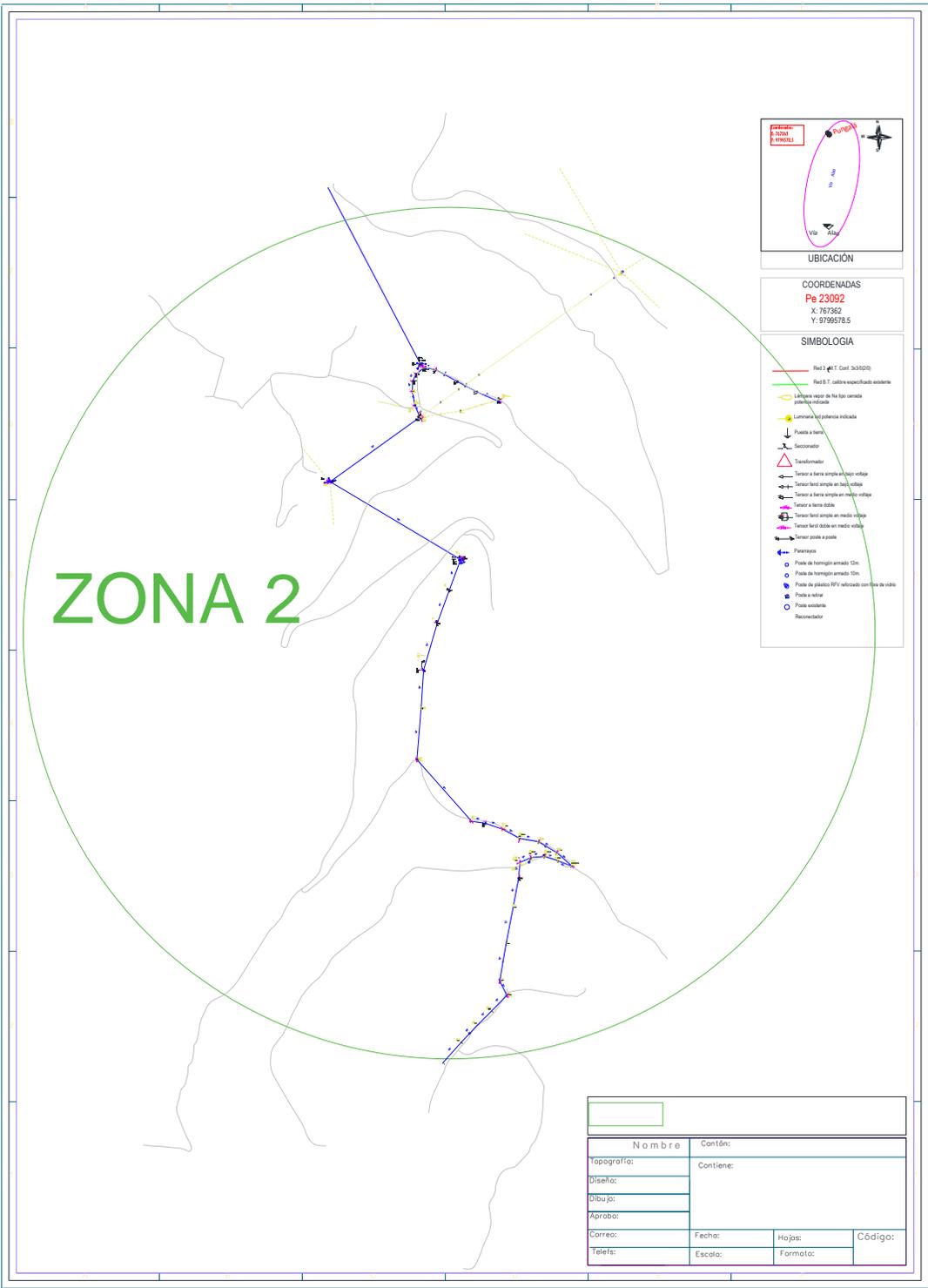
UBICACIÓN

COORDENADAS
Pa 23092
 X: 787382
 Y: 9799578.5

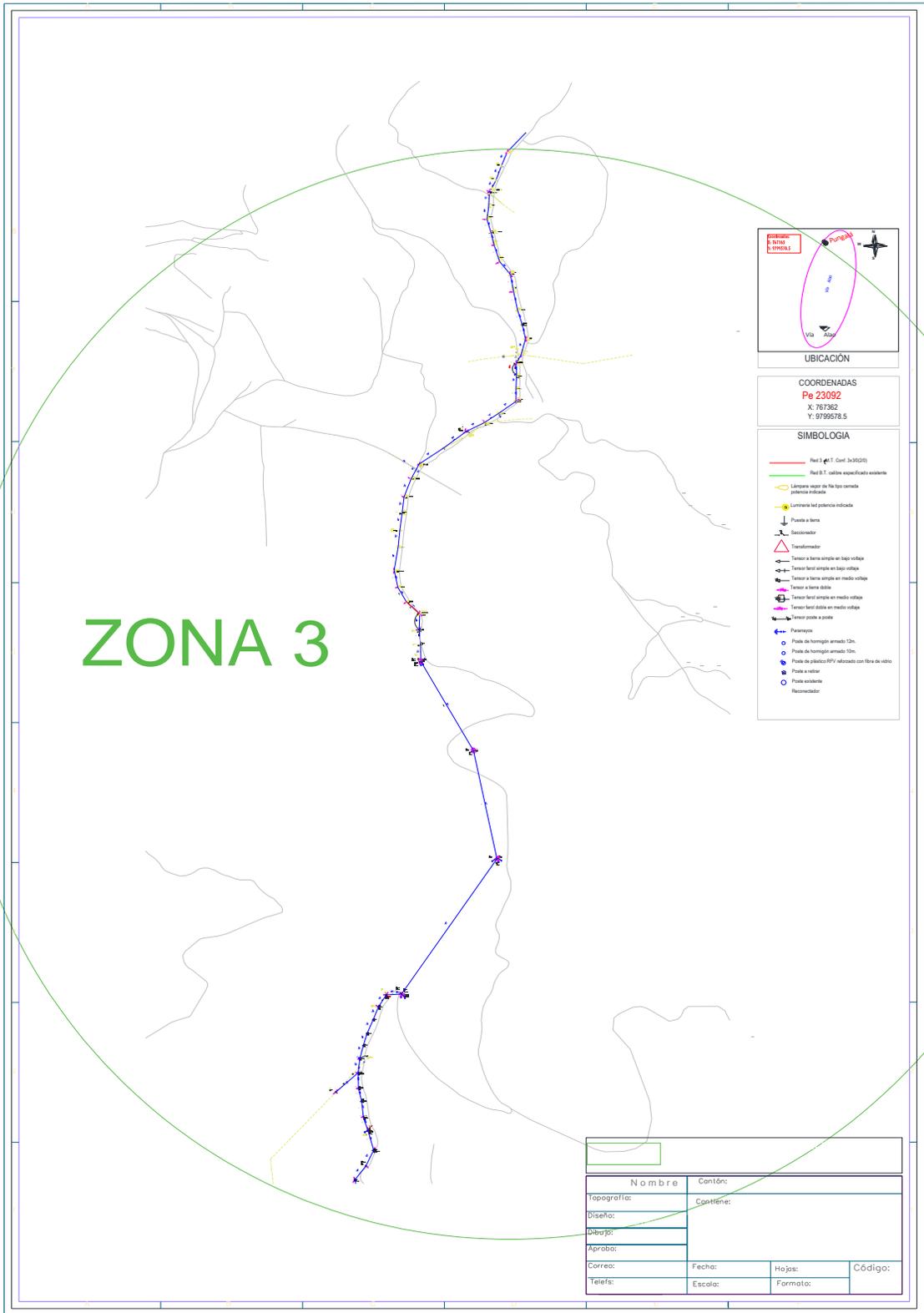
SIMBOLOGIA

- Rad 3 #1 T. Cont. 3x3020)
- Rad 5 T. calibre especificado existente
- Lámpara vapor de Na tipo cerata potencia indicada
- Lámpara led potencia indicada
- ⬇ Puerta a tierra
- ⚡ Seccionador
- △ Transformador
- ⚡ Tension a tierra simple en bajo voltaje
- ⚡ Tension fase simple en bajo voltaje
- ⚡ Tension a tierra simple en medio voltaje
- ⚡ Tension a tierra doble
- ⚡ Tension fase simple en medio voltaje
- ⚡ Tension fase doble en medio voltaje
- ⚡ Tension poste a poste
- ⚡ Pararrayos
- Poste de hormigon armado 12m
- Poste de hormigon armado 10m
- Poste de plastico NPV reforzado con fibra de vidrio
- Poste a tierra
- Poste existente
- Reconector

Nombre				Contón:			
Topografía:		Diseño:		Dibujo:		Aprueba:	
Carra:		Fecha:		Hojas:		Código:	
Telefs:		Escala:		Fórmula:			



ZONA 3



UBICACION

COORDENADAS
Pa 23092
 X: 781262
 Y: 979578.5

SIMBOLOGIA

- Rod 3 #1.5 Conl. 3x35500
- Rod 3.7 conline especifica existente
- Limpieza vapor de Na lipo conada potencia indicada
- Limpieza hid potencia indicada
- Poste a tierra
- Saccómador
- Transformador
- Tensoar a tierra simple en bajo voltaje
- Tensoar a tierra simple en bajo voltaje
- Tensoar a tierra simple en medio voltaje
- Tensoar a tierra doble
- Tensoar a tierra simple en medio voltaje
- Tensoar a tierra doble en medio voltaje
- Tensoar poble a poble
- Patentes
- Poste de homopolo armado 12m.
- Poste de homopolo armado 10m.
- Poste de aluminio APV reforzado con fibra de vidrio
- Poste a entonar
- Poste acortada
- Reconector

Nombre		Cantón:	
Topografía:	Contiene:		
Diseño:			
Dibujó:			
Aprobó:			
Correo:	Fecha:	Hojas:	Código:
Teléfono:	Escala:	Formato:	

Anexo 11

Datos de los medidores ION de cabecera del Alimentador 0208 Guamote tomados durante un mes, en el Anexo 2 se representa al día de mayor consumo siendo el 29/12/2021 siendo a las 19:45

Timestamp	SUB_GUAMOTE. ALI_GUAMOTE Block Demand Reactive Power (kVAr)	SUB_GUAMOTE ALI_GUAMOTE Block Demand Real Power (kW)	fp	SUB_GUAMOTE ALI_GUAMOTE Current A (A)	SUB_GUAMOTE ALI_GUAMOTE Current B (A)	SUB_GUAMOTE ALI_GUAMOTE Current C (A)
29/12/2021 0:00:00	158,93	546,97	0,960	25,63	20,84	24,10
29/12/2021 0:15:00	158,46	536,25	0,959	24,45	20,66	24,38
29/12/2021 0:30:00	150,31	522,89	0,961	24,11	19,85	23,32
29/12/2021 0:45:00	147,48	519,29	0,962	24,57	20,10	23,62
29/12/2021 1:00:00	148,41	518,45	0,961	24,05	20,57	23,64
29/12/2021 1:15:00	148,90	516,00	0,961	23,97	19,97	22,96
29/12/2021 1:30:00	149,59	515,08	0,960	24,11	20,06	23,42
29/12/2021 1:45:00	151,83	524,58	0,961	24,56	20,13	23,80
29/12/2021 2:00:00	150,90	516,65	0,960	24,31	20,22	23,16
29/12/2021 2:15:00	152,96	516,39	0,959	24,21	20,00	23,07
29/12/2021 2:30:00	153,16	519,05	0,959	23,90	19,93	23,49
29/12/2021 2:45:00	151,09	513,68	0,959	24,04	19,99	23,65
29/12/2021 3:00:00	149,12	509,38	0,960	23,70	19,94	22,32
29/12/2021 3:15:00	149,34	508,91	0,960	24,65	19,85	22,79
29/12/2021 3:30:00	150,42	514,72	0,960	24,33	19,59	22,45
29/12/2021 3:45:00	151,69	513,18	0,959	24,32	20,01	23,16
29/12/2021 4:00:00	153,00	518,76	0,959	25,00	20,01	23,81
29/12/2021 4:15:00	151,28	516,82	0,960	24,12	19,80	22,56
29/12/2021 4:30:00	150,91	515,89	0,960	24,08	20,25	22,56

29/12/2021 4:45:00	150,78	523,15	0,961	24,71	20,10	23,24
29/12/2021 5:00:00	153,18	526,25	0,960	25,02	20,53	24,44
29/12/2021 5:15:00	153,06	539,05	0,962	25,25	21,26	24,01
29/12/2021 5:30:00	154,77	547,28	0,962	25,48	21,42	25,87
29/12/2021 5:45:00	155,79	568,96	0,964	26,81	22,55	26,60
29/12/2021 6:00:00	155,32	591,42	0,967	27,37	22,21	26,41
29/12/2021 6:15:00	159,76	602,82	0,967	28,61	22,13	26,52
29/12/2021 6:30:00	140,12	539,03	0,968	20,12	18,21	21,42
29/12/2021 6:45:00	105,35	420,74	0,970	18,57	16,39	17,66
29/12/2021 7:00:00	105,23	423,06	0,970	16,58	16,76	20,29
29/12/2021 7:15:00	108,88	418,86	0,968	17,75	15,65	18,09
29/12/2021 7:30:00	109,87	418,58	0,967	20,45	15,00	20,05
29/12/2021 7:45:00	111,79	417,11	0,966	18,81	14,97	19,24
29/12/2021 8:00:00	105,00	409,31	0,969	18,34	17,80	18,07
29/12/2021 8:15:00	105,85	410,65	0,968	19,24	15,71	19,48
29/12/2021 8:30:00	102,12	422,91	0,972	19,54	17,41	17,23
29/12/2021 8:45:00	106,41	430,85	0,971	17,81	17,71	19,61
29/12/2021 9:00:00	110,91	436,66	0,969	17,30	18,24	20,21
29/12/2021 9:15:00	115,50	434,96	0,967	18,57	17,55	20,03
29/12/2021 9:30:00	108,63	438,29	0,971	20,71	18,71	21,12
29/12/2021 9:45:00	113,75	448,02	0,969	18,28	19,30	19,09
29/12/2021 10:00:00	112,43	436,79	0,968	19,17	20,47	20,03
29/12/2021 10:15:00	114,75	437,49	0,967	18,48	17,73	19,37
29/12/2021 10:30:00	116,15	422,63	0,964	16,98	18,49	18,68
29/12/2021 10:45:00	113,52	409,59	0,964	17,53	18,24	19,28
29/12/2021 11:00:00	114,81	422,77	0,965	17,75	18,29	21,38
29/12/2021 11:15:00	113,81	433,49	0,967	18,57	18,68	20,36

29/12/2021 11:30:00	112,51	424,59	0,967	16,81	18,91	17,47
29/12/2021 11:45:00	110,82	424,17	0,968	17,98	19,02	20,65
29/12/2021 12:00:00	115,98	437,72	0,967	18,16	18,25	19,97
29/12/2021 12:15:00	123,31	438,74	0,963	18,32	17,57	20,59
29/12/2021 12:30:00	116,94	426,91	0,964	16,84	17,57	19,71
29/12/2021 12:45:00	116,72	433,27	0,966	17,02	18,68	19,87
29/12/2021 13:00:00	122,06	432,82	0,962	16,69	18,76	19,41
29/12/2021 13:15:00	118,75	419,90	0,962	17,34	17,57	19,18
29/12/2021 13:30:00	121,22	417,64	0,960	18,00	17,20	19,53
29/12/2021 13:45:00	126,83	422,66	0,958	16,92	17,63	19,57
29/12/2021 14:00:00	123,67	423,14	0,960	16,05	17,19	19,64
29/12/2021 14:15:00	120,26	411,37	0,960	16,88	16,54	21,10
29/12/2021 14:30:00	123,58	432,45	0,962	17,03	17,58	20,67
29/12/2021 14:45:00	123,77	438,04	0,962	17,36	18,02	20,67
29/12/2021 15:00:00	124,79	434,96	0,961	17,27	18,23	20,84
29/12/2021 15:15:00	124,52	437,92	0,962	17,29	16,46	23,29
29/12/2021 15:30:00	128,31	449,91	0,962	16,96	17,80	22,59
29/12/2021 15:45:00	131,96	445,64	0,959	17,10	17,98	23,31
29/12/2021 16:00:00	124,86	438,48	0,962	16,21	17,60	21,04
29/12/2021 16:15:00	125,37	428,73	0,960	16,09	18,09	21,26
29/12/2021 16:30:00	124,85	425,41	0,960	18,46	18,31	19,52
29/12/2021 16:45:00	119,02	421,95	0,962	18,47	17,72	18,93
29/12/2021 17:00:00	120,08	426,18	0,963	18,83	17,82	17,89
29/12/2021 17:15:00	126,81	425,50	0,958	16,29	18,37	18,42
29/12/2021 17:30:00	118,71	423,16	0,963	18,44	18,95	18,26
29/12/2021 17:45:00	120,82	434,86	0,964	19,88	18,90	18,77
29/12/2021 18:00:00	124,94	447,89	0,963	18,35	18,98	20,18

29/12/2021 18:15:00	120,85	457,91	0,967	18,98	21,83	20,94
29/12/2021 18:30:00	131,64	497,81	0,967	24,02	23,99	26,17
29/12/2021 18:45:00	184,55	657,27	0,963	35,02	31,64	34,86
29/12/2021 19:00:00	211,66	786,27	0,966	35,52	32,01	34,74
29/12/2021 19:15:00	216,01	830,83	0,968	38,83	33,71	36,28
29/12/2021 19:30:00	219,88	869,31	0,969	40,52	35,82	36,85
29/12/2021 19:45:00	222,18	<u>872,70</u>	<u>0,969</u>	<u>39,40</u>	<u>33,07</u>	<u>38,65</u>
29/12/2021 20:00:00	223,91	849,67	0,967	38,61	33,01	35,87
29/12/2021 20:15:00	222,14	822,90	0,965	37,37	33,87	35,24
29/12/2021 20:30:00	218,59	809,08	0,965	37,49	31,52	33,52
29/12/2021 20:45:00	217,06	790,54	0,964	35,25	31,52	32,87
29/12/2021 21:00:00	211,92	772,41	0,964	35,46	29,71	33,05
29/12/2021 21:15:00	207,43	758,35	0,965	33,39	28,39	33,28
29/12/2021 21:30:00	200,94	733,95	0,965	32,56	27,97	31,55
29/12/2021 21:45:00	190,71	692,63	0,964	32,61	26,62	29,18
29/12/2021 22:00:00	186,32	668,54	0,963	30,08	26,57	27,58
29/12/2021 22:15:00	180,38	646,04	0,963	29,21	26,19	27,15
29/12/2021 22:30:00	173,28	631,89	0,964	29,04	25,59	27,26
29/12/2021 22:45:00	171,96	619,59	0,964	28,25	25,42	25,65
29/12/2021 23:00:00	172,64	609,56	0,962	27,79	24,72	25,41
29/12/2021 23:15:00	171,69	605,85	0,962	27,22	24,80	25,89
29/12/2021 23:30:00	171,79	590,50	0,960	27,47	23,72	23,94
29/12/2021 23:45:00	170,76	581,76	0,960	27,34	23,71	24,40

Anexo 12

Datos de los medidores ION de cabecera del Alimentador 0213 Pungalá tomados durante un mes, en el Anexo 2 se representa al día de mayor consumo siendo el 31/12/2021 a las 19:30

Timestamp	SUB_ALAO ALI_PUNGALA Block Demand Reactive Power (kVAr)	SUB_ALAO ALI_PUNGALA Block Demand Real Power (kW)	fp	SUB_ALAO ALI_PUNGALA Current A (A)	SUB_ALAO ALI_PUNGALA Current B (A)	SUB_ALAO ALI_PUNGALA Current C (A)
31/12/2021 0:00:00	59,17	189,87	0,955	12,552	5,722	4,897
31/12/2021 0:15:00	57,01	181,68	0,954	12,317	6,319	5,466
31/12/2021 0:30:00	57,90	182,18	0,953	11,818	6,214	4,907
31/12/2021 0:45:00	56,14	176,84	0,953	12,024	5,664	4,879
31/12/2021 1:00:00	55,09	177,34	0,955	11,861	5,781	5,089
31/12/2021 1:15:00	54,69	175,55	0,955	11,955	5,641	4,893
31/12/2021 1:30:00	53,01	172,81	0,956	11,397	6,063	5,173
31/12/2021 1:45:00	54,07	175,18	0,956	12,141	5,736	4,851
31/12/2021 2:00:00	54,37	174,88	0,955	11,942	5,642	4,983
31/12/2021 2:15:00	53,71	174,03	0,956	11,889	6,042	4,634
31/12/2021 2:30:00	54,52	174,49	0,954	12,237	5,939	4,812
31/12/2021 2:45:00	52,49	172,44	0,957	11,874	5,725	4,508
31/12/2021 3:00:00	52,43	173,03	0,957	11,814	5,430	4,695
31/12/2021 3:15:00	52,59	174,29	0,957	11,712	6,073	4,624
31/12/2021 3:30:00	51,95	170,41	0,957	12,004	5,502	4,869
31/12/2021 3:45:00	53,01	175,77	0,957	11,583	5,630	4,926
31/12/2021 4:00:00	53,60	174,00	0,956	12,273	6,033	4,747
31/12/2021 4:15:00	54,80	177,03	0,955	13,003	5,807	5,099
31/12/2021 4:30:00	57,33	188,06	0,957	13,429	5,721	4,965

31/12/2021 4:45:00	59,03	192,02	0,956	13,816	6,513	5,074
31/12/2021 5:00:00	59,04	191,57	0,956	13,882	6,121	4,989
31/12/2021 5:15:00	56,69	190,62	0,959	13,141	6,248	5,190
31/12/2021 5:30:00	56,32	192,35	0,960	14,039	6,460	5,292
31/12/2021 5:45:00	56,86	200,79	0,962	14,134	6,147	6,023
31/12/2021 6:00:00	52,55	183,72	0,961	10,112	4,664	4,842
31/12/2021 6:15:00	36,06	120,08	0,958	6,351	3,307	3,557
31/12/2021 6:30:00	31,56	107,24	0,959	5,924	3,459	3,679
31/12/2021 6:45:00	33,49	108,39	0,955	5,739	3,774	4,468
31/12/2021 7:00:00	31,62	111,26	0,962	8,061	4,158	4,909
31/12/2021 7:15:00	29,14	119,47	0,972	6,550	3,854	3,763
31/12/2021 7:30:00	28,05	112,55	0,970	5,843	4,391	3,925
31/12/2021 7:45:00	27,11	104,89	0,968	5,534	3,566	3,795
31/12/2021 8:00:00	29,91	106,99	0,963	7,025	3,531	3,754
31/12/2021 8:15:00	25,60	114,75	0,976	6,516	4,370	3,767
31/12/2021 8:30:00	30,79	107,31	0,961	5,637	3,294	3,763
31/12/2021 8:45:00	31,61	101,49	0,955	6,066	3,490	3,933
31/12/2021 9:00:00	33,74	110,56	0,956	7,127	3,399	4,505
31/12/2021 9:15:00	33,09	114,60	0,961	6,967	3,468	4,729
31/12/2021 9:30:00	34,20	111,47	0,956	5,667	3,607	4,874
31/12/2021 9:45:00	33,26	119,95	0,964	5,506	4,039	6,158
31/12/2021 10:00:00	33,62	126,87	0,967	6,892	4,289	6,552
31/12/2021 10:15:00	36,27	139,72	0,968	7,539	5,612	5,117
31/12/2021 10:30:00	36,54	133,85	0,965	6,526	3,483	4,958
31/12/2021 10:45:00	33,48	132,83	0,970	7,579	4,587	4,789
31/12/2021 11:00:00	37,20	138,80	0,966	7,307	3,722	6,157
31/12/2021 11:15:00	35,71	130,53	0,965	7,625	3,736	5,537

31/12/2021 11:30:00	36,11	124,80	0,961	7,425	3,221	5,633
31/12/2021 11:45:00	39,72	131,97	0,958	8,060	3,769	5,917
31/12/2021 12:00:00	38,27	139,89	0,965	7,950	5,147	5,334
31/12/2021 12:15:00	37,28	127,89	0,960	8,013	3,379	5,651
31/12/2021 12:30:00	39,40	121,57	0,951	7,074	2,848	5,246
31/12/2021 12:45:00	38,48	117,92	0,951	7,129	3,636	5,689
31/12/2021 13:00:00	41,11	134,62	0,956	8,038	3,000	5,549
31/12/2021 13:15:00	40,58	129,26	0,954	7,616	3,533	5,504
31/12/2021 13:30:00	40,15	124,81	0,952	7,710	3,618	5,265
31/12/2021 13:45:00	40,56	131,27	0,955	6,696	4,001	5,242
31/12/2021 14:00:00	41,77	124,70	0,948	6,584	4,324	5,998
31/12/2021 14:15:00	41,62	124,12	0,948	7,947	2,699	5,739
31/12/2021 14:30:00	44,23	130,70	0,947	7,733	5,124	5,322
31/12/2021 14:45:00	46,93	143,53	0,950	8,826	3,588	5,720
31/12/2021 15:00:00	46,68	144,26	0,951	7,575	4,700	5,486
31/12/2021 15:15:00	48,03	131,53	0,939	8,407	3,122	5,727
31/12/2021 15:30:00	49,54	153,69	0,952	9,747	4,656	6,079
31/12/2021 15:45:00	48,72	153,68	0,953	10,984	4,688	7,229
31/12/2021 16:00:00	50,57	168,82	0,958	9,885	5,415	5,206
31/12/2021 16:15:00	49,25	142,36	0,945	9,100	5,321	5,303
31/12/2021 16:30:00	50,05	149,83	0,948	9,856	4,287	6,117
31/12/2021 16:45:00	47,70	156,33	0,956	7,666	6,907	6,740
31/12/2021 17:00:00	47,67	156,66	0,957	8,140	5,458	5,595
31/12/2021 17:15:00	49,38	149,37	0,949	10,435	4,572	5,537
31/12/2021 17:30:00	50,21	159,35	0,954	12,035	4,147	4,696
31/12/2021 17:45:00	49,38	155,06	0,953	10,721	3,776	5,567
31/12/2021 18:00:00	48,41	174,12	0,963	9,378	5,235	5,758

31/12/2021 18:15:00	48,49	172,02	0,962	11,362	4,132	6,833
31/12/2021 18:30:00	60,15	193,38	0,955	19,027	5,707	7,664
31/12/2021 18:45:00	78,51	279,62	0,963	19,486	9,316	9,729
31/12/2021 19:00:00	76,27	305,57	0,970	20,056	8,926	9,994
31/12/2021 19:15:00	77,19	295,45	0,968	20,618	8,170	10,236
31/12/2021 19:30:00	77,59	312,24	<u>0,970</u>	<u>21,241</u>	<u>8,594</u>	<u>10,696</u>
31/12/2021 19:45:00	77,27	302,56	0,969	19,971	8,802	9,428
31/12/2021 20:00:00	77,94	293,58	0,967	20,121	9,141	9,430
31/12/2021 20:15:00	77,53	296,82	0,968	22,159	9,142	8,911
31/12/2021 20:30:00	77,13	294,14	0,967	19,850	8,550	8,959
31/12/2021 20:45:00	79,65	296,75	0,966	20,106	8,478	9,017
31/12/2021 21:00:00	78,03	284,34	0,964	19,170	8,565	7,890
31/12/2021 21:15:00	76,76	294,06	0,968	19,621	8,974	9,076
31/12/2021 21:30:00	75,83	286,75	0,967	18,588	8,356	7,730
31/12/2021 21:45:00	74,33	270,42	0,964	17,520	8,038	7,894
31/12/2021 22:00:00	74,38	268,89	0,964	17,671	9,500	8,168
31/12/2021 22:15:00	73,76	266,37	0,964	17,264	8,238	7,798
31/12/2021 22:30:00	73,13	253,75	0,961	16,959	7,709	7,583
31/12/2021 22:45:00	71,82	251,89	0,962	17,249	7,892	7,724
31/12/2021 23:00:00	70,08	245,97	0,962	16,282	7,538	7,342
31/12/2021 23:15:00	70,14	248,04	0,962	16,506	7,530	7,355
31/12/2021 23:30:00	70,54	243,66	0,961	16,526	7,816	7,358
31/12/2021 23:45:00	67,59	237,70	0,962	16,428	7,538	7,089

Anexo 13

Presupuesto para la Repotenciación y Reconfiguración del Alimentador A0208 Guamote.

No. (Número entero secuencial)	Rubro (Alfanumérico de máximo 300 caracteres)	Unidad (Alfanumérico de máximo 20 caracteres)	Cantidad (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)	Precio Unitario (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)	Precio Total (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)
1	REPLANTEO GENERAL	km	17,104	228	3899,712
2	TIPO EST-1CP	c/u	6	43,51	261,06
3	TIPO EST-1CA	"	6	75,85	455,1
4	TIPO EST-1CD	"	1	125,62	125,62
5	TIPO EST-1CR	"	21	52,81	1109,01
6	TIPO EST-3VA	"	127	345,24	43845,48
7	TIPO EST-3CP	"	25	182,51	4562,75
8	TIPO EST-3CA	"	95	327,94	31154,3
9	TIPO EST-3CD	"	45	522,98	23534,1
10	TIPO EST-3CR	"	7	341,31	2389,17
11	TIPO EST-3VP	"	51	187,28	9551,28
12	TIPO EST-3HD	"	5	556,5	2782,5
13	TIPO ESD-1PP(3)	"	33	19,12	630,96
14	TIPO ESD-1PR(3)	"	7	25,74	180,18
15	TIPO ESD-1PD(3)	"	1	42,89	42,89
16	TIPO ESD-1EP	"	308	19,6	6036,8
17	TIPO ESD-1ER	"	36	28,83	1037,88
18	TIPO ESD-1ED	"	58	36,39	2110,62
19	TIPO ESD-4EP	"	7	28,63	200,41
20	TIPO ESD-4ER	"	6	34,01	204,06
21	TIPO ESD-4ED	"	2	79,27	158,54
22	TRANSPORTE DE POSTE DE MADERA	"	1	22,55	22,55
23	TRANSPORTE DE POSTE DE HORMIGÓN	"	54	34,03	1837,62
24	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO,	"	200	368,85	73770
25	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO,	"	132	1085,05	143226,6
26	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO, ERECCIÓN, COMH	"	2	842,89	1685,78
27	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO, E	"	2	1149	2298
28	RETIRO DE POSTE DE MADERA	"	1	44,06	44,06
29	RETIRO DE POSTE DE HORMIGÓN	"	54	58,55	3161,7
30	EXCAVACIÓN , SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BLOQUE	"	245	40,6	9947
31	REUBICACIÓN POSTE DE HORMIGÓN	"	3	167,49	502,47
32	ALUMINIO ACSR # 2	"	2,40784	769,3	1852,351312
33	CABLE ACSR # 2/0	"	15,5218416	2051,89	31849,11156
34	CABLE ACSR # 3/0	"	46,5655248	2174,48	101255,8024
35	DESMTAJE DE LÍNEA DE MT Y/O BT INCLUIDO DESARM	"	7,4541	197,31	1470,768471
36	CABLE DE CU, 15KV, XLPE 3/0	"	0,3993	15563,46	6214,489578
37	CABLE DE CU, 2KV, XLPE 3/0	"	0,1331	9173,46	1220,987526
38	REINSTALACIÓN DE RED DE BAJA TENSIÓN	"	1,383	103,28	142,83624
39	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TTSD	c/u	14	35,86	502,04
40	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TTST	"	20	57,6	1152
41	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TTD	"	118	81,67	9637,06
42	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TFST	"	9	91,71	825,39
43	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TFS	"	1	72	72
44	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TFD	"	83	114,46	9500,18
45	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TSST	"	1	69,54	69,54
46	PUESTA A TIERRA PTDC2_1	"	9	144,0239653	1296,215688
47	PUESTA A TIERRA PTDC2_2	"	37	160,4519653	5936,722718
48	Varillas de vibración	"	12	17,21	206,52
49	DESMTAJE/MONTAJE DE TRANSFORMADOR T1(5,10,1	"	6	123,76	742,56
50	INSTALACIÓN DE RECONECTADOR	"	1	27821,85	27821,85
51	SECCIONADOR FUSIBLE (SPT-1S100)	"	3	117,12	351,36
52	DESMTAJE DE ACOMETIDAS	"	51	15,89	810,39
53	CONECTOR PARA ACOMETIDAS	"	51	2,09	106,59
54	Desmontaje luminarias 125 - 175 W (Hg) 70 (Na)	"	28	25,82	722,96
55	*INSTALACIÓN DE LUMINARIA	"	28	42,115	1179,22
56	REUBICACIÓN DE ACOMETIDA	"	51	18,56	946,56
57	PARARRAYOS	"	33	173,9	5738,7
58	ENERGIZACIÓN Y PRUEBAS	día	15	378,69	5680,35
59	LIQUIDACIÓN, MEMORIA CONSTRUCCIÓN, PLANOS "CON	global	1	757,39	757,39
60	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANEJO AMBIENTAL	global	1	1135,53	1135,53
61	Replanteo y nivelación lineal	m	139	0,87	120,93
62	Corte de hormigon con equipo mecanico	m	18	3,86	69,48
63	Rotura de piso o acera de hormigon	m2	4,05	4,69	18,9945
64	Malla Electrosoldada (6.15)	m2	21	6,79	142,59
65	Marco y contramarca	kg	230,95	3,74	863,753
66	Encofrado recto con tabla de monte	m2	42	11,22	471,24
67	Excavación manual de 0-2m	m3	87,665	8,59	753,04235
68	Desalojo de escombros	m3	71,22	15,89	1131,6858
69	Grava para drenes	m3	4,05	24,92	100,926
70	Cama de arena	m3	4,235	22,7	96,1345
71	Rello manual compactado con arena fina	m3	32,67	26,72	872,9424
72	Rello manual compactado con material del sitio	m3	25,41	8,61	218,7801
73	Rello manual compactado con subbase clase 3	m3	8,47	27,45	232,5015
74	Cinta de identificación de banco de ductos	m	242	0,64	154,88
75	TUBERIA 1 VIA PVC 160 MM O 6" NARANJA CORRUGADO	m	484	8,17	3954,28
76	SEPARADOR DE 5 cm (2")	m	121	3,72	450,12
77	TRIDUCTO 40MM POLIETILENO	m	121	9,37	1133,77
78	Alambre galvanizado #16	m	605	0,13	78,65
79	Retiro de adoquin	m2	84,7	3,07	260,029
80	Recolocación de adoquin	m2	84,7	4,88	413,336
Total					601.503,74

Anexo 14

Presupuesto para la Repotenciación y Reconfiguración del Alimentador A0213 Cebadas.

Nº. (Número entero secuencial)	Rubro (Alfanumérico de máximo 300 caracteres)	Unidad (Alfanumérico de máximo 20 caracteres)	Cantidad (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)	Precio Unitario (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)	Precio Total (Numérico de máximo 12 enteros, 5 decimales)
1	REPLANTEO GENERAL	km	9,6	228,00	2.188,80
2	TIPO EST-1CP	c/u	3	43,51	130,53
3	TIPO EST-1CD	"	26	125,62	3.266,12
4	TIPO EST-1CR	"	5	52,81	264,05
5	TIPO EST-1VP	"	2	143,70	287,40
6	TIPO EST-1VA (VP2 1 fase)	"	1	265,88	265,88
7	TIPO EST-3VA	"	37	345,24	12.773,88
8	TIPO EST-3VR	"	1	349,35	349,35
9	TIPO EST-3VD	"	1	501,82	501,82
10	TIPO EST-3CP	"	23	182,51	4.197,73
11	TIPO EST-3CA	"	12	327,94	3.935,28
12	TIPO EST-3CD	"	26	522,98	13.597,48
13	TIPO EST-3CR	"	35	341,31	11.945,85
14	TIPO EST-3VP	"	34	187,28	6.367,52
15	TIPO EST-3HD	"	1	556,50	556,50
16	TIPO ESD-1EP	"	69	19,60	1.352,40
17	TIPO ESD-1ER	"	32	28,83	922,56
18	TIPO ESD-1ED	"	26	36,39	946,14
19	TRANSPORTE DE POSTE DE MADERA	"	9	22,55	202,95
20	TRANSPORTE DE POSTE DE HORMIGÓN	"	46	34,03	1.565,38
21	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO, ERECCIÓN, COMPACTACIÓN, POSTES DE HORMIGÓN 12 M 500KG.	"	92	368,85	33.934,20
22	EXCAVACIÓN; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO, ERECCIÓN, COMPACTACIÓN, POSTES DE HORMIGÓN 12 M 2000KG.	"	8	1.085,05	8.680,40
23	EXCAVACIÓN DE HUECO; SUMINISTRO, TRANSPORTE, MANIPULEO, ERECCIÓN, COMPACTACIÓN, POSTES DE FIBRA DE VIDRIO DE 12 M 500KG	"	14	686,98	9.617,72
24	RETIRO DE POSTE DE MADERA	"	9	44,06	396,54
25	RETIRO DE POSTE DE HORMIGÓN	"	46	58,55	2.693,30
26	EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BLOQUE Y VARILLA DE ANCLAJE	"	131	40,60	5.318,60
27	REUBICACIÓN POSTE DE HORMIGÓN	"	3	167,49	502,47
28	ALUMINIO ACSR # 4	Km	0,300	714,08	214,22
29	ALUMINIO ACSR # 2	"	0,30	769,30	230,79
30	CABLE ACSR # 2/0	"	9,30	2.051,89	19.082,58
31	CABLE ACSR # 3/0	"	27,90	2.174,48	60.667,99
32	DESMONTAJE DE LÍNEA DE MT Y/O BT INCLUIDO DESARMADO DE ESTRUCTURAS (CONDUCTOR # 4, 2, 1/0, 2/0)	"	7,30	197,31	1.440,36
33	REINSTALACIÓN DE RED DE BAJA TENSIÓN	"	1,96	103,28	202,43
34	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TTST	"	27,00	57,60	1.555,20
35	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TTDT	"	67,00	81,67	5.471,89
36	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TFST	"	1,00	91,71	91,71
37	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TFDT	"	31,00	114,46	3.548,26
38	ARMADO Y REGULADO DE VIENTOS TIPO TPST	"	5,00	83,12	415,60
39	PUESTA A TIERRA PTDC2_1	"	25,00	144,02	3.600,60
40	Varillas de vibración	"	56,00	17,21	963,76
41	DESMONTAJE/MONTAJE DE TRANSFORMADOR T1(5,10,15, 25 KVA) CSP	"	3,00	123,76	371,28
42	INSTALACIÓN DE RECONECTADOR	"	1,00	27.821,85	27.821,85
43	SECCIONADOR FUSIBLE (SPT-1S100)	"	6,00	117,12	702,72
44	REUBICACIÓN DE MEDIDOR	"	34,00	27,70	941,66
45	REUBICACIÓN DE ACOMETIDA	"	59,00	18,56	1.095,04
46	PARARRAYOS	"	21,00	173,90	3.651,90
47	ENERGIZACIÓN Y PRUEBAS	día	15,00	378,69	5.680,35
48	LIQUIDACIÓN, MEMORIA CONSTRUCCIÓN, PLANOS "COMO CONSTRUIDO"	global	1,00	757,39	757,39
49	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANEJO AMBIENTAL	global	1,00	1.135,53	1.135,53
				Subtotal	266.403,96

Anexo 15

Índices de calidad del Alimentador A0208 Guamote con las propuestas realizadas.

Fecha Desconexión	Tiempo en Horas	KVA Instalados	KVA Interrumpidos	Causa	Descripción de la Causa	INDICADORES TOTALES		No Programadas		Programadas	
						FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
2/11/2021	3,00	7212,50	2400,00	Red Medio Voltaje	Arboles (sin incluir podas)	0,3328	0,9983	0,0021	0,0488	0,0000	0,0000
3/11/2021	3,00	7212,50	1357,00	Red Medio Voltaje	Daño o interferencia accidental de particulares	0,1881	0,5644	0,1881	0,5644	0,0000	0,0000
13/11/2021	4,00	7212,50	1222,50	Ampliaciones y Mejoras	Programadas por ampliaciones	0,1695	0,6780	0,0000	0,0000	0,2111	0,9493
18/11/2021	3,00	7212,50	10,0000	Red Bajo Voltaje	Arboles (sin incluir podas)	0,0014	0,0042	0,0014	0,0042	0,0000	0,0000
21/11/2021	2,00	7212,50	3200,00	Red Bajo Voltaje	Falla de equipamiento, materiales y accesorios	0,4437	0,8873	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22/11/2021	3,00	7212,50	2679,00	Red Medio Voltaje	Arboles (sin incluir podas)	0,3714	1,1143	0,3714	1,1143	0,0000	0,0000
27/11/2021	1,75	7212,50	2804,00	Red Medio Voltaje	Protección, medición, supervisión y control	0,3888	0,6803	0,3888	0,6803	0,0000	0,0000
30/11/2021	3,000	7212,50	1376,00	Red Medio Voltaje	Arboles (sin incluir podas)	0,1908	0,5723	0,1908	0,5723	0,0000	0,0000
30/11/2021	5,60	7212,50	2750,00	Climaticas	Descargas Atmosfericas (Rayos)	0,3813	2,1352	0,0381	0,6825	0,0000	0,0000
10/11/2021	3,00	7212,50	2201,00	Red Medio Voltaje	Arboles (sin incluir podas)	0,3052	0,9155	0,0374	0,8616	0,0000	0,0000
17/11/2021	5,70	7212,50	3600,00	Climaticas	Descargas Atmosfericas (Rayos)	0,4991	2,8451	0,0374	0,2882	0,0000	0,0000
19/11/2021	5,18	7212,50	275,00	Climaticas	Viento Fuerte	0,0381	0,1976	0,0381	0,5408	0,0000	0,0000
Total mes =	42,233	86550,000	23874,500		Total mes =	3,3102	11,6499				

Anexo 16

Índices de calidad del Alimentador A0213 Pungalá con las propuestas realizadas.

Fecha Desconexión	Tiempo en Horas	KVA Instalados	KVA Interrumpidos	Descripción de la Causa	INDICADORES TOTALES		No Programadas		Programadas	
					FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
4/11/2021	5,22	1873,00	1039,00	Descargas Atmosfericas (Rayos)	0,5547	2,894	0,0053	0,028	0,0000	0,0000
5/11/2021	5,22	1873,00	890,00	Descargas Atmosfericas (Rayos)	0,4752	2,480	0,0053	0,087	0,0000	0,0000
6/11/2021	6,75	1873,00	290,00	Lluvia	0,1548	1,045	0,1548	0,426	0,0000	0,0000
27/11/2021	4,40	1873,00	800,00	Arboles (sin incluir podas)	0,4271	1,879	0,1548	0,526	0,0000	0,0000
28/11/2021	3,45	1873,00	675,00	Viento Fuerte	0,3604	1,243	0,0347	0,085	0,0000	0,0000
10/11/2021	7,97	1873,00	254,00	Lluvia	0,1356	1,080	0,0027	0,013	0,0000	0,0000
Total =	33,003	11238,000	3948,000		2,1078	11,594				