

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA.**

TESIS
**ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE CHOTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
CALIDAD DE SUMINISTRO**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

Bach. Barboza Regalado Eduardo Junnior
<https://orcid.org/0000-0001-6141-3448>

Asesor:

Mg. Vives Garnique Juan Carlos
<https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú
2021

ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHOTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE SUMINISTRO

Mg. Vives Garnique Juan Carlos
Presidente del Jurado de tesis

Mg. Gastiaburú Morales Sylvia Yvone
Secretaria del Jurado de tesis

Mg. Alvarado Silva Carlos Alexis
Vocal del Jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primordialmente a nuestro señor Jesús por guiarme y darme la sabiduría necesaria y enfrentar todo tipo de obstáculos que sobrellevé y posibles venideros. A mis padres por su bondad infinita y el apoyo incondicional que me brindaron en mi día a día a este camino profesional. A mi señora esposa y a la gran bendición que me entregó de ser padre. A todos ellos se los debo y por el esfuerzo que tengo de superarme cada día deseo lograr grandes cosas en esta nueva faceta a mi vida profesional.

Barboza Regalado Eduardo Junnior

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a mis padres por haberme dado la vida y por llenar el transcurso de mis días con amor, esperanza y bondad. A mi señora esposa por ser mi apoyo en estos últimos años hacia mi carrera profesional y otorgándome la bendición de ser padre un impulso más grande a superarme.

Agradecer a mi asesor, el Mg., por toda la colaboración brindada durante la elaboración de esta tesis. También hacer mención al Mg. por su tiempo, dedicación e incondicional y desinteresado apoyo.

Agradezco a todos los profesionales de las empresas concesionarias que me ayudaron y contribuyeron a este proyecto.

Barboza Regalado Eduardo Junnior

RESUMEN

En el presente proyecto “ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHOTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CALIDAD DE SUMINISTRO”, se ha detallado un procedimiento factible en el que se reducirá los costos por reposición de servicio eléctrico, deterioro de los equipos de potencia, mantenimiento en las redes eléctricas (Indicadores de Calidad de Suministro eléctrico: SAIDI, “Indicador que determina la duración de la interrupción” – SAIFI, “Indicador que determina el número de veces que se interrumpió el servicio eléctrico”), para una empresa eléctrica distribuidora en Chota y Centros Poblados. En primera instancia se realizó un diagnóstico de las interrupciones de los alimentadores más críticos del sistema eléctrico de Chota: CHT 101 - CHT 102, en una tensión de 10 kV, CHI 201 – CHI 202 - COR 201 – QUE 101 – CUT 205, en una tensión de 22.9 kV. CUT 101, en una tensión de 13.2 kV. También mediante el software: Digsilent Power Factory, se determinó el cálculo de flujo de potencia de la situación actual del Sistema Eléctrico de Chota y se generó un reporte en el lado de baja y media tensión de los terminales (puntos de entrada y salida con los que opera los transformadores), así como un resumen total de sistema. A continuación, con los datos ya obtenidos se realizó el cálculo y selección para los sistemas eléctricos de protección (Fusibles, Recloser, detectores de falla autónomos) para la implementación en la red existente, luego se detalló una comparación entre el sistema eléctrico actual y la nueva implementación en la cual se comprueba la viabilidad del estudio, manteniendo las tolerancias contempladas en los indicadores de calidad de suministro. Por último, se realizó la evaluación económica de la nueva implementación en el que se comprobó la viabilidad del proyecto, obteniendo como resultados un TIR (“Tasa de Interés de Retorno”), mayor a la tasa interna en 17% y un VAN (“Valor Actual Neto”), mayor a 0, recuperando la inversión en 10 años para empezar a generar ganancias a favor de la empresa Eléctrica que se aplique.

PALABRAS CLAVES: Saidi, Saifi, Recloser, Suministro, Alimentador, Terminales.

ABSTRACT

In this project "ENERGY ANALYSIS OF THE CHOTA ELECTRICAL SYSTEM FOR THE OPTIMIZATION OF THE QUALITY OF SUPPLY", a feasible procedure has been detailed in which the costs for replacement of electrical service, deterioration of power equipment, maintenance in electricity networks (Power Supply Quality Indicators: SAIDI, "Indicator that determines the duration of the interruption" - SAIFI, "Indicator that determines the number of times the electrical service was interrupted"), for a distribution electricity company in Chota and Populated Centers. In the first instance, a diagnosis was made of the interruptions of the most critical feeders of the Chota electrical system: CHT 101 - CHT 102, at a voltage of 10 kV, CHI 201 - CHI 202 - COR 201 - QUE 101 - CUT 205, in a voltage of 22.9 kV. CUT 101, at a voltage of 13.2 kV. Also using the software: Digsilent Power Factory, the power flow calculation of the current situation of the Chota Electric System was determined and a report was generated on the low and medium voltage side of the terminals (entry and exit points with the operating the transformers), as well as a total system summary. Next, with the data already obtained, the calculation and selection was made for the electrical protection systems (Fuses, Recloser, autonomous fault detectors) for the implementation in the existing network, then a comparison between the current electrical system and the new implementation in which the feasibility of the study is verified, maintaining the tolerances contemplated in the supply quality indicators. Finally, the economic evaluation of the new implementation was carried out in which the viability of the project was verified, obtaining as results an IRR ("Return Interest Rate"), greater than the internal rate by 17% and a NPV (" Net Present Value "), greater than 0, recovering the investment in 10 years to start generating profits in favor of the Electricity company that is applied.

KEY WORDS: Saidi, Saifi, Recloser, Supply, Feeder, Terminals.

INDICE

| | |
|---|----|
| CAPITULO I | 17 |
| INTRODUCCION | 17 |
| I. Introducción..... | 18 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 19 |
| 1.1.1. Realidad Problemática Internacional | 19 |
| 1.1.2. Realidad Problemática Nacional | 20 |
| 1.1.3. Realidad Problemática Local | 21 |
| 1.2. Teorías Relacionadas al Tema..... | 23 |
| 1.2.1. Sistema Eléctrico..... | 23 |
| 1.2.2. Calidad de Suministro Eléctrico..... | 24 |
| 1.2.3. Interrupción eléctrica..... | 24 |
| 1.2.4. Medición De Variables..... | 31 |
| 1.2.5. Coordinación de protecciones | 35 |
| 1.2.6. Análisis De Cortocircuitos En Sistemas Eléctricos De Potencia | 36 |
| 1.2.7. Tipos de falla de cortocircuito..... | 37 |
| 1.2.8. Corriente de Cortocircuito..... | 38 |
| 1.2.9. Digsilent Power Factory | 39 |
| 1.2.10. Seccionalizadores | 39 |
| 1.2.11. Fusibles tipo K | 39 |
| 1.2.12. Recloser o reconectador | 42 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 1.2.13. | Señalizador de Falla | 43 |
| 1.2.14. | Parámetros Eléctricos y Definiciones | 44 |
| 1.3. | Formulación Del Problema..... | 49 |
| 1.4. | Justificación E Importancia Del Estudio. | 49 |
| 1.4.1. | Justificación Técnica | 49 |
| 1.4.2. | Justificación Económica..... | 50 |
| 1.4.3. | Justificación Social..... | 50 |
| 1.4.4. | Justificación Ambiental..... | 50 |
| 1.5. | Importancia Del Estudio | 50 |
| 1.6. | Hipótesis | 50 |
| 1.7. | Objetivos..... | 51 |
| 1.7.1. | Objetivo General | 51 |
| 1.7.2. | Objetivos Específicos:..... | 51 |
| CAPITULO II | | 52 |
| II. | MATERIAL Y METODO | 53 |
| 2.1. | Población y Muestra | 53 |
| 2.1.1. | Población..... | 53 |
| 2.1.2. | Muestra..... | 53 |
| 2.2. | Variables de Operacionalización | 54 |
| 2.2.1. | Variable Independiente | 54 |
| 2.2.2. | Variable Dependiente | 54 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 2.2.3. | Variable para la optimización de la calidad de suministro..... | 55 |
| 2.3. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 55 |
| 2.3.1. | Técnica de recolección de datos validez y confiabilidad | 55 |
| 2.3.2. | Instrumento de recolección de datos | 56 |
| 2.3.3. | Procedimiento para recolección de datos | 56 |
| 2.4. | Criterios Éticos | 56 |
| 2.5. | Principios de rigor científico | 58 |
| CAPITULO III..... | | 59 |
| III. | Resultados | 60 |
| 3.1. | Diagnóstico para determinar los alimentadores críticos..... | 60 |
| 3.2. | Diagnóstico De Interrupciones En El Sistema Eléctrico De Chota..... | 61 |
| 3.2.1. | Alimentador CHT 101 (Chota) | 61 |
| 3.2.2. | Alimentador CHI 201 (Chiriconga) | 65 |
| 3.2.3. | Alimentador COR 201 (Cerro Corona)..... | 68 |
| 3.2.4. | Alimentador CUT 101 (Cutervo) | 71 |
| 3.2.5. | Alimentador QUE 101-CUT205 (Querocotillo) | 74 |
| 3.2.6. | Alimentador CHI202..... | 77 |
| 3.3. | Análisis De Flujo De Potencia..... | 82 |
| 3.3.1. | Cálculo De Flujo De Potencia Utilizando Digsilent Power Factory | 82 |
| 3.3.2. | Datos Técnicos Para el Análisis | 82 |
| 3.3.3. | Configuración de los Alimentadores Críticos | 82 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.3.4. | Máxima Demanda de los Alimentadores Críticos..... | 83 |
| 3.3.5. | Sistema de Protección Recomendado. | 83 |
| 3.3.6. | Parámetros Eléctricos de los Conductores | 83 |
| 3.3.7. | Metodología Para el Análisis del Flujo de Potencia | 85 |
| 3.3.8. | Análisis de Flujo..... | 85 |
| 3.4. | Implementación de equipamiento Tecnológico..... | 134 |
| 3.5. | Automatización del Equipamiento Tecnológico | 138 |
| 3.5.1. | Análisis Por Indicadores de Gestión | 138 |
| 3.5.2. | Análisis Por Infraestructura y Número de Clientes..... | 139 |
| 3.5.3. | Análisis de los Alimentador Críticos Para la Propuesta de Red Inteligente 139 | |
| 3.5.4. | Análisis Y Comparación De Resultados Con La Implementación | 143 |
| 3.6. | Análisis de Costo | 149 |
| 3.6.1. | Resultados de la evaluación económica | 154 |
| 3.6.2. | Discusión..... | 155 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 156 |
| IV. | Conclusiones y Recomendaciones..... | 157 |
| 4.1. | Conclusiones..... | 157 |
| 4.2. | Recomendaciones | 158 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 159 |
| | ANEXOS | 161 |

| | |
|--------------|-----|
| PLANOS | 168 |
|--------------|-----|

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Ilustración 1 Curvas de Fusión - Eslabones Tipo K | 41 |
| Ilustración 2 Alimentadores Críticos | 61 |
| Ilustración 3 Indicador SAIDI para interrupciones CHT 101 | 62 |
| Ilustración 4 Indicador SAIFI para interrupciones CHT 101 | 62 |
| Ilustración 5 Diagrama Unifilar CHT 101..... | 63 |
| Ilustración 6 Diagrama Unifilar CHT 102..... | 64 |
| Ilustración 7 Indicador SAIDI para Interrupciones CHI 201. | 65 |
| Ilustración 8 Indicador SAIFI para Interrupciones CHI 201. | 66 |
| Ilustración 9 Indicador SAIDI para Interrupciones COR 201..... | 68 |
| Ilustración 10 Indicador SAIFI para Interrupciones COR 201. | 69 |
| Ilustración 11 Indicador SAIDI para Interrupciones CUT 101. | 71 |
| Ilustración 12 Indicador SAIDI para Interrupciones CUT 101. | 72 |
| Ilustración 13 Indicador SAIDI para Interrupciones QUE 101-CUT-205..... | 74 |
| Ilustración 14 Indicador SAIFI para Interrupciones QUE 101-CUT-205. | 75 |
| Ilustración 15 Indicador SAIFI para Interrupciones CHI 202. | 77 |
| Ilustración 16 Indicador SAIDI para Interrupciones CHI 202. | 78 |
| Ilustración 17 (A.1) Regulación de tensión. | 86 |
| Ilustración 18 (A.2) Evaluación de Flujo de potencia..... | 87 |
| Ilustración 19 Alimentador CHT 101 en condiciones Normales - A. | 88 |
| Ilustración 20 Alimentador CHT 101 en condiciones Normales - B. | 89 |
| Ilustración 21 Curvas de coordinación Alimentador CHT 101 en condiciones Normales. | 89 |

| | |
|--|------------|
| Ilustración 22 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - A..... | 90 |
| Ilustración 23 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - A | 91 |
| Ilustración 24 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - B..... | 92 |
| Ilustración 25 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - B..... | 93 |
| Ilustración 26 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - C | 94 |
| Ilustración 27 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - D | 94 |
| Ilustración 28 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - C..... | 95 |
| Ilustración 29 (B.1) Regulación de tensión. | 96 |
| Ilustración 30 (B.2) Evaluación de flujo de potencia. | 96 |
| Ilustración 31 Alimentador CHT 102 Análisis de cortocircuito - A..... | 97 |
| Ilustración 32 Alimentador CHT 102 Curvas de actuación - A | 98 |
| Ilustración 33 Alimentador CHT 102 Curvas de actuación - B..... | 99 |
| Ilustración 34 (C.1) Regulación de tensión. | 100 |
| Ilustración 35 (C.2) Evaluación de flujo de potencia. | 101 |
| Ilustración 36 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – A..... | 102 |
| Ilustración 37 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – B..... | 102 |
| Ilustración 38 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – C..... | 103 |
| Ilustración 39 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – D..... | 104 |
| Ilustración 40 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - A | 104 |
| Ilustración 41 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – E..... | 105 |
| Ilustración 42 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - B..... | 106 |
| Ilustración 43 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – F..... | 107 |
| Ilustración 44 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - C..... | 107 |
| Ilustración 45 (D.1) Regulación de Tensión..... | 108 |
| Ilustración 46 (D.2) Evaluación de flujo de potencia..... | 109 |

| | |
|--|------------|
| Ilustración 47 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – A..... | 110 |
| Ilustración 48 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – B..... | 111 |
| Ilustración 49 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – C..... | 111 |
| Ilustración 50 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – D..... | 112 |
| Ilustración 51 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – E..... | 112 |
| Ilustración 52 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – F..... | 113 |
| Ilustración 53 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – G..... | 114 |
| Ilustración 54 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - A..... | 114 |
| Ilustración 55 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – H..... | 115 |
| Ilustración 56 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - B..... | 116 |
| Ilustración 57 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – I..... | 117 |
| Ilustración 58 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - C..... | 117 |
| Ilustración 59 (E.1) Regulación de Tensión..... | 118 |
| Ilustración 60 (E.2) Evaluación de Flujo de Potencia..... | 119 |
| Ilustración 61 Alimentador CUT 101 Análisis de cortocircuito – A..... | 120 |
| Ilustración 62 Alimentador CUT 101 Análisis de cortocircuito – B..... | 121 |
| Ilustración 63 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - A..... | 122 |
| Ilustración 64 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - B..... | 123 |
| Ilustración 65 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - C..... | 124 |
| Ilustración 66 (F.1) Regulación de Tensión..... | 125 |
| Ilustración 67 (F.2) Evaluación de Flujo de Potencia..... | 126 |
| Ilustración 68 Alimentador QUE 101 Análisis de cortocircuito – A..... | 127 |
| Ilustración 69 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - A..... | 127 |
| Ilustración 70 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - B..... | 128 |
| Ilustración 71 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - C..... | 129 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 72 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - D. | 130 |
| Ilustración 73 (G.1) Regulación de Tensión. | 131 |
| Ilustración 74 (G.2) Evaluación de Flujo de Potencia. | 131 |
| Ilustración 75 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación A. | 132 |
| Ilustración 76 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación B. | 133 |
| Ilustración 77 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación C. | 134 |
| Ilustración 78 Propuesta de Equipos Señalizadores de Falla – A. | 136 |
| Ilustración 79 Propuesta de Equipos Señalizadores de Falla – B. | 137 |
| Ilustración 80 Mapa de los Alimentadores Críticos. | 137 |
| Ilustración 81 | 146 |
| Ilustración 82 | 146 |
| Ilustración 83 Proyección del SAIDI y SAIFI Con Proyecto. | 147 |
| Ilustración 84 Reducción de SAIDI con Proyecto. | 148 |
| Ilustración 85 Reducción de SAIFI con Proyecto. | 148 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|------------|
| Cuadro 1 Indicador SAIDI | 21 |
| Cuadro 2 Indicador SAIFI..... | 21 |
| Cuadro 3 Tolerancia SAIDI superada en periodo 2019. | 22 |
| Cuadro 4 Tolerancia SAIFI superada en periodo 2019. | 23 |
| Cuadro 5 Indicadores de Calidad de Suministro en distintos niveles de tensión. | 33 |
| Cuadro 6 Metas de cumplimiento por desempeño SAIFI..... | 35 |
| Cuadro 7 Metas de cumplimiento por desempeño SAIDI. | 35 |
| Cuadro 8 Normas consideradas para el cálculo de cortocircuito..... | 37 |
| Cuadro 9 Selección de Fusible Tipo K para la protección de los transformadores. | 40 |
| Cuadro 10 Sección de los conductores para Línea de MT. | 45 |
| Cuadro 11 Reactancia Inductiva. | 45 |
| Cuadro 12 Parámetros de secuencia. | 47 |
| Cuadro 13 Usuarios del Sistema. | 53 |
| Cuadro 14 Operacionalización de variable independiente. | 54 |
| Cuadro 15 Operacionalización de variable dependiente..... | 54 |
| Cuadro 16 Alimentadores Críticos..... | 60 |
| Cuadro 17 – (A) Resultados de Interrupciones más frecuentes en el sistema. | 80 |
| Cuadro 18 - (B) Resultado de Interrupciones más frecuentes en el sistema. | 81 |
| Cuadro 19 Máxima demanda. | 83 |
| Cuadro 20 Corriente de cortocircuito en Alimentadores..... | 84 |
| Cuadro 21 Parámetros eléctricos. | 84 |
| Cuadro 22 Cantidad de Radiales..... | 136 |
| Cuadro 23 Indicadores de Gestión. | 138 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 24 Indicadores de Gestión. | 138 |
| Cuadro 25 Análisis por Infraestructura y Número de Clientes. | 139 |
| Cuadro 26 Equipamiento Requerido. | 142 |
| Cuadro 27 Comportamiento Actual de los Indicadores SAIDI y SAIFI. | 144 |
| Cuadro 28 Alimentadores Críticos. | 144 |
| Cuadro 29 | 145 |
| Cuadro 30 Proyección del SAIDI y SAIFI Con Proyecto. | 147 |
| Cuadro 31 Resultado Final del Indicador en el Sistema Eléctrico Chota. | 148 |

CAPITULO I

INTRODUCCION

I. Introducción

La investigación está orientada a presentar un análisis en el Sistema Eléctrico de Chota que conlleve a optimizar la calidad del suministro eléctrico obteniendo así beneficios para una empresa Distribuidora de energía y sus clientes en el ámbito rural, ya que actualmente Osinergmin, quien es el ente supervisor de la energía y minería, viene exigiendo, un servicio eficiente imponiendo severas sanciones por energía a compensar debido a interrupciones o fallos en la red, estas sanciones vienen contempladas en la Norma Técnica de Calidad de Servicios Rurales (NTCSER) aprobada por la Resolución Directorial N.º 016-2008-EM/DGE de Osinergmin y que a través de sus indicadores de gestión mide el control de interrupciones como son los indicadores SAIDI, “Indicador que determina la duración de la interrupción eléctrica” y SAIFI, “Indicador que determina el número de veces que se interrumpió el servicio eléctrico, por la cual la empresa debe cumplir metas que establece el ente fiscalizador para mantenerse y garantizar la confiabilidad de su sistemas eléctricos.

Es entonces que la presente investigación analizará las interrupciones en el transporte eléctrico provenientes desde sus 7 alimentadores CHT 101, CHT 102, CHI 201, CHI 202, COR 201, CUT 101, QUE 101, CUT 205 para determinar su índice de fallas que más repercute en la red y proponiendo así nuevas tecnologías que van desde la aplicación de seccionadores tipo fusibles, señaladores de falla autónomos, reconectores o recloser teniendo comunicación directa con el SCADA, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia, simulación de la red en tiempo real con operación de los equipos ante posibles interrupciones y monitoreo constante en el trabajo de transporte eléctrico efectuando así un proceso de control preventivo que permita garantizar la confiabilidad del sistema, minimizando los tiempos en la reposición y otros que conlleven a optimizar recursos evitando inconformidad en la atención

del servicio a los clientes rurales ya que los estudios enfocados al mantenimiento preventivo no garantizan la estabilidad actualmente, porque los equipos indicadores de fallas y protección no están bien implementados en el sistema para poder detectar o realizar maniobras previo a un accidente. Este análisis también permitirá reducir los impactos económicos en una compañía eléctrica de bienes y servicios en el ámbito rural, que al detener sus procesos por culpa de una interrupción o falla en la red disminuyen sus ingresos no prestando sus servicios a sus clientes en forma confiable.

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Realidad Problemática Internacional

Caracterizar la electricidad en un punto dado de una red de energía eléctrica, se hace a partir de la continuidad del suministro, relativa al número y duración de las interrupciones y de las características de la onda de tensión y de corriente (...). Una mala calidad de la energía eléctrica trae consigo el incremento en las pérdidas de energía, daños a la producción, a la economía y la competitividad empresarial. En las últimas décadas con la introducción de cargas no lineales como las computadoras, los variadores de frecuencia entre otras, los efectos negativos en la calidad de la energía se han manifestado con mayor frecuencia (...). Monitorear y mejorar el comportamiento de los indicadores de calidad de la energía eléctrica contribuye al uso eficiente de este recurso, por lo que debe constituir un objetivo de trabajo para las organizaciones. El suministrador, atribuye los problemas de mala calidad de la energía eléctrica a la instalación del usuario y viceversa (...). La Tecnología de Gestión Total de la Eficiencia Energética (TGTEE) (...) constituye una herramienta para lograr esto. Entre los módulos que la conforman contiene un sistema para el monitoreo y control, el mismo consta de tres etapas, información, control y mejoramiento (Berenguer Ungaro, Conde García, Deás Yero, Hernández Rodríguez, & Arias Gilart, 2018).

1.1.2. Realidad Problemática Nacional

“En los últimos años los sistemas eléctricos de la Empresa Electronorte SA se han visto afectados por las constantes interrupciones por causa de las lluvias, por fuertes vientos y otras fallas atribuidas a la infraestructura esto tiene su época estacionaria entre los meses de enero a abril con las llegadas de las fuertes lluvias y otras en los meses de julio a septiembre por los fuertes vientos que se dan en la geografía andina en donde su afluencia es mayor. Electronorte es la concesionaria encargada de administrar la distribución de dicho sistema eléctrico. Actualmente existen redes de baja tensión (BT) y media tensión (MT) en mal estado que ya cumplieron tiempo de vida útil, que en la actualidad continúan atendiendo solicitudes de nuevos suministros o incremento de carga, lo que aumenta su deterioro, sobre todo de su capacidad de aislamiento y trae consigo una pésima calidad de suministro a sus usuarios. El diseño estructural proyectado de estas redes en su oportunidad, han sido ya superado por el incremento de la carga, lo que ha traído como consecuencia que las redes de baja y media tensión sufran un desgaste más de lo adecuado. Durante las lluvias presentadas en los meses de verano, se atendieron averías de cortocircuitos y apertura de conductores que provocaron interrupciones en tramos de redes pertenecientes a Sub Estaciones de Distribución. Los problemas económicos se reflejan en los estados financieros donde la empresa pierda miles de soles durante el año enero a abril época en donde las compensaciones por las interrupciones de servicio superan los estándares propuestos, otra de las consecuencias son los problemas de reclamos por atención oportuna de la reposición de servicio las interrupciones de servicio son numerosas, tal que el personal con el que se cuenta se ve superado al momento de realizar la atención correspondientes; el organismo fiscalizador Osinergmin de acuerdo a su normativa propuesta establece parámetro de continuidad de servicio y cuando estas se ven superadas obliga a las concesionarias a realizar compensaciones de servicio por normas y por ley”.

Tabla 1 Problemática Nacional

La problemática principal radica en el Sistema Eléctrico Bambamarca Rural donde el indicador SAIFI ha superado las tolerancias propuestas por Osinergmin (Cuadro 1 y 2 Electronorte S.A, 2019).

Cuadro 1 Indicador SAIDI

| Sistema Eléctrico | SAIDI 2019 | | | | | | | | | | | | Saifi | Meta Osinergmin |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|
| | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | | |
| Cutervo | 1.04 | 0.18 | 0.04 | 0.18 | 0.43 | | 0.55 | 0.90 | 0.46 | 1.04 | 3.27 | 0.29 | 8.37 | 24 |
| Chota | | | | 0.54 | | | 8.64 | 3.33 | 2.29 | | | | 14.80 | 9 |
| Bambamarca | 1.62 | 0.67 | 0.13 | 0.04 | | | 0.22 | | 5.05 | | 0.32 | | 8.03 | 9 |
| Chota Rural | | 1.38 | 1.85 | 0.76 | 0.64 | 4.82 | 1.38 | 4.22 | 0.05 | | 1.26 | 0.99 | 17.35 | 40 |
| Bambamarca Rural | 1.70 | 0.00 | 1.41 | 0.00 | 1.51 | 5.79 | 0.13 | 3.84 | 4.66 | 2.39 | 1.49 | 0.00 | 22.92 | 40 |
| Querocoto | 22.23 | | | | 4.37 | | | | 7.43 | | | | 37.31 | 24 |
| Total | 26.57 | 2.23 | 3.43 | 1.52 | 6.95 | 10.61 | 10.91 | 12.29 | 19.93 | 3.44 | 6.34 | 4.55 | 108.78 | 146 |

Fuente: Electronorte S.A.

Cuadro 2 Indicador SAIFI

| Sistema Eléctrico | SAIFI 2019 | | | | | | | | | | | | Saifi | Meta Osinergmin |
|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|
| | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SET. | OCT. | NOV. | DIC. | | |
| Cutervo | 1.00 | 0.48 | 0.03 | 0.63 | 0.34 | | 0.26 | 0.73 | 1.24 | 0.99 | 0.64 | 0.25 | 6.59 | 12 |
| Chota | | | | 0.09 | | | 0.96 | 0.57 | 0.95 | | | | 2.57 | 5 |
| Bambamarca | 1.09 | 1.08 | 0.10 | 0.08 | | | 0.13 | | 0.96 | | 1.01 | | 4.46 | 5 |
| Chota Rural | | 0.19 | 0.52 | 0.63 | 0.79 | 2.91 | 0.36 | 1.35 | 0.06 | | 0.25 | 0.32 | 7.39 | 16 |
| Bambamarca Rural | 2.96 | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 1.37 | 4.89 | 0.38 | 4.91 | 3.33 | 0.98 | 1.94 | 0.00 | 21.65 | 16 |
| Querocoto | 0.94 | | | | 3.46 | | | | 2.81 | | | | 8.04 | 12 |
| Total | 26.57 | 2.23 | 3.43 | 1.52 | 6.95 | 10.61 | 10.91 | 12.29 | 19.93 | 3.44 | 6.34 | 4.55 | 108.78 | 66 |

Fuente: Electronorte S.A.

SAIFI: Indicador que determina el número de veces que se interrumpió el servicio eléctrico.

SAIDI: Indicador que determina la duración de la interrupción eléctrica.

1.1.3. Realidad Problemática Local

La calidad del servicio eléctrico alojada en el sistema eléctrico de Chota se ve interrumpida por muchos factores, por ejemplo, crecimiento en la vegetación, incendios forestales, problemas con la fauna, actos de vandalismo, aumento en la demanda, mantenimiento, pero en especial se tiene en cuenta la situación climatológica como son las

descargas atmosféricas, siendo esta última uno de los problemas en la cual la Concesionaria ha centrado con mayor énfasis en los últimos 10 años no encontrando la respuesta que permita dar solución y los efectos negativos más frecuentes generados durante el proceso de transporte y distribución, son cortocircuitos, sobre corriente, caída de líneas y postes, inestabilidad en los equipos de protección produciendo una desconexión en cascada siendo así los motivos por los cuales más repercuten las fallas en el sistema rural de Chota. También es evidente que a mayores fallos en el suministro la empresa sufre pérdidas por concepto de pago de horas extras al personal, por la reposición de equipos para restablecer el sistema de energía, consumos dejados de facturar y sanciones contempladas en las normas de calidad, (compensaciones de servicios), etc. Los problemas sociales y legales tampoco se encuentran ajeno a la situación, ya que los estudios enfocados al mantenimiento preventivo no garantizan la seguridad, porque los equipos indicadores de fallas en el sistema no se encuentran a la vanguardia para poder detectar o realizar maniobras previo a un accidente.

“En la siguiente muestra se aprecia que las tolerancias SAIDI y SAIFI fueron superadas en los dos últimos años, siendo el año 2019 donde se registró mayor índice de interrupciones”. (Electronorte S.A, 2019).

Cuadro 3 Tolerancia SAIDI superada en periodo 2019.

| Sistema Electrico | SAIDI-2019 | Meta Osinergmin |
|--------------------------|-------------------|----------------------------|
| Cutervo | 8.37 | 24 |
| Chota | 14.80 | 9 |
| Bambamarca | 8.03 | 9 |
| Chota Rural | 17.35 | 40 |
| Bambamarca Rural | 22.92 | 40 |
| Querocoto | 37.31 | 24 |
| Total | 108.78 | 146 |

Fuente: Electronorte S.A.

Cuadro 4 Tolerancia SAIFI superada en periodo 2019.

| Sistema Electrico | SAIFI-2019 | Meta Osinergmin |
|--------------------------|-------------------|----------------------------|
| Cutervo | 6.59 | 12 |
| Chota | 2.57 | 5 |
| Bambamarca | 4.46 | 5 |
| Chota Rural | 7.39 | 16 |
| Bambamarca Rural | 21.65 | 16 |
| Querocoto | 8.04 | 12 |
| Total | 108.78 | 66 |

Fuente: Electronorte S.A.

1.2. Teorías Relacionadas al Tema

1.2.1. Sistema Eléctrico

Está definido como la agrupación de varios equipos o dispositivos que tienen como la finalidad proveer de energía eléctrica para que funcionen correctamente accesorios eléctricos en los hogares, en las industrias, colegios y diferentes instituciones, etc. Pero para que la energía llegue al usuario, se debe seguir un procedimiento el cuál inicia en la generación por las centrales eléctricas que son instalaciones que tienen una fuente de energía que hace que una turbina gire que, a su vez, hace girar un alternador y que de esa manera se produzca corriente alterna sinusoidal. El siguiente proceso es el transporte. Esta es la red que se encarga de enlazar las centrales con los puntos en lo que se utiliza la energía eléctrica. Para su uso, se necesita que las líneas eléctricas de transporte se interconecten entre sí con una estructura enmallada, que transporten energía eléctrica entre puntos lejanos, y en cualquier sentido.

El siguiente proceso a tener en cuenta son las subestaciones que son las denominadas plantas de transformación que se hallan junto a las centrales eléctricas y en el entorno de las zonas de consumo, entrelazadas todas ellas por la Red de transporte. Por último, es la distribución que se realiza desde las subestaciones que están cerca de las zonas de consumo. El servicio eléctrico es una responsabilidad de la compañía distribuidora que es la que debe

mantener las líneas necesarias para los usuarios. Estas líneas en diferentes niveles de tensión se las reduce en las instalaciones para que se llegue a valores utilizados en nuestros domicilios. Todo esto conforma la red de distribución que puede ser aérea o subterránea. En cuanto a las subestaciones de transformación son los que tienen transformadores que se alimentan por las líneas de distribución en media tensión. Ellos son los que se encargan de pasar de las tensiones de distribución a la tensión de baja. Además, las redes de distribución se unen con las instalaciones interiores de los usuarios, este punto es el que se llama instalación para enlazar y está formada por la acometida, la caja de derivación, derivaciones. A todo esto, se lo conoce como instalación enlazada.

1.2.2. Calidad de Suministro Eléctrico

La continuidad del suministro viene determinada por el número y la duración de las interrupciones, que pueden ser imprevistas o bien programadas para permitir la ejecución de trabajos previstos en la red, en cuyo caso los consumidores deberán ser informados de antemano por la empresa distribuidora previa autorización de la Administración competente en materia de energía.

La determinación de la continuidad del suministro se basa en dos parámetros:

- ❖ Tiempo de interrupción: el tiempo transcurrido desde que se inicia la interrupción hasta que finaliza, medido en horas. El tiempo de interrupción total será la suma de todos los tiempos de interrupción durante un plazo determinado.
- ❖ Número de interrupciones: el número de interrupciones total será la suma de todas las interrupciones habidas durante un plazo determinado.

1.2.3. Interrupción eléctrica

Se considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un Cliente, lo que incluye consecuentemente, aquellas que hayan sido programadas oportunamente. Para efectos de la Norma, no se consideran las interrupciones totales de suministro cuya duración

es menor de tres minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobados y calificados como tales por el OSINERGMIN, tal como lo establece la Primera Disposición Final (OSINERGMIN, 2008).

Una Interrupción eléctrica es una situación en la que la tensión de alimentación en el punto de entrega es inferior al 1% de la tensión declarada en cualquiera de las fases de alimentación.

Breves: < 3 minutos. Se consideran un problema de calidad de onda dado que son consecuencia de la eliminación de defectos o de la operación de los equipos de protección de las redes de distribución de energía eléctrica (reenganches rápidos debidos a faltas, operaciones de aislamiento de tramos...). Pueden ocurrir desde decenas hasta centenas de interrupciones breves al año. Además, el 70% de estas interrupciones no deberán pasar de 1 segundo. El período de medición deberá ser de un año, dado que las interrupciones se producen de forma irregular.

Largas: >3 minutos. Se consideran un problema de continuidad del suministro.

A. Interrupción De Servicio A Causas De Las Lluvias.

Las lluvias es un fenómeno atmosférico de tipo acuático que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes.

“La lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre, no sería lluvia sino virga y si el diámetro es menor sería llovizna” (Definición según la Organización Meteorológica Mundial, 2018). La lluvia depende de tres factores: la presión, la temperatura y, especialmente, la radiación solar.

El sistema Eléctrico Chota se encuentra ubicado en la sierra norte del Perú tiene un clima con una temperatura anual promedio de 15°C, llegando en el verano a superar los 20°C, la cual está comprendido entre los meses de enero a abril, justo en dicha época las

precipitaciones fluviales superan los parámetros de control generando interrupciones de servicio especial en las redes de baja tensión, Una interrupción es un evento durante el cual el voltaje, en el punto de conexión del cliente, cae a cero y no retorna a sus valores normales automáticamente.

Según la NTCSE “Norma Técnica de calidad del Servicio” (Dirección Regional de Electricidad, 2018), considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega, las interrupciones pueden ser causadas, entre otras razones, por salidas de equipos de las instalaciones del Suministrador u otras instalaciones que lo alimentan, y que se producen por mantenimiento, por maniobras, por ampliaciones, etc., o aleatoriamente por mal funcionamiento o fallas; lo que incluye, consecuentemente, aquellas que hayan sido programadas oportunamente.

Definido ciertos conceptos podemos decir que las lluvias es un fenómeno natural que produce interrupciones de servicio eléctrico debido a que ocasiona fallas en la infraestructura eléctrica, la interrupción del servicio eléctrico a consecuencia lluvias es una causa no deseada, los meses estacionarios las lluvias son con mayor frecuencia e impactan continuamente en la infraestructura eléctrica, las redes de baja tensión son las más afectadas, la exposición de estas redes al intemperie hace que estas se vuelvan más vulnerable.

B. Interrupción Del Servicio Eléctrico Por Disminución De Aislamiento De Infraestructura Eléctrica.

El Sistema Eléctrico Chota cuenta con infraestructura eléctrica de baja tensión que superan los 20 años por lo que la disminución de aislamiento de dichas instalaciones se ha venido perdiendo en el tiempo y el uso continuo de los elementos eléctrico. El aislamiento eléctrico se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad. El aislamiento es lo opuesto a la corriente que permite mantener la corriente en su trayectoria a lo largo de un conductor. Es importante tener presente

que ningún aislamiento es perfecto (su resistencia no es infinita), de modo que cierta cantidad de electricidad fluye a lo largo del aislamiento a través de la tierra. El Instrumento utilizado para medir el aislamiento es el mego metro. Un buen aislamiento no se debe deteriorar ante condiciones como el aumento del voltaje y la corriente debiendo mantener su resistencia alta ante estas situaciones. Existen riesgos para que el grado de aislamiento se deteriore y estos son producidos por daños mecánicos, frío, calor, vibraciones, aceites, vapores y humedad.

Apenas desarrolle grietas o picaduras el aislamiento debido a factores ya mencionados esta corre el riesgo de tener fugas de corriente funcionando inclusive como conductor de esta pudiendo traer consecuencias fatídicas. Es por esto que se debe implementar los equipos correctos para estar en constante evaluación de los niveles de aislamiento, además realizar mantenimiento predictivo a los equipos a fin de evitar pérdidas humanas.

Las lluvias es un fenómeno que se presenta en el Sistema Eléctrico Chota anualmente en los meses de enero abril, nuestras redes de baja tensión se ven afectadas constantemente por deterioro que presenta y estas se ven vulnerables por la poca capacidad dieléctrica.

C. Interrupción Del Servicio Eléctrico Por Fallas.

Esta interrupción tiene su característica principal que está vinculado directamente con la característica técnica de los elementos Eléctricos que conforman un Alimentador.

El equipo eléctrico y electrónico es diseñado para operar óptimamente dentro de ciertos rangos de Voltaje (V) y Frecuencia (Hz), y con una baja distorsión de la forma de onda. Además, tal equipo debe operar bajo ciertas condiciones ambientales especificadas por el fabricante. La operación fuera de los rangos permisibles puede resultar en pérdidas, baja eficiencia y operación impredecible.

Las interrupciones ocasionadas por fallas en el sistema eléctrico o por baja calidad eléctrica son siempre inconvenientes y pueden ser muy serias. Ejemplo: Línea abierta o caída, Falla Transitorias, avería en redes subterráneas, cortocircuito, bajo nivel de aislamiento, tiempo

adicional por mantenimiento, contacto de redes MT y BT, Avería en equipos de protección y o maniobra, rechazo de carga mínima.

D. Interrupción Del Servicio Por Expansión o Reforzamiento.

Esta interrupción se presenta cuando el concesionario quiere conectar nuevos centros de cargas como expansión circunstancial de redes de MT y BT para atender nuevos clientes, así mismo cuando por producto de crecimiento de la demanda es necesario realizar ciertas modificaciones que nos permitan garantizar la continuidad del servicio, con los parámetros que exigen las NTCSE (Normas técnicas de calidad de servicio).

E. Interrupción Del Servicio Por Mantenimiento Preventivo.

Este tipo de interrupción se da cuando se quiere realizar acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, para lograr una mayor disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función productiva y (o) de servicio, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal.

F. Interrupción Del Servicio Otros y Terceros.

Estas interrupciones se atribuyen a los agentes externos que contribuye a suspender el servicio durante un tiempo determinado muchos de estos casos son considerados por fuerza mayor. Ejemplo: Objeto en redes (cometas, y otros agentes etc.), aves en instalaciones, colisión de vehículos contra instalaciones, condiciones climáticas extremas, otros causados por otras empresas, hurto de conductor o elemento eléctrico, vandalismo.

G. Interrupciones Del Servicio Sin Aviso.

Estas interrupciones tienen su peculiaridad cuando se tiene que interrumpir el servicio como medida preventiva ante un riesgo directo que pueda afectar la seguridad pública, es uno de los motivos de interrupciones donde ente Fiscalizador evalúa si dicho corte se considera como fuerza mayor. Ejemplo, por seguridad, transferencia de energía.

H. Clientes Afectados Por La Interrupción.

Un cliente afectado por la interrupción es un cliente que está dentro del parámetro en la cual está afectado por la suspensión del servicio.

I. Horas De Interrupción Del Servicio.

Es el tiempo que dura la interrupción del servicio es una de las variables importantes ya que la compensación del servicio por la interrupción depende del tiempo que demora la interrupción la cual demarca una penalización, por parte de Organismo Fiscalizador.

Corresponde al tiempo de duración de la interrupción de suministro, cuyo tiempo comprende en el inicio de la interrupción parcial o total del usuario y el tiempo en que el suministro eléctrico se encuentre totalmente disponible. Éste se determina para cada Instalación de Conexión de Cliente (OSINERGMIN, 2008).

J. Energía Interrumpida.

La energía no suministrada se calcula en base a las horas interrumpidas y a la potencia media de cada suspendida durante una interrupción, se mide en KWH (kilowatts horas) (OSINERGMIN, 2008).

K. Potencia Interrumpida.

La variable potencia corresponde a la diferencia entre la potencia aparente que estaba siendo transportada a través de la Instalación de Conexión del Cliente antes y después de un evento que produce la interrupción de suministro se mide (kVA kilo Volt ampere, o Kilowatts) (OSINERGMIN, 2008).

L. Costo De Compensación Por Interrupción Del Servicio.

Las compensaciones de servicio son las penalizaciones que realiza el Organismo fiscalizador cuando se supera los indicadores establecidos.

Las Concesionarias (Electronorte S.A), son fiscalizadas por Organismo Supervisor de la Energía y Minería “Osinergmin” cuya función principal es fiscalizar los procedimientos

tanto comerciales y técnicos que permitan garantizar a los usuarios una adecuada calidad de servicio y cuyo procedimiento se encuentra establecida en Decreto Supremo N° 020-097 (norma técnica de calidad de servicio) y la Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Supremo N° 009-93-EM, existe dos tipos de compensaciones (OSINERGMIN, 2008).

M. Calidad de Suministro Eléctrico en el Perú

Indicador SAIFI (System Average Interruption Frequency Index): Mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externos (medio ambiente y terceros) (OSINERGMIN, 2008).

Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index): Mide el tiempo de la duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla, con la intensidad de la falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc. (OSINERGMIN, 2008).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot u_i}{N} \quad SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N}$$

Donde:

- t_i : Duración de cada interrupción
- u_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción
- n : Número de interrupciones del periodo.
- N : Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del periodo, según corresponda.

Fuente: (OSINERGMIN, 2008).

N. Calidad de suministro.

La Calidad de Suministro en cada SER (Sistema Eléctrico Rural) se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los Clientes, es decir, de acuerdo a las interrupciones del servicio por deficiencias originadas en el mismo SER. Las interrupciones del servicio eléctrico en el SER que hayan ocurrido por fallas en las instalaciones de generación y/o transmisión del SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional). (Resolución Directorial N° 016-2008-EM-DGE) (OSINERGMIN, 2008).

1.2.4. Medición De Variables.

Las variables propuestas para este estudio serán medidas a través de algunos parámetros propuesto por Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión Energía y Minería, 2018), según Norma Técnica de Calidad de Servicio y por La Ley de Concesiones Eléctricas (Ministerio de Energía y Minas Decreto Ley N° 25844, Decreto Supremo N° 009-93-EM, 2018) (OSINERGMIN, 2008).

A. Medición Compensación Por Ley De Concesiones Eléctricas Decreto Supremo N° 009-93-Em.

La Ley de Concesiones establece, en Inciso a) todo periodo de interrupción que supere las Cuatro (04) horas consecutivas deberá ser registrada por el Concesionario la cual deberá reconocer como compensación. La compensación por Ley no considera las interrupciones programadas y comunicadas a los usuarios con 48 horas de anticipación. La cantidad de energía a compensar se calcula multiplicando el consumo teórico del usuario por el número de horas de Interrupción y Número Total de horas del mes (Osinergmin, Ministerio De Energía Y Minas Normas Técnicas De Los Servicios Eléctricos Dirección General De Electricidad , 2018).

$$EC = ET \times \text{Horas de Interrupción} / \text{Horas del Mes}$$

EC: Energía a compensar.

ET: Energía Teórica.

B. Medición Compensación Por Decreto Supremo N°025-2007-Em Norma Técnica De Calidad De Servicio Rural NTCSER.

Este tipo de compensación se da cuando se presenta los siguientes casos:

Las interrupciones pueden ser causadas, entre otras razones, por salidas de equipos de las instalaciones del Suministrador u otras instalaciones que lo alimentan, y que se producen por. Mantenimiento, por maniobras, por ampliaciones, etc., o aleatoriamente por mal funcionamiento o fallas; lo que incluye, consecuentemente, aquellas que hayan sido programadas oportunamente.

Para efectos de la Norma, no se consideran las interrupciones totales de suministro cuya duración es menor de tres (3) minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobados y calificados como tales por la Autoridad. (OSINERGMIN, 2008).

Las Compensaciones se calculan semestralmente.

Ecuación 1 Cálculo de Compensación de Energía

Compensaciones Por Interrupciones = $e \times E \times ENS$

Donde:

e: Es la compensación unitaria por incumplimiento en la Calidad de Suministro, cuyos valores son:

Primera Etapa: $e=0.00$

Segunda Etapa: $e=0.05$ US\$/kWh

Tercera Etapa: $e=0.35$ US\$/kWh

E: Es el factor que toma en consideración la magnitud de los indicadores de calidad de suministro y está definido de la siguiente manera:

$$E = [1 + (N - N') / N' + (D - D') / D']$$

(OSINERGMIN, 2008)

Las tolerancias en los indicadores de Calidad de Suministro para Clientes conectados en distinto nivel de tensión son:

Cuadro 5 Indicadores de Calidad de Suministro en distintos niveles de tensión.

| NIVEL DE TENSION | SISTEMA ELÉCTRICO RURAL (SER) | | | |
|------------------|-------------------------------|-----|----------------|-----|
| | RURAL CONCENTRADO | | RURAL DISPERSO | |
| | NIC | DIC | NIC | DIC |
| MT | 07 | 17 | 07 | 28 |
| BT | 10 | 25 | 10 | 10 |

(OSINERGMIN, 2008)

N (NID): Interrupciones / Semestre

D (DID): Horas / Semestre

Para evaluar las compensaciones, solamente si sus valores individuales son positivos. Si tanto N y D están dentro de las tolerancias, el factor E no se evalúa y asume el valor cero (Norma Técnica de Calidad del Servicio Rural, 2018).

ENS: Es la Energía Teóricamente No Suministrada a un Cliente determinado y se calcula de la Siguiete manera:

Ecuación 2 Energía Teóricamente No Suministrada

$$ENS = ERS / (NHS - \text{Sumatoria di}) \cdot D; \text{ (expresada en: kWh) } \dots\dots\dots$$

Donde:

ERS: Es la energía registrada en el semestre.

NHS: Es el número de horas del semestre.

Sumatoria di: Es la duración total real de las interrupciones ocurridas en el semestre.

C. Indicadores SAIDI y SAIFI.

Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index) Mide el tiempo de la duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla, con la intensidad de la

falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc. (Osinermin, NTCSE, 2018).

Indicador SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) Mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externos (medio ambiente y terceros); (Osinermin, NTCSE, 2018).

D. Penalización Por Incumplimiento Del SAIDI Y SAIFI.

El Osinermin contempla en sus resoluciones de NTCSE penalizaciones por incumplimiento de SAIDI y SAIFI que es el desempeño esperado durante un periodo, para la cual ha establecido metas (Osinermin, NTCSE, 2018).

SAIDI. - es el indicador que determina la duración de la interrupción

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Número de clientes afectados} \times \text{Horas de Interrupción}}{\text{Número de Clientes del sistema}}$$

SAIFI. - Es Indicador que determina el número de veces que se interrumpió el servicio.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Número de clientes afectados}}{\text{Número de Clientes del sistema}}$$

El cuadro adjunto se Muestra las metas de cumplimiento del desempeño esperado (OSINERGMIN, 2008).

Cuadro 6 Metas de cumplimiento por desempeño SAIFI

| ITEM | SECTOR TIPO | Sistema Electrico | Tolerancias | SAIFI 2018 | SAIFI 2019 |
|------|-------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| 1 | STD 2 | Chota | 5 | 6.5 | 2.57 |
| 2 | | Bambamarca | 5 | 6.5 | 4.46 |
| 3 | STD4 | Querocoto | 12 | 15.6 | 8.04 |
| 4 | | Cutervo | 12 | 6.6 | 6.59 |
| 5 | SER | Chota Rural | 16 | 15.6 | 7.39 |
| 6 | SER | Bambamarca Rural | 16 | 20.8 | 21.65 |

Fuente (Electronorte SA)

STD: Sector Típico de Tipo (2,3,4,5 o 6).

Cuadro 7 Metas de cumplimiento por desempeño SAIDI.

| ITEM | SECTOR TIPO | Sistema Electrico | Tolerancias | SAIDI 2018 | SAIDI 2019 |
|------|-------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| 1 | STD 2 | Chota | 9 | 9.7 | 14.8 |
| 2 | | Bambamarca | 9 | 5.1 | 8.03 |
| 3 | STD4 | Querocoto | 24 | 31.2 | 37.31 |
| 4 | | Cutervo | 24 | 9.4 | 8.37 |
| 5 | SER | Chota Rural | 40 | 14.3 | 17.35 |
| 6 | SER | Bambamarca Rural | 40 | 13.9 | 22.92 |

Fuente (Electronorte SA)

STD: Sector Típico de Tipo (2,3,4,5 o 6).

1.2.5. Coordinación de protecciones

Los dispositivos de protección en un sistema eléctrico ofrecen gran seguridad en todo el esquema, sin importar el tamaño o complejidad; de cualquier manera, un estudio de coordinación de protecciones y cortocircuito son necesarios para estabilizar el sistema. Esto incluye hacer los cambios necesarios, como agregar cargas, reconfigurar el diseño o expandir el sistema. Asegurarse de que el servicio de un sistema eléctrico permanezca ininterrumpido y eficiente es una prioridad para el diseño y mantenimiento. Debido a que los cortocircuitos no pueden ser eliminados del todo, realizar estos estudios exhaustivamente, así como llevar a cabo

la coordinación necesaria por parte de un ingeniero calificado, siempre son prácticas bienvenidas. Un estudio de coordinación de protecciones asegura que los sistemas reaccionen de manera predecible ante una falla, así como saber cuánto tiempo estará presente antes de que se tome una acción de protección. Este último dato es muy importante para un estudio de energía incidental, y afectará enormemente la severidad de un *arc flash*. Mantener la confiabilidad del sistema eléctrico es crucial para cerciorarse de que el servicio no se verá interrumpido y que los **accidentes** podrán evitarse (TECSA ENERGY EXPERTICE, 2021).

1.2.6. Análisis De Cortocircuitos En Sistemas Eléctricos De Potencia

A. Cortocircuito:

Reconocido como uno de los eventos más destructivos en sistemas de potencia ya que estos eventos producen elevadas corrientes que circularan por todos los equipos produciendo efectos térmicos devastadores, así como también esfuerzos mecánicos y si no se tuvo en consideración este estudio de cortocircuito, los equipos quedarán irremediablemente dañados y hasta pueden llegar a destruirse. Pero lo más peligroso es que pueda llegar a comprometer vidas humanas.

B. Importancia y Aplicaciones del Análisis de cortocircuito.

- Selección de equipos (Especificaciones).
- Nivel de cortocircuito de las subestaciones existentes.
- Elección y ajuste de las protecciones.
- Dimensionamiento de las mallas a tierra.
- Capacidad térmica de cables.
- Verificación de suficiente nivel de cortocircuito en determinados puntos del sistema eléctrico de potencia.
- Problemas de inducción producidos por fallas asimétricas.

- Localización de fallas basadas en la impedancia fallida.

Cuadro 8 Normas consideradas para el cálculo de cortocircuito.

| SIGLAS | SIGNIFICADO | PAÍS |
|---------------|---|-------------|
| VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker | Alemania |
| ANSI | American National Standard Institute | EE. UU |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronic Engineer | EE. UU |
| IEC | International Electromechanical Institute | EE. UU |

1.2.7. Tipos de falla de cortocircuito

Trifásicos, cuando hay contacto entre las tres fases. Se utilizan en la selección de interruptores, el cálculo de la estabilidad transitoria y el ajuste de las protecciones. El sistema se mantiene balanceado y es el menos frecuente 5% de los casos.

Bifásicos, cuando contactan dos fases sin involucrar la tierra. Produce un desbalance del sistema, produce las menores corrientes de cortocircuito. Ocurre en el 10% de los casos. Se utiliza en el ajuste protecciones cuando se busca la corriente mínima.

Bifásicos a tierra, contacto a tierra de dos fases. Se utiliza para calcular la estabilidad transitoria en condiciones menos severas, pero más frecuente que cuando el cortocircuito es trifásico. Se produce un desbalance en el sistema y su frecuencia de ocurrencia es del 20% del total de los casos.

Monofásicos a tierra, cuando hay contacto de una fase a tierra. Se produce un desbalance en el sistema. Se utiliza en el ajuste de las protecciones y la selección de interruptores, porque producen junto con los cortocircuitos trifásicos, las mayores corrientes. 65% de ocurrencia.

1.2.8. Corriente de Cortocircuito

Cuando dos o más conductores de diferentes fases entran en contacto entre sí en una línea eléctrica, transformador de potencia o cualquier otro elemento de potencia, luego la parte de la impedancia se desvía del circuito debido a que un gran flujo de corriente en las fases sin falla, esta corriente se llama la corriente de cortocircuito. La corriente de cortocircuito reduce el efecto de la impedancia en el circuito mientras que la corriente en el circuito aumenta (Illustrationprize, 2021).

La corriente de cortocircuito es dañina por dos razones

1. El flujo de corriente grande sobrecalentará el equipo.
2. El flujo de corriente de cortocircuito en las partes portadoras de corriente produce una fuerza de interacción electrodinámica que puede destruir o dañar el equipo.

Cada vez que se produce un cortocircuito en una potencia red, hace que una corriente pesada fluya en el circuito. La magnitud de la corriente de cortocircuito se muestra en el gráfico a continuación. Durante el primer momento de la corriente de falla, la corriente alcanza su valor máximo y luego disminuye a su valor de estado estable. Durante el fallo, la corriente sufre el cambio continuo y el fenómeno observado se llama fenómeno transitorio. La palabra transitoria se refiere a un suceso temporal que dura poco tiempo. La zona en la que la corriente es muy alta, pero cae muy rápidamente se denomina corriente sub-transitoria. La corriente sostenida es la corriente de falla que fluirá en el circuito si se permite que persista después del final del proceso transitorio. Es la primera corriente pico de cortocircuito. Es el valor máximo instantáneo de la corriente que alcanzará durante el primer momento de una corriente de cortocircuito es el valor rms del componente periódico de la corriente de cortocircuito. Durante el estado estable, el valor rms de la corriente de cortocircuito permanece casi constante (Illustrationprize, 2021).

1.2.9. Digsilent Power Factory

El programa de cálculo Digsilent es una herramienta computarizada avanzada de diseño asistido en ingeniería para el análisis de sistemas eléctricos de potencia comerciales, industriales y a gran escala. Ha sido diseñado como un avanzado, integrado e interactivo paquete computacional dedicado a los sistemas de potencia para lograr los objetivos principales de planificación y operación. La naturaleza actual de los sistemas eléctricos de potencia es la de ser una compleja estructura formada por miles de elementos: generadores, transformadores, líneas, cargas etc., cada uno de los cuales tiene asociado elementos de medición, control, etc. de una naturaleza compleja. A futuro, la complejidad y las dimensiones de los problemas asociados a los sistemas de potencia aumentará. En tal sentido, los análisis de estos sistemas requieren de una poderosa herramienta como Digsilent Power Factory para acometer en forma adecuada los estudios que la planificación y operación de sistemas de potencia requiere (Capítulo 3. DIGSILENT PowerFactory).

1.2.10. Seccionalizadores

El seccionador tipo cutout es un elemento muy importante en las protecciones eléctricas ya que esta acciona y apertura la caña portafusible ante un evento intempestivo de sobrecorriente en la línea. Funcionan para diferentes niveles de tensión en media como 10 kV, 13.5 kV, 22.9 kV cortando el flujo de la corriente impidiendo que esta valla a la cabecera (troncal) evitando así perjuicios como daños a equipos de protección o transformadores.

1.2.11. Fusibles tipo K

Los fusibles tipo K están diseñados de acuerdo con las normas ANSI//CEI/NEMA/UNE. Los fusibles tipo “K” pueden soportar hasta el 150% de su corriente nominal sin sufrir daño en el elemento fusible o en el cut out donde se encuentra ubicado. Los fusibles tipo K aseguran la protección del sistema eléctrico por ser fabricados de manera precisa. Los materiales usados se encuentran bajo constante control durante el proceso de

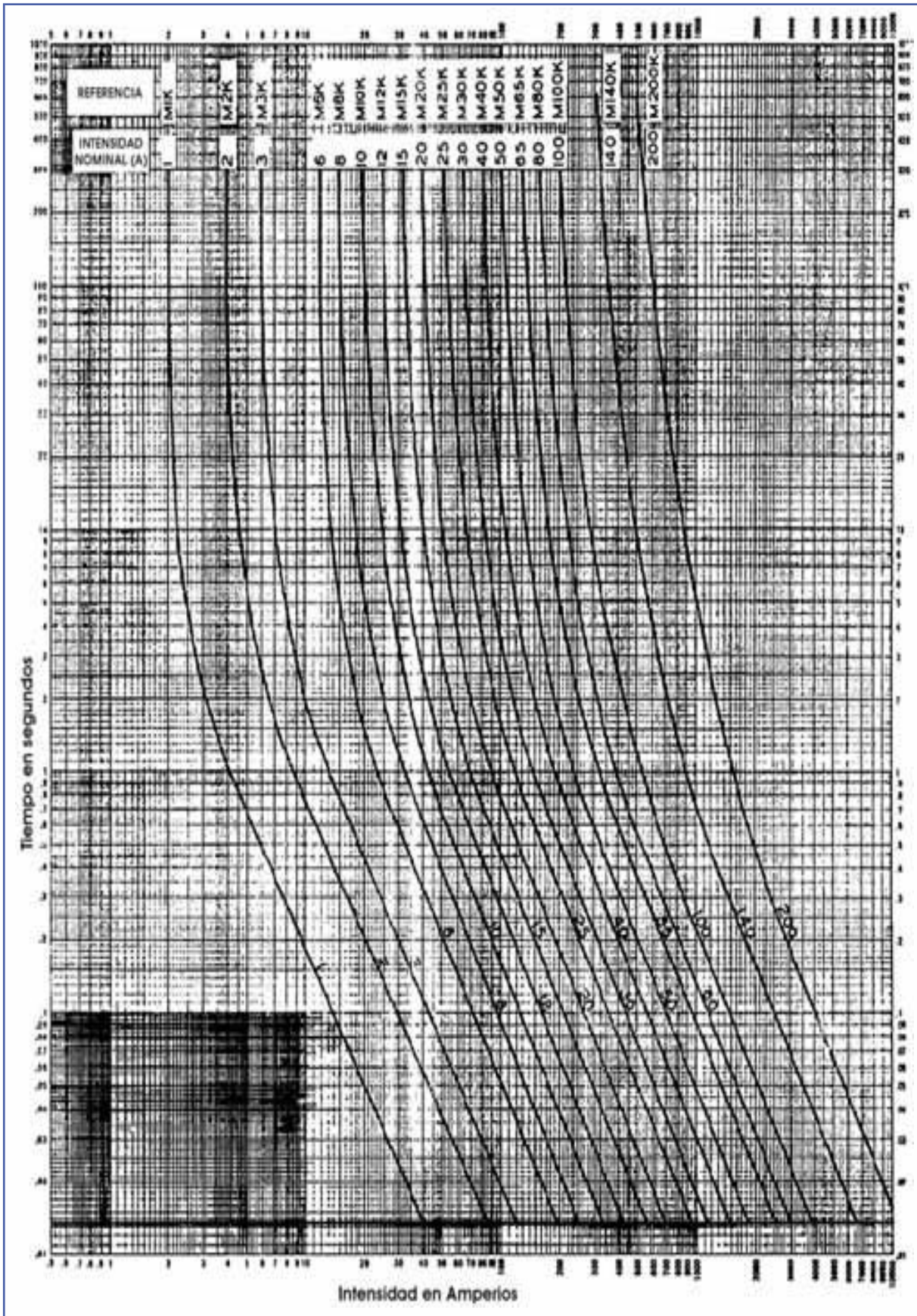
fabricación. En los puntos críticos del proceso, rígidas inspecciones son hechas y antes del empaquetado se realizan pruebas mecánicas (íberica de aparellajes).

Cuadro 9 Selección de Fusible Tipo K para la protección de los transformadores.

| Tensión Servicio kV | 10 | | 15 | | 20 | | 25 | | 30 | |
|---------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Potencia kVA | In. Transfo. A | In. Fusible A | In. Transfo. A | In. Fusible A | In. Transfo. A | In. Fusible A | In. Transfo. A | In. Fusible A | In. Transfo. A | In. Fusible A |
| 10 | 0,58 | 1 | 0,38 | 1 | 0,29 | 1 | 0,23 | | 0,19 | |
| 20 | 1,15 | 2 | 0,77 | 1 | 0,58 | 1 | 0,46 | 2 | 0,38 | 1 |
| 25 | 1,44 | 2 | 0,96 | 2 | 0,72 | 1 | 0,58 | 2 | 0,48 | 1 |
| 50 | 2,89 | 6 | 1,92 | 2 | 1,44 | 2 | 1,15 | 2 | 0,96 | 2 |
| 75 | 4,33 | 6 | 2,89 | 3 | 2,17 | 3 | 1,73 | 4 | 1,44 | 2 |
| 100 | 5,77 | 8 | 3,85 | 6 | 2,89 | 6 | 2,31 | 4 | 1,92 | 3 |
| 160 | 9,24 | 12 | 6,16 | 6 | 4,62 | 8 | 3,70 | 6 | 3,08 | 5 |
| 200 | 11,55 | 15 | 7,70 | 10 | 5,77 | 8 | 4,62 | 10 | 3,85 | 5 |
| 250 | 14,43 | 20 | 9,62 | 15 | 7,22 | 10 | 5,77 | 10 | 4,81 | 8 |
| 400 | 23,09 | 40 | 15,40 | 25 | 11,55 | 20 | 9,24 | 20 | 7,70 | 15 |
| 500 | 28,87 | 50 | 19,25 | 30 | 14,43 | 20 | 11,55 | 20 | 9,62 | 15 |
| 630 | 36,37 | 65 | 24,25 | 40 | 18,19 | 30 | 14,55 | 25 | 12,12 | 20 |
| 800 | 46,19 | 80 | 30,79 | 65 | 23,09 | 40 | 18,48 | 32 | 15,40 | 25 |
| 1000 | 57,74 | 100 | 38,49 | 65 | 28,87 | 50 | 23,09 | 40 | 19,25 | 30 |
| 1250 | 72,17 | 140 | 48,11 | 100 | 36,08 | 65 | 28,87 | 50 | 24,06 | 40 |

Fuente: (íberica de aparellajes).

Ilustración 1 Curvas de Fusión - Eslabones Tipo K



1.2.12. Recloser o reconectador

De igual manera que un interruptor termomagnético corta el flujo de energía en nuestros hogares. Un recloser cumple la función de desconectar el suministro eléctrico, pero a mayor escala, este apaga la energía cuando se produce problemas de cortocircuito en las líneas de media tensión. Cuando un interruptor doméstico permanece apagado hasta que se reinicia de manera manual, un recloser hace un intento de ingresar nuevamente el servicio de manera automática ya que para eso se programa y este determina si el problema fue de manera esporádica o permanente. En todos los sistemas de distribución se utilizan recloser desde una subestación de potencia hasta los postes residenciales para las troncales de línea, radiales importantes o hasta en sistemas de utilización o redes de servicio independiente. Con niveles de tensión de 10 Kv hasta 22.9kV. Las normas para reconectores están definidas por ANSI / IEEE C37.60 (Servicios industriales Olaya S.A.C., s.f.).

¿Por qué usar un reconectador?

Se utilizan por todas las concesionarias eléctricas a manera de garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico considerándolo así un dispositivo indispensable en las protecciones y en la coordinación para mejorar los tiempos de servicio ante una determinada falla de cortocircuito. Los recloser censan e interrumpen las corrientes de cortocircuito y restablecen automáticamente el servicio después de una interrupción pasajera. El recloser o reconectador de circuitos es básicamente un dispositivo automatizado con la capacidad para detectar sobrecorrientes en tiempo real e interrumpir las corrientes de falla regresando nuevamente el servicio eléctrico y cerrando el circuito. Si una falla es perenne, el recloser se bloquea después de un número predeterminado de operaciones (tres o cuatro intentos), aislando la sección con falla de la troncal o principales radiales del sistema. Los reclosers ahorran a las compañías eléctricas gastos y tiempos de operación considerables, ya que permiten que la energía restablezca de manera automática, después de un intento o dos. Para interrupciones

que requieren un equipo de reparación, los reclosers minimizan el área de interrupción y ayudan al personal especializado a localizar rápidamente el problema y restablecer el flujo eléctrico. Los usuarios que consumen la energía eléctrica (comercio, industria, residencias e instituciones) se ahorran gastos y problemas que causarían los frecuentes cortes de energía. Sin la confiabilidad de la energía, muchos dispositivos que necesitan el servicio eléctrico como computadoras, electrodomésticos, no serían prácticos (Servicios industriales Olaya S.A.C., s.f.).

1.2.13. Señalizador de Falla

Es un dispositivo o equipo utilizado en líneas de transmisión de potencia de media tensión y funciona por el campo magnético inducido por la corriente eléctrica que pasa por los conductores de la red y es considerado uno de los componentes importantes para la protección de las líneas de media tensión y su función es detectar y localizar fallas que se produzcan en estas. Esto se hace monitoreando continuamente el valor de voltaje y el flujo de corriente en las líneas de voltaje medio. Y que cualquier aumento de la corriente de línea MV (por falta de tensión claro) será detectado por este dispositivo y dará una alarma (por las luces intermitentes del dispositivo) y enviará información sobre el mal funcionamiento mediante ondas de radio a la pasarela de comunicaciones más cercana instalada en un lugar cercano. El mal funcionamiento de la línea de MT (que aquí se entiende como RTU (unidad terminal remota) es una unidad de control de terminal del sistema SCADA) y luego se envía (utilizando un canal de comunicación específico (protocolo de comunicación)) al sistema de control de supervisión y recolección de datos SCADA en el departamento de operación y control del centro. Control nacional (en Irak como modelo) para tomar las medidas necesarias de los equipos de mantenimiento para cerrar la línea, realizar el proceso de reparación de la línea y restaurar el sistema a la condición normal. (Telles, s.f.).

1.2.14. Parámetros Eléctricos y Definiciones

A. Resistencia de los conductores:

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación “ R_L ”, se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Resistencia de los Conductores a la Temperatura de Trabajo

$$R_1 = R_0 [1 + 0,0036(t_1 - t_0)]$$

Donde:

R_0 = Resistencia del conductor a 20 °C, en Ω/km

T_0 = 20°C

t_1 = Temperatura máxima de operación, en °C.

Para las derivaciones monofásicas con retorno total por tierra (MRT), se consideró además la componente resistiva en función de la frecuencia, lo que puede expresarse mediante la siguiente relación:

Ecuación 4 Resistencia Equivalente

$$R_t = R + (60\pi f \times 10^{-4}) \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

R_t : Resistencia equivalente en el sistema MRT, en ohm/km.

R : Resistencia propia del conductor a la temperatura de operación, en ohm/km.

Cuadro 10 Sección de los conductores para Línea de MT.

| Sección | 120 mm² AAAC | 95 mm² AAAC | 70 mm² AAAC | 50 mm² AAAC | 35 mm² AAAC |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| R 20°C | 0.275 | 0.358 | 0.507 | 0.671 | 0.996 |
| Coef. Dilatación | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0036 |
| T Oper. °C | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| R T Oper. | 0.2948 | 0.3838 | 0.5435 | 0.7193 | 1.0677 |

B. Reactancia inductiva:

La reactancia inductiva “X_L”, para sistemas trifásicos equilibrados, se ha calculado mediante la siguiente relación:

Ecuación 5 Reactancia Inductiva

$$X_L = 377 * \left(0,5 + 4,6 * \text{Log} \frac{\text{DMG}}{r} * 10^{-4} \right) \Omega/\text{km}$$

Donde:

DMG: Distancia media geométrica, e igual a 1 459,27 mm.

r : radio del conductor, en mm.

La reactancia inductiva equivalente para las derivaciones con sistema monofásico con retorno total por tierra (MRT), a su vez, se ha calculado mediante la siguiente relación:

$$X_{LT} = 0,1734 * \text{Log} \frac{D_e}{D_s} \Omega/\text{km}$$

Donde:

$$D_e = 85 * \sqrt{\rho}, \text{ diámetro equivalente en m}$$

D_s: Radio equivalente del conductor e igual a 2,117 r' para conductor de 7 alambres.

ρ : Resistividad eléctrica del terreno, se considera 250 Ohm-m

r' : Radio del alambre del conductor, en m.

Cuadro 11 Reactancia Inductiva.

| Sección (mm ²) | Radio Hilo (m) | Dist, med (m) | Radio Equi (m) | L 3F Trifásico (Hr/km) | F (Hz) | X 3F Trifásico (Ohm/km) | R 20°C (°C) | Coef. Dila (1/°C) | R Operac (°C) 40 |
|----------------------------|----------------|---------------|----------------|------------------------|--------|-------------------------|-------------|-------------------|------------------|
| 120 mm ² AAAC | 0.00143 | 0.0077 | 0.00715 | 0.00112 | 60 | 0.4225 | 0.275 | 0.0036 | 0.2948 |
| 95 mm ² AAAC | 0.00125 | 0.0047 | 0.00625 | 0.00115 | 60 | 0.4327 | 0.358 | 0.0036 | 0.3838 |
| 70 mm ² AAAC | 0.00108 | 0.0041 | 0.00525 | 0.00118 | 60 | 0.4458 | 0.507 | 0.0036 | 0.5435 |
| 50 mm ² AAAC | 0.0015 | 0.0032 | 0.0045 | 0.00121 | 60 | 0.4574 | 0.671 | 0.0036 | 0.7193 |
| 35 mm ² AAAC | 0.00125 | 0.0026 | 0.00375 | 0.00125 | 60 | 0.4712 | 0.996 | 0.0036 | 1.0677 |
| 25 mm ² AAAC | 0.00105 | 0.0022 | 0.00315 | 0.00128 | 60 | 0.4843 | 1.37 | 0.0036 | 1.4686 |

C. Parámetros de secuencia positiva, negativa y cero

Las impedancias de secuencia positiva y negativa tienen el mismo valor y está determinada por la expresión:

$$Z = R + jX \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

Z: Impedancia de secuencia positiva y negativa en Ohm/km

R: Resistencia de secuencia positiva y negativa en Ohm/km

X: Reactancia de secuencia positiva y negativa en Ohm/km

Impedancia Secuencia Cero

La impedancia de secuencia cero se calcula mediante la siguiente expresión

$$Z_0 = R_0 + jX_0 \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

Z : Impedancia de secuencia cero en Ω/km .

R₀ : Resistencia de secuencia homopolar.

R₀ : (R + 0,15) Ω/km .

R : Resistencia de secuencia positiva en Ω/km . R=0,15: Constante

X₀ : Reactancia de secuencia cero.

X₀ : 3*X Ω/km

X : Reactancia de secuencia positiva en Ω/km .

Cuadro 12 Parámetros de secuencia.

| Sección (mm ²) | PARAMETROS DE SECUENCIA | | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| | R(+), R(-) (Ohm/km) | X(+), X(-) (Ohm/km) | R(0) (Ohm/km) | X(0) (Ohm/km) |
| 120 mm ² AAAC | 0.2948 | 0.4225 | 0.4448 | 1.2676 |
| 95 mm ² AAAC | 0.3838 | 0.4327 | 0.5338 | 1.298 |
| 70 mm ² AAAC | 0.5435 | 0.4458 | 0.6935 | 1.3374 |
| 50 mm ² AAAC | 0.7193 | 0.4574 | 0.8693 | 1.3723 |
| 35 mm ² AAAC | 1.0677 | 0.4712 | 1.2177 | 1.4135 |
| 25 mm ² AAAC | 1.4686 | 0.4843 | 1.6186 | 1.453 |
| 16 mm ² Cu | 1.2163 | 0.5003 | 1.3663 | 1.5008 |
| 25 mm ² Cu | 0.7976 | 0.4829 | 0.9476 | 1.4487 |
| 50 mm ² Cu | 0.4252 | 0.4583 | 0.5752 | 1.3748 |
| 70 mm ² Cu | 0.2873 | 0.4449 | 0.4373 | 1.3346 |

D. Caída de Tensión y Pérdidas en la Línea Primaria

De acuerdo a la DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, en el Código Nacional de Electricidad se ha considerado desde los terminales de salida del sistema alimentador hasta el primario de la subestación de Distribución más lejana eléctricamente, no exceda $\pm 3,5\%$ para un alimentador urbano, y 6% para un alimentador rural, de la tensión nominal.

La fórmula aproximada empleada para el cálculo de caída de tensión de los tramos monofásicos es la presentada en la Norma DGE rd018-2003-MEM:

Donde:

Ecuación 6 Caída de Tensión para Perdidas en Línea de MT

Para sistemas de 3 fases:

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_1 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi}{10V_L^2}$$

Para sistemas monofásicos a la tensión entre fases:

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_2 PL \quad ; \quad K_2 = \frac{r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi}{10V_L^2}$$

Para sistema monofásicos para sistemas monofásicos a la tensión de fase:

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_3 \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_3 PL \quad ; \quad K_3 = \frac{r_1 + X_3 \operatorname{tg} \phi}{10V_f^2}$$

Para sistemas monofásicos con retorno total por tierra:

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_t \operatorname{tg} \phi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_t PL \quad ; \quad K_t = \frac{r_1 + X_t \operatorname{tg} \phi}{10V_f^2}$$

Simbología:

| | | |
|---------------|---|---|
| $\Delta V \%$ | = | Caída porcentual de tensión. |
| P | = | Potencia, en kW |
| L | = | Longitud del tramo de línea, en km |
| V_L | = | Tensión entre fases, en kV |
| V_f | = | Tensión de fase - neutro, en kV |
| r_1 | = | Resistencia del conductor, en Ω / km |
| X_1 | = | Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en Ω/km |
| X_2 | = | Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión entre fases, en Ω/km |
| X_3 | = | Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión fase - neutro |
| X_t | = | Reactancia inductiva para sistema monofásicos con retorno total por tierra |
| ϕ | = | Angulo de factor de potencia |
| K | = | Factor de caída de tensión |

1.3. Formulación Del Problema.

¿De qué manera Optimizamos la Calidad del Suministro del Sistema Eléctrico Chota?

1.4. Justificación E Importancia Del Estudio.

1.4.1. Justificación Técnica

Al efectuar este análisis se garantiza los niveles de tensión estables vigentes en Normativa, mejorando así la calidad de suministro y disminuyendo las fallas e interrupciones.

1.4.2. Justificación Económica

Encontrado la solución a esta problemática nos permitirá mejorar los estados financieros. Logrando el control de las interrupciones la empresa disminuirá los gastos por compensación de energía, cuyos costos son impuestos por el ente regulador Osinergmin.

1.4.3. Justificación Social

Al analizar la red y proponer su reestructuración con nuevos equipos detectores de fallas automatizados se disminuirá los tiempos por operación dando mayores ventas y menor energía por compensar, además los usuarios registrados sentirán confort con el servicio brindado.

1.4.4. Justificación Ambiental

La propuesta de reestructuración eléctrica se plantea con el uso de equipos tecnológicos no perjudiciales para el medio ambiente, sólo propone optimización en la calidad de suministro a la Red Eléctrica de Chota.

1.5. Importancia Del Estudio

El Trabajo es importante porque permitirá reducir los costes económicos generados por la energía a compensar cuando se sobrepasa los indicadores de fallas propuestos por el organismo fiscalizador Osinergmin, además que se propone garantizar a la población una mejor confiabilidad en el sistema evitando las interrupciones del servicio eléctrico.

1.6. Hipótesis

A través del Análisis del Sistema Eléctrico de, se logrará la optimización del suministro debido a las Interrupciones del Servicio Eléctrico en cualquier empresa distribuidora eléctrica en el ámbito rural, garantizando una mejor calidad en el servicio.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Analizar energéticamente el Sistema Eléctrico de Chota, para optimizar la calidad de suministro.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Diagnosticar las interrupciones que más repercuten en el Sistema Eléctrico de Chota.
- Proponer los equipos de coordinación y protección para mejorar la confiabilidad del sistema.
- Realizar el estudio de flujo de potencia del sistema eléctrico de chota con los equipos automatizados de protección y coordinación propuestos.
- Comparar la reestructuración de la red con la existente.
- Evaluar costos de la nueva implementación.

CAPITULO II

II. MATERIAL Y METODO

2.1. Población y Muestra

2.1.1. Población

Cantidad de Usuarios de los Sistemas Eléctrico de Chota Unidad de Negocios Cajamarca Centro, actualmente cuenta con 81,669 clientes.

Cuadro 13 Usuarios del Sistema.

| Sup Estacion de Potencia | Sistema Electrico | Alimentador | Kms | | | Usuarios | |
|--------------------------|-------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|-----------------|-------|
| | | | 2018 | 2019 | Variacion % | | |
| Cerro Corona | Bambamarca | BAM101 | 5.97 | 6.13 | 2.62% | 3632 | |
| | Bambamarca-Rural | COR201 | 380.12 | 583.62 | 53.54% | 17261 | |
| | | COR202 | 222.60 | 226.50 | 1.76% | 16969 | |
| | | COR203 | 110.00 | 176.12 | 60.11% | 3443 | |
| Carhuaquero | Chota-Rural | CHI201 | 163.59 | 168.68 | 3.11% | 5814 | |
| | | CHI202 | 80.67 | 82.70 | 2.52% | 2063 | |
| Cutervo | Chota | CHT101 | 27.99 | 28.01 | 0.07% | 4325 | |
| | | CHT102 | 1.62 | 1.62 | 0.00% | 1976 | |
| | Cutervo | Cutervo | CUT101 | 153.03 | 170.33 | 11.31% | 11321 |
| | | | CUT201 | 18.00 | 25.86 | 43.66% | 691 |
| | | | CUT202 | 65.00 | 92.19 | 41.83% | 1759 |
| | | | CUT203 | 95.00 | 163.49 | 72.09% | 5011 |
| | | | CUT204 | 33.77 | 42.18 | 24.92% | 870 |
| | | | CUT205 | 43.82 | 52.76 | 20.41% | 1211 |
| | Querocoto-Huambos | Cutervo | CUT206 | 51.39 | 53.25 | 3.62% | 1748 |
| | | | GUI201 | 45.50 | 52.87 | 16.20% | 325 |
| | | | QUE101 | 179.97 | 226.74 | 25.98% | 3250 |
| TOTAL : | | | 1583.09 | 2153.06 | | 81669.00 | |

Fuente: Electronorte S.A.

2.1.2. Muestra

Para la muestra se ha seleccionada las interrupciones que se presentaron en el 2019 (Anexo I) el trabajo esta direccionado a determinar, cual o cuales son los alimentadores que ha contribuido a perjudicar económicamente más teniendo en cuenta los parámetros establecidos por Ley de Concesiones, NTC SER (Norma Técnica de Calidad del Servicio Rural) así como la penalización por incumplimiento de desempeño esperado SAIDI y SAIFI, según muestra es necesario obtener y conocer algunos parámetros que se describe a continuación, para validar

ciertos resultados se ha utilizado Excel para promediar la base de datos brindada por Electronorte S.A.

2.2. Variables de Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente

Análisis energético del sistema eléctrico.

Cuadro 14 Operacionalización de variable independiente.

| Variable Independiente | Dimensiones | Indicadores | Técnica de Recolección de datos | Instrumento de recolección de datos |
|---|--------------------------------------|---|--|--|
| Análisis energético del sistema eléctrico | Número de Interrupciones en Periodo. | Número de Interrupciones Con Proyecto < Número de Interrupciones Sin Proyecto | Información recopilada | La Documentación |

Fuente: Propia, 2021

2.2.2. Variable Dependiente

Optimización de la calidad de suministro.

Cuadro 15 Operacionalización de variable dependiente.

| Variable Dependiente | Dimensiones | Indicadores | Técnica de Recolección de datos | Instrumento de recolección de datos |
|--|--|--|--|--|
| Optimización de la calidad de suministro | Menor Compensación de energía, por Norma y Ley | SAIDI. <Meta Osinergmin SAIFI<Meta Osinergmin | Información recopilada | La Documentación |

Fuente: Propia, 2021

2.2.3. Variable para la optimización de la calidad de suministro

La optimización para mejorar la calidad de servicio se representa mediante la siguiente gráfica:



2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.3.1. Técnica de recolección de datos validez y confiabilidad

Con el propósito de hacer un trabajo de investigación óptimo, usaremos técnicas de recolección de datos que ayudarán a conseguir información importante para nuestro proyecto.

Las técnicas que se van a emplear son:

- ❖ **Observación:** Realizaremos visitas técnicas a los sistemas eléctricos de Chota.
- ❖ **Información Bibliográfica:** Recopilar distintas fuentes bibliográficas como papers, normas, libros, revistas, internet, etc., con la finalidad de elaborar el proyecto.
- ❖ **Información Fuente:** Se solicitará información fuente de las empresas eléctricas.

2.3.2. *Instrumento de recolección de datos*

Base de datos de Interrupciones (Anexo 03)

Informes

2.3.3. *Procedimiento para recolección de datos*

Etapa 1: Se realizará una observación de las redes del sistema que conforman la unidad de chota.

Etapa 2: Se recopilará datos de las interrupciones que más frecuentan y por las que existen fallas recurrentes.

Etapa 3: Se evaluará el tipo de falla que incrementa el número de interrupciones.

Etapa 4: Se utilizará un software para simular flujos de potencia en los alimentadores críticos.

Etapa 5: Se recomendará implementación de equipo tecnológico que permita reducir las interrupciones de servicio eléctricos.

Etapa 6: Se hará una análisis de una evaluación económica de como contribuye este proyecto a optimizar la calidad de suministro en el sistema eléctrico Rural.

2.4. **Criterios Éticos**

Para la elaboración de este proyecto se considerarán bajo el Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP, 1999) (*ver anexo N° 2*) y el Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS, 2018).

Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)

Este documento (*ver Anexo N° 3*) nos dará a conocer los principios éticos que debe conocer todo ingeniero en todo lo que ha visto a lo largo de su formación profesional.

“Art. 1 – los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.”

“Art. 4 – los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar del país de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país depende de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecte la paz y la salud.”

“Art – 5 los ingenieros cuidarán que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abuso o dispendio. respetarán y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.”

Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS)

El presente documento nos da a conocer todos los pasos a seguir para realizar nuestra investigación universitaria (*ver Anexo N° 4*), aquí se detalla todos los principios éticos del uso de información, anti plagios y las sanciones ante ella. Sus primeros artículos mencionan lo siguiente:

“Art. 1 – finalidad: El Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de la(s) persona(s) que participan en una actividad de investigación Científica, Tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.”

“Art. 3 – alcance: El presente código de ética de investigación es de cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativo de la Universidad Señor de Sipán.

2.5. Principios de rigor científico

Para este proyecto de investigación se tendrá como base los criterios de validez, generalización, fiabilidad y replicabilidad.

Validez: Se hará el análisis adecuado al momento de escoger las variables relativas y relacionadas al problema de investigación.

Generalización: Se planeará y ejecutará adecuadamente la información extraída de las entrevistas.

Fiabilidad: Cuando se obtengan las medidas se verificará que éstas correspondan a una metodología científica y meticulosa.

Replicabilidad: Los protocolos y procedimientos que se llevarán a cabo estarán guiados a simplificar la repetición experiencial con la finalidad de animar la contrastación de resultados en trabajos de investigación posteriores.

CAPITULO III

III. Resultados

3.1. Diagnóstico para determinar los alimentadores críticos

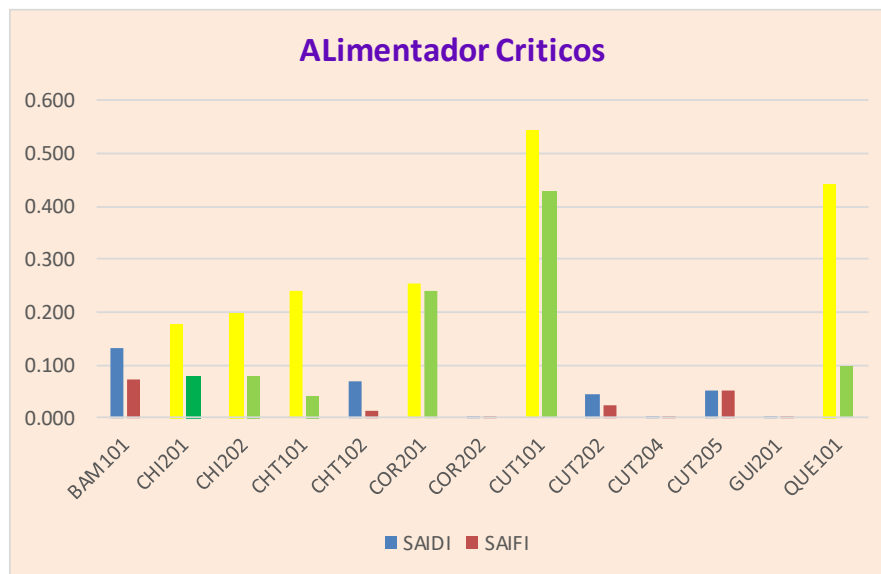
Tomando Como base los datos proporcionados por Electronorte SA (Anexo 03, norma técnica de calidad de servicio). Se determina que los alimentadores que contribuyeron en mayor grado a los indicadores SAIDI y SAIFI en el 2019, son los alimentadores CHI-201, CHI-202, CHT-101, COR-201, CUT-101 y el QUE-101, es data que esta descrita en el Anexo 03, corresponde a los registros, de los equipos de fallas, registros operadores, registros de personal de atención de cliente y que estas, validan la información desde el momento que se tuvo conocimiento Cuadro 16 (Define los Alimentadores Críticos).

Cuadro 16 Alimentadores Críticos.

| Alimentador | SAIDI | Afectacion SAIDI % | SAIFI | Afectacion SAIFI % |
|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| BAM101 | 0.130 | 6.03% | 0.072 | 6.38% |
| CHI201 | 0.178 | 8.25% | 0.079 | 6.98% |
| CHI202 | 0.198 | 9.20% | 0.081 | 7.19% |
| CHT101 | 0.242 | 11.21% | 0.042 | 3.72% |
| CHT102 | 0.070 | 3.26% | 0.012 | 1.09% |
| COR201 | 0.255 | 11.84% | 0.241 | 21.39% |
| COR202 | 0.000 | 0.01% | 0.000 | 0.02% |
| CUT101 | 0.545 | 25.29% | 0.428 | 38.02% |
| CUT202 | 0.043 | 2.01% | 0.024 | 2.09% |
| CUT204 | 0.000 | 0.02% | 0.001 | 0.05% |
| CUT205 | 0.050 | 2.32% | 0.051 | 4.55% |
| GUI201 | 0.000 | 0.01% | 0.000 | 0.02% |
| QUE101 | 0.443 | 20.55% | 0.096 | 8.49% |
| Total | 2.156 | | 1.126 | |

(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 2 Alimentadores Críticos



(Electronorte S.A., 2019)

3.2. Diagnóstico De Interrupciones En El Sistema Eléctrico De Chota

3.2.1. Alimentador CHT 101 (Chota)

En esta tabla podemos apreciar la frecuencia, con la que las interrupciones se presentaron en este alimentador CHT 101, y estas tuvieron su mayor origen debido a instalación de equipos de maniobra (52%), expansión en las redes (14%), Falla por colisión de vehículos contra estructuras (29%) mantenimiento, entonces se podría decir que este alimentador no requiere muchas modificaciones en lo que es su sistema de protección ya que las fallas y posterior interrupción provocado por esto, fueron en menor medida y la solución que garantiza una mayor estabilidad en el sistema sería realizar un análisis de flujo de potencia aguas abajo a los circuitos CHI 201 (Chiriconga) y COR 201 (Cerro Corona), que son los 2 alimentadores de los que depende esta red de media (CHT 101) (Grafico I) y luego realizar los cálculos de cortocircuito siendo falla franca o falla debido a una impedancia y un reporte general del sistema con los parámetros y ubicación de los nuevos equipos de coordinación y protección.

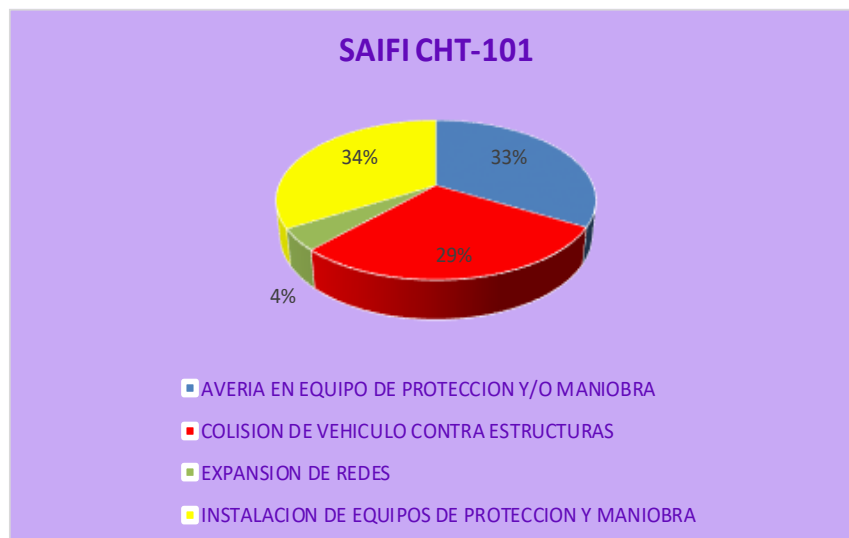
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, perteneciente a la data histórica brindado por Electronorte SA (Anexo 03) correspondiente al año 2019.

Ilustración 3 Indicador SAIDI para interrupciones CHT 101



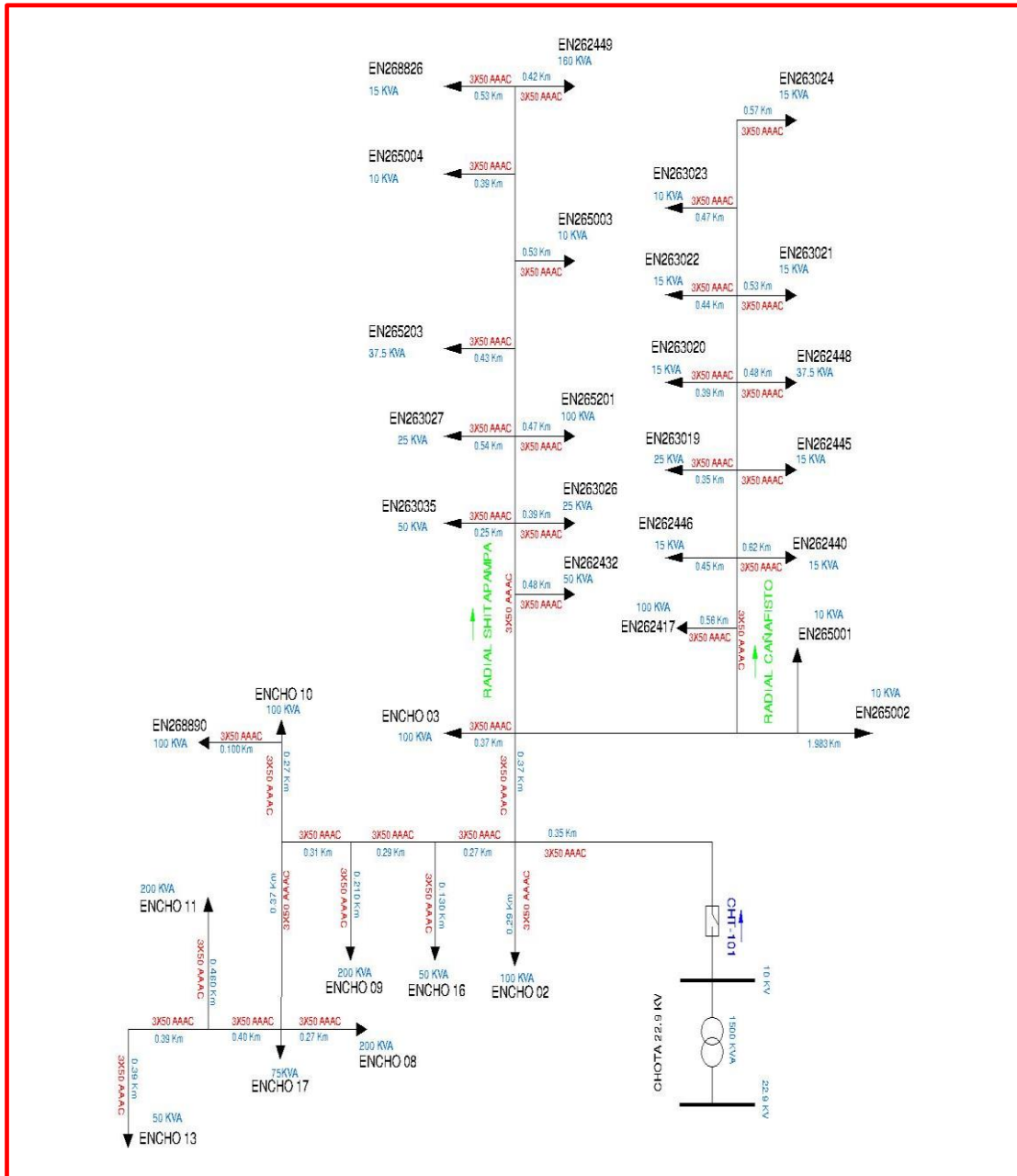
(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 4 Indicador SAIFI para interrupciones CHT 101



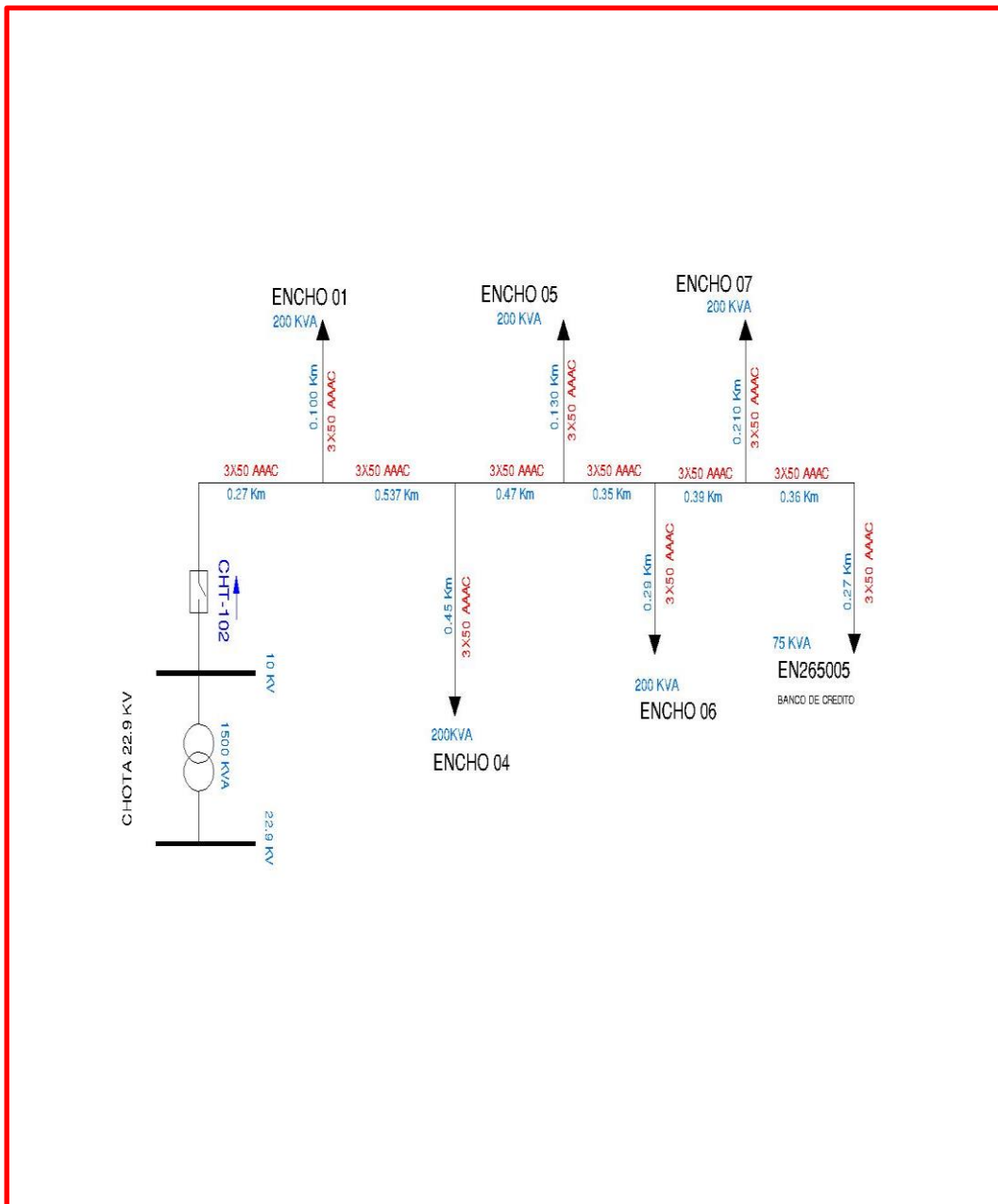
(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 5 Diagrama Unifilar CHT 101.



(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 6 Diagrama Unifilar CHT 102.



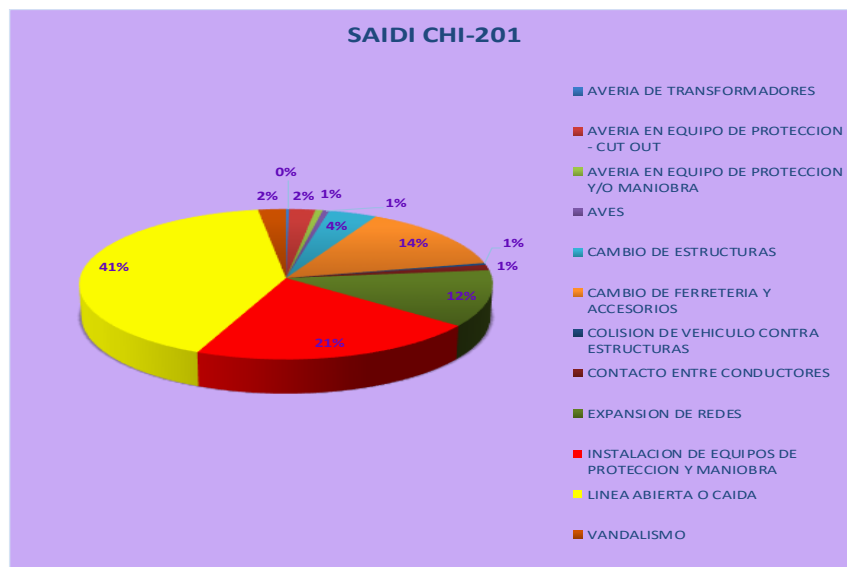
(Electronorte S.A., 2019)

3.2.2. Alimentador CHI 201 (Chiriconga)

En este alimentador las interrupciones se evidenciaron de manera equitativa producto de Líneas Caídas (41%), Instalación de equipos (seccionamientos y otros)(21%), expansión de redes producto de electrificación rural (12%), Mantenimiento Programados (14%) y otras averías (8%), La solución a reducir cierto número de interrupciones en especial lo que sería cortocircuito, sobrecarga, que no tenga nada que ver con actividades de mantenimiento programadas, sería al igual que en el alimentador CHI-201, realizar un análisis de flujo de potencia discriminar falla y no afectar el alimentador en su totalidad en todo su totalidad para ello se puede realizar transferencias de alimentadores tanto del COR-201, COR-203, CHI.-201, En el Grafico II se puede mostrar el unifilar de transferencia .

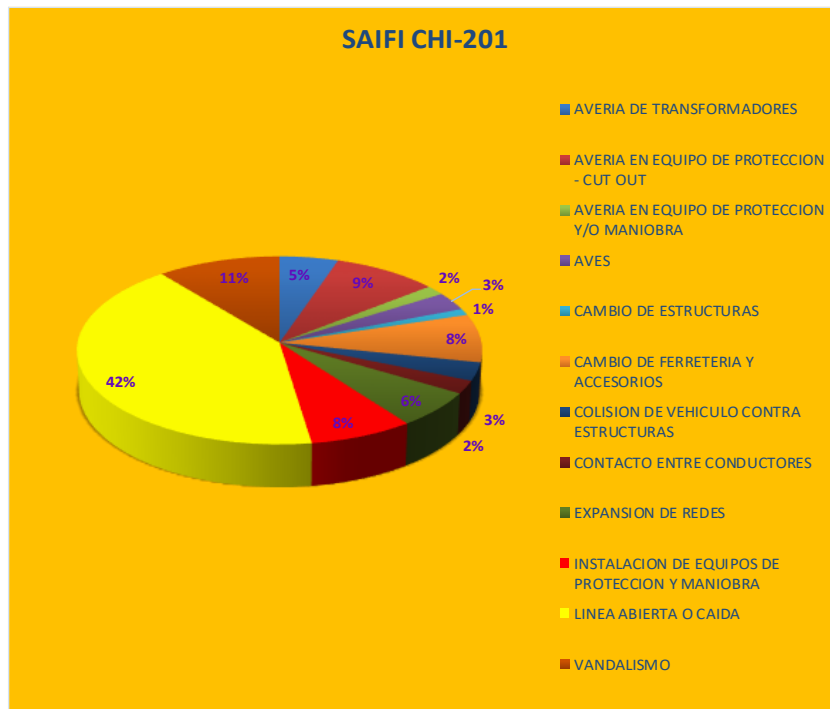
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, en el (Anexo 03) a la data histórica brindado por Electronorte SA (Anexo 03) correspondiente al año 2019.

Ilustración 7 Indicador SAIDI para Interrupciones CHI 201.

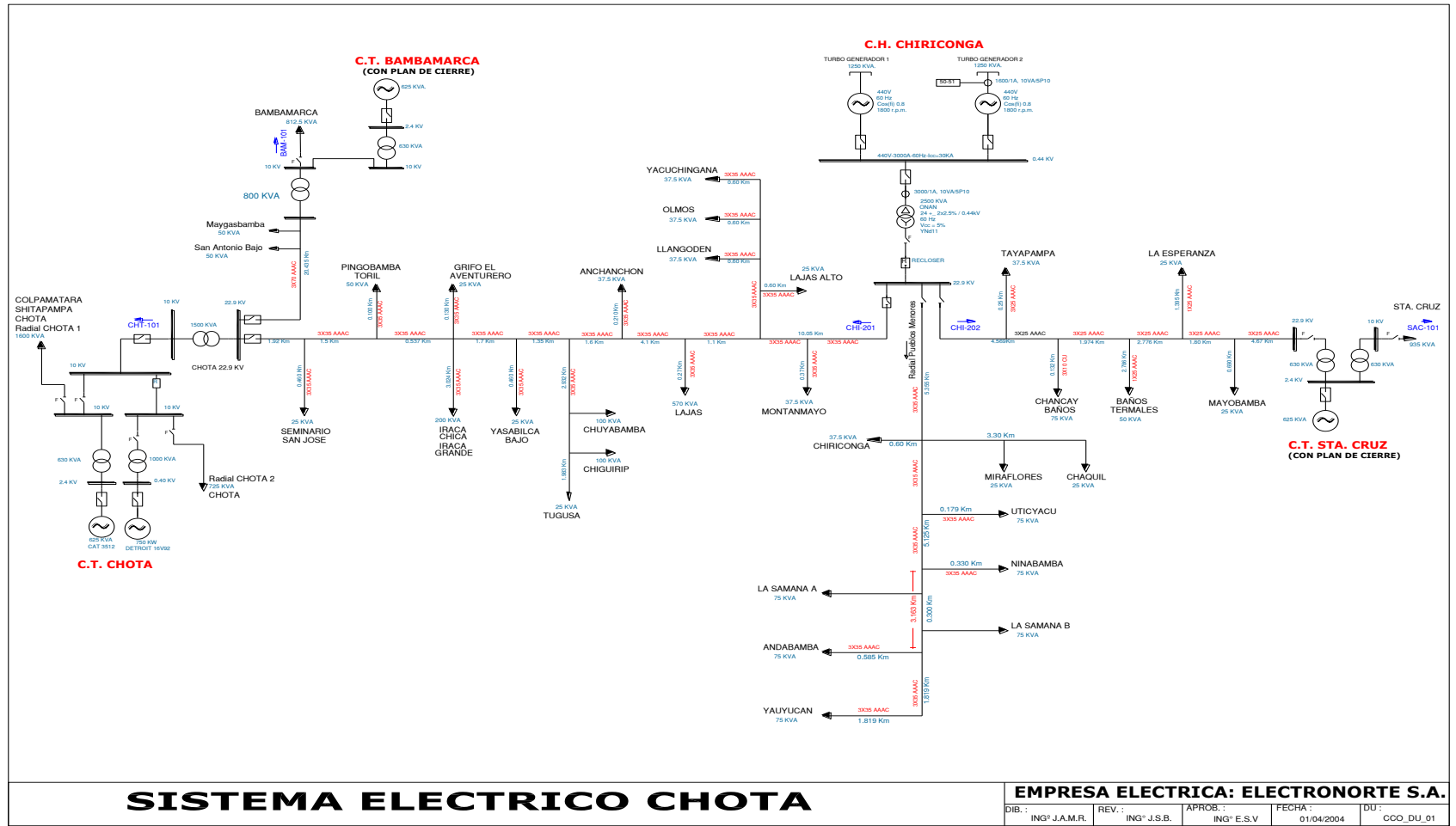


(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 8 Indicador SAIFI para Interrupciones CHI 201.



(Electronorte S.A., 2019)



SISTEMA ELECTRICO CHOTA

| | | | | |
|---|-------------|------------|------------|-----------|
| EMPRESA ELECTRICA: ELECTRONORTE S.A. | | | | |
| DIB.: | REV.: | APROB.: | FECHA: | DU: |
| ING° J.A.M.R. | ING° J.S.B. | ING° E.S.V | 01/04/2004 | CCO_DU_01 |

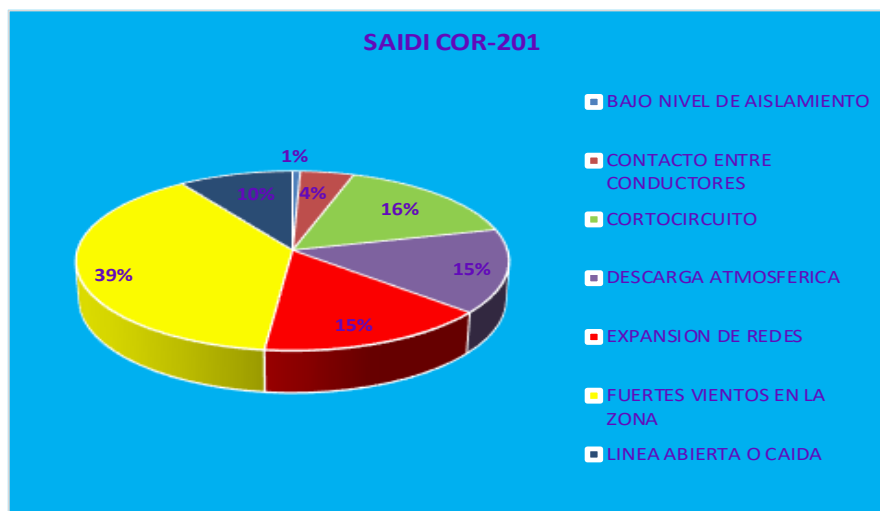
(Electronorte S.A., 2019)

3.2.3. Alimentador COR 201 (Cerro Corona)

En este alimentador se originó la mayor cantidad de fallas y las interrupciones que más repercutieron, estuvieron dadas por problemas de Fuertes Vientos (39%), cortocircuitos (16%), descargas atmosféricas (15%), expansión de redes (15%). Este alimentador que forma parte de los alimentadores que transfieren energía a los alimentadores CHT 101 y CHT 102, al irse el servicio en el alimentador COR 201 se efectúan los cambios de conexión al CHI-201 en las celdas de llegada que se encuentran ubicadas en la central eléctrica de Chota.

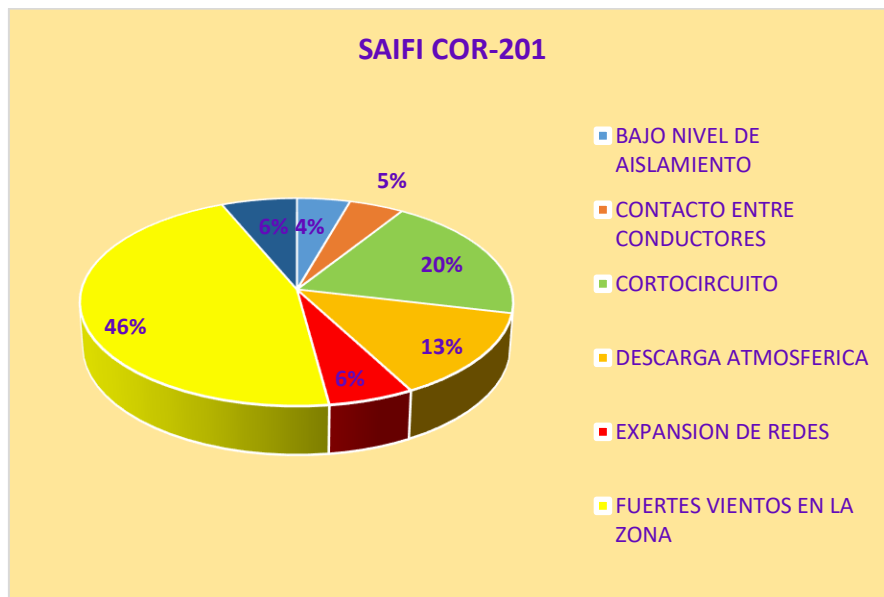
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, perteneciente a la data histórica brindado por Electronorte SA y se adjunta en el Anexo 03.

Ilustración 9 Indicador SAIDI para Interrupciones COR 201.

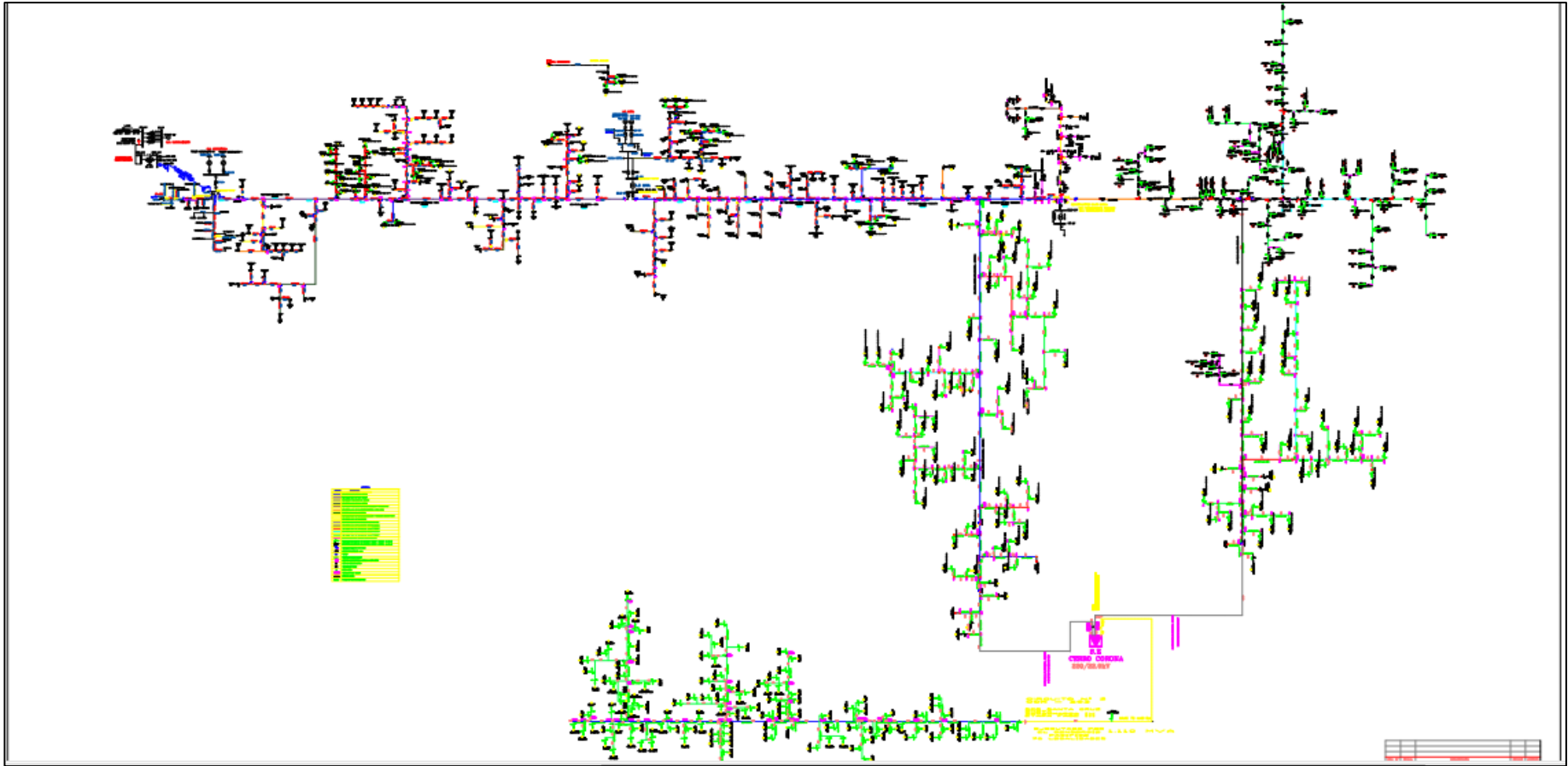


(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 10 Indicador SAIFI para Interrupciones COR 201.



(Electronorte S.A., 2019)



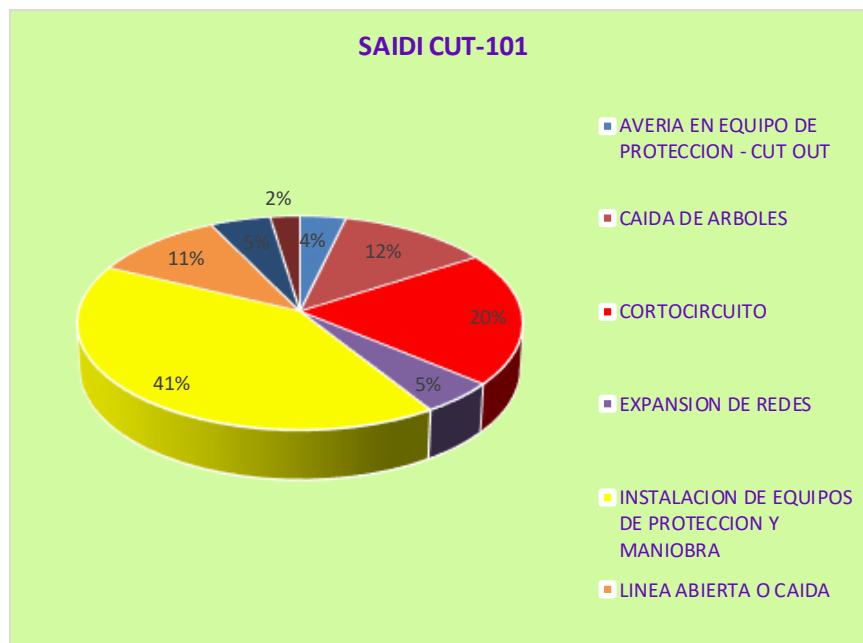
(Electronorte S.A., 2019)

3.2.4. Alimentador CUT 101 (Cutervo)

Es el alimentador que alimenta a la ciudad de Cutervo, su fuente Principal es el alimentador CUT-101 es un alimentador cuyo nivel de tensión es de 13.2KV, actualmente este alimentador recorre zona rurales y zona urbana, también se evidenciaron muchas interrupciones, teniendo como principal enemigo al factor climatológico , que en muchos casos deterioraron los equipos de protección y maniobra teniendo un indicador de 41% además de los cortocircuitos por los fuertes vientos34%, también dando origen a líneas abiertas o caídas, otro de los motivos principales por los que apertura constantemente.

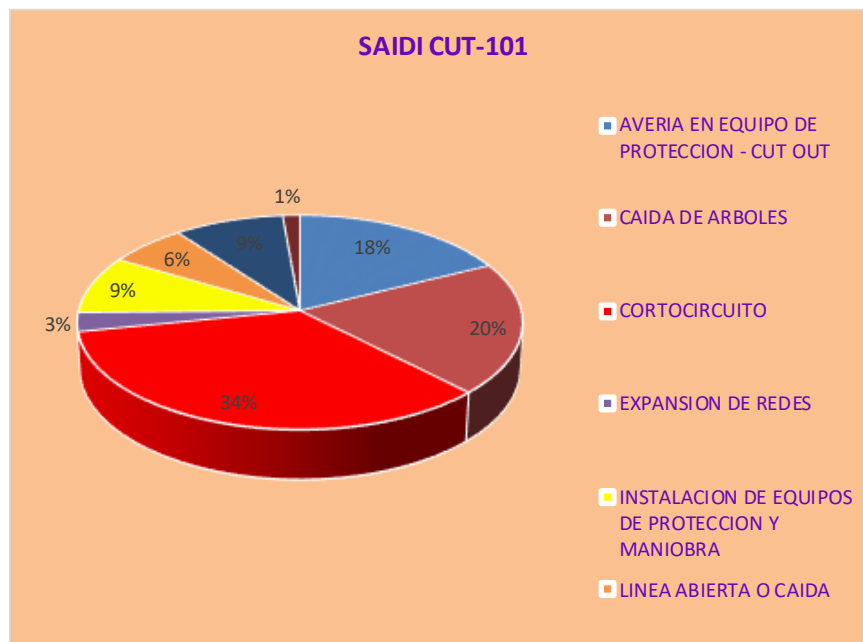
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, perteneciente a la data histórica brindado por Electronorte SA y se adjunta a mayor escala en el Anexo 03.

Ilustración 11 Indicador SAIDI para Interrupciones CUT 101.

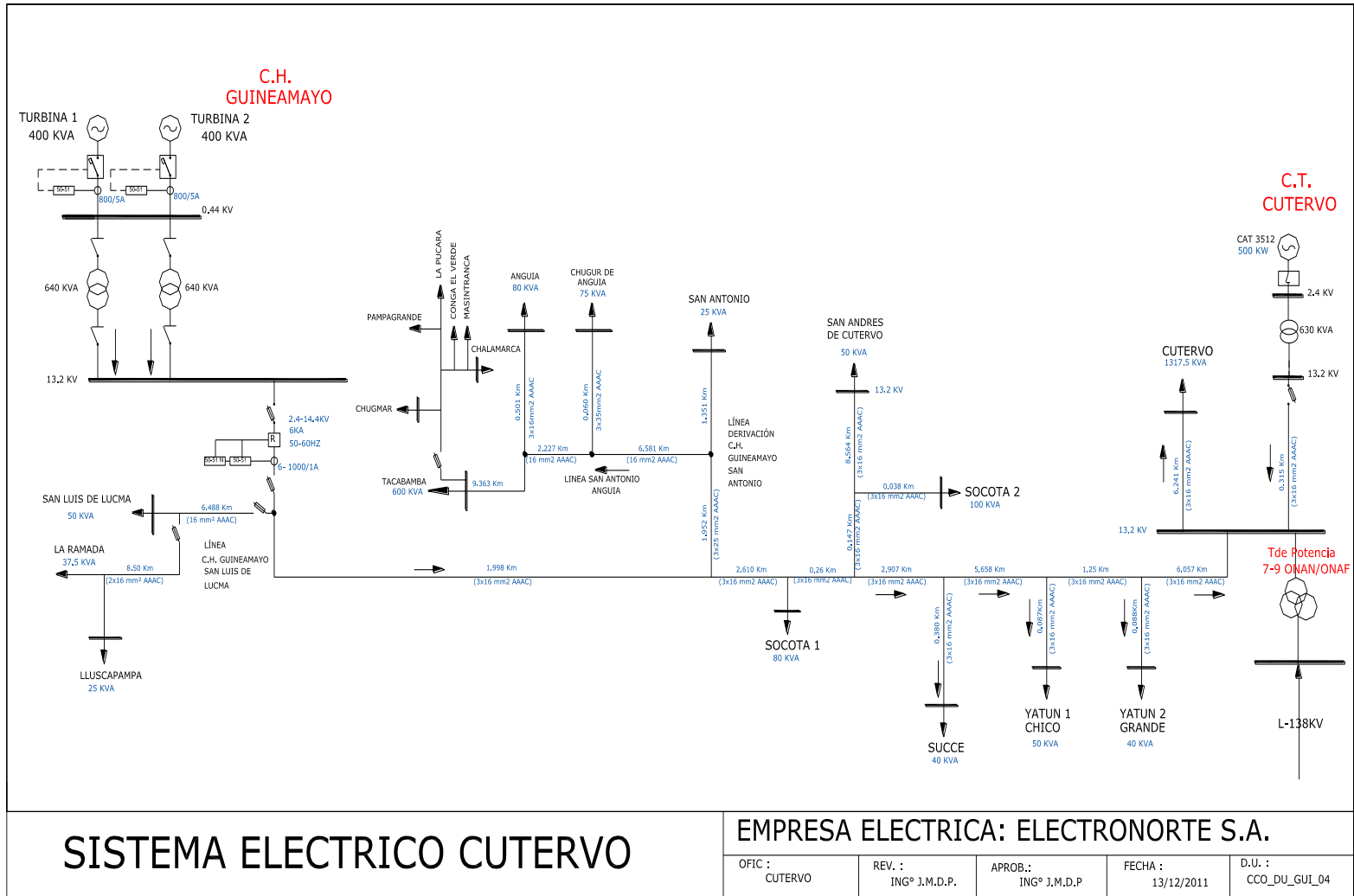


(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 12 Indicador SAIDI para Interrupciones CUT 101.



(Electronorte S.A., 2019)



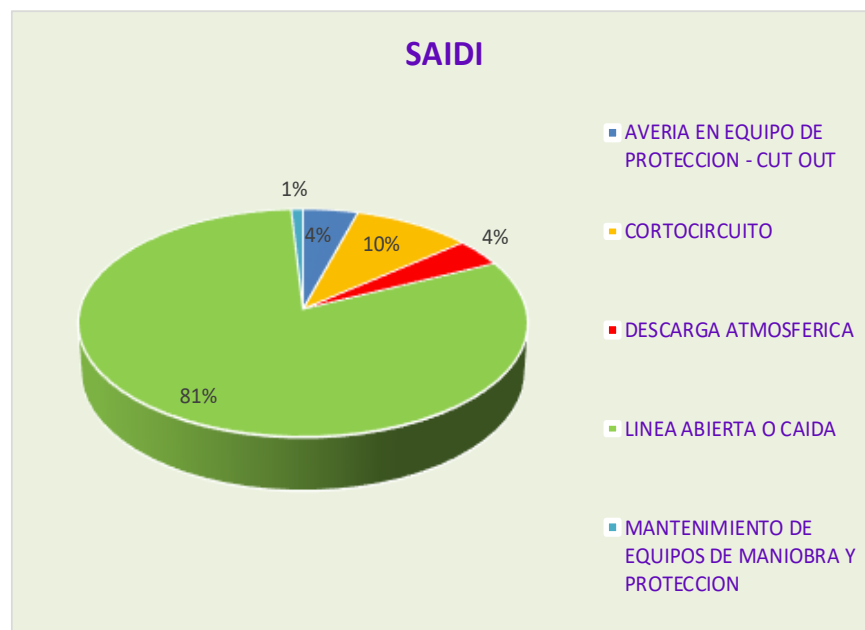
(Electronorte S.A., 2019)

3.2.5. Alimentador QUE 101-CUT205 (Querocotillo)

Este un alimentador que abastece a las localidades de Huambos, Cochabamba, Querocoto y Querocotillo I ser el alimentador más grande también se evidenciaron muchas interrupciones, teniendo como principal enemigo al factor climatológico (36% y 37%) produciendo descargas atmosféricas en el sistema, también dando origen a líneas abiertas o caídas, otro de los motivos principales por los que apertura constantemente.

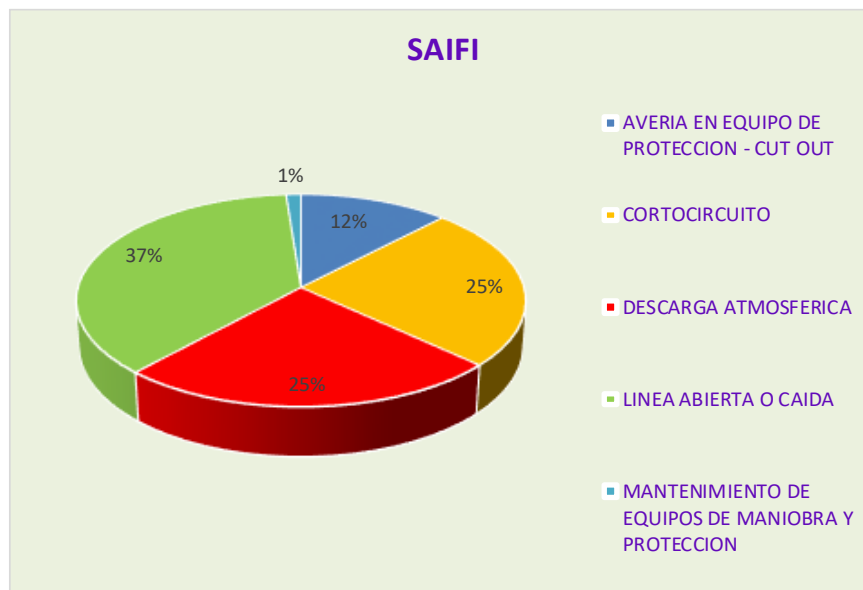
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, perteneciente a la data histórica brindado por Electronorte SA y se adjunta a mayor escala en

Ilustración 13 Indicador SAIDI para Interrupciones QUE 101-CUT-205.

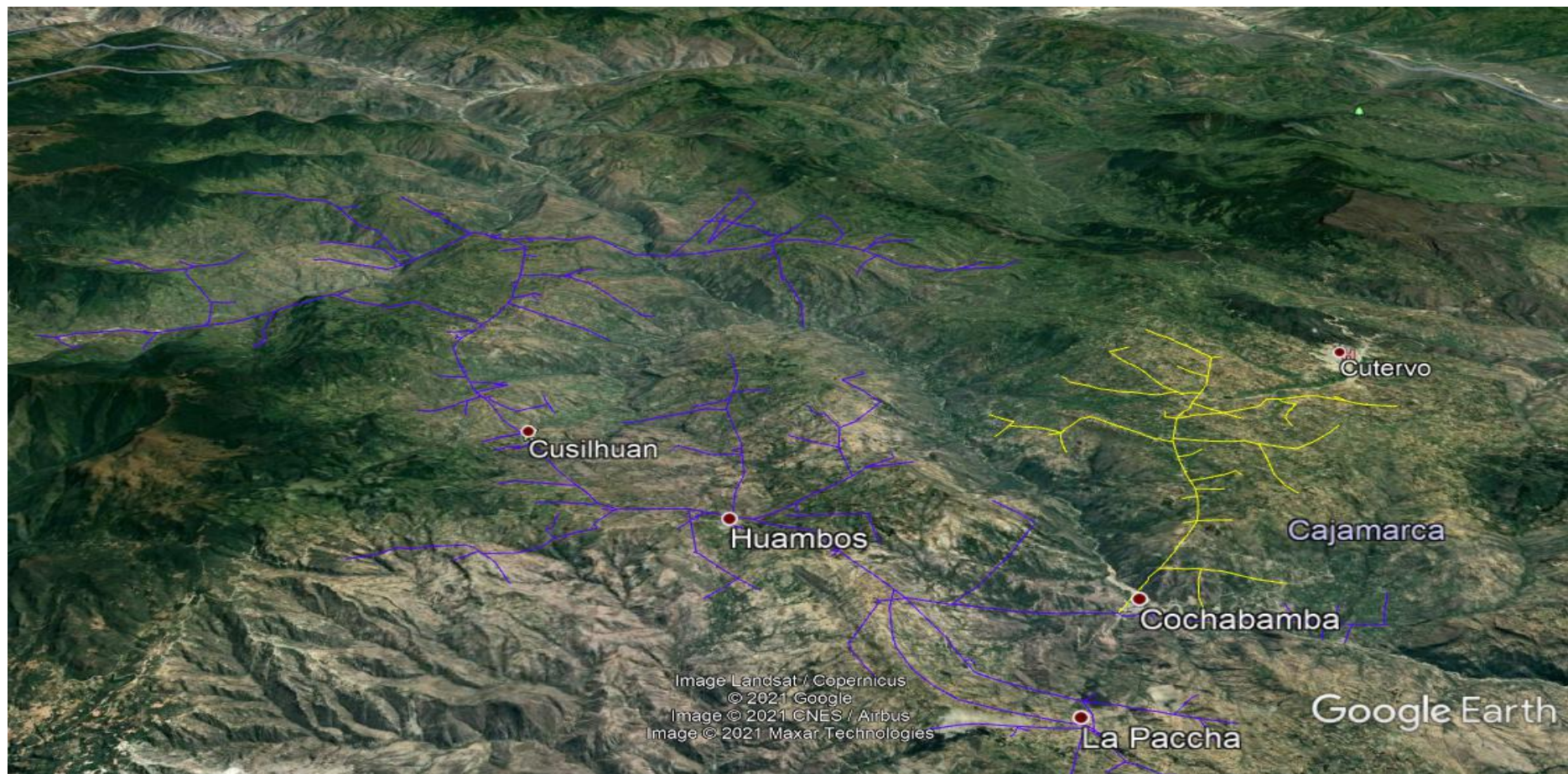


(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 14 Indicador SAIFI para Interrupciones QUE 101-CUT-205.



(Electronorte S.A., 2019)



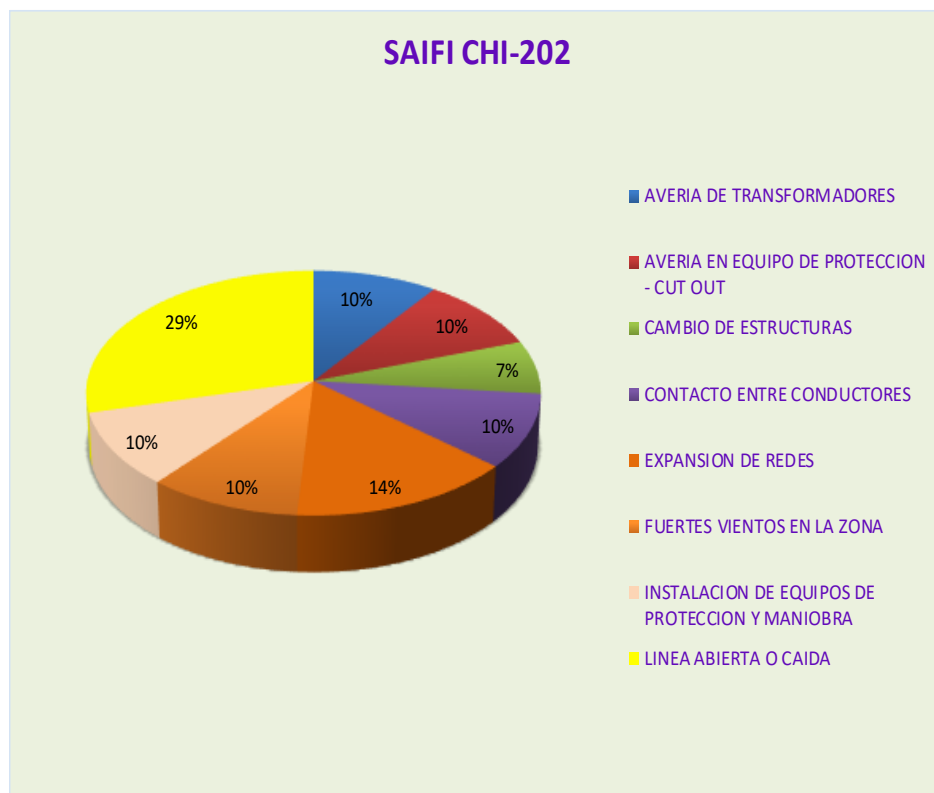
(Electronorte S.A., 2019)

3.2.6. Alimentador CHI202.

Este un alimentador que abastece a las localidades de Santa Cruz, Chancay Baños, la Esperanza, es un alimentador y que según muestra ha presentado varias interrupciones, teniendo como principal líneas abiertas y caídas y fuertes vientos en la zona (29% y 14%), también dando origen a líneas abiertas o caídas, otro de los motivos principales por los que apertura constantemente.

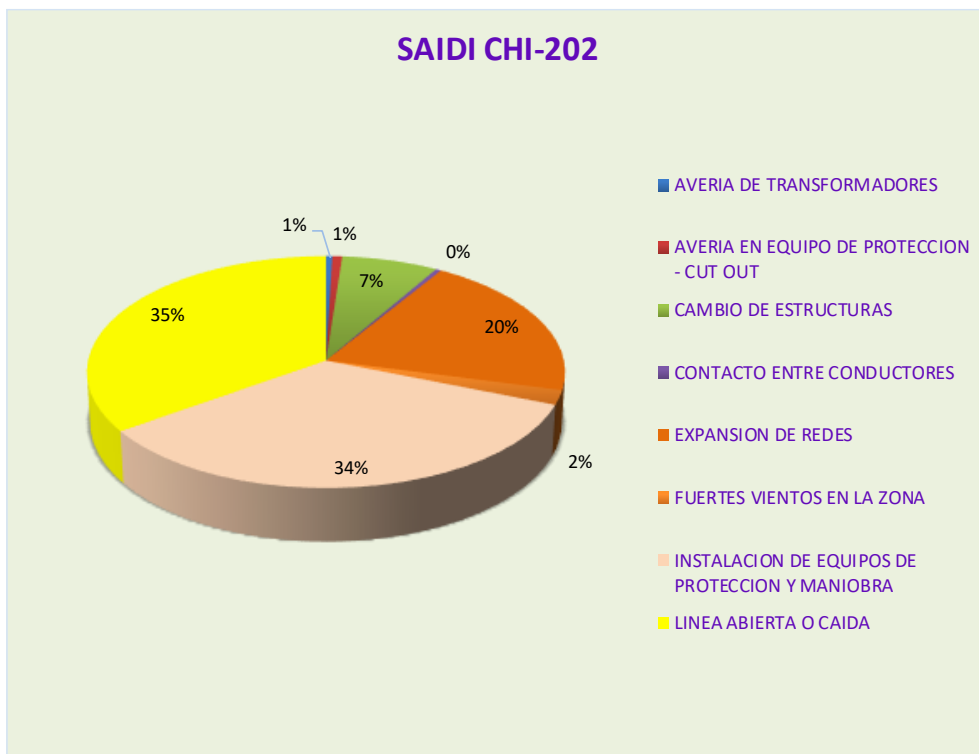
Los datos en este reporte fueron obtenidos gracias al programa OPTIMUS NGC, perteneciente a la data histórica brindado por Electronorte SA y se adjunta a mayor escala en el Anexo 03.

Ilustración 15 Indicador SAIFI para Interrupciones CHI 202.

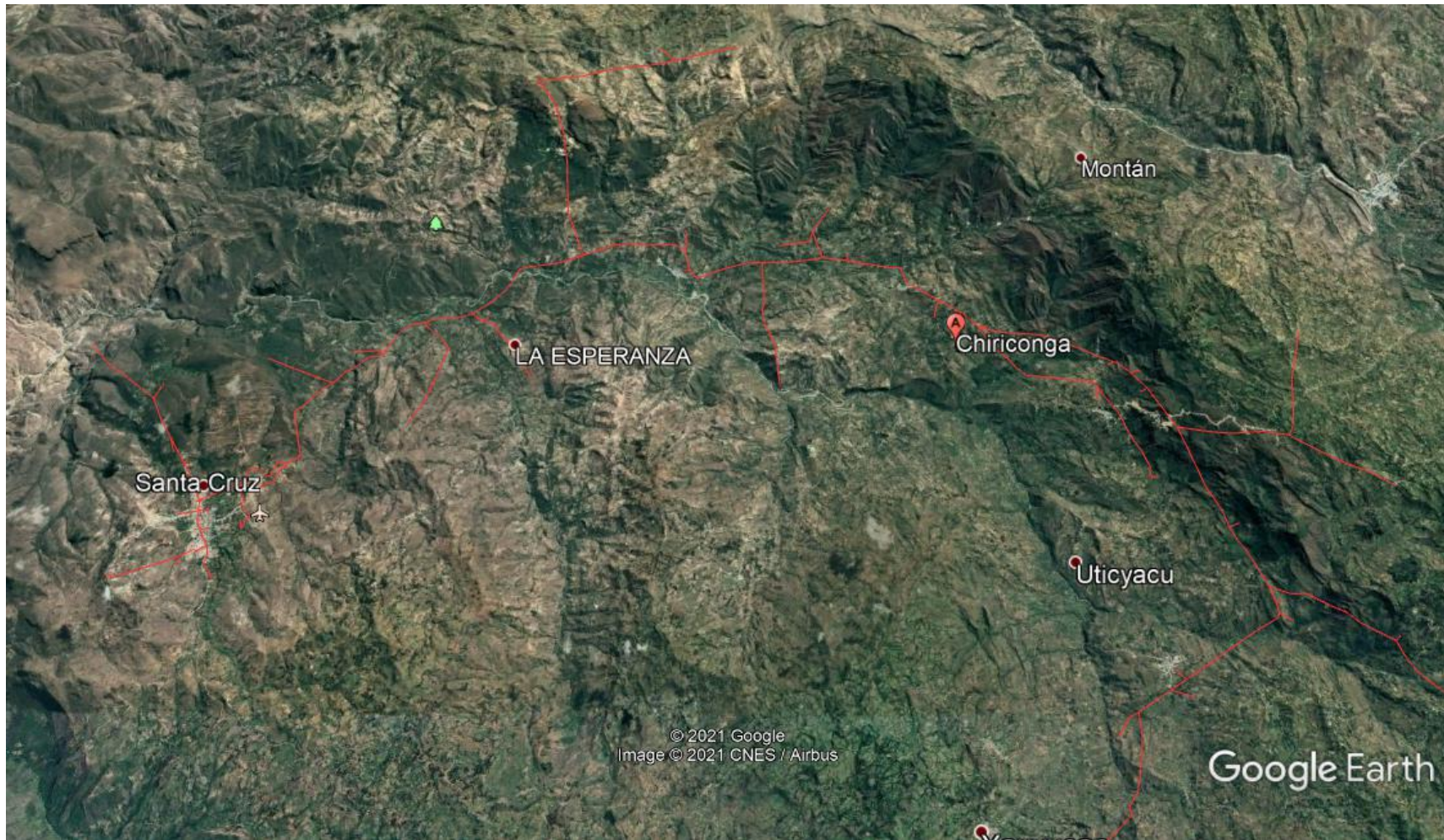


(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 16 Indicador SAIDI para Interrupciones CHI 202.



(Electronorte S.A., 2019)



(Electronorte S.A., 2019)

Cuadro 17 – (A) Resultados de Interrupciones más frecuentes en el sistema.

| | |
|--|------------|
| CHI201 | 34 |
| AVERIA DE TRANSFORMADORES | 2 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | 1 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | 1 |
| AVES | 2 |
| CAMBIO DE ESTRUCTURAS | 1 |
| CAMBIO DE FERRETERIA Y ACCESORIOS | 2 |
| COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | 2 |
| CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | 2 |
| EXPANSION DE REDES | 6 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 5 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 9 |
| VANDALISMO | 1 |
| CHI202 | 11 |
| AVERIA DE TRANSFORMADORES | 1 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | 1 |
| CAMBIO DE ESTRUCTURAS | 1 |
| CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | 1 |
| EXPANSION DE REDES | 2 |
| FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | 1 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 1 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 3 |
| CHT101 | 4 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | 1 |
| COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | 1 |
| EXPANSION DE REDES | 1 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 1 |
| CHT102 | 2 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | 1 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 1 |
| COR201 | 24 |
| BAJO NIVEL DE AISLAMIENTO (ELEMENTO ELECTRICO MAL DIMENSIONADO) | 1 |
| CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | 1 |
| CORTOCIRCUITO | 5 |
| DESCARGA ATMOSFERICA | 3 |
| EXPANSION DE REDES | 2 |
| FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | 10 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 2 |
| CUT101 | 29 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | 2 |
| CAIDA DE ARBOLES | 7 |
| CORTOCIRCUITO | 5 |
| EXPANSION DE REDES | 8 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 1 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 4 |
| OTROS | 1 |
| VANDALISMO | 1 |
| QUE101 | 10 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | 1 |
| CORTOCIRCUITO | 2 |
| DESCARGA ATMOSFERICA | 2 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 3 |
| MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MANIOBRA Y PROTECCION | 2 |
| Total general | 114 |

(Electronorte S.A., 2019)

Según Cuadro 17, Interrupciones Más Frecuentes en el Sistema.

- ❖ Según análisis estadísticos de frecuencia; representando el 22% de las interrupciones, es por líneas caídas y 19% es por falla de cortocircuito, expansión y reforzamiento 15%, descargas atmosféricas 11%, Fuertes vientos 9% otros 25%
- ❖ El Tiempo Promedio De Interrupción Del Alimentador CHI-201 Es que mayor tiempo que se interrumpió, con 31% en promedio de horas interrumpidas, el QUE-101 con 23%, el CHT-102, 18% y el CUT-101 con 9% otros, 19%.
- ❖ El CHI-201 con 30% fue el que mayor cantidad de usuarios afecto, seguido de CUT-201 con 25%, el COR-201 con 21%, 10% CHI-202 y otros 14%.

Cuadro 18 - (B) Resultado de Interrupciones más frecuentes en el sistema.

| Alimentador | Horas | SAIFI | SAIDI | Usuarios Afectados | Demanda (KW) |
|-------------|--------|-------|-------|--------------------|--------------|
| CHI201 | 86:40 | 0.08 | 0.18 | 764 | 307 |
| CHT101 | 23:21 | 0.04 | 0.24 | 3465 | 699 |
| CHT102 | 11:24 | 0.01 | 0.07 | 2038 | 468 |
| COR201 | 37:42 | 0.24 | 0.26 | 3318 | 842 |
| QUE101 | 46:40 | 0.10 | 0.44 | 3160 | 765 |
| CUT101 | 67:13 | 0.43 | 0.55 | 4879 | 1014 |
| Otros | 109:45 | 5:29 | 10:08 | 8523 | 1374 |

(Electronorte S.A., 2019)

Según cuadro 18 Interrupciones Más Frecuentes en el Sistema

- ❖ En esta tabla se determina que el alimentador con mayor cantidad de usuarios CUT101, QUE-101.
- ❖ El CHI-201 y CUT son los alimentadores que mayor tiempo de interrupción
- ❖ De igual manera la demanda interrumpida resalta los alimentadores CUT-101, COR-201, bajo estas premisas podemos decir que uno de los principales alimentadores críticos en estos sistemas eléctricos resalta el alimentador CUT-101, por lo tanto, la empresa concesionaria debería poner mucho énfasis, e inyectar inversiones técnicas que

permita en aliviar la criticidad de este alimentador, seguido de los 06 alimentadores que de acuerdo a muestra determinan su criticidad.

3.3. Análisis De Flujo De Potencia

3.3.1. Cálculo De Flujo De Potencia Utilizando Digsilent Power Factory

Para el análisis, se tomó como base, la muestra de alimentadores críticos, resultado obtenido del diagnóstico del suministro eléctrico realizado, muestra extraída del NGC periodo 2019 de la base de datos Electronorte SA.

Como resultado de diagnóstico se obtuvieron los siguientes alimentadores críticos, CUT-101, QUE-101, CHI-201, CHT-101, CHT-102, COR-201.

3.3.2. Datos Técnicos Para el Análisis

Se cuenta con la siguiente información necesaria para la realización del estudio de protecciones:

- ❖ Potencia de Cortocircuito en la barra 22,9 kV de la Subestación Cerro Corona de la base de datos del COES, SEP Cutervo, SEP Carhuaquero.
- ❖ Subestación Cerro Corona, Cutervo, Carhuaquero: Ajustes actuales de los relés existentes.
- ❖ Manual del Recloser de salida en SE Cerro Corona.
- ❖ Características eléctricas del equipamiento comprendido en el sistema de estudio.

3.3.3. Configuración de los Alimentadores Críticos

Para el Análisis del Sistema Eléctrico se considera las siguientes premisas:

- ❖ Se considera como barra infinita a la barra 22,9 kV Alimentadores COR-201, QUE-CUT-205, CHI-201, 13.2KV Alimentador CUT-101, 10KV Alimentadores CHT-101 y CHT-102.
- ❖ Se realiza el análisis de flujo de carga en máxima y mínima demanda, así como el cálculo de fallas trifásicas, bifásicas y monofásicas.

- ❖ El factor de potencia considerado para cada localidad es 0,95.

3.3.4. *Máxima Demanda de los Alimentadores Críticos*

De acuerdo al perfil de carga de la base de datos proporcionado por la Fuente Electronorte SA se ha determinado las demandas máximas en hora punta y hora fuera de punta, en el siguiente Cuadro 19.

Cuadro 19 Máxima demanda.

| Alimentador Critico | Tension (KV) | MD Fuera Punta(KW) | MD Hora Punta(KW) |
|----------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| CHT-101 | 10.00 | 815.75 | 1275.25 |
| CHT-102 | 10.00 | 575.20 | 875.20 |
| CHI-201 | 22.90 | 1453.69 | 1842.53 |
| CUT-101 | 13.20 | 384.16 | 419.60 |
| QUE-101-CUT-205 | 22.90 | 301.73 | 296.64 |
| COR-201 | 22.90 | 916.59 | 620.16 |

(Electronorte S.A., 2019)

3.3.5. *Sistema de Protección Recomendado.*

La protección a instalar es constituida por un reconectador electrónico de características similares a los existentes con funciones de sobrecorriente entre fases (50/51), sobrecorriente a tierra (50N/51N), sensitivo a tierra (SEF), recierre (79), mínima frecuencia (81) y mínima tensión (27).

Este equipo de protección se instalará en nueva en puntos estratégicos que permitan realizar transferencia de apertura y cierre entre alimentadores, además deberán contar con equipos auxiliares que permitan su conexión remota con SCADA del Centro de Control de Operaciones Electronorte SA.

3.3.6. *Parámetros Eléctricos de los Conductores*

Los parámetros requeridos para el análisis de flujo de potencia y cálculo de cortocircuito se han obtenido de la base de datos proporcionados por Electronorte SA Correspondiente al año 2019 y de los cálculos realizados para determinar las características eléctricas de las líneas primarias.

Cuadro 20 Corriente de cortocircuito en Alimentadores.

| Alimentadores | Ik 3 Φ | | Ik 1 Φ | |
|------------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| | Máx Ave.(KA) | Mín. Ave.(KA). | Máx Ave.(KA) | Mín. Ave.(KA) |
| CHI-202 | 3.602 | 2.788 | 0.721 | 0.558 |
| CHI-201 | 3.753 | 3.406 | 0.751 | 0.6812 |
| CUT-101 | 4.671 | 3.628 | 0.9342 | 0.7256 |
| CHT-101 | 6.121 | 5.557 | 1.2242 | 1.111 |
| CHT-102 | 5.727 | 5.095 | 1.1454 | 1.019 |
| QUE-101, CUT-205 | 4.513 | 3.493 | 0.903 | 0.699 |
| COR-201 | 7.731 | 6.991 | 1.546 | 1.398 |

(Digsilent Power Factory, 2021)

Los Parámetro Eléctricos utilizados en sistema se muestran en el cuadro siguiente, estos cálculos son valores realizados con los calibres del conductor según catálogos de conductor.

Cuadro 21 Parámetros eléctricos.

Parámetros eléctricos de línea 22.9 kV

| Tipo | R(+) | X(+) | R(0) | X(0) |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| AAAC 3 x 120 mm ² | 0.3295 | 0.4218 | 0.5028 | 1.8691 |
| AAAC 3 x 70 mm ² | 0.6072 | 0.4422 | 0.7805 | 1.8895 |
| AAAC 3 x 50 mm ² | 0.8042 | 0.4596 | 0.9775 | 1.9069 |
| AAAC 3 x 35 mm ² | 1.1570 | 0.4731 | 1.3303 | 1.9204 |
| AAAC 3 x 25 mm ² | 1.6411 | 0.4858 | 1.8144 | 1.9330 |
| AAAC 1 x 70 mm ² | 0.6667 | 0.8792 | | |
| AAAC 1 x 35 mm ² | 1.2165 | 0.9045 | | |

Fuente: Cálculo de la configuración de las líneas instaladas

3.3.7. Metodología Para el Análisis del Flujo de Potencia

- ❖ El software utilizado en el cálculo de flujo de carga y corrientes de cortocircuito es el DIGSILENT 15.1.7
- ❖ El Software utilizado para el coordinamiento de protecciones es el DIGSILENT 15.1.7
- ❖ Para el desarrollo del presente estudio se ha tomado en cuenta el lineamiento principal indicado en los siguientes documentos:

IEC 60909: Es una norma que se emplea para el cálculo de cortocircuito “Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations.”

Norma DGE “Especificaciones Técnicas de Soportes normalizados para Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”. Página 74.

3.3.8. Análisis de Flujo

El objetivo de esta parte del estudio es de observar y analizar el comportamiento del sistema eléctrico en condiciones normales de operación, con la finalidad de evaluar los niveles de tensión en barras, flujo de potencia activa y reactiva en las líneas de transmisión, transformadores de potencia y generadores.

También permite verificar la capacidad de transmisión de los componentes del sistema, observando aquellas situaciones en las cuales los equipos operan en condiciones de sobrecarga.

Para el análisis de flujo de potencia se ha considerado la configuración del Sistema Eléctrico (Diagrama Unifilar Proporcionado Por Electronorte de Cada Alimentador).

Los escenarios de análisis que se han tomado en cuenta con la Máxima y Mínima Demanda.

Se ha efectuado la simulación del sistema eléctrico, con el programa Digsilent 15.1.17 para las condiciones de máxima y mínima demanda.

Para el análisis se ha tenido en cuenta las siguientes premisas:

- ❖ Se ha considerado como barra infinita a la barra 22,9 kV SE Cerro Corona
- ❖ MD de los alimentadores por ser cargas existentes, Factor de carga de las localidades 0,35.
- ❖ Factor de potencia 0,95.
- ❖ Para evaluar los resultados del flujo de potencia se ha considerado como criterio de calidad y confiabilidad la capacidad del sistema para satisfacer las siguientes condiciones:
- ❖ Niveles de Tensión admisibles en Barra. $\pm 5\%$ del valor nominal.
- ❖ Perdidas de Energía $\pm 2.5\%$

A. Evaluación Alimentador CHT-101

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 10KV, barra principal es de $\pm 1.32\%$, la barra 01 es de $\pm 1.45\%$, Barra 02 $\pm 1.45\%$ y la barra 03 1.45% en la barra. Dentro los niveles aceptables que de acuerdo a norma no debe superar el 5% circuitos del sistema eléctrico, determinándose la máxima caída de tensión en el nodo de barra principal de acuerdo a NTCSE:

CUADRO A.

Ilustración 17 (A.1) Regulación de tensión.

| | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--|-------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|----------------|--|--|--|
| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/1/2021 | | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | | Busbars/Terminals | | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | | | | | | | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | | | | | | | |
| Consider Reactive Power Limits | | Nodes Model Equations | | 0.10 % | | | | | | | |
| Grid: CHT - 101 (CHOTA) | | System Stage: CHT - 101 (CHOT) | | Study Case: Study Case | | | | | | | |
| | | | | Annex: / 1 | | | | | | | |
| | rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] [kV] | [deg] | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | | |
| BARRA 10 KV | 10.00 | 0.99 | 9.92 | -1.32 | 0.86 | 0.28 | 0.95 | 0.05 | P10: 0.86 MW Q10: 0.28 Mvar | | |
| Cub_3 /Lod | | CHT 102 | | -2.28 | -0.78 | -0.95 | 0.14 | 81.09 | Tap: 0.00 Min: 0 Max: 0 | | |
| Cub_1 /Tr2 | | TRAFO | | 1.42 | 0.50 | 0.94 | 0.09 | 8.78 | Pv: 1.55 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.10 km | | |
| Cub_2 /Lne | | LINEA 01 (0.1 km) | | | | | | | | | |
| BARRA 22.9 KV | 22.90 | 1.00 | 22.90 | 0.00 | 2.28 | 0.84 | 0.94 | 0.06 | Sk": 10000.00 MVA | | |
| Cub_2 /Xnet | | CHT 101 | | 2.28 | 0.84 | 0.94 | 0.06 | 81.09 | Tap: 0.00 Min: 0 Max: 0 | | |
| Cub_1 /Tr2 | | TRAFO | | | | | | | | | |
| Cub_2 /Lne | | LINEA 05 (0.1 km) | | | | | | | | | |
| RT 10 kV (01) | 10.00 | 0.98 | 9.84 | -1.45 | -0.52 | -0.18 | -0.94 | 0.03 | Pv: 0.44 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.21 km | | |
| Cub_1 /Lne | | LINEA 05 (0.21 km) | | 0.52 | 0.18 | 0.94 | 0.03 | 3.24 | Pv: 0.21 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.10 km | | |
| Cub_2 /Lne | | LINEA 05 (0.1 km) | | | | | | | | | |
| RT 10 kV (02) | 10.00 | 0.98 | 9.85 | -1.43 | -0.35 | -0.12 | -0.94 | 0.02 | Pv: 0.25 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.27 km | | |
| Cub_1 /Lne | | LINEA 11 (27 km) | | 0.35 | 0.12 | 0.94 | 0.02 | 2.17 | Pv: 0.09 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.10 km | | |
| Cub_2 /Lne | | LINEA 11 (0.1 km) | | | | | | | | | |
| RT 10 kV (03) | 10.00 | 0.98 | 9.85 | -1.43 | -0.21 | -0.07 | -0.95 | 0.01 | Pv: 0.17 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.50 km | | |
| Cub_1 /Lne | | LINEA 05 (0.5 km) | | 0.21 | 0.07 | 0.95 | 0.01 | 1.29 | Pv: 0.03 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.10 km | | |
| Cub_2 /Lne | | LINEA 05 (1) | | | | | | | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinado que el alimentador tiene un MD de 2.28MW, y con 0.01MW pedidas de energía, además podemos verificar que el alimentador no se encuentra sobrecargado (Cuadro B).

Ilustración 18 (A.2) Evaluación de Flujo de potencia.

| | | | | | |
|---|----|--|------------|----------------------------|----|
| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/1/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | |
| Consider Reactive Power Limits | | Nodes Model Equations | | 0.10 % | |
| Total System Summary | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 | |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 5 | No. of Terminals | 93 |
| No. of 2-w Trfs. | 34 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines | 0 |
| No. of Loads | 34 | No. of Shunts | 0 | No. of SVS | 0 |
| Generation | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| External Infeed | = | 2.28 MW | 0.84 Mvar | 2.43 MVA | |
| Load P(U) | = | 2.27 MW | 0.75 Mvar | 2.39 MVA | |
| Load P(Un) | = | 2.27 MW | 0.75 Mvar | 2.39 MVA | |
| Load P(Un-U) | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | | |
| Motor Load | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| Grid Losses | = | 0.01 MW | 0.09 Mvar | | |
| Line Charging | = | | -0.00 Mvar | | |
| Compensation ind. | = | | 0.00 Mvar | | |
| Compensation cap. | = | | 0.00 Mvar | | |
| Installed Capacity | = | 0.00 MW | | | |
| Spinning Reserve | = | 0.00 MW | | | |
| Total Power Factor: | | | | | |
| Generation | = | 0.00 [-] | | | |
| Load/Motor | = | 0.95 / 0.00 [-] | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito

Para el análisis se ha realizado, simulación de 04 fallas se ha propuesto tres equipos de protección al igual que dos barras en radiales importantes

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=300, 200, 100.

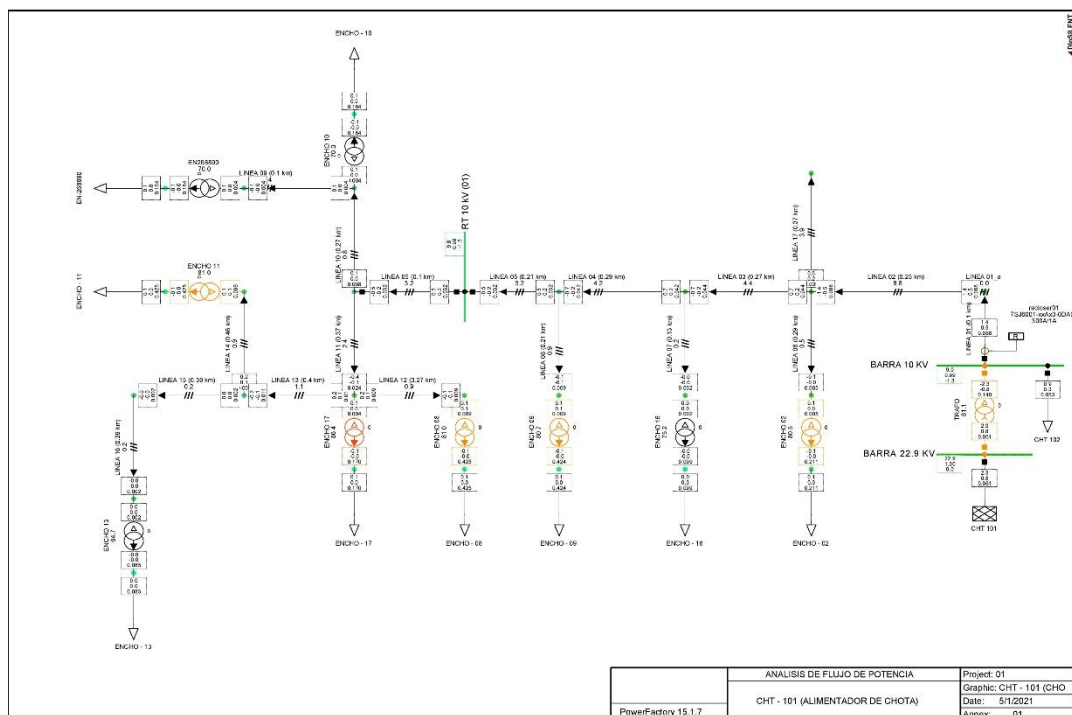
Relay Tipo Siemens.

Fusible TIPO K= 50, 40, 15, 10, 5.

Diagrama en condiciones normales

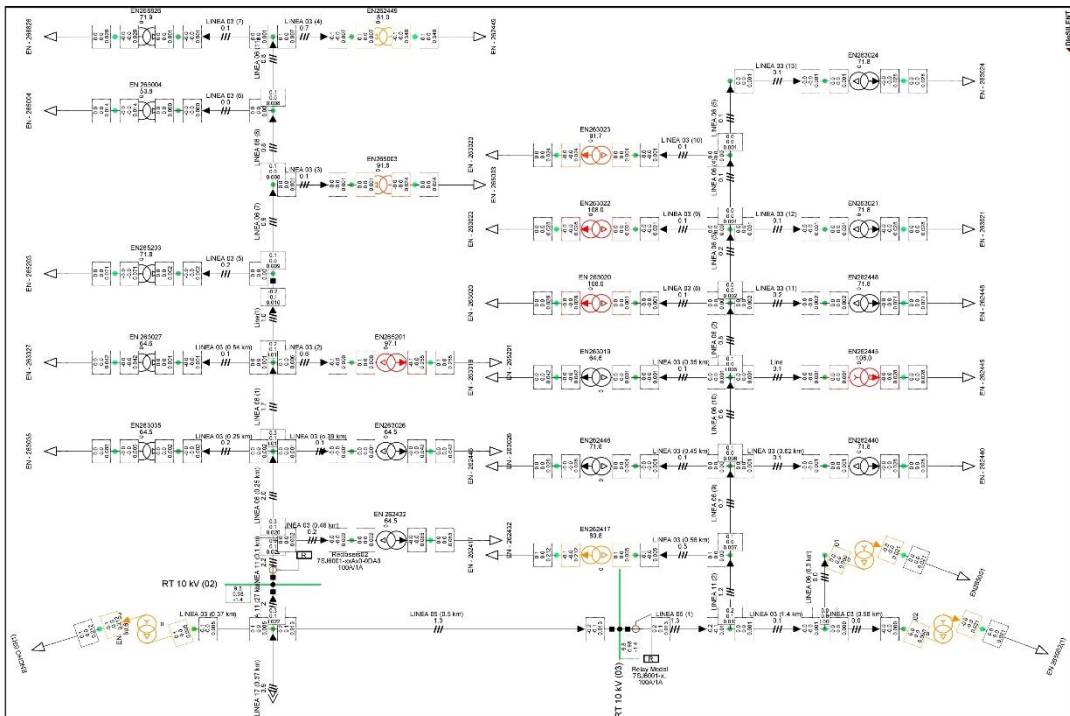
Para poder realizar el diagrama unifilar se tenido que ingresar los datos proporcionado por la Empresa correspondiente a los circuitos eléctricos.

Ilustración 19 Alimentador CHT 101 en condiciones Normales - A.



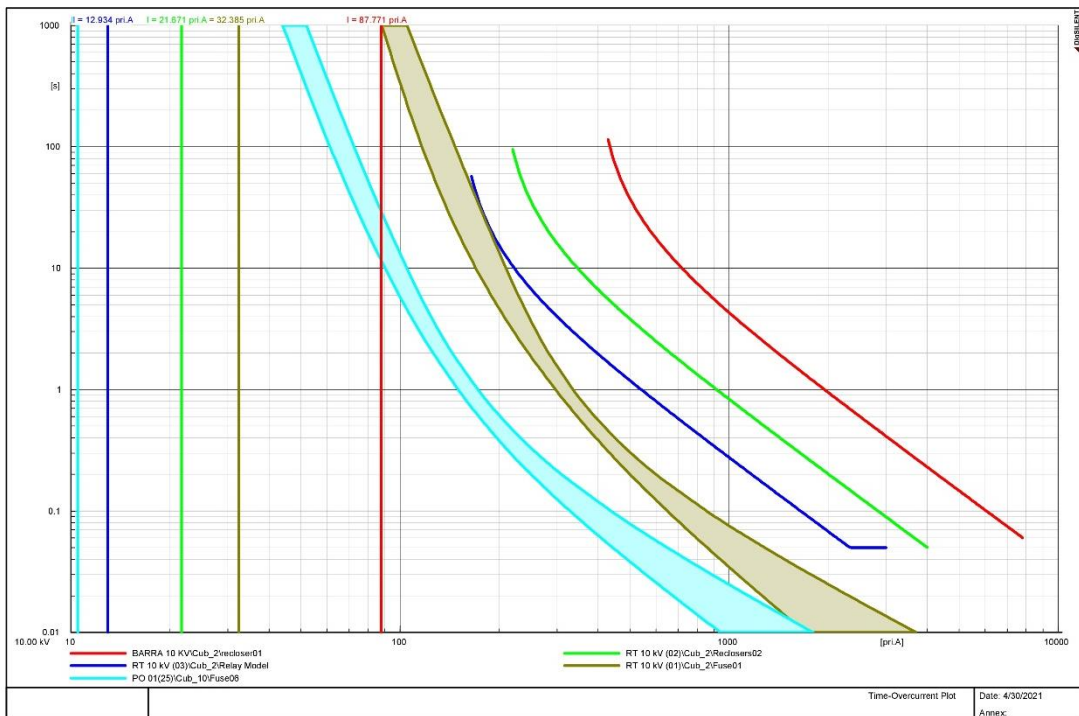
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 20 Alimentador CHT 101 en condiciones Normales - B.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 21 Curvas de coordinación Alimentador CHT 101 en condiciones Normales.

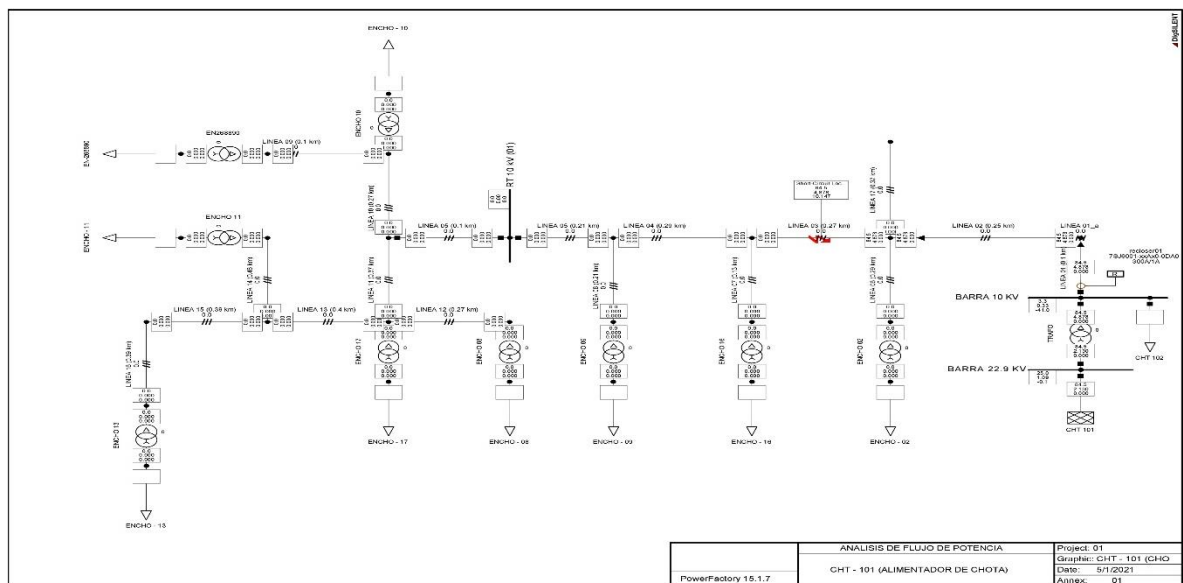


(Digsilent Power Factory 15.1)

Diagrama en condiciones simulando cortocircuito función Ip 51N

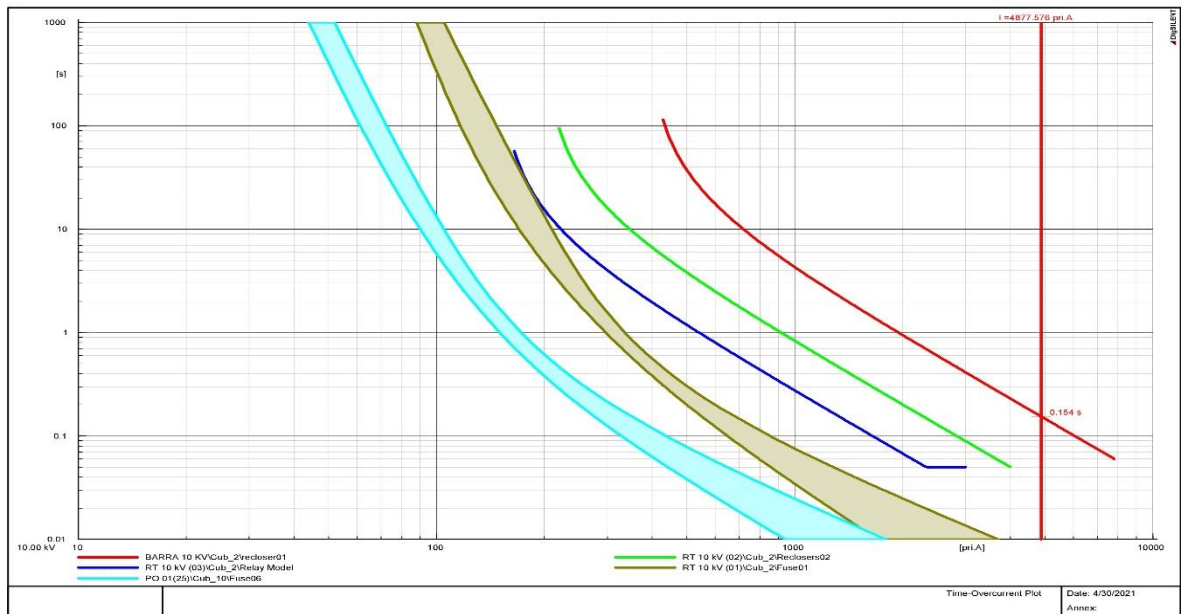
Se ha simulado una falla trifásica después del tercer nodo a una distancia de 0.45Kms, cuya corriente de cortocircuito es de 4878Amperios, de acuerdo a nuestra simulación de flujo., Grafico, y en grafico 01 –E podemos demostrar que nuestro equipo de protección apertura según figura en un tiempo 154 milisegundo lo que demuestra que bajo los parámetro asignados nuestro equipo apertura dado que la falla se central cercano a la cabecera del alimentador, el equipo que actúa es recloser en la cabecera del alimentador.(recloser 01).

Ilustración 22 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - A



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 23 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - A

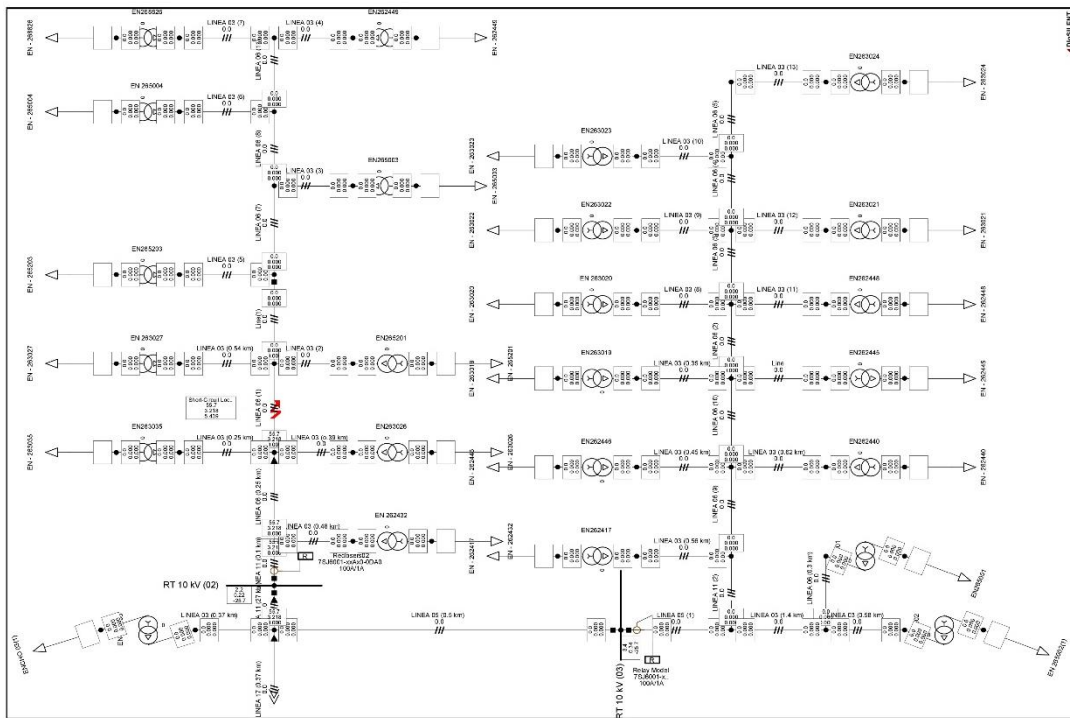


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el segundo recloser.

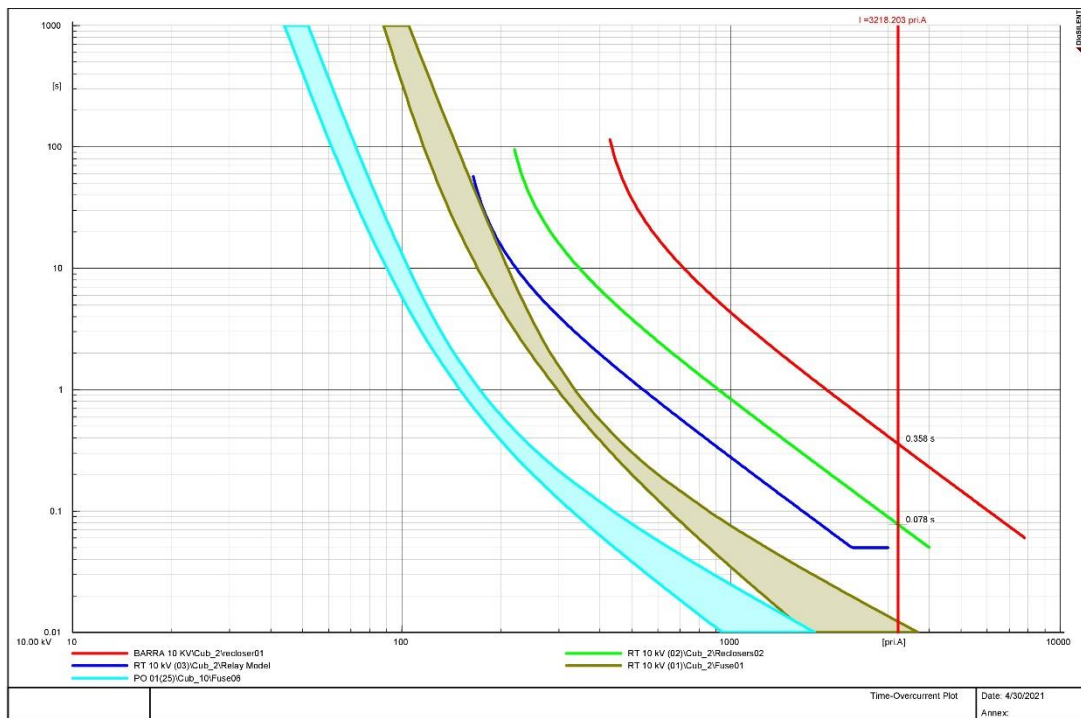
Se realizó una simulación de falla de cortocircuito antes de recloser 02 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 02 apertura antes de recloser 01.

Ilustración 24 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - B



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 25 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - B

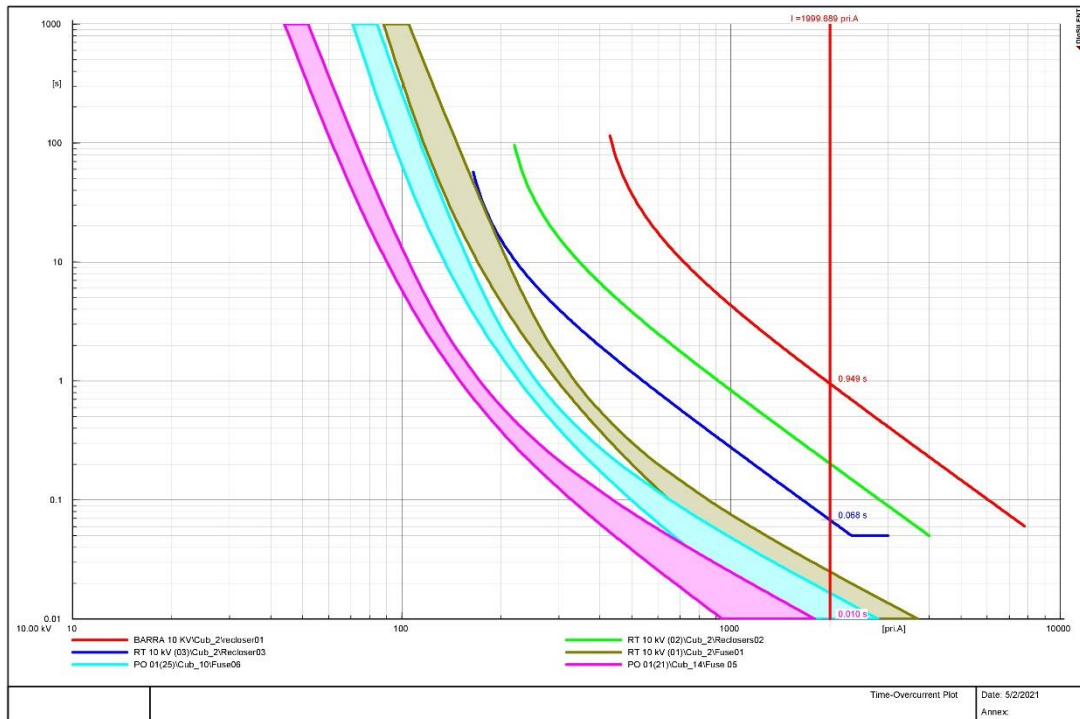


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el tercer recloser.

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito antes de recloser 03 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 03 apertura antes de recloser 01, el recloser 02 no visualiza porque está en otra radial.

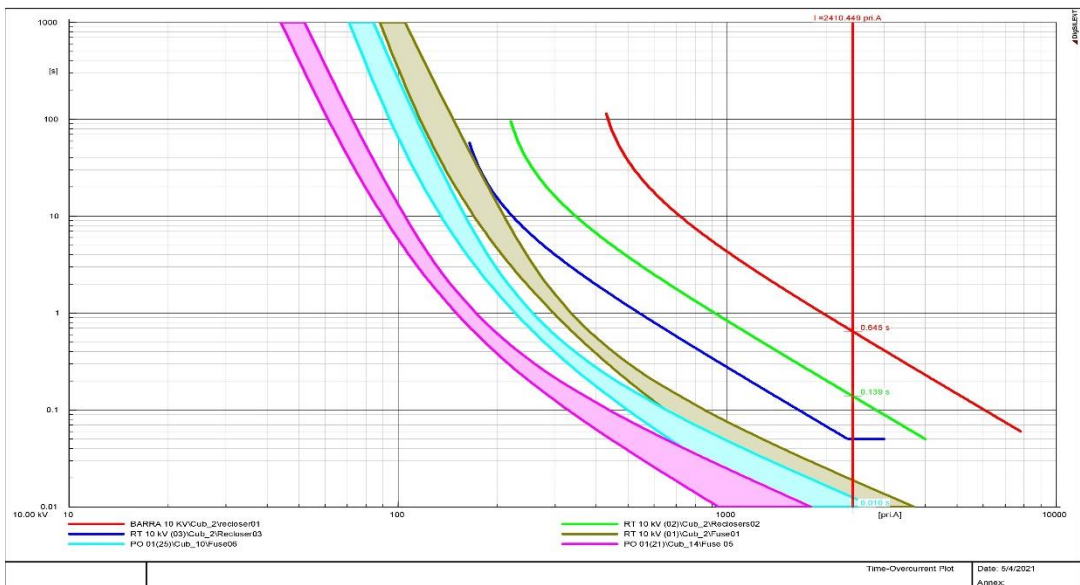
Ilustración 26 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - C



(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para los fusibles tipo K de 30, 40 amperios.

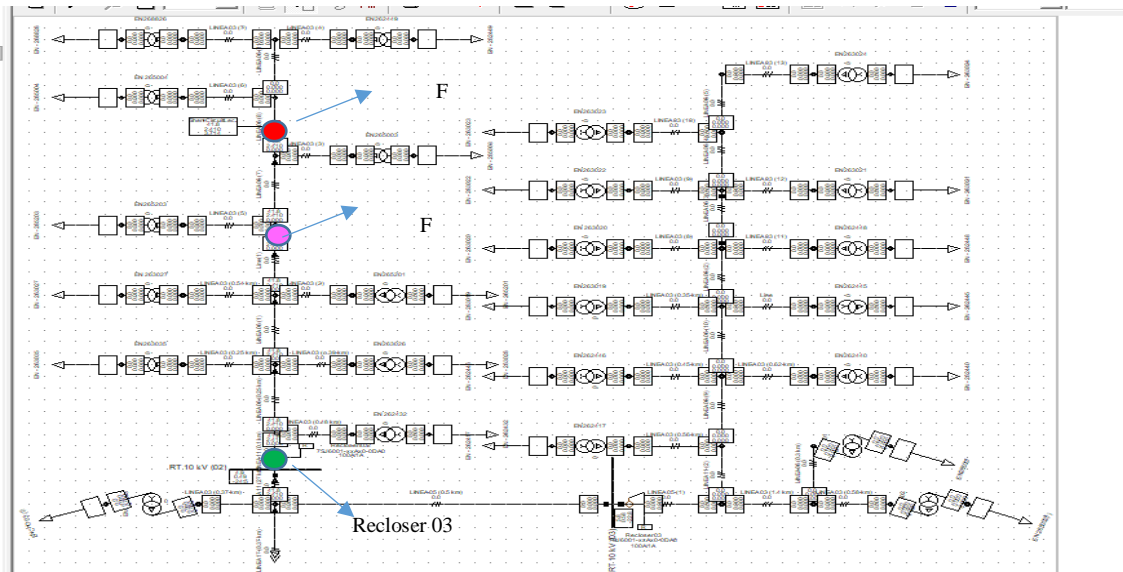
Ilustración 27 Alimentador CHT 101 Curvas de actuación - D



Fuente: (Propia, 2021)

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito antes del fusible 06 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla, el fusible aperturar primero, esto va permitir anticiparse y va coordinar primero evitado la salida del radial según esquema indicado.

Ilustración 28 Alimentador CHT 101 Análisis de cortocircuito - C



(Digsilent Power Factory 15.1)

B. Evaluación Alimentador CHT-102

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 10KV, barra principal es de $\pm 0.01\%$, la barra 01 es de $\pm 0.01\%$, Barra 02 $\pm 0.01\%$ se encuentran dentro de los niveles aceptables que de acuerdo a norma no debe superar el 5% circuitos del sistema eléctrico, determinándose la máxima caída de tensión en 0.01% :

Ilustración 29 (B.1) Regulación de tensión.

| | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|----------------|--|--|
| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/4/2021 | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | | Busbars/Terminals | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | | | | | | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | | | | | | |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 0.10 % | | | | | | |
| Grid: CHT - 102 (CHOTA) | | System Stage: CHT - 102 (CHOT) | | Study Case: Study Case | | | | | | |
| | | | | Annex: / 1 | | | | | | |
| | rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] | [kV] | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | |
| BARRA 01 | 22.90 | 1.00 | 22.90 | 0.00 | | | | | | |
| Cub_2 /Xnet | | | CHT 102 | 0.51 | 0.18 | 0.94 | 0.01 | 18.09 | Sk": 10000.00 MVA | |
| Cub_1 /Tr2 | | | TRAF0 CHOTA | 0.51 | 0.18 | 0.94 | 0.01 | 18.09 | Tap: 0.00 Min: 0 Max: 0 | |
| BARRA 02 | 10.00 | 1.00 | 9.99 | -150.25 | | | | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | TRAF0 CHOTA | -0.51 | -0.18 | -0.95 | 0.03 | 18.09 | Tap: 0.00 Min: 0 Max: 0 | |
| Cub_2 /Line | | | 10 kV (0.3 km) | 0.51 | 0.18 | 0.95 | 0.03 | 3.13 | Fv: 0.63 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.30 km | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinado que el alimentador tiene un MD de 0.51MW, y con 0.001MW pedidas de energía, además podemos verificar que el alimentador no se encuentra sobrecargado.

Ilustración 30 (B.2) Evaluación de flujo de potencia.

| | | | | | |
|---|---|--|------------|----------------------------|----|
| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/4/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 0.10 % | |
| Total System Summary | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 | |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 2 | No. of Terminals | 19 |
| No. of 2-w Trfs. | 7 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines | 0 |
| No. of Loads | 6 | No. of Shunts | 0 | No. of SVS | 0 |
| Generation | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| External Infeed | = | 0.51 MW | 0.18 Mvar | 0.54 MVA | |
| Load P(U) | = | 0.51 MW | 0.17 Mvar | 0.54 MVA | |
| Load P(Un) | = | 0.51 MW | 0.17 Mvar | 0.54 MVA | |
| Load P(Un-U) | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | | |
| Motor Load | = | 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| Grid Losses | = | 0.00 MW | 0.01 Mvar | | |
| Line Charging | = | | -0.00 Mvar | | |
| Compensation ind. | = | | 0.00 Mvar | | |
| Compensation cap. | = | | 0.00 Mvar | | |
| Installed Capacity | = | 0.00 MW | | | |
| Spinning Reserve | = | 0.00 MW | | | |
| Total Power Factor: | | | | | |
| Generation | = | 0.00 [-] | | | |
| Load/Motor | = | 0.95 / 0.00 [-] | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito

Para el análisis se ha realizado, simulación de 02 fallas se ha propuesto 01 equipo de protección al igual que dos barras en radiales importantes

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=100/1.

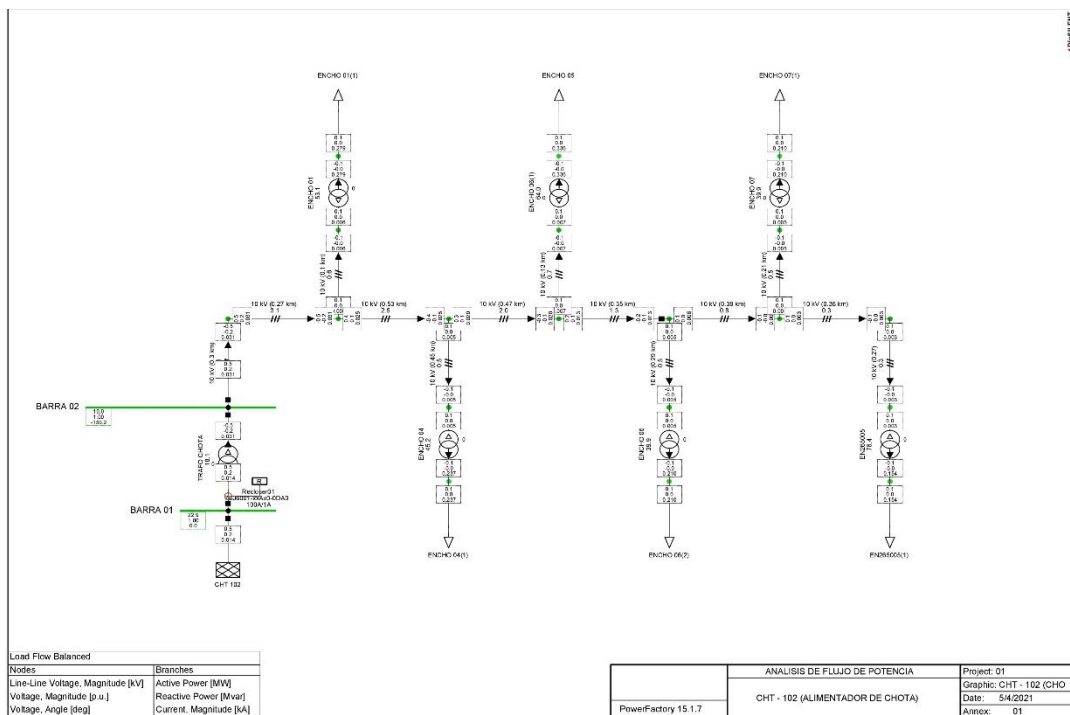
Relay Tipo Siemens.

Fusible TIPO K= 20.

Diagrama en condiciones normales

Para poder realizar el diagrama unifilar se tenido que ingresar los datos proporcionado por la Empresa correspondiente a los circuitos eléctricos, Grafico se muestra en CHT-101 en condiciones normales

Ilustración 31 Alimentador CHT 102 Análisis de cortocircuito - A

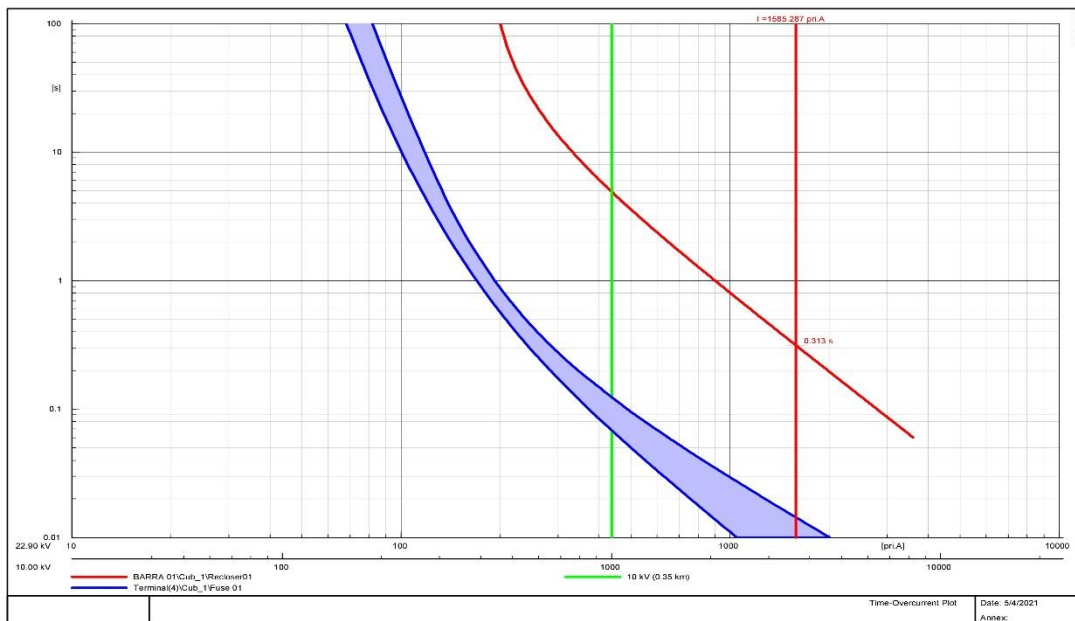


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser.

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito antes de recloser 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 01, el fusible no observa la falla porque esta después de falla.

Ilustración 32 Alimentador CHT 102 Curvas de actuación - A

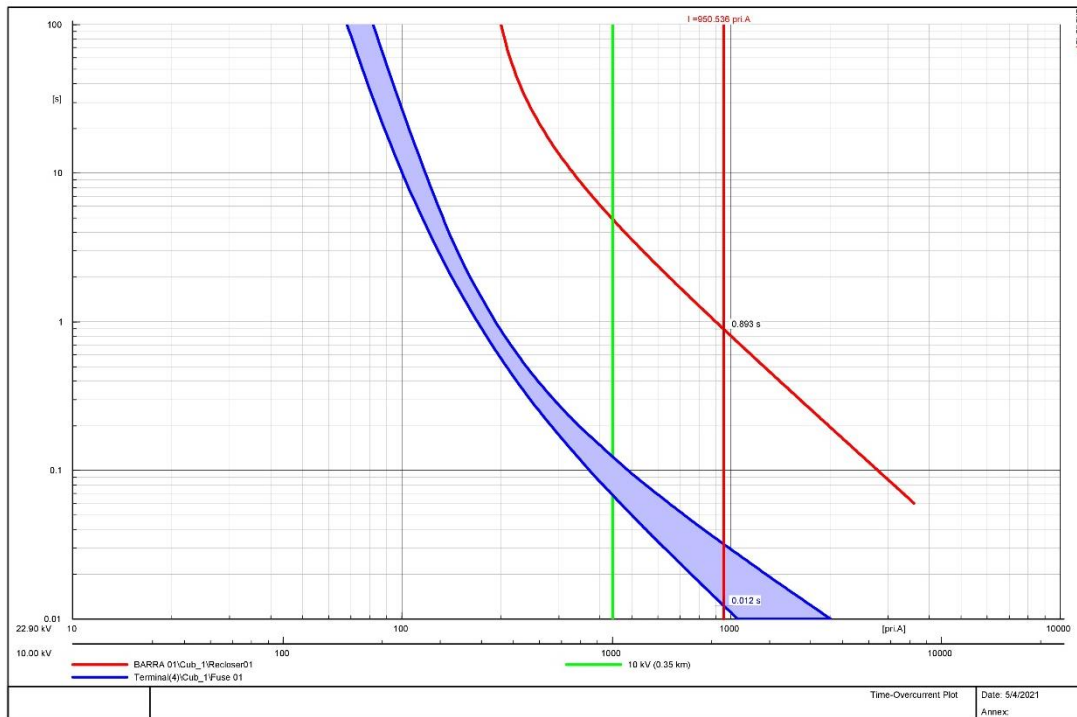


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para con respecto al fusible

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito antes de después de fusible 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el fusible apertura primero el recloser ve la falla pero no apertura.

Ilustración 33 Alimentador CHT 102 Curvas de actuación - B



(Digsilent Power Factory 15.1)

C. Evaluación Alimentador CHI-201

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 10KV, barra tiene una caída de tensión de 8% , igual pasa en la barra de lado de 22.9KV , por lo que se recomienda colocar un regulador de tensión lo más cercano posibles a la carga importante de Chota , la barra 01 es de+-1.45%, Barra 02 +-1.45 % y la barra 031.45 % en la barra .Dentro los niveles aceptables que de acuerdo a norman no debe superar el 5% circuitos del sistema eléctrico, determinándose la máxima caída de tensión en el nodo de barra principal de acuerdo a NTCSE .

Ilustración 34 (C.1) Regulación de tensión.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|-------|---|-----------------------------|------------------------|-----------------|----------------|--|----------|-------|-----------|------|---------|
| | | DIGSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/12/2021 | | | | | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | | Busbars/Terminals | | | | | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence Automatic Tap Adjust of Transformers Consider Reactive Power Limits | | No No | | Automatic Model Adaptation for Convergence Max. Acceptable Load Flow Error for Nodes Model Equations | | | | | | | | | | |
| | | | | No 1.00 kVA 0.10 % | | | | | | | | | | |
| Grid: CHI - 201 | | System Stage: CHI - 201 | | Study Case: Study Case | | | | | | | | | | |
| | | | | Annex: / 1 | | | | | | | | | | |
| | rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] [kV] | deg | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | | | | | |
| BARRA 01 | 0.44 | 1.00 | 0.44 | 0.00 | | | | | Sk": 10000.00 MVA | | | | | |
| Cub_2 /Xnet | | CHI 201 (CHIRINCON | | 6.19 | 2.80 | 0.91 | 8.91 | | Tap: | 0.00 | Min: | 0 | Max: | 0 |
| Cub_3 /Tr2 | | TRAFO 01 | | 6.19 | 2.80 | 0.91 | 8.91 | 113.19 | | | | | | |
| BARRA 02 | 22.90 | 0.98 | 22.44 | 147.29 | | | | | Tap: 0.00 Min: 0 Max: 0 | | | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | TRAFO 01 | | -6.19 | -2.45 | -0.93 | 0.17 | 113.19 | Pv: | 42.40 kW | cLod: | 0.00 Mvar | L: | 1.67 km |
| Cub_2 /Lne | | LMT (1.67 km) | | 6.17 | 2.45 | 0.93 | 0.17 | 17.08 | Pv: | 0.00 kW | cLod: | 0.00 Mvar | L: | 0.30 km |
| Cub_3 /Lne | | LMT 3x50 (0.3 km) | | 0.02 | 0.01 | 0.95 | 0.00 | 0.04 | | | | | | |
| Barra 10 | 10.00 | 0.88 | 8.78 | 141.78 | | | | | P10: 2.20 MW Q10: 0.72 Mvar | | | | | |
| Cub_2 /Lod | | Carga Chota | | 2.20 | 0.72 | 0.95 | 0.15 | | Tap: | 0.00 | Min: | 0 | Max: | 0 |
| Cub_1 /Tr2 | | Transformador 01 | | -2.20 | -0.72 | -0.95 | 0.15 | 87.96 | | | | | | |
| Barr 22.9 | 22.90 | 0.88 | 20.26 | 143.13 | | | | | Pv: 0.19 kW cLod: 0.00 Mvar L: 0.05 km | | | | | |
| Cub_1 /Lne | | Line01 | | -2.20 | -0.78 | -0.94 | 0.07 | 6.65 | Tap: | 0.00 | Min: | 0 | Max: | 0 |
| Cub_2 /Tr2 | | Transformador 01 | | 2.20 | 0.78 | 0.94 | 0.07 | 87.96 | | | | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinado que el alimentador tiene un MD de 4.72MW, y con 0.28MW pedidas de energía, además podemos verificar que el alimentador no se encuentra sobrecargado (Cuadro B), la caída de tensión que se tiene provoca que se tenga pérdidas técnicas en la línea.

Ilustración 35 (C.2) Evaluación de flujo de potencia.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|------------------------|-----------------------------|------------|
| | | DIGSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/15/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | |
| Consider Reactive Power Limits | | Nodes | | 0.10 % | |
| Model Equations | | | | | |
| Total System Summary | | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 4 | No. of Terminals | 60 |
| No. of 2-w Trfs. | 15 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines | 0 |
| No. of Loads | 26 | No. of Shunts | 0 | No. of SVS | 0 |
| Generation | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | | |
| External Infeed | = 5.00 MW | 2.14 Mvar | 5.44 MVA | | |
| Load P(U) | = 4.72 MW | 1.55 Mvar | 4.97 MVA | | |
| Load P(Un) | = 4.73 MW | 1.55 Mvar | 4.97 MVA | | |
| Load P(Un-U) | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | | | |
| Motor Load | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | | |
| Grid Losses | = 0.28 MW | 0.59 Mvar | | | |
| Line Charging | = | -0.09 Mvar | | | |
| Compensation ind. | = | 0.00 Mvar | | | |
| Compensation cap. | = | 0.00 Mvar | | | |
| Installed Capacity | = 0.00 MW | | | | |
| Spinning Reserve | = 0.00 MW | | | | |
| Total Power Factor: | | | | | |
| Generation | = 0.00 [-] | | | | |
| Load/Motor | = 0.95 / 0.00 [-] | | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito

Para el análisis se ha realizado, simulación de 02 fallas se ha propuesto 07 equipos de protección al igual que dos barras en radiales importantes

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=100/1.

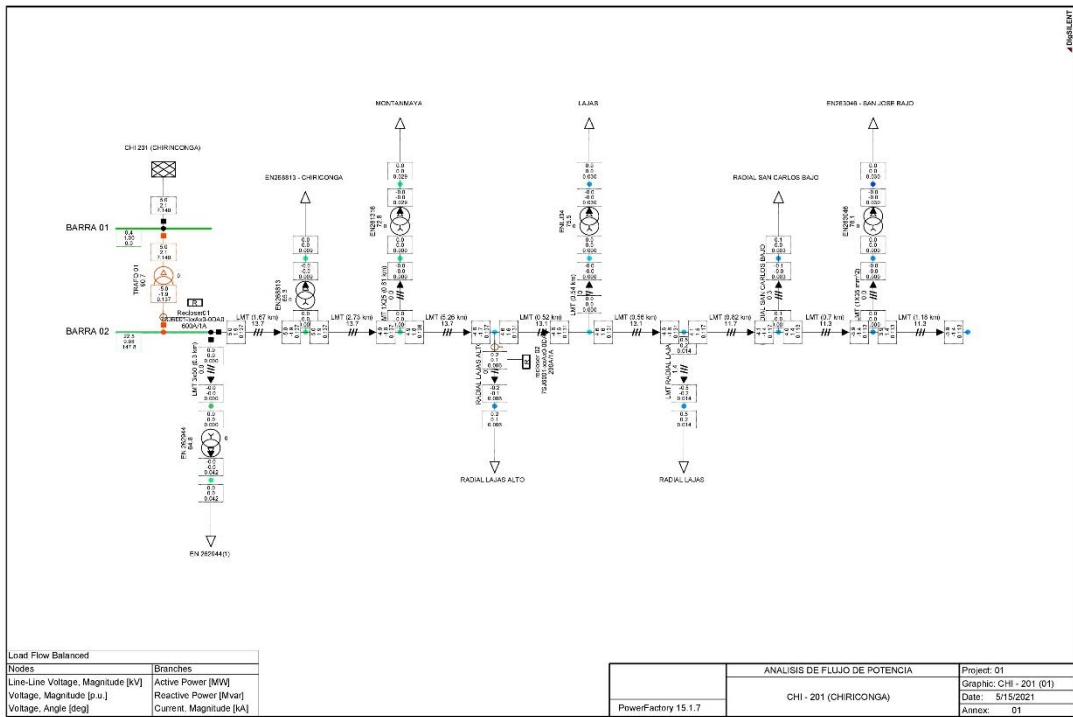
Relay Tipo Siemens.

Fusible TIPO K= 20.

Diagrama en condiciones normales

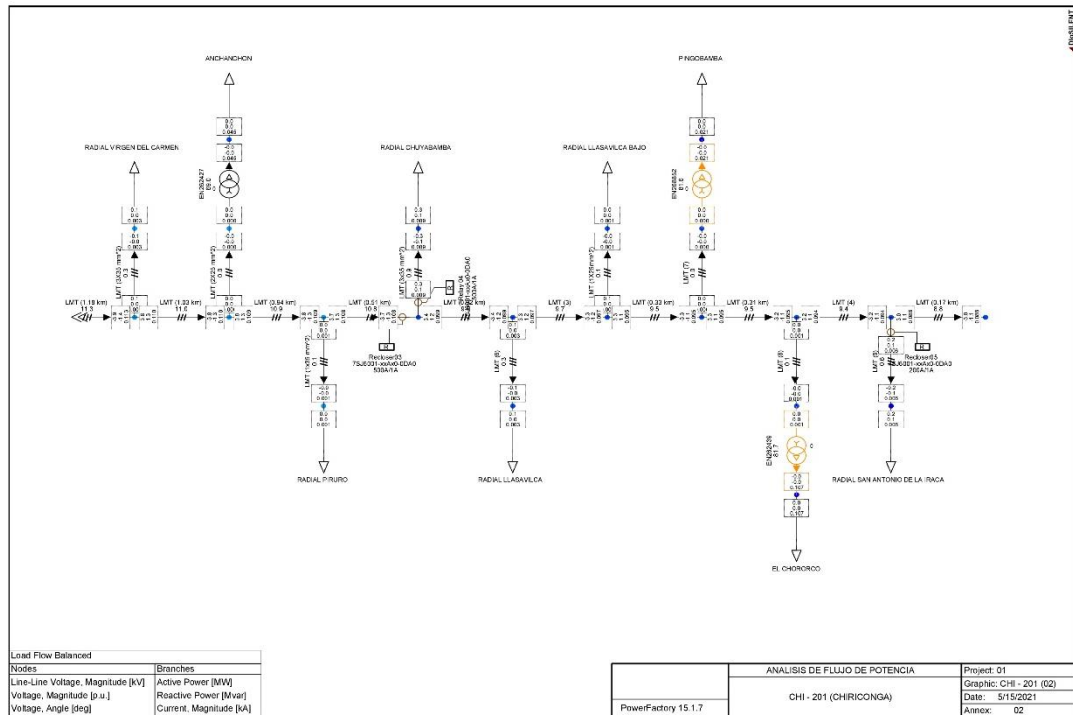
Considerando que este alimentador es uno de los más importante para realizar transferencia se ha propuesto la instalación de 07 equipos de protección, en los gráficos mostramos los diagramas unifilares en condiciones normales.

Ilustración 36 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – A.



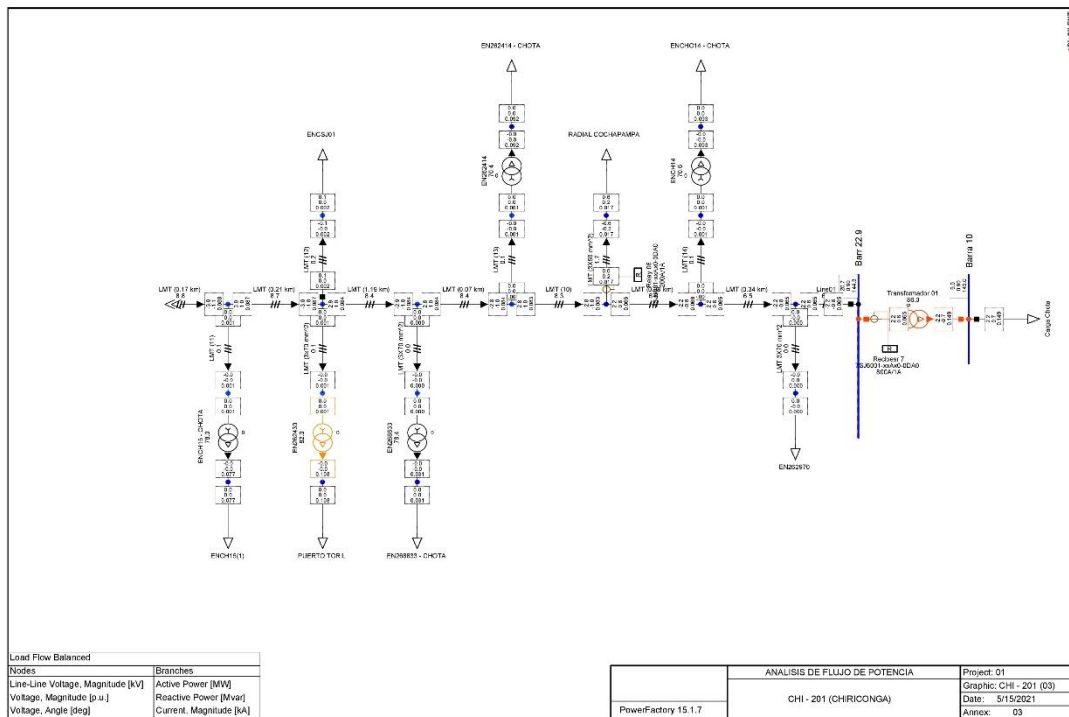
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 37 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – B.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 38 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – C.

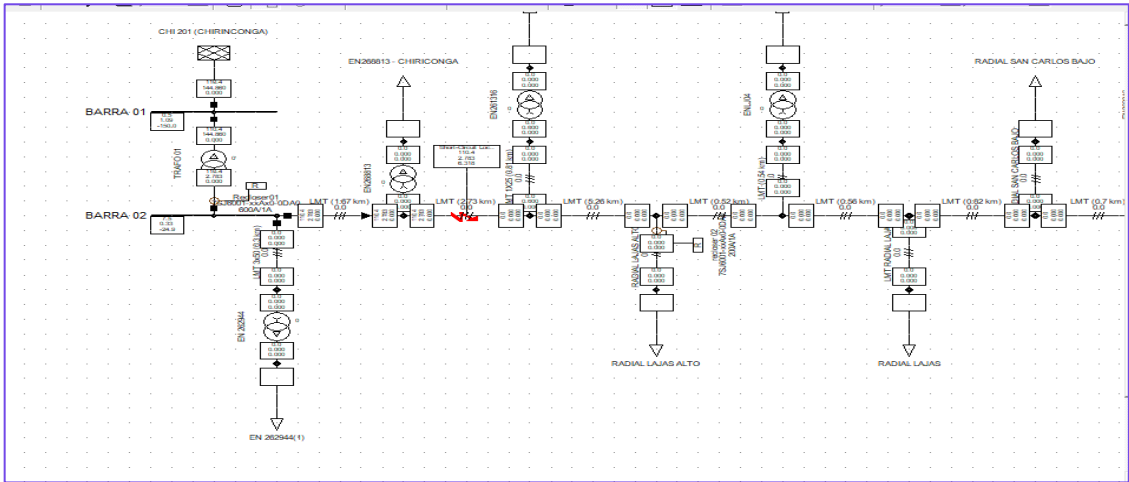


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el recloser 01

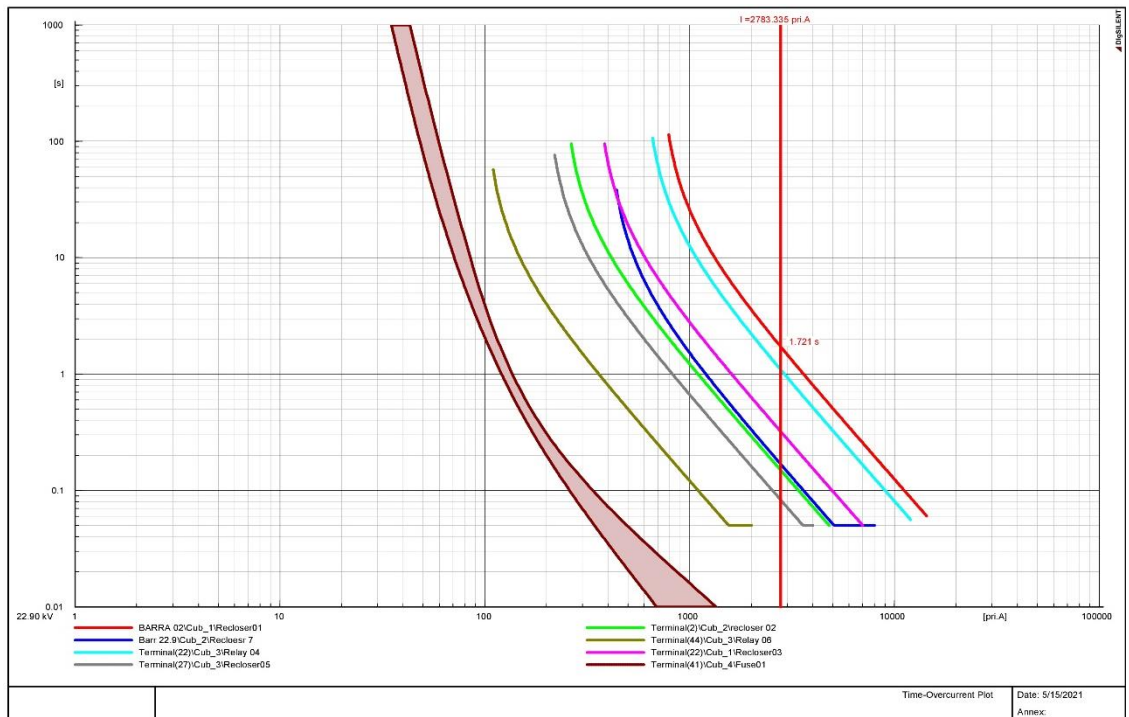
Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 01, el fusible no observa la falla porque esta después de falla.

Ilustración 39 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – D.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 40 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - A



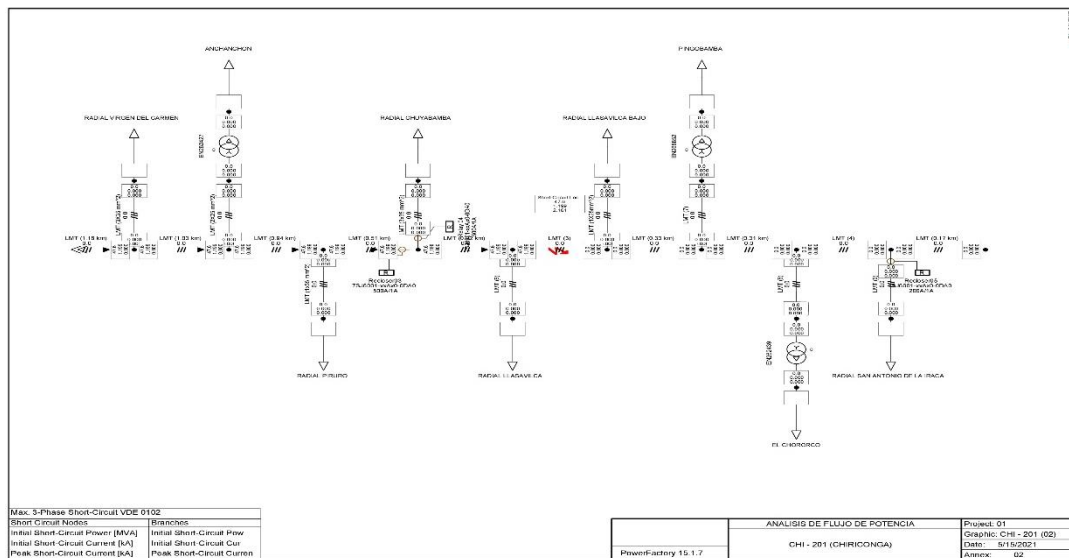
(Digsilent Power Factory 15.1)

Nótese que la falla es receptada por el reclosers 01 y actúa en 1.72 mls, los otros recloser no actúan ya que están antes de la falla.

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el recloser 03

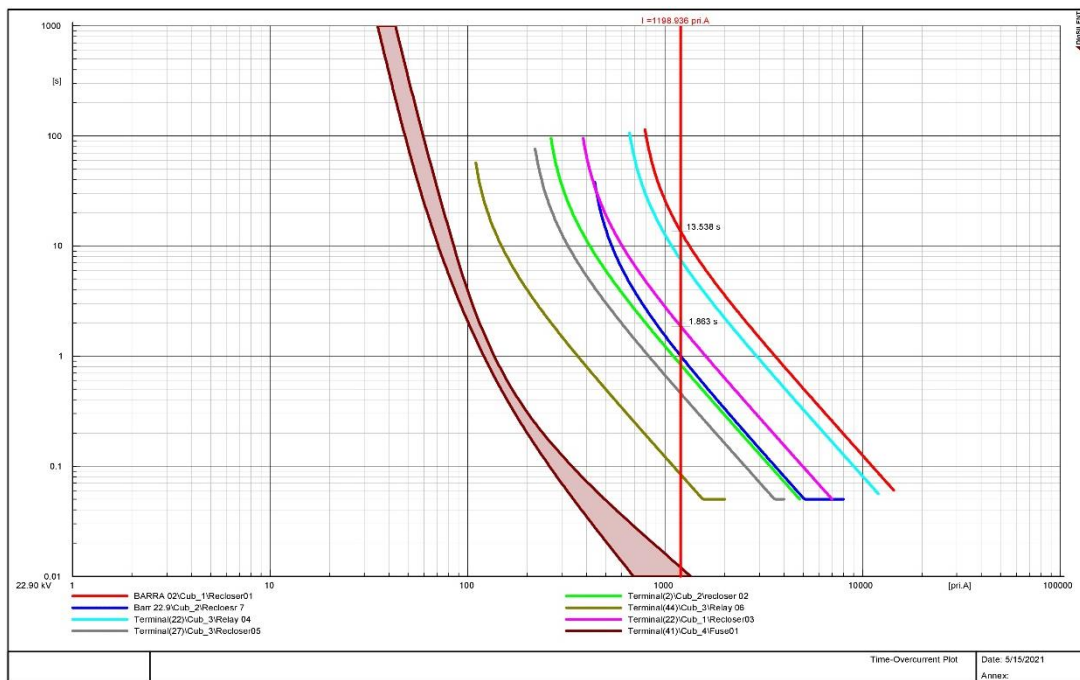
Se realizado una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 03, dicha falla es detectada por el reclosers 03 y 01 y como se puede mostrar en el grafico por menor tiempo de detección de falla el recloser 03 apertura antes del recloser 01.

Ilustración 41 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – E.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 42 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - B.



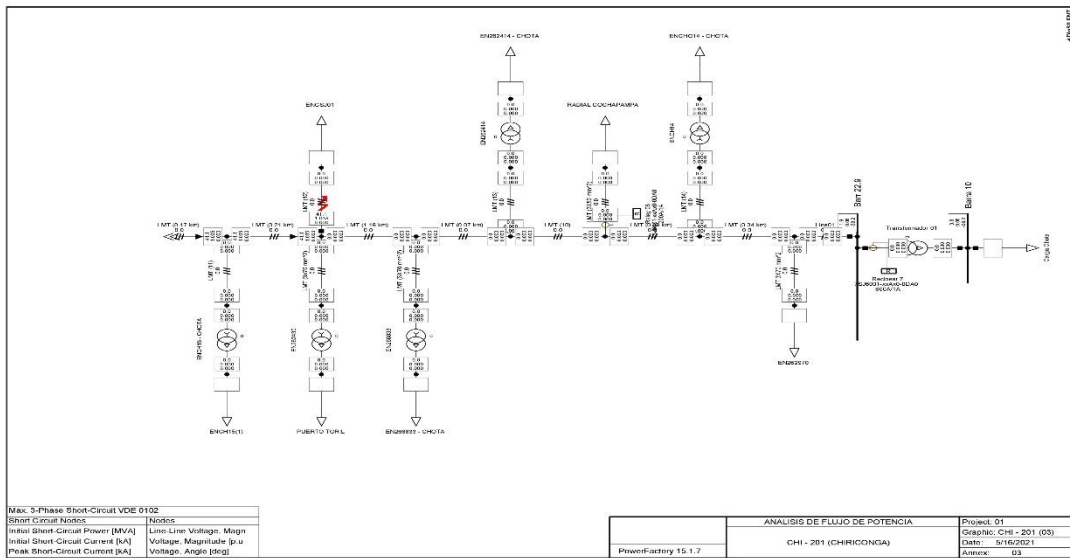
(Digsilent Power Factory 15.1)

Nótese que la falla es receptada por el reclosers 03 y actúa en 1.863 mls los otros recloser no actúan ya que están antes de la falla.

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el Fusible 01.

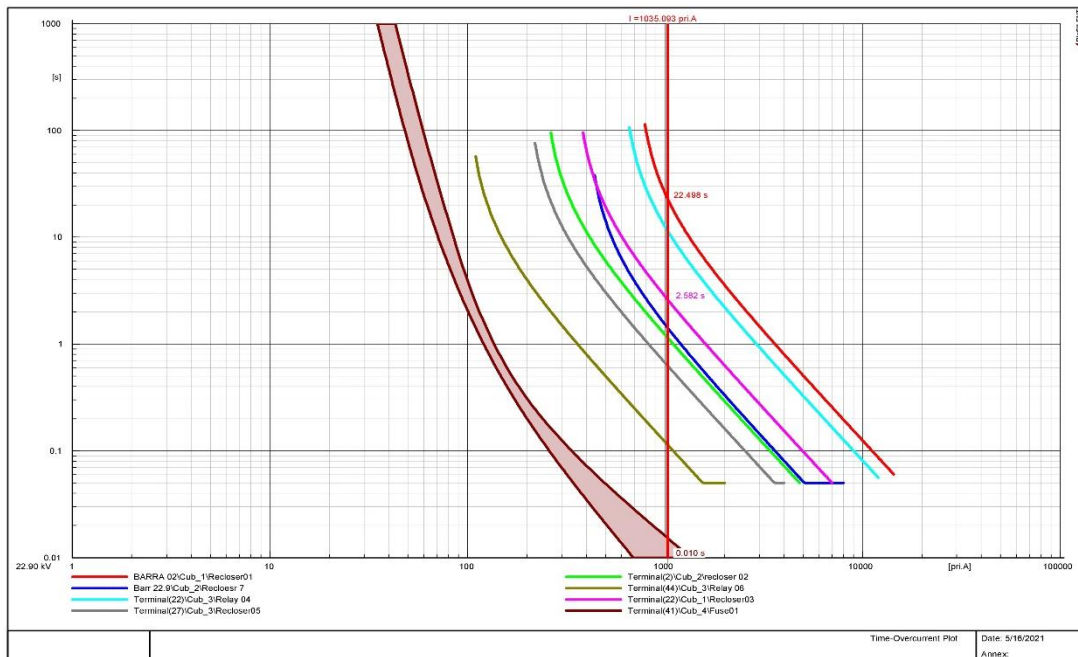
Se realizado una simulación de falla de cortocircuito antes del fusible ubicado después de SECSJ01 03, dicha falla es detectada por el fusible 01 y como se puede mostrar en el gráfico, el recloser 01 y recloser 03 visualizan la falla, pero por el menor tiempo apertura el fusible.

Ilustración 43 Alimentador CHI 201 Análisis de cortocircuito – F.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 44 Alimentador CHI 201 Curvas de actuación - C.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Nótese que la falla es receptada por el fusible 01 y actúa en 0.010 mls los otros recloser solo visualizan la falla ya que el por el tiempo el fusible apertura antes.

D. Evaluación Alimentador COR-201

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 10KV, Bambamarca tiene una caída de tensión de 2.2% y en chota en lado de 10KV tiene una caída de 4%, considerando las distancias que tienen este alimentador a fin de cumplir con los parámetro de acuerdo a la norma técnica de calidad de servicio no hemos visto obligados de mejorar la tensión a través de los reguladores de tensión, y mejorar a través de condensadores estacionarios.

Ilustración 45 (D.1) Regulación de Tensión.

| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------------|--|------------------------|-----------------------|------------------|--------------|-------------|-------------------|------------|------|---------|
| | | | | Date: 5/18/2021 | | | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | | Busbars/Terminals | | | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | | | | | | | | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | | | | | | | | |
| Consider Reactive Power Limits | | | Nodes | | | | | | | | | |
| | | | Model Equations | | | | | | | | | |
| | | | 1.00 kVA | | | | | | | | | |
| | | | 0.10 % | | | | | | | | | |
| Grid: COR 201 - (CERRO COR System Stage: COR 201 - (CERR | | | | Study Case: Study Case | | | | | | | | |
| | | | | Annex: / 1 | | | | | | | | |
| rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] | Bus-voltage [kV] | deg | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | | | |
| BARRA A | 220.00 | 1.00 | 220.00 | 0.00 | | | | | | | | |
| Cub_2 /Xnet | | | | | | | | | Sk*: 10000.00 MVA | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 5.00 | | | |
| | | | | 5.51 | 1.76 | 0.95 | 0.02 | 48.21 | Min: | -5 | Max: | 5 |
| | | | | 5.51 | 1.76 | 0.95 | 0.02 | 48.21 | | | | |
| BARRA B | 25.00 | 1.00 | 25.03 | -151.19 | | | | | | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 5.00 | | | |
| Cub_2 /Lne | | | | | | | | | Pv: 28.49 kW | | | |
| | | | | -5.51 | -1.63 | -0.96 | 0.13 | 48.21 | Min: | -5 | Max: | 5 |
| | | | | 5.51 | 1.63 | 0.96 | 0.13 | 13.26 | cLod: | 0.00 Mvar | L: | 1.00 km |
| Terminal (96) | 22.90 | 0.95 | 21.81 | -154.68 | | | | | | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 0.00 | | | |
| Cub_2 /Lne | | | | | | | | | Pv: 0.29 kW | | | |
| | | | | 1.25 | -0.38 | 0.96 | 0.03 | 45.75 | Min: | -5 | Max: | 5 |
| | | | | -1.25 | 0.38 | -0.96 | 0.03 | 3.46 | cLod: | 0.00 Mvar | L: | 0.15 km |
| Terminal (95) | 10.00 | 0.96 | 9.59 | 54.15 | | | | | | | | |
| Cub_2 /Lod | | | | | | | | | P10: 1.25 MW | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 0.00 | | | |
| | | | | 1.25 | -0.41 | 0.95 | 0.08 | 45.75 | Q10: | -0.41 Mvar | Max: | 5 |
| | | | | -1.25 | 0.41 | -0.95 | 0.08 | 45.75 | Min: | -5 | Max: | 5 |
| Terminal (122) | 10.00 | 0.98 | 9.78 | 54.69 | | | | | | | | |
| Cub_2 /Lod | | | | | | | | | P10: 1.10 MW | | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 0.00 | | | |
| | | | | 1.10 | 0.36 | 0.95 | 0.07 | 59.18 | Q10: | 0.36 Mvar | Max: | 0 |
| | | | | -1.10 | -0.36 | -0.95 | 0.07 | 59.18 | Min: | 0 | Max: | 0 |
| Terminal (48) | 22.90 | 0.99 | 22.60 | -153.84 | | | | | | | | |
| Cub_1 /Lne | | | | | | | | | Pv: 0.03 kW | | | |
| Cub_2 /Tr2 | | | | | | | | | Tap: 0.00 | | | |
| | | | | -1.10 | -0.39 | -0.94 | 0.03 | 2.98 | cLod: | 0.00 Mvar | L: | 0.02 km |
| | | | | 1.10 | 0.39 | 0.94 | 0.03 | 59.18 | Min: | 0 | Max: | 0 |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinado que el alimentador tiene un MD de 7.29MW, y con 0.94MW pedidas de energía, esto es aceptable considerando que el alimentador es muy extenso y además presenta caída de tensión y que para mejorar se ha tenido que regular la tensión con reguladores automáticos del transformador podemos verificar que el alimentador se encuentra sobrecargado en algunos puntos en el cuadro, se muestra el resultado de los flujos de potencia a nivel de todo el alimentador.

Ilustración 46 (D.2) Evaluación de flujo de potencia.

| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/18/2021 | |
|---|-------------------|--|------------------------|-----------------------------|------------|
| Load Flow Calculation | | | Total System Summary | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 0.10 % | |
| Total System Summary | | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 6 | No. of Terminals | 109 |
| No. of 2-w Trfs. | 8 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines | 0 |
| No. of Loads | 53 | No. of Shunts | 1 | No. of SVS | 0 |
| Generation | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | | |
| External Infeed | = 7.29 MW | 2.23 Mvar | 7.63 MVA | | |
| Load P (U) | = 6.36 MW | 2.52 Mvar | 6.84 MVA | | |
| Load P (Un-U) | = 6.36 MW | 2.52 Mvar | 6.84 MVA | | |
| Motor Load | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | | |
| Grid Losses | = 0.94 MW | 1.09 Mvar | | | |
| Line Charging | = | -0.07 Mvar | | | |
| Compensation ind. | = | 0.00 Mvar | | | |
| Compensation cap. | = | -1.38 Mvar | | | |
| Installed Capacity | = 0.00 MW | | | | |
| Spinning Reserve | = 0.00 MW | | | | |
| Total Power Factor: | | | | | |
| Generation | = 0.00 [-] | | | | |
| Load/Motor | = 0.93 / 0.00 [-] | | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito.

Para el análisis se ha realizado, simulación de 02 fallas se ha propuesto 06 equipos de protección al igual que dos barras en radiales importantes

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=400/1., 300/1, 200/1

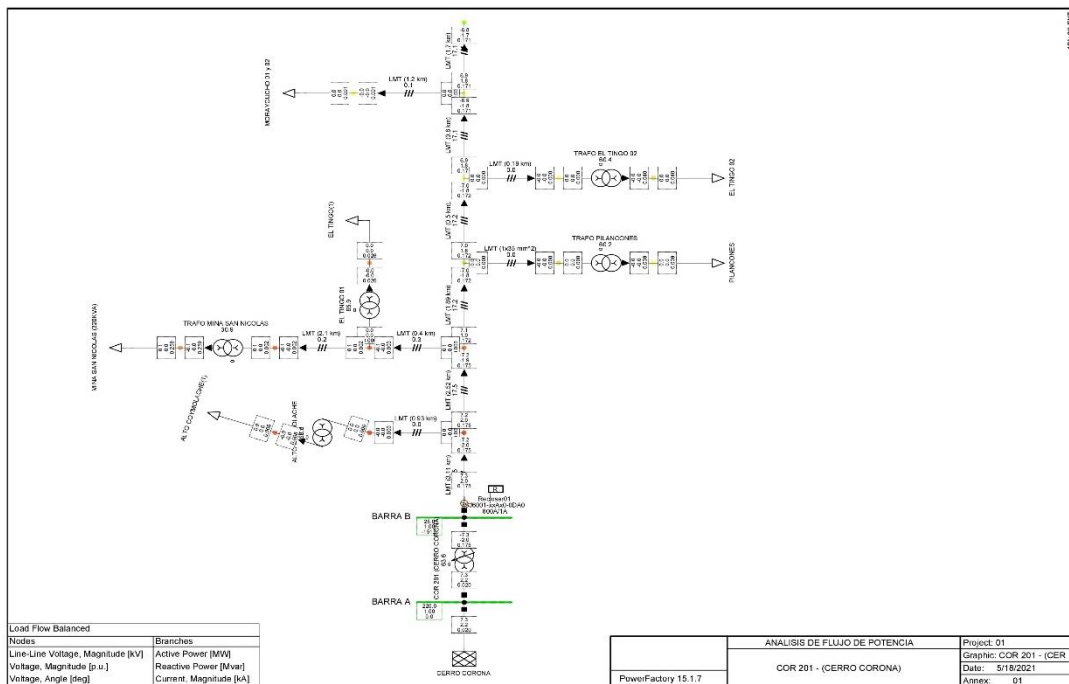
Relay Tipo Siemens.

Fusible TIPO K= 20., curva lenta, curva rápida.

Diagrama en condiciones normales.

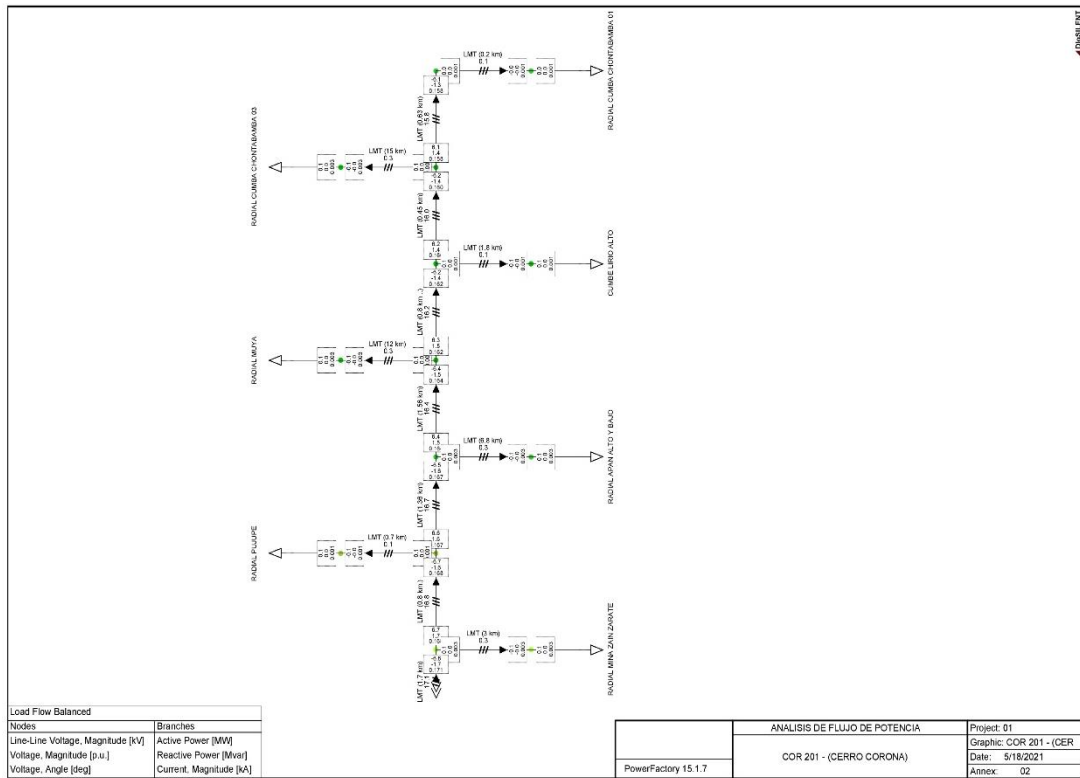
Considerando que este alimentador es uno de los más importante para realizar transferencia se ha propuesto la instalación de 06 equipos de protección, en los gráficos mostramos los diagramas unifilares en condiciones normales.

Ilustración 47 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – A.



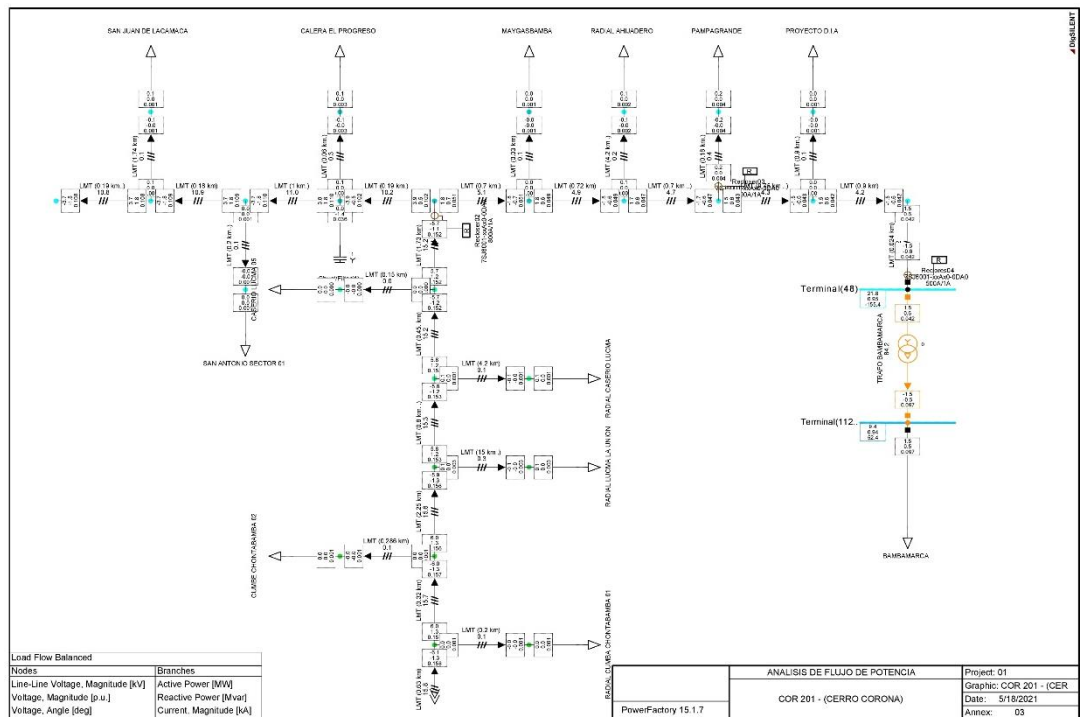
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 48 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – B.



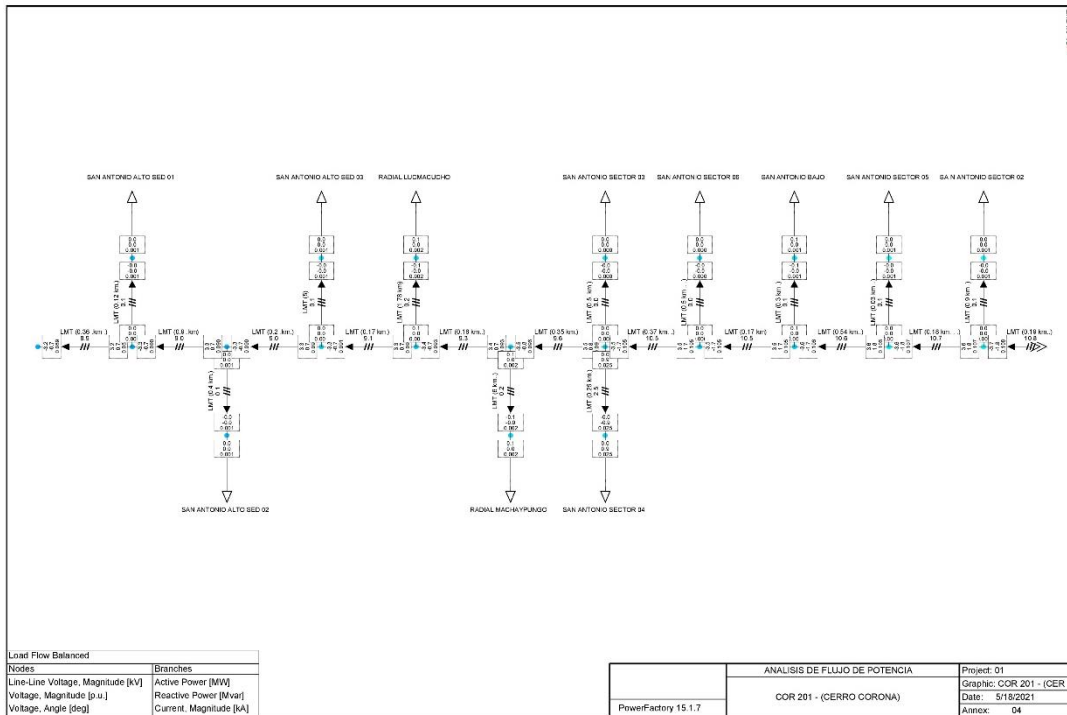
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 49 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – C.



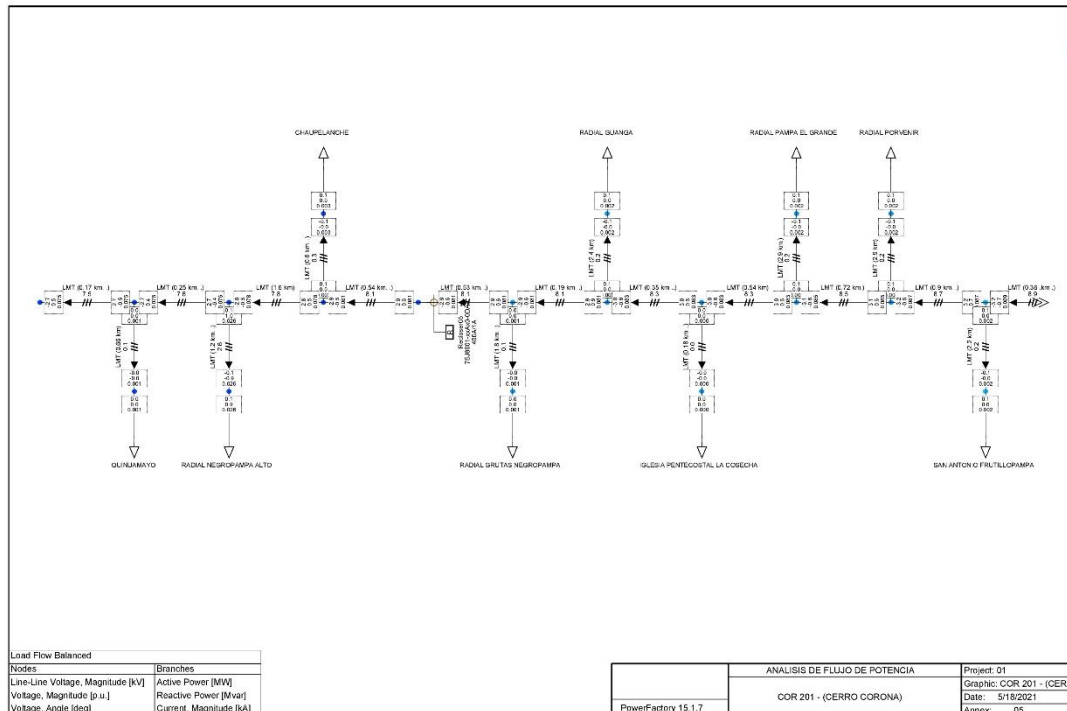
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 50 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – D.



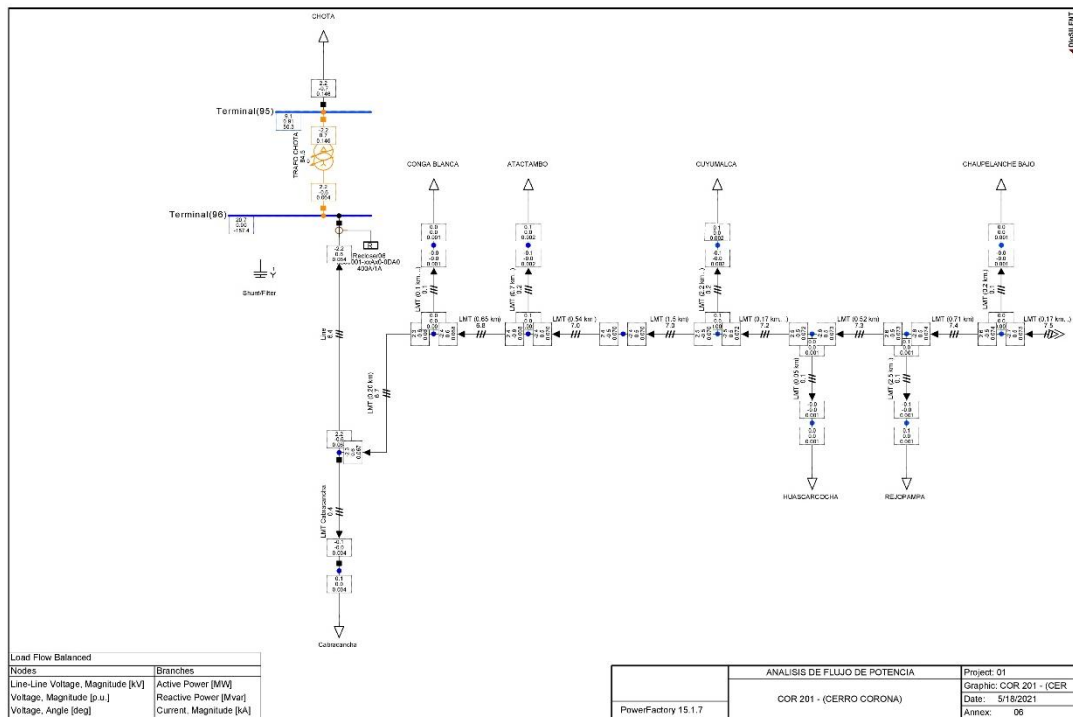
(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 51 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – E.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 52 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – F.

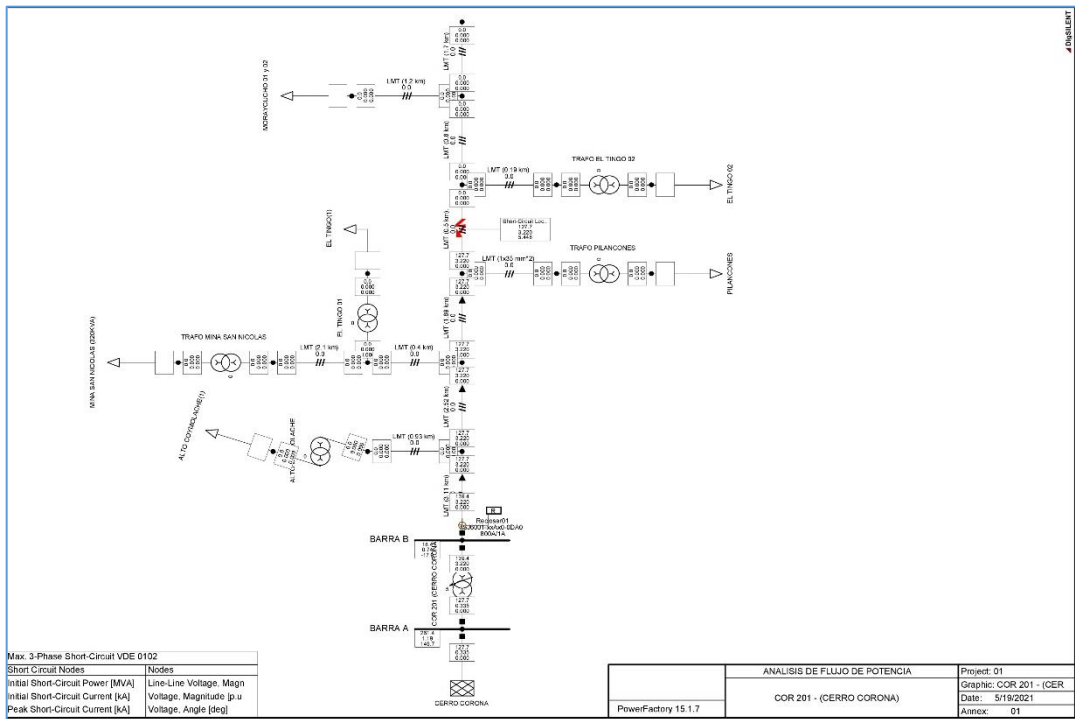


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el recloser 01

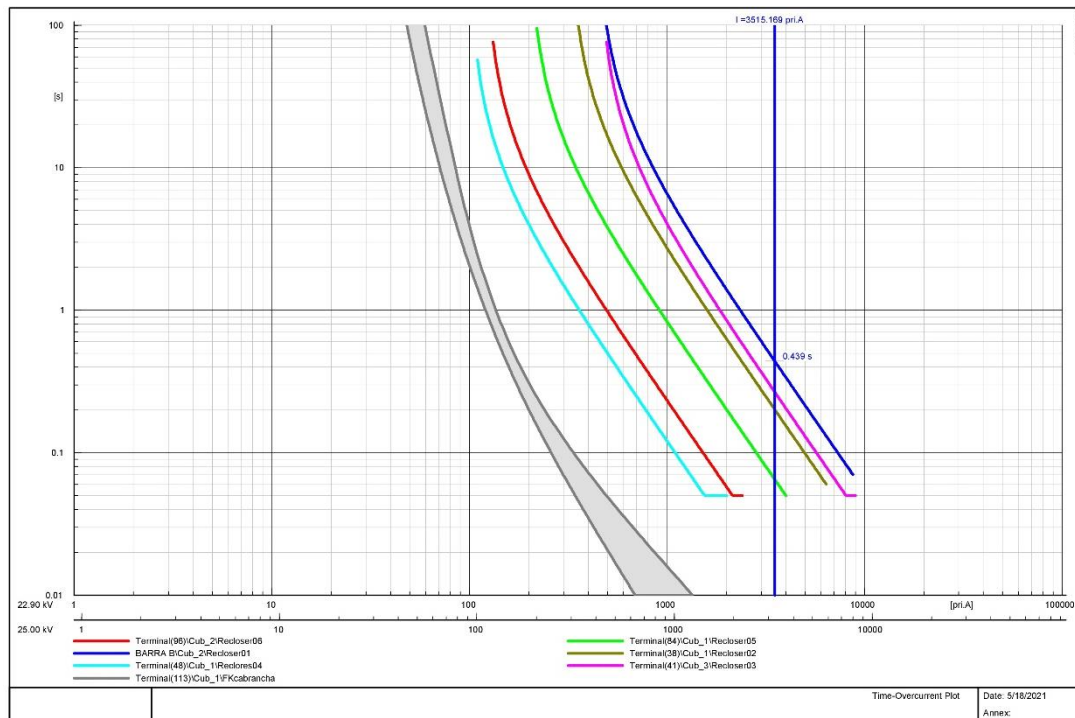
Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 01, los otros reclosers no visualizan la falla porque están después de falla se adjunta esquema.

Ilustración 53 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – G.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 54 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - A.

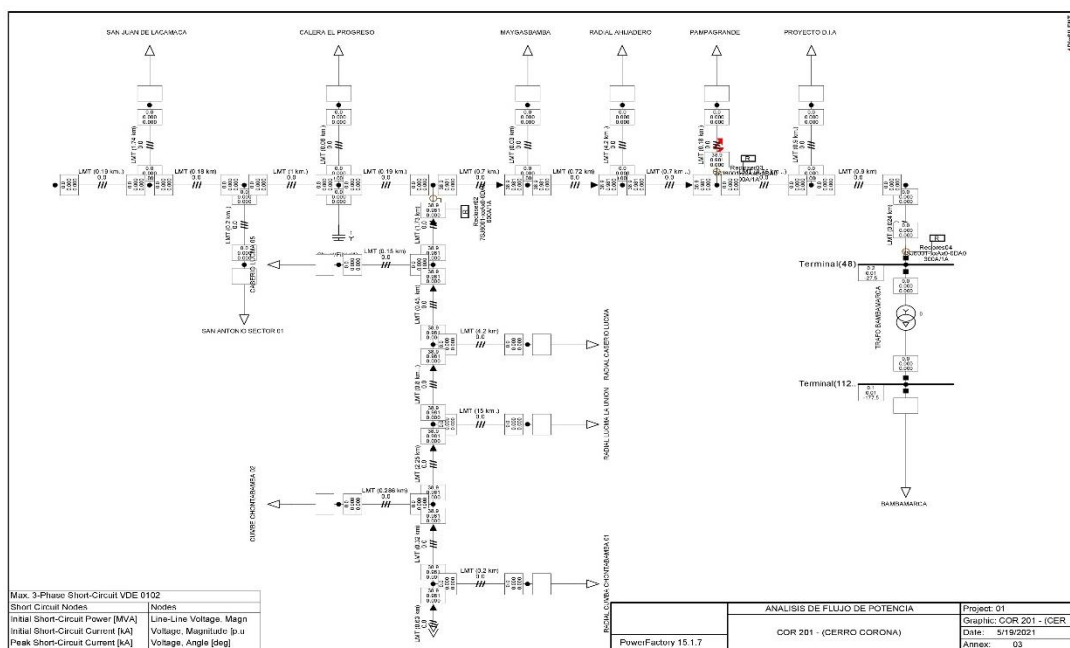


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser 03

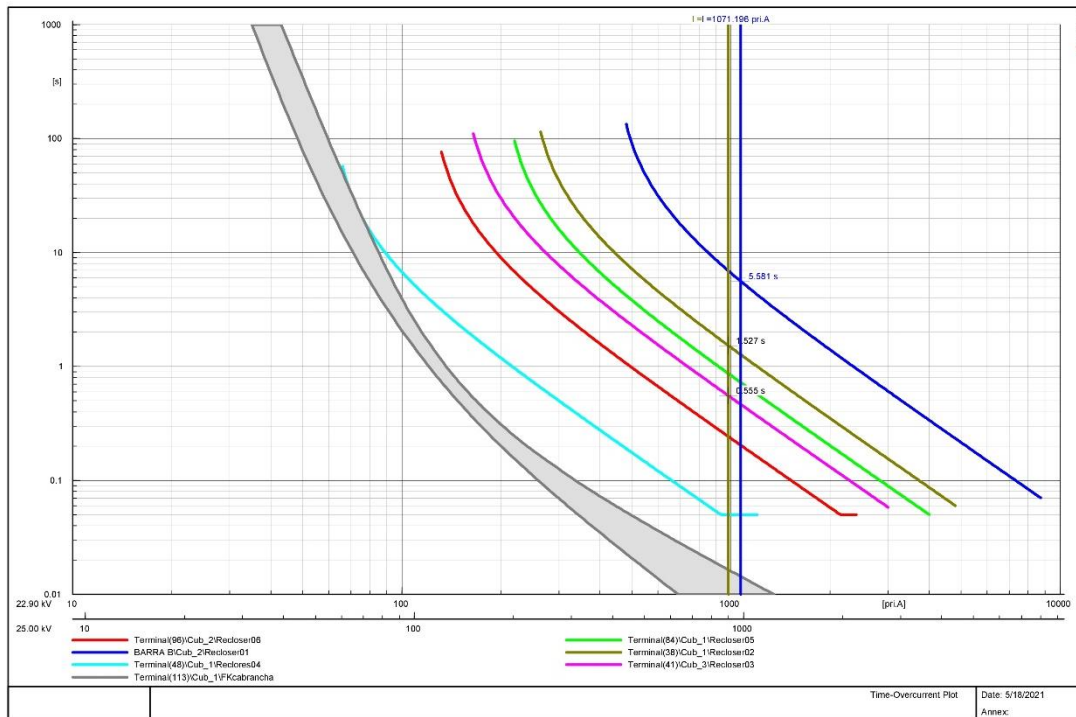
Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 03 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 03 apertura, los otros recloser 01 y 02 visualizan la falla porque están antes de la falla, los otros equipos no visualizan porque la falla no fluye por sus equipos.

Ilustración 55 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – H.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 56 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - B.

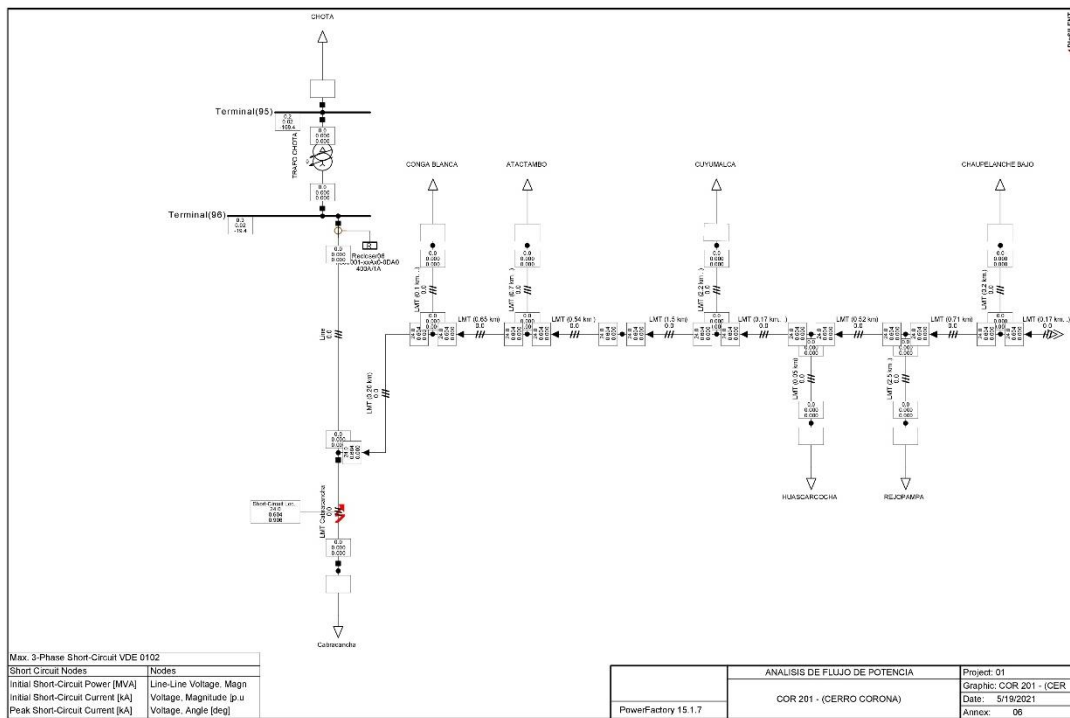


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el Fusible radial Cabracancha

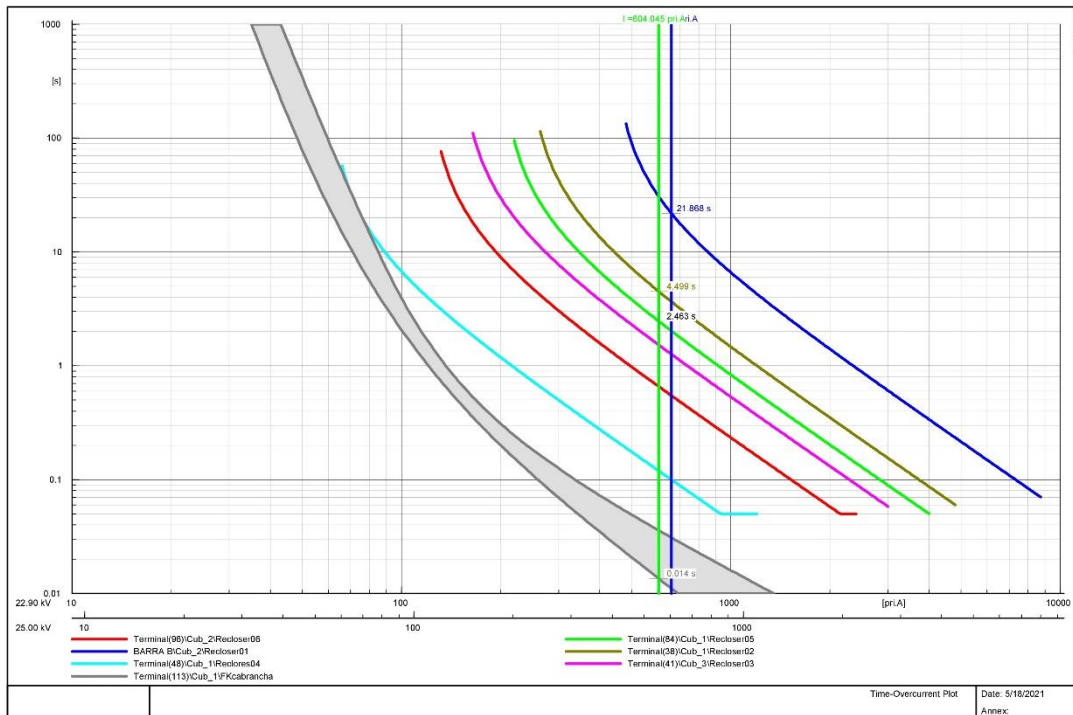
Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del fusible ubicado en la radial Cabracancha y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla y coordinación el fusible actúa primero antes que el reclosers 01, 02 y 05 esto porque se demuestra la coordinación fusible reclosers.

Ilustración 57 Alimentador COR 201 Análisis de cortocircuito – I.



(Digsilent Power Factory, 2021)

Ilustración 58 Alimentador COR 201 Curvas de actuación - C.



(Digsilent Power Factory 15.1)

E. Evaluación Alimentador CUT-101

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 13.2KV, barra tiene una caída de tensión de 2.3% , igual pasa en la barra de lado de 22.9KV en 4,5%, se precisa que para lograr estos resultados se ha procedido activar los reguladores automáticos de los transformadores .

Como se puede ver la tensión esta dentro los niveles aceptables que de acuerdo a norman no debe superar el 5% circuitos del sistema eléctrico, determinándose la máxima caída de tensión en el nodo de barra principal de acuerdo a NTCSE :

Ilustración 59 (E.1) Regulación de Tensión.

| | | Digsilent PowerFactory 15.1.7 | Project: | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|------------------|--------------|-------------|-----------------|---------|----------------------------|
| | | | Date: 5/20/2021 | | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | Busbars/Terminals | | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | No | Automatic Model Adaptation for Convergence | | | | | | | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | No | Max. Acceptable Load Flow Error for | | | | | | | |
| Consider Reactive Power Limits | | No | Nodes | | | | | | | |
| | | | Model Equations | | | | | | | |
| | | | 1.00 kVA | | | | | | | |
| | | | 0.10 % | | | | | | | |
| Grid: CUT 101 - (CUTERVO) System Stage: CUT 101 - (CUTE) Study Case: Study Case | | | Annex: / 1 | | | | | | | |
| Rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] [kV] | Angle [deg] | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | | |
| Barra Gineamyo13.2KV | | | | | | | | | | |
| 13.20 | 0.97 | 12.83 | -0.33 | | | | | | | |
| Cub_1 /Lne | LMT (0.1 km) | | 0.20 | 0.10 | 0.90 | 0.01 | 1.01 | Pv: | 0.04 kW | cLod: 0.00 Mvar L: 0.10 km |
| Cub_2 /Lne | Line(1) | | -1.31 | -0.50 | -0.94 | 0.06 | 6.31 | Pv: | 8.49 kW | cLod: 0.00 Mvar L: 1.00 km |
| Cub_3 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | 0.00 | -0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |
| Cub_4 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | 0.00 | -0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |
| Cub_5 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | 0.00 | -0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |
| Cub_6 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | 0.60 | 0.21 | 0.94 | 0.03 | 65.40 | Tap: | 0.00 | Min: -5 Max: 5 |
| Cub_7 /Lne | LMT (1.9 km) | | 0.51 | 0.19 | 0.94 | 0.02 | 2.45 | Pv: | 2.42 kW | cLod: 0.00 Mvar L: 1.90 km |
| GUI-201 | | | | | | | | | | |
| 22.90 | 0.97 | 22.12 | -1.43 | | | | | | | |
| Cub_2 /Lod | GUI201 | | 0.60 | 0.20 | 0.95 | 0.02 | | P10: | 0.60 MW | Q10: 0.20 Mvar |
| Cub_1 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | -0.60 | -0.20 | -0.95 | 0.02 | 65.40 | Tap: | 0.00 | Min: -5 Max: 5 |
| Terminal (1) | | | | | | | | | | |
| 0.44 | 0.97 | 0.43 | -150.33 | | | | | | | |
| Cub_2 /Sym | G01 | | -0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Typ: | PQ | |
| Cub_1 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | -0.00 | -0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |
| Terminal (2) | | | | | | | | | | |
| 0.44 | 0.97 | 0.43 | -150.33 | | | | | | | |
| Cub_2 /Sym | G01(1) | | -0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Typ: | PQ | |
| Cub_1 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | -0.00 | -0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |
| Terminal (74) | | | | | | | | | | |
| 0.44 | 0.97 | 0.43 | -150.33 | | | | | | | |
| Cub_2 /Sym | G01(2) | | -0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Typ: | PQ | |
| Cub_1 /Tr2 | 2-Winding Transfor | | -0.00 | -0.00 | -1.00 | 0.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: 0 Max: 0 |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinó que el alimentador tiene un MD de 2.29MW, y con 0.30MW perdidas de energía, esto es aceptable considerando que el alimentador es muy extenso y además presenta caída de tensión y que para mejorar se ha tenido que regular la tensión con reguladores automáticos del transformador podemos verificar que el alimentador se encuentra sobrecargado en algunos puntos en el cuadro (Cuadro B), se muestra el resultado de los flujos de potencia a nivel de todo el alimentador.

Ilustración 60 (E.2) Evaluación de Flujo de Potencia.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|------------------------|-----------------------------|------------|
| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: Date: 5/20/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA | |
| Consider Reactive Power Limits | | Nodes | | 0.10 % | |
| | | Model Equations | | | |
| Total System Summary | | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 6 | No. of Terminals | 66 |
| No. of 2-w Trfs. | 28 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines | 3 |
| No. of Loads | 27 | No. of Shunts | 1 | No. of SVS | 0 |
| No. of Lines | 43 | No. of asyn. Machines | 0 | | |
| Generation | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | | 0.00 MVA | |
| External Infeed | = 2.29 MW | -0.10 Mvar | | 2.30 MVA | |
| Load P(U) | = 2.00 MW | 0.66 Mvar | | 2.10 MVA | |
| Load P(Un) | = 2.00 MW | 0.66 Mvar | | 2.10 MVA | |
| Load P(Un-U) | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | | | |
| Motor Load | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | | 0.00 MVA | |
| Grid Losses | = 0.30 MW | 0.24 Mvar | | | |
| Line Charging | = | -0.02 Mvar | | | |
| Compensation ind. | = | 0.00 Mvar | | | |
| Compensation cap. | = | -1.00 Mvar | | | |
| Installed Capacity | = 1.42 MW | | | | |
| Spinning Reserve | = 1.42 MW | | | | |
| Total Power Factor: | | | | | |
| Generation | = 0.00 [-] | | | | |
| Load/Motor | = 0.95 / 0.00 [-] | | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito.

Para el análisis se ha realizado, simulación de 03 fallas se ha propuesto 05 equipos de protección al igual que dos barras en radiales importantes.

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=400/1., 300/1, 200/1

Relay Tipo Siemens.

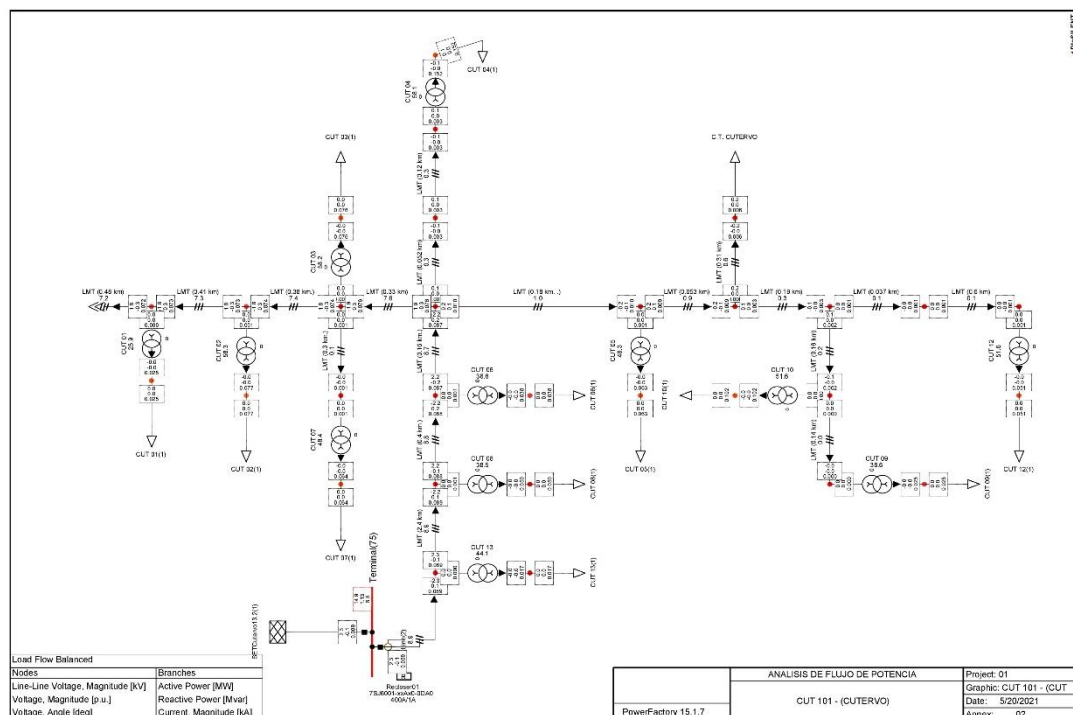
Fusible TIPO K= 20., curva lenta, curva rápida

Diagrama en Condiciones Normales.

Considerando que este alimentador es uno de los más importante para realizar transferencia se ha propuesto la instalación de 05 equipos de protección, en los gráficos mostramos los diagramas unifilares en condiciones normales.

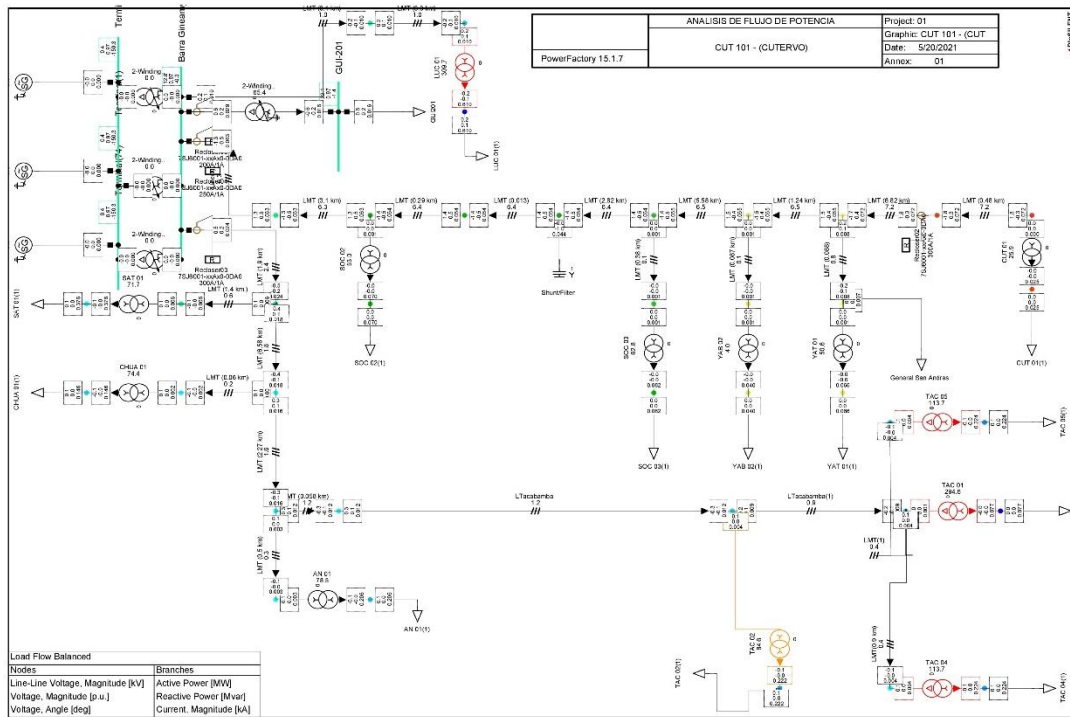
Este alimentador tiene la particular cuyo nivel de tensión es en 13.2KV además es un alimentador que tiene en paralelo una central eléctrica de respaldo.

Ilustración 61 Alimentador CUT 101 Análisis de cortocircuito – A.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 62 Alimentador CUT 101 Análisis de cortocircuito – B.

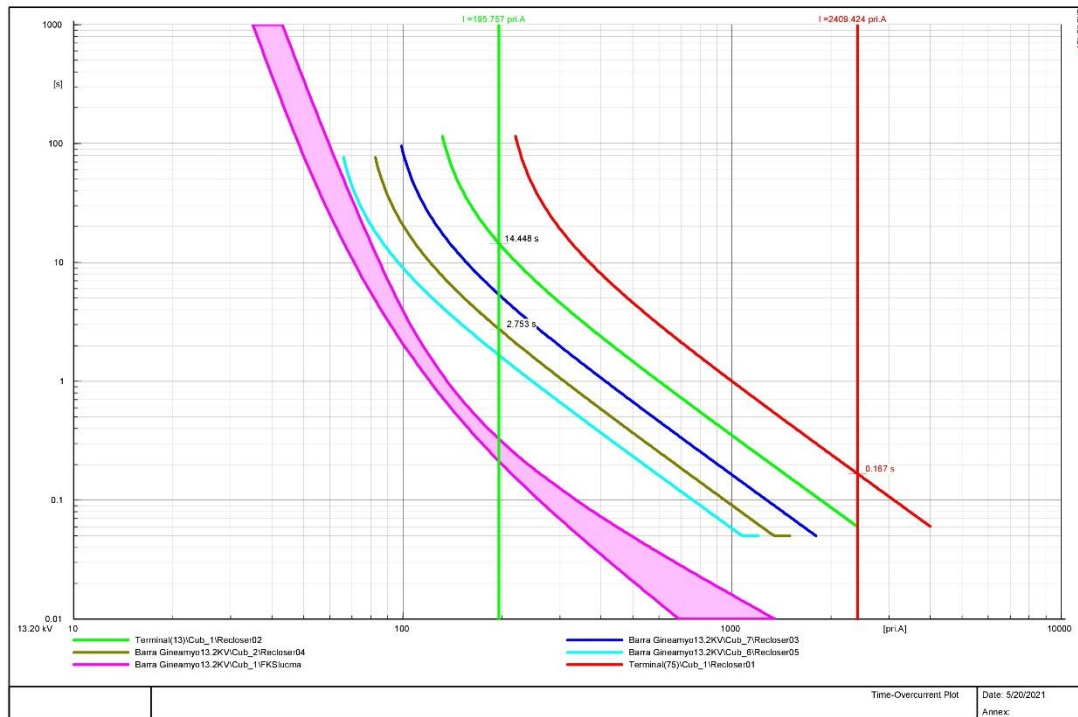


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el recloser 01

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 01 apertura y los otros recloser no visualizan la falla porque están después de falla se adjunta esquema.

Ilustración 63 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - A.

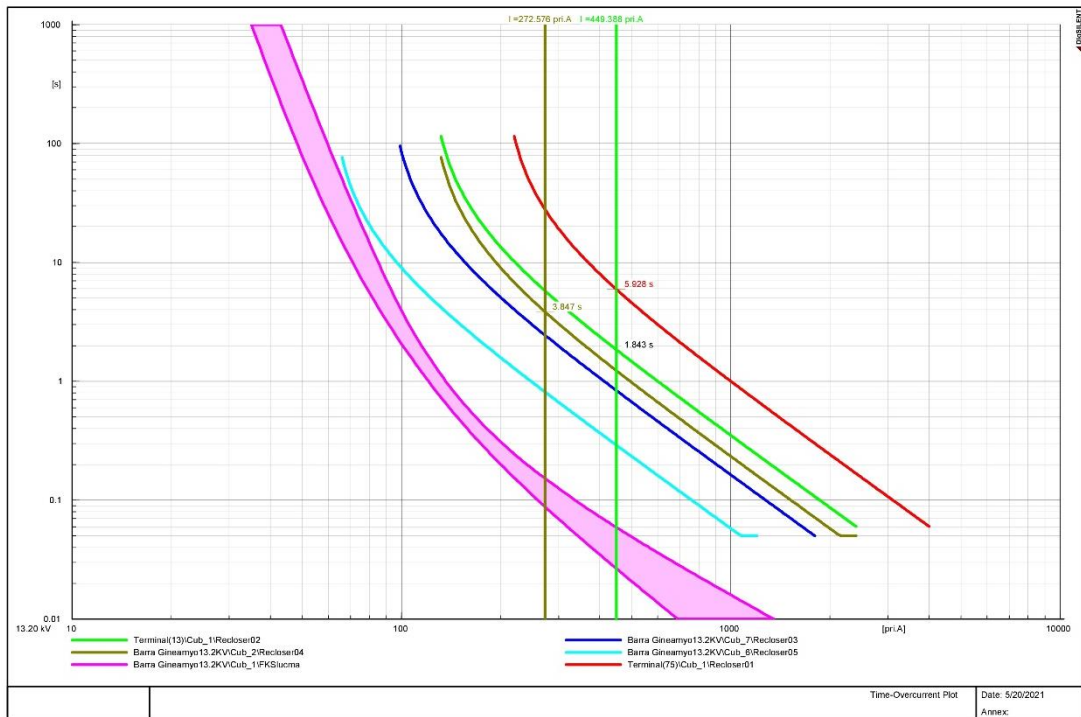


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el recloser 02.

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 02 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 02 apertura y los otros reclosers no visualizan la falla porque están después de la falla se adjunta esquema., el recloser 01 visualiza la falla, pero no apertura ya que el recloser 01 apertura por menor tiempo.

Ilustración 64 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - B.

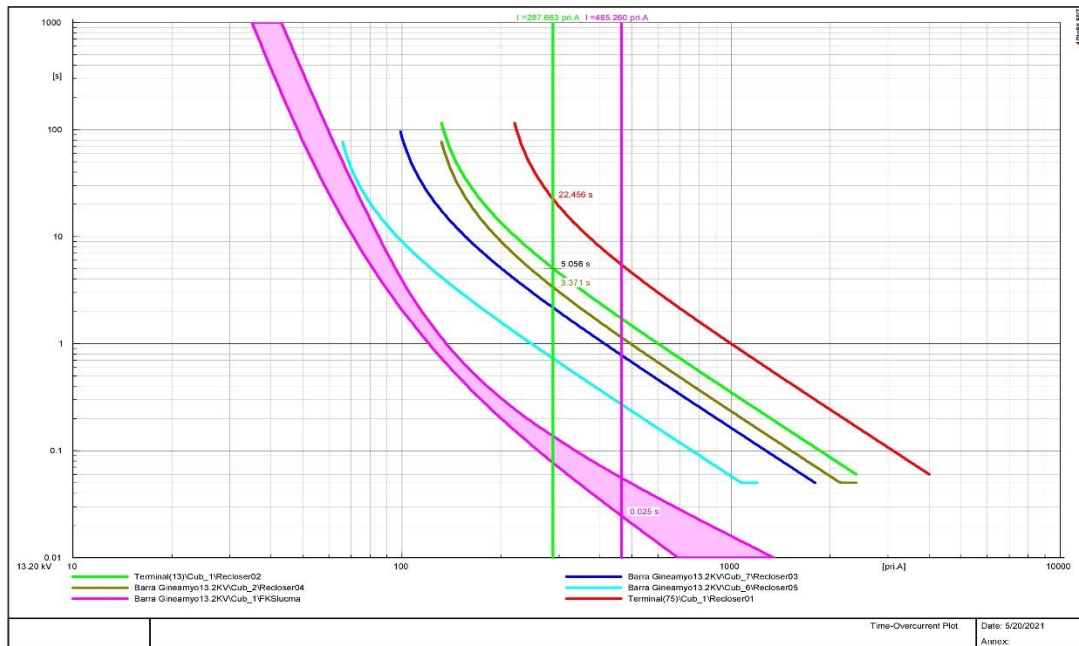


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito I_p 51N, falla para el Fusible radial lucma.

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del fusible donde está ubicado la radial San Luis de Lucma y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el fusible funde por menor tiempo los otros reclosers visualizan la falla, pero no apertura.

Ilustración 65 Alimentador CUT 101 Curvas de actuación - C.



(Digsilent Power Factory 15.1)

F. Evaluación Alimentador QUE-CUT-205

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 22.9 KV, barra 01 tiene una caída de tensión de 7.1% se recomienda colocar un regulador automático de tensión igual pasa en la barra de lado de 22.9KV, barra 02 en 7.5%, se precisa que para lograr estos resultados se tiene que colocar reguladores de tensión, a pesar que en la salida la tensión está saliendo en 25.01KV

Como se puede ver la tensión esta no está dentro los niveles aceptables que de acuerdo a norman no debe superar el 5% circuitos del sistema eléctrico, determinándose la máxima caída de tensión en el nodo de barra principal de acuerdo a NTCSE:

Ilustración 66 (F.1) Regulación de Tensión.

| | | DigSILENT PowerFactory 15.1.7 | | Project: | | | | | | | | |
|--|--------------------|--|------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------|----------------------|
| | | | | Date: 5/20/2021 | | | | | | | | |
| Load Flow Calculation | | | | Busbars/Terminals | | | | | | | | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No | | | | | | | | |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | Nodes | | | | | | | | |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 1.00 kVA 0.10 % | | | | | | | | |
| Grid: QUE 101 - (QUEROCOTI System Stage: QUE 101 - (QUER | | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 | | | | | | | |
| rated Voltage [kV] | Bus-voltage [p.u.] | Bus-voltage [kV] | deg | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] | Current [kA] | Loading [%] | Additional Data | | | |
| BARRA 01 | | | | | | | | | | | | |
| Cub_4 /Lod | 22.90 | 0.93 | 21.27 | -1.03 | 0.50 | 0.16 | 0.95 | 0.01 | P10: | 0.50 MW | Q10: | 0.16 Mvar |
| Cub_2 /Line | | | | | -2.51 | -0.82 | -0.95 | 0.07 | Pv: | 0.11 kW | cLod: | 0.00 Mvar L: 0.03 km |
| Cub_3 /Tr2 | | | | | 0.00 | -0.00 | 1.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: | -2 Max: 2 |
| Cub_5 /Line | | | | | 2.01 | 0.66 | 0.95 | 0.06 | Pv: | 7.00 kW | cLod: | 0.00 Mvar L: 1.00 km |
| Barra CUT203 | | | | | | | | | | | | |
| Cub_2 /Lod | 22.90 | 0.93 | 21.19 | -1.08 | 2.00 | 0.66 | 0.95 | 0.06 | P10: | 2.00 MW | Q10: | 0.66 Mvar |
| Cub_1 /Line | | | | | -2.00 | -0.66 | -0.95 | 0.06 | Pv: | 7.00 kW | cLod: | 0.00 Mvar L: 1.00 km |
| Querocoto | | | | | | | | | | | | |
| Cub_2 /Sym | 0.44 | 0.93 | 0.41 | -1.03 | 0.00 | -0.00 | 1.00 | 0.00 | Typ: | PQ | | |
| Cub_1 /Tr2 | | | | | -0.00 | 0.00 | -1.00 | 0.00 | Tap: | 0.00 | Min: | -2 Max: 2 |
| Terminal (25) | | | | | | | | | | | | |
| Cub_3 /Xnet | 24.00 | 1.05 | 25.08 | 1.19 | 5.02 | 1.83 | 0.94 | 0.12 | Sk": | 10000.00 MVA | | |
| Cub_2 /Line | | | | | 5.02 | 1.83 | 0.94 | 0.12 | Pv: | 257.92 kW | cLod: | 0.01 Mvar L: 8.00 km |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinó que el alimentador tiene un MD de 4.02MW, y con 0.59 MW pedidas de energía, esto es aceptable considerando que el alimentador es muy extenso y además presenta caída de tensión y que para mejorar se ha tenido que regular la tensión con reguladores automáticos del transformador podemos verificar que el alimentador se encuentra sobrecargado en algunos puntos en el cuadro (Cuadro B), se muestra el resultado de los flujos de potencia a nivel de todo el alimentador.

Ilustración 67 (F.2) Evaluación de Flujo de Potencia.

| | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------------|
| | | DIGSILENT PowerFactory 15.1.7 | Project: Date: 5/20/2021 |
| Load Flow Calculation | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | No |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | No | Max. Acceptable Load Flow Error for | |
| Consider Reactive Power Limits | No | Nodes | 1.00 kVA |
| | | Model Equations | 0.10 % |
| Total System Summary | | Study Case: Study Case | Annex: / 1 |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 4 |
| No. of 2-w Trfs. | 8 | No. of 3-w Trfs. | 0 |
| No. of Loads | 13 | No. of Shunts | 0 |
| No. of Terminals | 25 | No. of syn. Machines | 1 |
| No. of Lines | 20 | No. of asyn. Machines | 0 |
| No. of SVS | 0 | | |
| Generation | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA |
| External Infeed | = 5.01 MW | 1.82 Mvar | 5.34 MVA |
| Load F(U) | = 4.42 MW | 1.45 Mvar | 4.66 MVA |
| Load F(Un) | = 4.43 MW | 1.45 Mvar | 4.66 MVA |
| Load F(Un-U) | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | |
| Motor Load | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA |
| Grid Losses | = 0.59 MW | 0.37 Mvar | |
| Line Charging | = | -0.04 Mvar | |
| Compensation Ind. | = | 0.00 Mvar | |
| Compensation cap. | = | 0.00 Mvar | |
| Installed Capacity | = 0.40 MW | | |
| Spinning Reserve | = 0.40 MW | | |
| Total Power Factor: | | | |
| Generation | = 0.00 [-] | | |
| Load/Motor | = 0.95 / 0.00 [-] | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Análisis de Cortocircuito.

Para el análisis se ha realizado, simulación de 03 fallas se ha propuesto 04 equipos de protección al igual que dos barras en radiales importantes, se colocados fusibles tipos K

Parámetros Ingresados para el análisis.

TC=400/1., 300/1, 200/1

Relay Tipo Siemens.

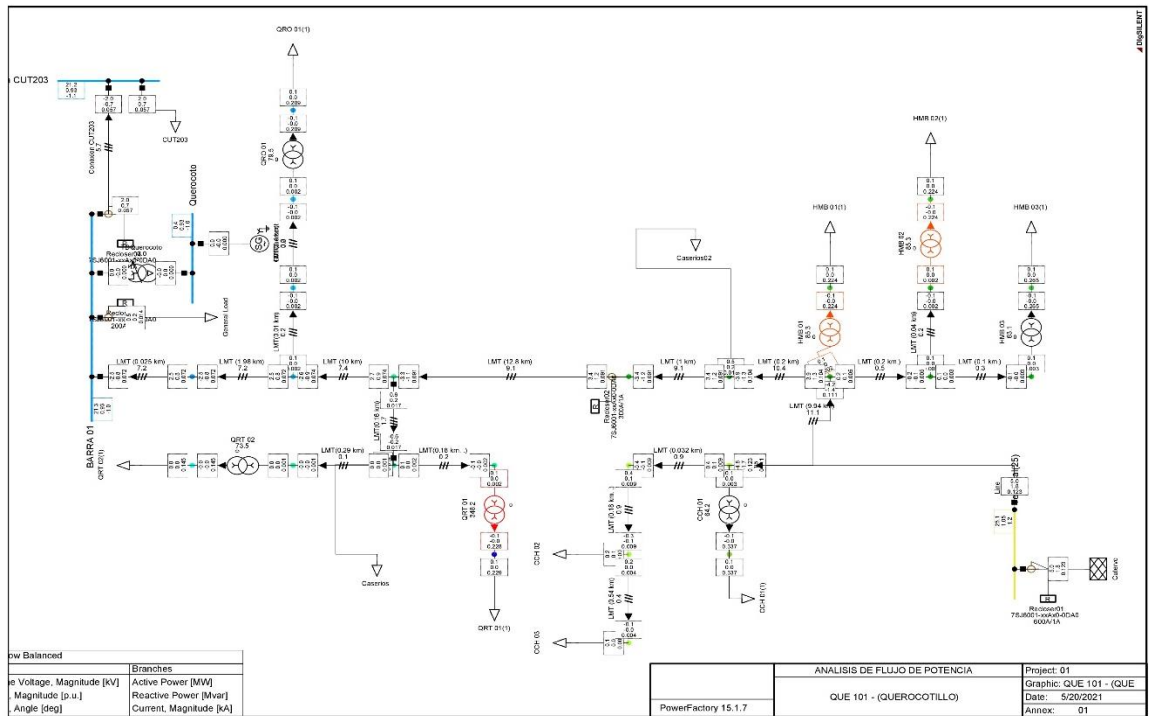
Fusible TIPO K= 80, 20., curva lenta, curva rápida

Diagrama en Condiciones Normales.

Considerando que este alimentador es uno de los más importantes para realizar transferencia se ha propuesto la instalación de 04 equipos de protección, en los gráficos mostramos los diagramas unifilares en condiciones normales.

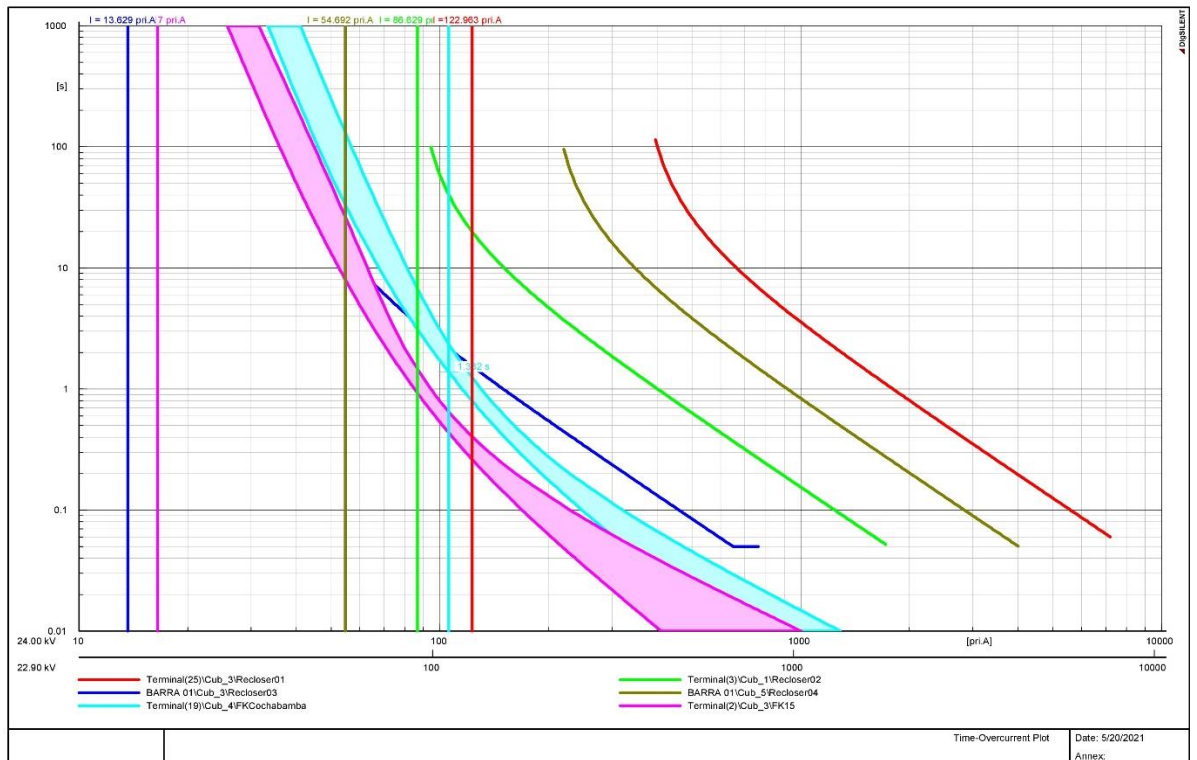
Este alimentador tiene la particularidad cuyo nivel de tensión es en 22.9KV esta entrelazado con el alimentador CUT-205 y el QUE-101 además es un alimentador que tiene en paralelo una central eléctrica de respaldo (CH. Paltic).

Ilustración 68 Alimentador QUE 101 Análisis de cortocircuito – A.



(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 69 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - A.

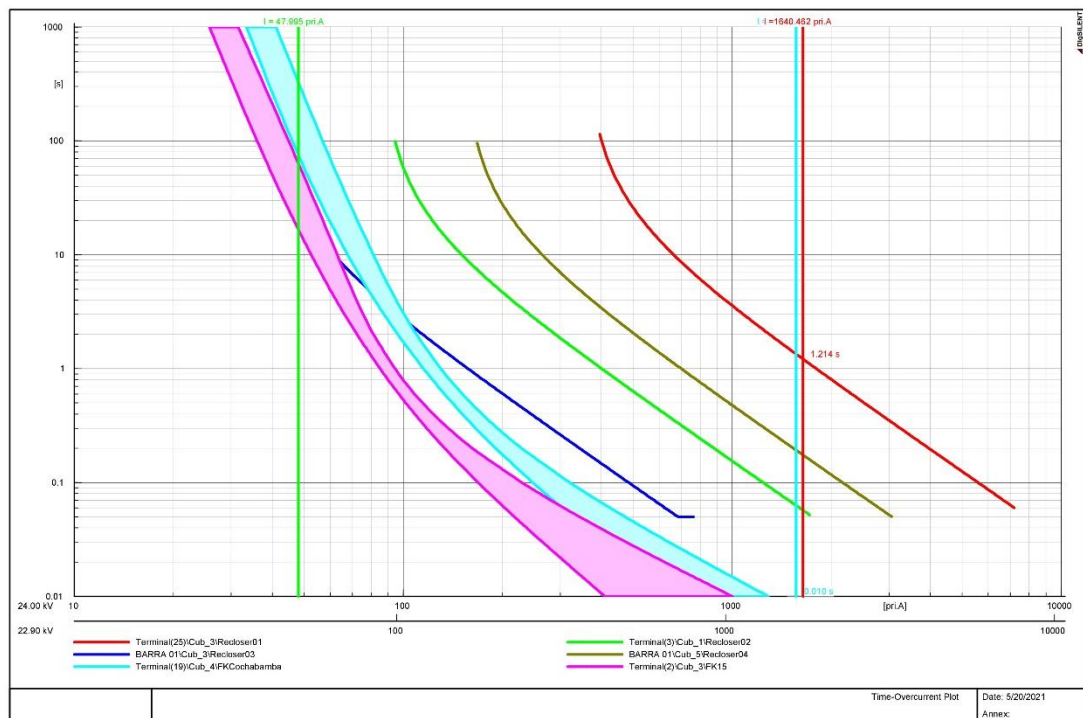


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser 01

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 01 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 01 apertura y los otros reclosers no visualizan la falla porque están después de falla se adjunta esquema.

Ilustración 70 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - B.

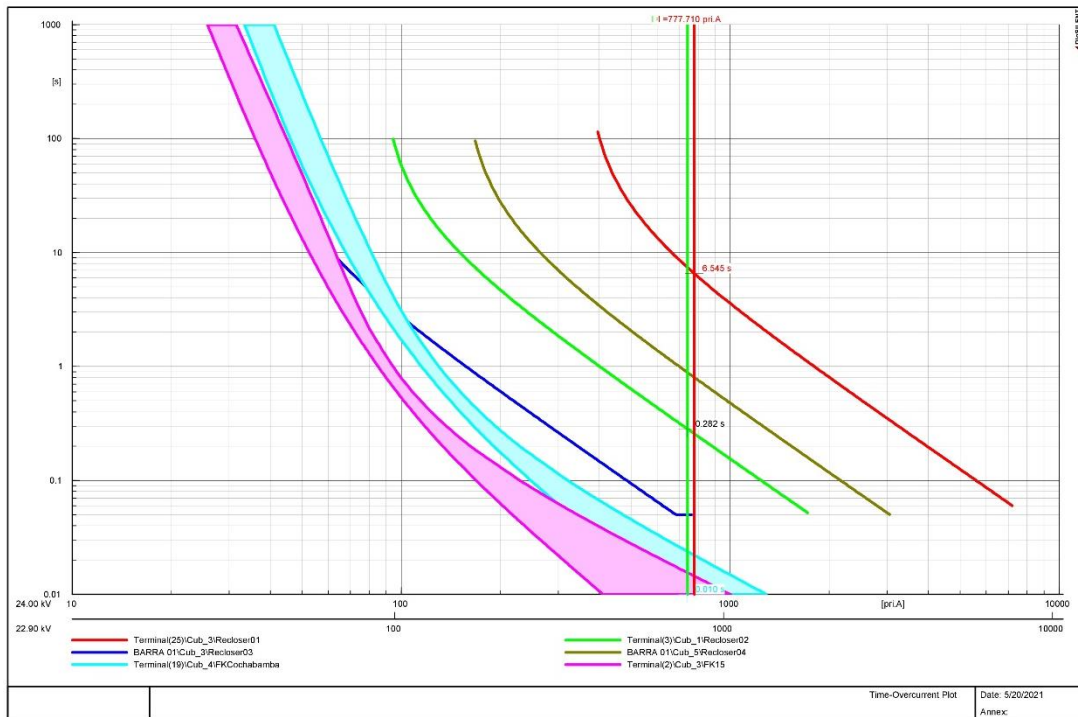


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser 02

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del recloser 02 y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el recloser 02 apertura y los otros reclosers no visualizan la falla porque están después de falla se adjunta esquema., el recloser 01 si puede visualizarlo, pero no apertura por tiempo.

Ilustración 71 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - C.



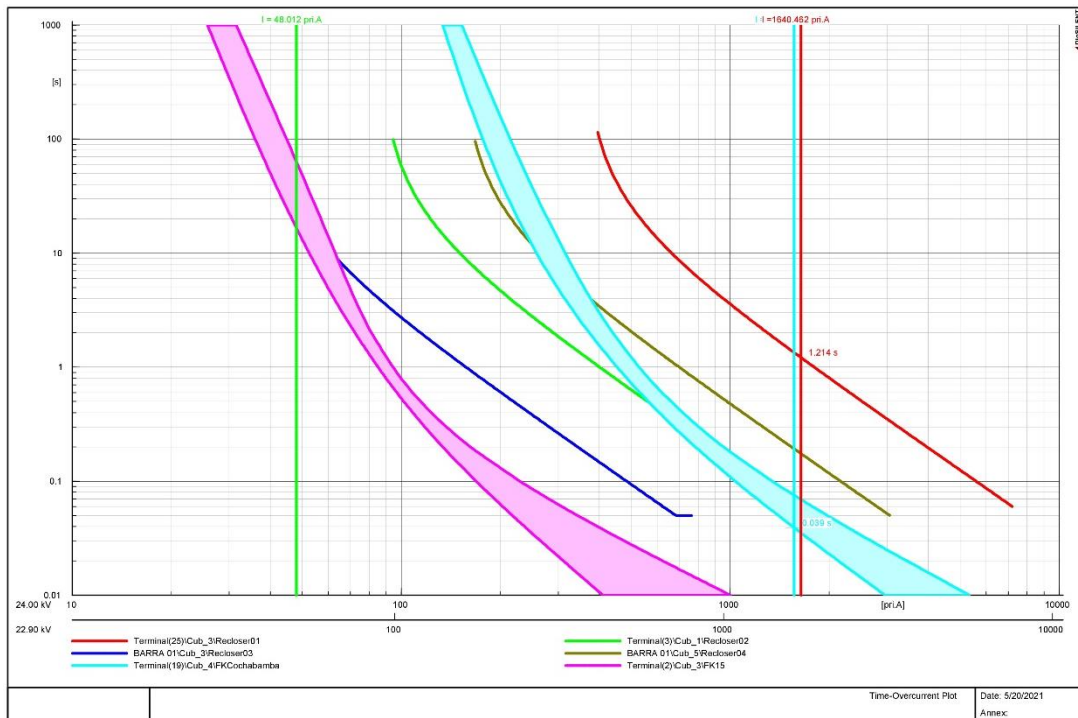
(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el

Fusible radial Cochabamba

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del fusible donde está ubicado la radial Cochabamba y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el fusible funde por menor tiempo los otros reclosers visualizan la falla, pero no apertura., el recloser 01 visualiza la falla, pero no apertura.

Ilustración 72 Alimentador QUE 101 Curvas de actuación - D.



(Digsilent Power Factory 15.1)

G. Evaluación Alimentador CHI-202

Regulación de Tensión

Se realizó el análisis de los niveles de tensión en las barras principales y podemos verificar que el alimentador está en el lado de 22.9 KV, barra 01 tiene una caída de tensión del 5%, la cual se cumple con la NTCSE

Como se puede ver la tensión esta no está dentro los niveles aceptables que de acuerdo a norman no debe superar el 5%, se flujo de potencia los niveles están en un 3% en la barra principal de acuerdo a NTCSE:

Ilustración 73 (G.1) Regulación de Tensión.

| | | | | |
|---|----------------------------|--|-----------------------------|--|
| | | Digsilent PowerFactory 15.1.7 | Project: Date: 6/13/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | Busbars/Terminals | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 0.10 % |
| Grid: CHI 202 (CHIRICONGA) System Stage: CHI 202 (CHIRIC) | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 |
| rated Voltage [kV] | Bus-voltage [kV] | Active Power [MW] | Reactive Power [Mvar] | Power Factor [-] |
| | [p.u.] [deg] | | | Current [kA] |
| | | | | Loading [%] |
| Additional Data | | | | |
| BARRA A | | | | |
| Cub_1 /Xnst | 22.90 1.00 22.90 0.00 | 1.23 | 0.38 | 0.96 |
| Cub_3 /Line | CHI 202 - CHIRICON 4.56 km | 1.23 | 0.38 | 0.96 |
| | | | | 0.03 3.26 |
| | | | | SK": 10000.00 MVA Pv: 5.16 kW cLod: 0.00 Mvar l: 2.28 km |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Evaluación de Flujo de Potencia

Según Cuadro del flujo de potencia se determinado que el alimentador tiene un MD de 1.23MW, y con 0.02 MW perdidas de energía, esto es aceptable considerando que el alimentador es muy corto y además presenta caída de tensión menor al 3% y que para mejorar se ha tenido que regular la tensión con reguladores automáticos del transformador (Ilustración 72), se muestra el resultado de los flujos de potencia a nivel de todo el alimentador.

Ilustración 74 (G.2) Evaluación de Flujo de Potencia.

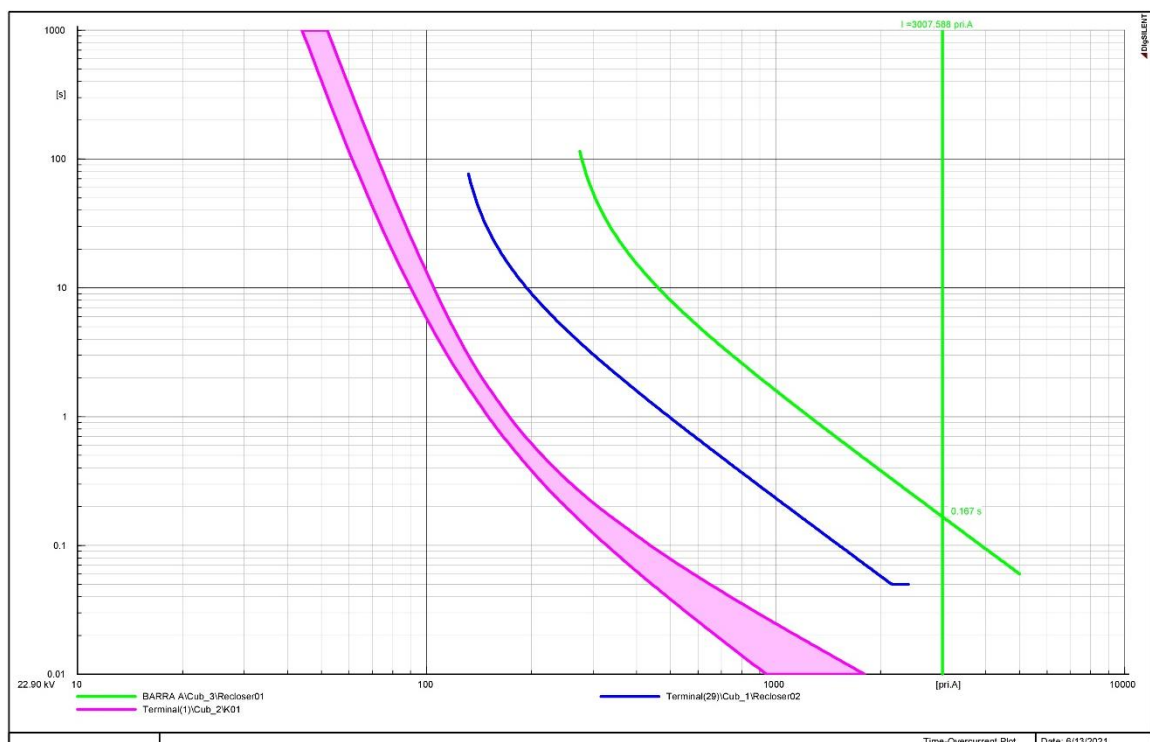
| | | | | |
|---|-------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| | | Digsilent PowerFactory 15.1.7 | Project: Date: 6/13/2021 | |
| Load Flow Calculation | | | Total System Summary | |
| AC Load Flow, balanced, positive sequence | | Automatic Model Adaptation for Convergence | | No |
| Automatic Tap Adjust of Transformers | | Max. Acceptable Load Flow Error for | | 1.00 kVA |
| Consider Reactive Power Limits | | Model Equations | | 0.10 % |
| Total System Summary | | Study Case: Study Case | | Annex: / 1 |
| No. of Substations | 0 | No. of Busbars | 1 | No. of Terminals |
| No. of 2-w Trfs. | 20 | No. of 3-w Trfs. | 0 | No. of syn. Machines |
| No. of Loads | 27 | No. of Shunts | 0 | No. of asyn.Machines |
| | | | | No. of SVS |
| Generation | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| External Infeed | = 1.23 MW | 0.38 Mvar | 1.29 MVA | |
| Load P(U) | = 1.21 MW | 0.40 Mvar | 1.28 MVA | |
| Load P(Un) | = 1.21 MW | 0.40 Mvar | 1.28 MVA | |
| Load P(Un-U) | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | | |
| Motor Load | = 0.00 MW | 0.00 Mvar | 0.00 MVA | |
| Grid Losses | = 0.02 MW | -0.01 Mvar | | |
| Line Charging | = | -0.05 Mvar | | |
| Compensation ind. | = | 0.00 Mvar | | |
| Compensation cap. | = | 0.00 Mvar | | |
| Installed Capacity | = 0.00 MW | | | |
| Spinning Reserve | = 0.00 MW | | | |
| Total Power Factor: | | | | |
| Generation | = 0.00 [-] | | | |
| Load/Motor | = 0.95 / 0.00 [-] | | | |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser 01

Se realizado una simulación de falla de cortocircuito antes del recloser 01 y como se puede mostrar en el grafico el recloser 01 el recloser no visualizan la falla porque están después de falla se adjunta esquema., el recloser 01 si puede visualizarlo, y apertura en el tiempo según indica (Ilustración 75).

Ilustración 75 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación A.

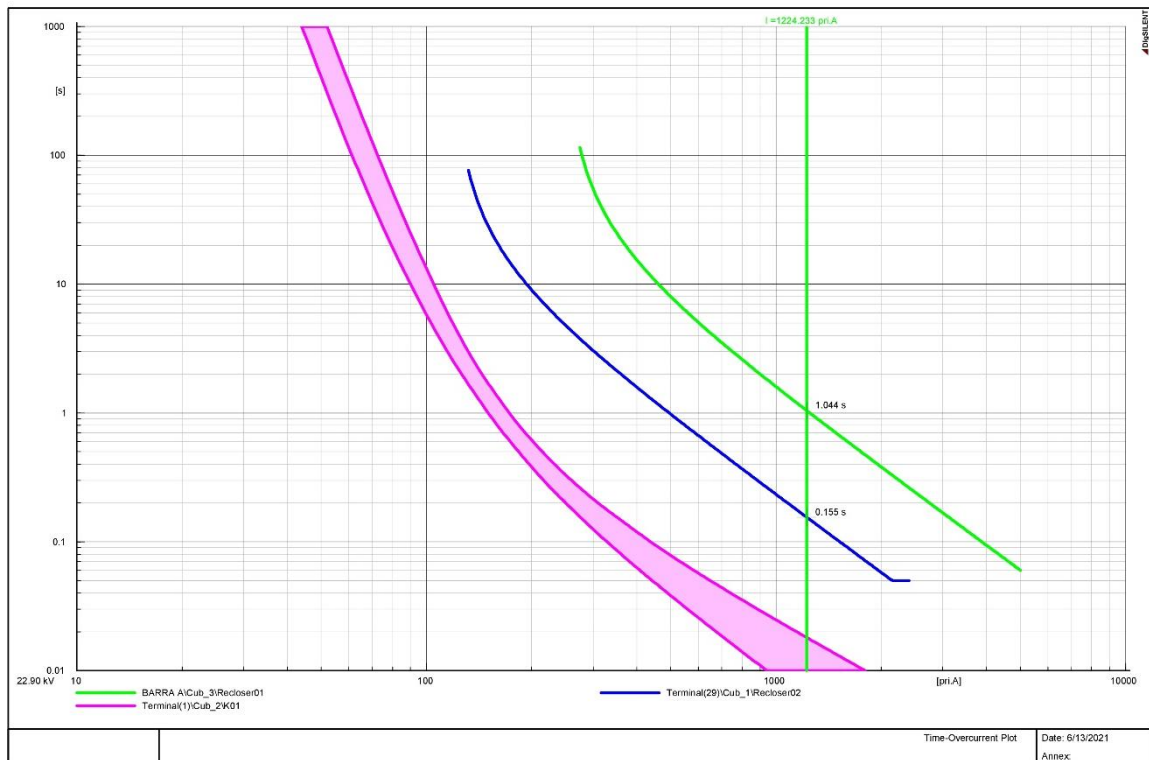


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito Ip 51N, falla para el recloser 02

Se realizado una simulación de falla de cortocircuito antes del recloser 02 y como se puede mostrar en el grafico el recloser 01 sensa la falla pero el recloser 01 apertura antes por tiempo de apertura desactivando solo la parte afectada (lamina...).

Ilustración 76 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación B.

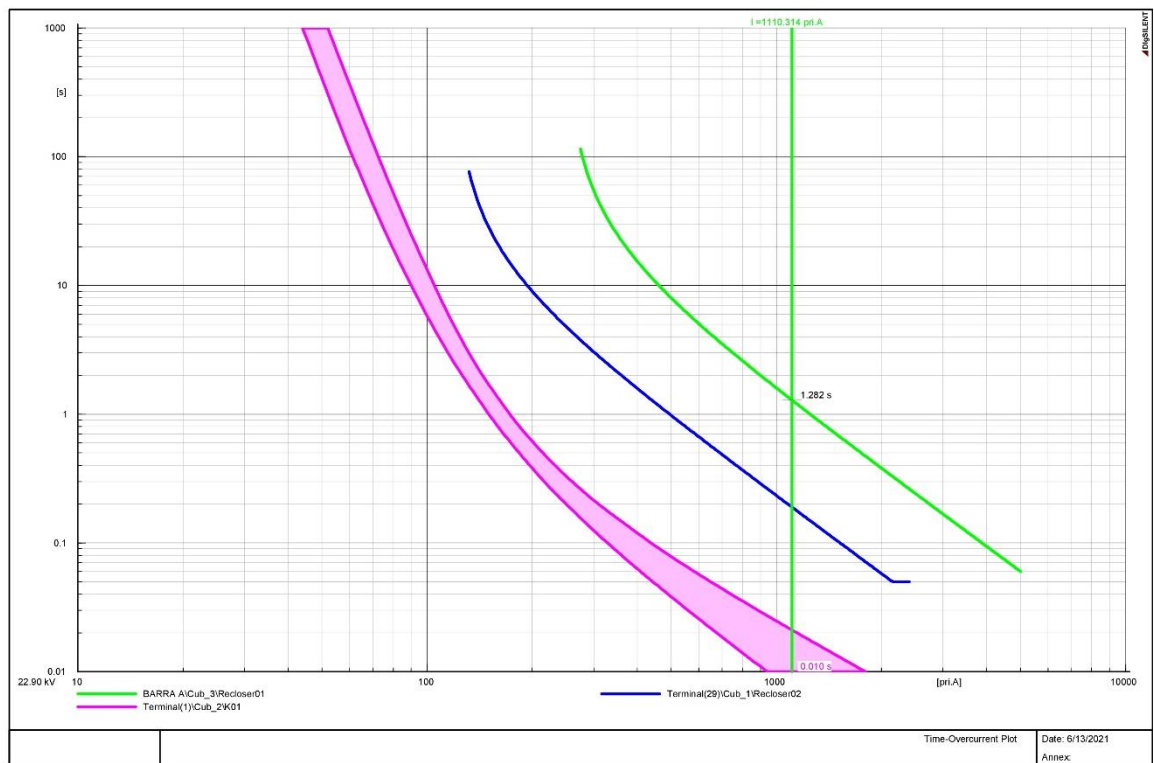


(Digsilent Power Factory 15.1)

Simulación de falla Diagrama en condiciones de cortocircuito, falla para el Fusible radial Pueblos Menores

Se realizó una simulación de falla de cortocircuito después del fusible donde está ubicado la radial Pueblos Menores y como se puede mostrar en el gráfico por menor tiempo de detección de falla el fusible funde por menor tiempo el reclosers 01 visualizan la falla, pero no apertura. (Ilustración 77).

Ilustración 77 Alimentador CHI 202, Curvas de Actuación C.



(Digsilent Power Factory 15.1)

3.4. Implementación de equipamiento Tecnológico.

El diagnostico determino que para optimizar la calidad del servicio fue importante identificar que infraestructura o alimentadores que estaban catalogadas como, criticas cuyo resultado fue que por criticidad se definió estos alimentadores (COR-201, CUT-101, CHT-101, CHT-102, QUE-101, CUT-205, CHI-201, QUE-101).

Posterior a ello se tuvo que hacer un análisis de flujo de potencia para determinar la propuesta de implementar equipamiento tecnológico y como resultado esta propuesta técnica no solo obedecía, a realizar coordinación de seguridad de apertura cierre para restablecer servicio si no también la colocación de equipo que permita identificar las causas que originan las posibles fallas.

Para ello la inspección de campo y de la revisión de la base de datos extraídas de NGC se encontró que existe muchas radiales extensa en cada alimentador que requieren ser

monitoreados y la propuesta de esta implementación esta direccionada a colocar equipamiento en estas radiales que permitan identificar las fallas posibles en tiempo real según base de datos la radiales identificadas se detallan en cuadro adjunto.

Estos radiales se puede monitorear a través de señalizadores fallas que permite alertar las posibles fallas según nuestro análisis en 2019 las radiales que fueron afectadas y contribuyeron al SAIDI y SAIFI se muestra en el siguiente cuadro que contiene la cantidad propuesta de un equipo señalizador de falla.

Estos equipos señalizador de falla como hemos descritos en el marco teórico es un equipo que nos permite, identificar las posibles fallas que se puedan presentar a lo largo de circuito o alimentador como suelen identificara las redes de media tensión en una concesionaria, lo importancia de estos equipos radica en su avance tecnológico que permite identificar las fallas en tiempo real, mejorar la calidad de servicio disminuyendo los indicadores SAIDI y SAIFI, estos equipos tienen mejor predisposición para emitir información en zonas remotas con baja intensidad de señal, se acoplan a los equipos celulares y que fácil pueden ser operados por personal operativo, pueden identificar la ausencia de tensión y corriente en los puntos donde están instalados, estos equipos permiten realizar adecuadamente la optimización de los mantenimiento.

En el cuadro 22 podemos señalar la cantidad de radiales y la propuesta de equipos señalizadores.

Cuadro 22 Cantidad de Radiales

| Item | Radiales | Interrupciones | Propuesta de equipos |
|------|---|----------------|----------------------|
| 1 | I-268072 / RADIAL CERRO CORONA | 13 | 12 |
| 2 | I-260450 / Radial Ch. Angua, Angua, Tacabamba | 11 | 12 |
| 3 | I-260105 / Radial Chuyabamba - Chiguirip | 6 | 6 |
| 4 | I-260111 / RADIAL LLANGADEN - YACUCHINGANA | 6 | 6 |
| 5 | I-200155 / San Luis de la Lucma | 5 | 6 |
| 6 | I-260100 / LA IRACA GRANDE | 5 | 2 |
| 7 | I-268076 / A EL CUADREDO | 5 | 2 |
| 8 | I-260000 / CHABRACANCHA | 4 | 2 |
| 9 | I-260092 / PINGOBAMBA - TORIL | 4 | 2 |
| 10 | I-200157 / RADIAL 2 SOCOTA | 3 | 2 |
| 11 | I-260112 / DERIV. MONTANMAYO | 3 | 2 |
| 12 | I-260458 / San Antonio | 3 | 2 |
| 13 | I-268020 / Santa Cruz-Localidad | 3 | 2 |
| 14 | I-260012 / VIRGEN DEL CARMEN | 2 | 1 |
| 15 | I-260088 / POZO DE BOMBEO - MPCH | 2 | 1 |
| 16 | I-260110 / Lajas | 2 | 1 |
| 17 | I-260513 / BAMBAMARCA_EC | 2 | 1 |
| 18 | I-263003 / Querocotillo | 2 | 1 |
| 19 | I-263013 / Vista Alegre | 2 | 1 |
| 20 | I-268087 / VISTA ALEGRE BAJO | 2 | 1 |
| 21 | I-200158 / RADIAL 3 (Cutervo, Yatun, Socota) | 1 | 0 |
| 22 | I-260011 / Apan | 1 | 0 |
| 23 | I-260094 / PINGOBAMBA - BEDOYA | 1 | 0 |
| 24 | I-260098 / GRIFO EL AVENTURERO | 1 | 0 |
| 25 | I-260099 / CHORORCO | 1 | 0 |
| 26 | I-260113 / radial Shitapampa - Colpamatara | 1 | 0 |
| 27 | I-260211 / Atoctambo | 1 | 0 |
| 28 | I-260213 / Huascarcocha | 1 | 0 |
| 29 | I-260452 / PROV - Chalamarca - La Pucara | 1 | 0 |
| 30 | I-260455 / PROV - Masintranca | 1 | 0 |
| 31 | I-260501 / Radial 3.2 Yatun, Socota | 1 | 0 |
| 32 | I-263005 / Agua Blanca | 1 | 0 |
| 33 | I-263012 / Querocoto | 1 | 0 |
| 34 | I-263024 / Cochabamba 01 | 1 | 0 |
| 35 | I-263026 / COCHABAMBA-02 | 1 | 0 |
| 36 | I-268008 / La Esperanza | 1 | 0 |
| 37 | I-268082 / SALIDA COR202 | 1 | 0 |
| 38 | I-268084 / ENCHO13 | 1 | 0 |
| 39 | I-268088 / MORAN LIRIO | 1 | 0 |
| 40 | I-268093 / SALIDA COR203 | 1 | 0 |

(Digsilent Power Factory 15.1)

Ilustración 78 Propuesta de Equipos Señalizadores de Falla – A.

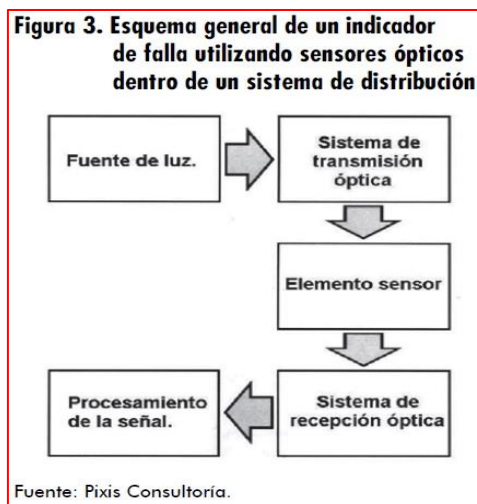


Ilustración 79 Propuesta de Equipos Señalizadores de Falla – B.

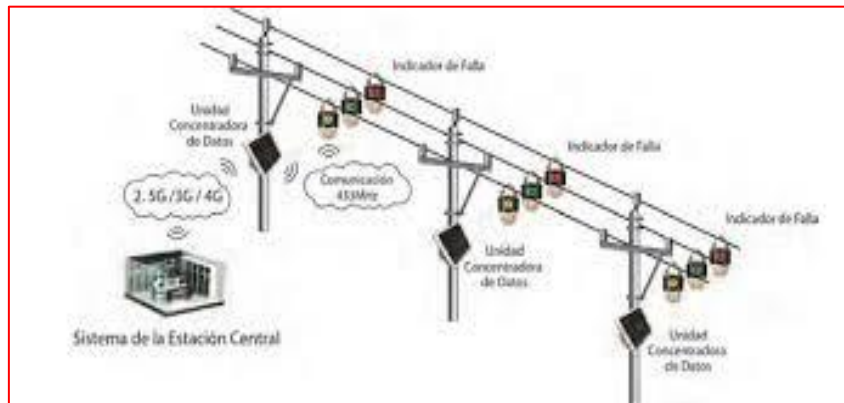
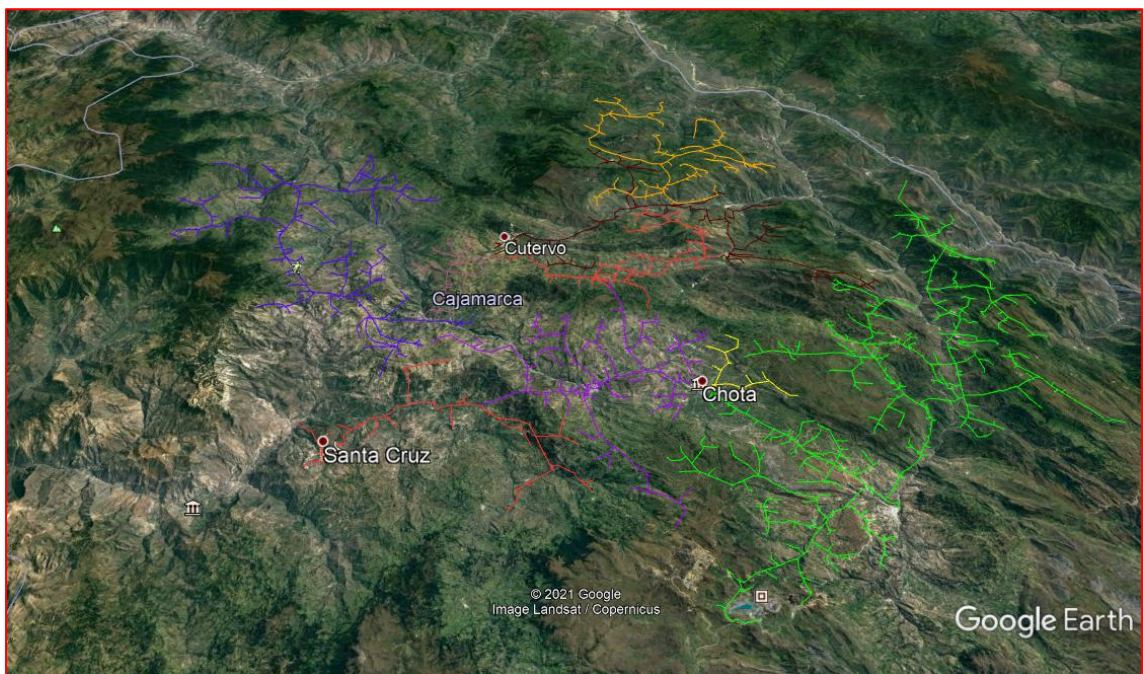


Ilustración 80 Mapa de los Alimentadores Críticos.



3.5. Automatización del Equipamiento Tecnológico

La propuesta de esta investigación no solo es determinar la criticidad, realizar un flujo de potencia, para determinar el equipamiento tecnológico, si no llevarlo a una red inteligentes, como enlazarlo un sistema SCADA, que nos permita tener la información en tiempo real.

El objetivo de colocar una red inteligente es considerar un plan innovador para mejorar la optimización de calidad del servicio.

3.5.1. Análisis Por Indicadores de Gestión

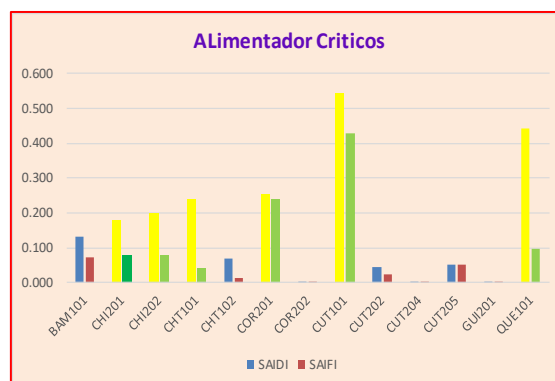
Para dicho Análisis se ha extraído las muestras de la base de datos del sistema de gestión NGC (ANEXO I), resultado que mostramos en cuadro 23 y 24.

Cuadro 23 Indicadores de Gestión.

| Alimentador | SAIDI | Afectacion SAIDI % | SAIFI | Afectacion SAIFI % |
|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------|
| BAM101 | 0.130 | 6.03% | 0.072 | 6.38% |
| CHI201 | 0.178 | 8.25% | 0.079 | 6.98% |
| CHI202 | 0.198 | 9.20% | 0.081 | 7.19% |
| CHT101 | 0.242 | 11.21% | 0.042 | 3.72% |
| CHT102 | 0.070 | 3.26% | 0.012 | 1.09% |
| COR201 | 0.255 | 11.84% | 0.241 | 21.39% |
| COR202 | 0.000 | 0.01% | 0.000 | 0.02% |
| CUT101 | 0.545 | 25.29% | 0.428 | 38.02% |
| CUT202 | 0.043 | 2.01% | 0.024 | 2.09% |
| CUT204 | 0.000 | 0.02% | 0.001 | 0.05% |
| CUT205 | 0.050 | 2.32% | 0.051 | 4.55% |
| GUI201 | 0.000 | 0.01% | 0.000 | 0.02% |
| QUE101 | 0.443 | 20.55% | 0.096 | 8.49% |
| Total | 2.156 | | 1.126 | |

(Electronorte S.A., 2019)

Cuadro 24 Indicadores de Gestión.



(Electronorte S.A., 2019)

Para el análisis se evaluó el comportamiento de los indicadores de Gestión (SAIDI y SAIFI), y el diagnóstico determinó la existencia de alimentadores críticos (COR201, CHI201, CHT101, CHT102, CUT101, QUE101, CUT101), tal como se muestra en los cuadros.

3.5.2. Análisis Por Infraestructura y Número de Clientes

En cuadro III se detalla la infraestructura eléctrica, así como la cantidad de usuarios por cada alimentador, nótese que podemos identificar que los alimentadores más extensos y con mayor cantidad de usuarios representan los alimentadores COR201, CHI201, CHT101, CHT102, CUT101, QUE101, CUT101), Por lo Tanto, bajo esas premisas podemos definir que para un estudio particular y propuesta a nuestra empresa se pueda tomar estos alimentadores, para la implementación de red inteligente.

Cuadro 25 Análisis por Infraestructura y Número de Clientes.

| SEP | Alimentador | KMs | | | Numero de Usuarios |
|--------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|
| | | 2018 | 2019 | %Crecimiento | |
| Cerro Corona | COR-201 | 310.3 | 583.6 | 47% | 17024 |
| | CHT-101 | 28 | 31.3 | 11% | 4883 |
| | CHT-102 | 1.6 | 1.6 | 0% | 2094 |
| Cutervo | CUT-101 | 153 | 185.2 | 17% | 9567 |
| | QUE-101 | 180 | 226.7 | 21% | 3928 |
| | CUT-205 | 43.8 | 52.8 | 17% | 1977 |
| Carhuaquero | CHI-201 | 163.6 | 175.22 | 7% | 6356 |
| | CHI-202 | 80.7 | 82.7 | 2% | 2266 |
| Total | | 1583.1 | 2153.1 | 26% | 48095 |

(Electronorte S.A., 2019)

3.5.3. Análisis de los Alimentador Críticos Para la Propuesta de Red Inteligente

- ❖ Son alimentadores muy extensos superan en algunos más de 200kms de redes de media tensión.
- ❖ Son Alimentadores con mayor cantidad de usuarios.
- ❖ Presenta infraestructura ubicada en zonas rurales.
- ❖ Actualmente cuenta con equipamiento mínimo de protección ubicado en la SET Cerro Corona., SET Cutervo, SET Carhuaquero.

- ❖ Son alimentadores que compensa más, que es determinado por los indicadores SAIDI y SAIFI.
- ❖ Actualmente varios de estos alimentadores están ubicados en zonas inaccesibles, siendo su geografía muy dificultosa para operar adecuadamente.
- ❖ Actualmente sus mantenimientos están mayormente abocados a los trabajos de limpieza de servidumbre.
- ❖ Se puede decir que estos alimentadores requieren ser remodelados algunas radiales porque ya han cumplido su vida útil.

Identificación de las justificaciones y motivaciones para proponer el proyecto de Redes Eléctricas Inteligentes Para la Optimización de Calidad del Servicio.

Justificación Técnica.

Al efectuar este análisis se garantiza los niveles de tensión estables vigentes en Normativa, mejorando así la calidad de suministro y disminuyendo las fallas e interrupciones. (NTCSE, 2021).

Justificación Económica.

Encontrado la solución a esta problemática nos permitirá mejorar los estados financieros. Logrando el control de las interrupciones la Concesionaria disminuirá los gastos por compensación de energía, cuyos costos son impuestos por el ente regulador Osinergmin, así mismo se disminuirá los costos de operación y mantenimiento.

Justificación Social.

Al analizar la red y proponer su reestructuración con nuevos equipos detectores de fallas automatizados se disminuirá los tiempos por operación dando mayores ventas y menor energía por compensar, además los usuarios registrados sentirán calidad de servicio brindado.

Por otro la idea de la Unidad es mitigar los problemas sociales que ha tenido por interrupciones constantes, en las zonas indicadas especialmente en zonas rurales

Justificación Ambiental

La propuesta de reestructuración eléctrica se plantea con el uso de equipos tecnológicos no perjudiciales para el medio ambiente, sólo propone optimización en la calidad de suministro a la Red Eléctrica en este caso los alimentadores críticos.

Motivación.

- ❖ Mayores oportunidades.
- ❖ Estar a la vanguardia de nuevos recursos energéticos, (energía eólica, solar, la bioenergía).
- ❖ Tener mejor potencial en aplicaciones adicionales (automatización, de grandes clientes, generadoras, soporte a la recarga de vehículos inteligentes.
- ❖ Tener una mejora respuesta a la demanda y adjudicación de mejores precios tarifarios.
- ❖ Mejorar el monitoreo control y gestión eléctrica.

Identificación de los dispositivos electrónico inteligentes (seccionadores, interruptores, recloser, etc.) y otros de dispositivos de protección, control y gestión, de acuerdo a los 4 niveles que recomienda la IEC61850.

Nivel 01

Determinado por el nivel criticidad de los alimentadores y implementación de equipamiento que debe contar determinado por los análisis del flujo de potencia de cada alimentador en cuadro adjunto detallamos la cantidad de equipos, (reclosers y señalizadores de falla) por cada alimentado. de campo para este alimentador se está proponiendo colocar equipos recloser y señalizadores de falla ubicado en la cabecera del alimentador, luego en las radiales importantes, en cuadro 26 se detalla el equipamiento requerido, tener en cuenta que este equipamiento es resultado del diagnóstico, análisis de flujo que determino el equipamiento

necesario y se consolida con una propuesta de una red inteligente para los sistemas eléctrico rurales.

Cuadro 26 Equipamiento Requerido.

| SEP | Alimentador | Equipamiento Tecnológico | | Usuarios |
|--------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|
| | | Recloser | Señalizadores | |
| Cerro Corona | COR-201 | 6 | 12 | 17024 |
| | CHT-101 | 2 | 2 | 4883 |
| | CHT-102 | 1 | 0 | 2094 |
| Cutervo | CUT-101 | 4 | 6 | 9567 |
| | QUE-101 | 4 | 7 | 3928 |
| | CUT-205 | 1 | 0 | 1977 |
| Carhuaquero | CHI-201 | 4 | 11 | 6356 |
| | CHI-202 | 2 | 2 | 2266 |
| Total | | 24 | 40 | 48095 |

(Electronorte S.A., 2019)

Nivel 02

Para los controles de posición es el formado por los armarios de control se está usando relés, pulsadores selectores, que son elementos encargados de las funciones asociadas al conjunto de la posición.

Se precisa que los equipos son independientes y cuenta con los dispositivos de función, medida oscilo grafía, paneles de alarma etc.

Estos equipos interactúan con los niveles de campo, obteniendo, los datos mediante entradas y salidas analógicas y digitales, además se instalarán armarios de control

Nivel 03

Para el nivel de control recaerá en una plataforma en la que la fuente recepción principal será un SCADA.

Aquí se obtendrá información como diversidad de tipos de fallas, mediciones registros de consumos y otros que permitirá tener una alerta ante cualquier eventualidad.

3.5.4. Análisis Y Comparación De Resultados Con La Implementación

En el Diagnostico se determinó 07 alimentadores importante, como son los alimentadores COR-201, a CHT-101 y CHT-102., QUE101-CUT205, CHI201 y CHI202, QUE101 En presente cuadro detallamos las características del comportamiento de los alimentadores, según sus indicadores SAIDI y SAIFI, a través de estos indicadores podemos definir y los resultados que debemos obtener con la implementación de los equipos tecnológicos. Como Indicamos en nuestro marco teórico el SAIDI es indicador que mide el tiempo de duración, de una interrupción de servicio afecta a los usuarios $SAIDI = \frac{\text{Usuarios Afectados} \times (\text{Tiempo Horas})}{\text{Total de Usuarios de Sistema}}$ (usuarios totales a nivel de empresa) y SAIFI es un indicador que mide las veces que se le afecta al usuario con la interrupción de servicio $SAIFI = \frac{\text{Usuarios Afectados}}{\text{Total de Usuarios de Sistema}}$ (usuarios totales a nivel de empresa)

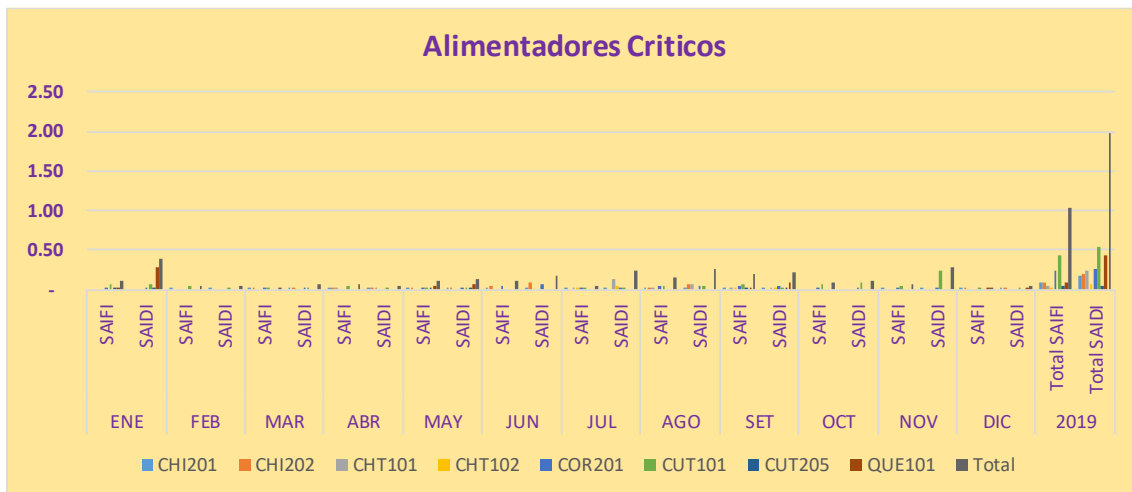
En Cuadro 27, se muestra el comportamiento actual de los indicadores SAIDI y SAIFI Al periodo 2019, de los Alimentadores en evaluación.

Cuadro 27 Comportamiento Actual de los Indicadores SAIDI y SAIFI.

| Alimentador | ENE | | FEB | | MAR | | ABR | | MAY | | JUN | | JUL | | AGO | | SET | | OCT | | NOV | | DIC | | 2019 | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | Total SAIFI | Total SAIDI |
| CHI201 | | | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | | | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.18 |
| CHI202 | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.08 | | | 0.01 | 0.07 | | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.20 |
| CHT101 | | | | | | | 0.00 | 0.01 | | | | | 0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.03 | | | | | | | 0.04 | 0.24 |
| CHT102 | | | | | | | | | | | | | 0.01 | 0.06 | | | 0.01 | 0.01 | | | | | | | 0.01 | 0.07 |
| COR201 | 0.03 | 0.02 | | | 0.01 | 0.02 | | | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | | | 0.24 | 0.26 |
| CUT101 | 0.07 | 0.07 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.02 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.24 | 0.01 | 0.02 | 0.43 | 0.55 |
| CUT205 | 0.01 | 0.00 | | | | | | | 0.03 | 0.03 | | | | | | | 0.02 | 0.02 | | | | | | | 0.05 | 0.05 |
| QUE101 | 0.01 | 0.29 | | | | | | | 0.05 | 0.06 | | | | | | | 0.03 | 0.09 | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.44 |
| Total | 0.12 | 0.38 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.11 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.05 | 0.25 | 0.15 | 0.26 | 0.19 | 0.23 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.28 | 0.02 | 0.04 | 1.03 | 1.98 |

(Electronorte S.A., 2019)

Cuadro 28 Alimentadores Críticos.



(Electronorte S.A., 2019)

Dentro de los alimentadores considerados como críticos están los alimentadores COR-201, CHI-201, seguidos de los alimentadores CHT-101 y CHT-102.

Bajo estos parámetros se presenta la propuesta de implementación de equipos.

Los recloser. - estos equipos manejan parámetros importantes para censar fallas eléctricas como, fallas a tierra, cortocircuito 3Ø, 2Ø y 1Ø, y unidos a su comunicación, satelital con el SCADA fácilmente pueden ser operados en tiempo real lo que se lograra es disminuir las interrupciones que fácilmente pueden ser superadas en menos de 03 minutos dado las normas indican que las empresas están obligadas a registrar las interrupciones cuando estas superan los tres minutos.

Para ello se analizó las fallas al detalle de registros obtenidos en NGC una fuente original de Electronorte.

Interpretación de Resultados Para un periodo Utilizando El equipamiento Tecnológico.

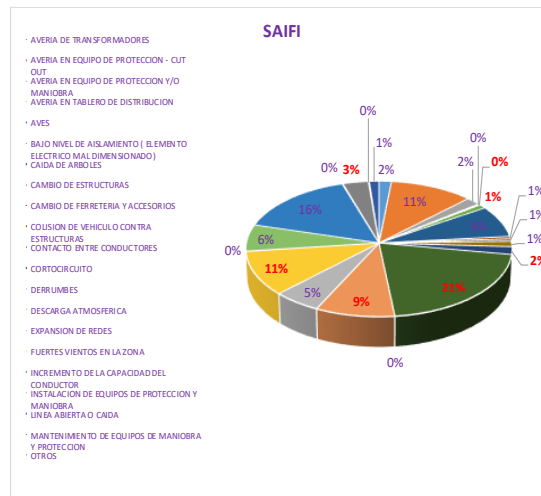
Como se puede mostrar los resultados obtenidos utilizando el equipamiento tecnológico se analizan tomando en cuenta que las interrupciones son las que se podría eliminar con este equipamiento de acuerdo al diagnóstico las interrupciones se encuentran en la siguiente los motivos de interrupciones se encuentran en las siguientes proporciones, el cuadro 29 e Ilustración 74, 75 pueden mostrar las interrupciones que podemos suprimir aplicando la tecnologías, resalta, los cortocircuitos, descargas atmosféricas, bajo nivel de aislamiento, fuertes vientos, contactos entre conductores y otros cuando se tiene identificado la falla.

Cuadro 29

| Motivos | SAIFI | SAIDI |
|---|--------------|--------------|
| AVERIA DE TRANSFORMADORES | 0.018 | 0.033 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | 0.124 | 0.061 |
| AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | 0.021 | 0.049 |
| AVERIA EN TABLERO DE DISTRIBUCION | 0.001 | 0.001 |
| AVES | 0.002 | 0.001 |
| BAJO NIVEL DE AISLAMIENTO (ELEMENTO ELECTRICO MAL | 0.011 | 0.002 |
| CAIDA DE ARBOLES | 0.086 | 0.067 |
| CAMBIO DE ESTRUCTURAS | 0.007 | 0.022 |
| CAMBIO DE FERRETERIA Y ACCESORIOS | 0.007 | 0.025 |
| COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | 0.015 | 0.071 |
| CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | 0.021 | 0.014 |
| CORTOCIRCUITO | 0.231 | 0.216 |
| DERRUMBES | 0.000 | 0.000 |
| DESCARGA ATMOSFERICA | 0.100 | 0.073 |
| EXPANSION DE REDES | 0.060 | 0.222 |
| FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | 0.118 | 0.103 |
| INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DEL CONDUCTOR | 0.001 | 0.001 |
| INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | 0.072 | 0.511 |
| LINEA ABIERTA O CAIDA | 0.177 | 0.635 |
| MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MANIOBRA Y PROTECCION | 0.001 | 0.004 |
| OTROS | 0.038 | 0.027 |
| SEGURIDAD | 0.001 | 0.001 |
| VANDALISMO | 0.014 | 0.017 |
| Total | 1.126 | 2.156 |

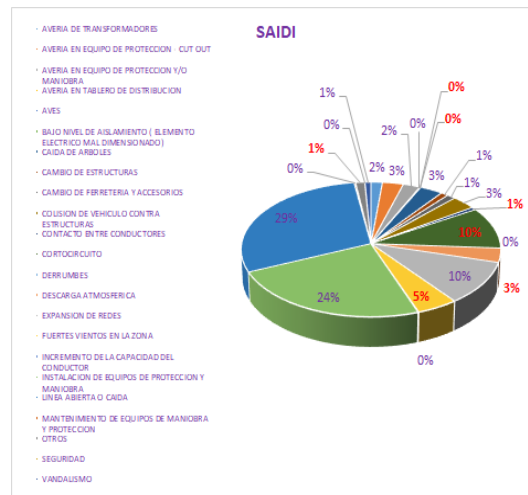
(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 81



(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 82



(Electronorte S.A., 2019)

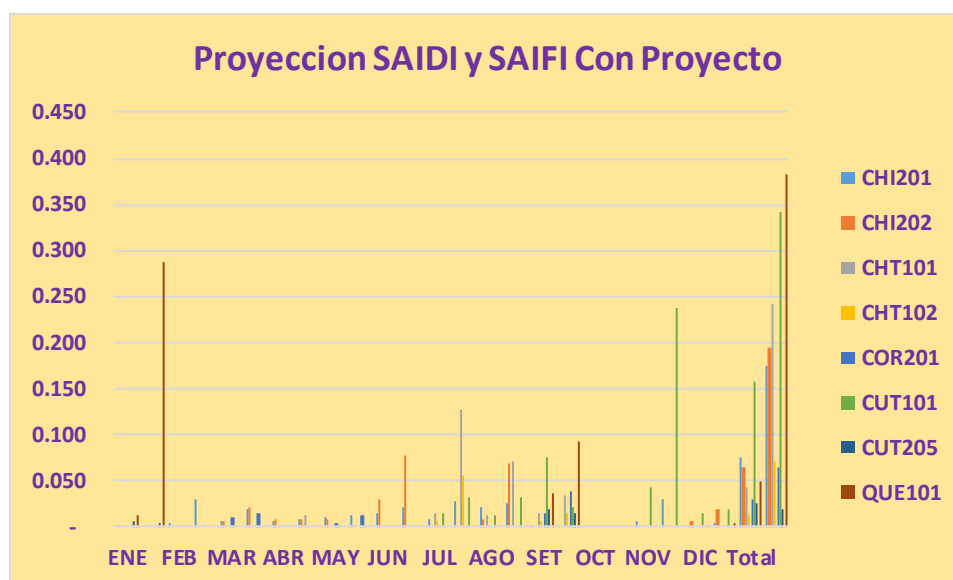
Entonces esta propuesta nos con lleva a proponer una nueva meta en el calculo del SAIDI y SAIFI para un nuevo periodo, deduciendo estas interrupciones en lo siguiente cuadro se muestra dicho analisis de proyeccion de nueva meta.

Cuadro 30 Proyección del SAIDI y SAIFI Con Proyecto.

| Alimentador | ENE | | FEB | | MAR | | ABR | | MAY | | JUN | | JUL | | AGO | | SET | | OCT | | NOV | | DIC | | Total | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | SAIFI | SAIDI | |
| CHI201 | | | 0.004 | 0.030 | 0.005 | 0.018 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.012 | 0.014 | 0.021 | 0.007 | 0.027 | 0.022 | 0.024 | 0.001 | 0.001 | | | | 0.006 | 0.029 | 0.001 | 0.004 | 0.074 | 0.175 |
| CHI202 | | | | | 0.006 | 0.022 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.001 | 0.029 | 0.076 | | | 0.008 | 0.068 | | | | | | | | 0.006 | 0.019 | 0.065 | 0.194 |
| CHT101 | | | | | | | 0.002 | 0.011 | | | | | 0.014 | 0.127 | 0.012 | 0.070 | 0.014 | 0.033 | | | | | | | | 0.042 | 0.242 |
| CHT102 | | | | | | | | | | | | | 0.006 | 0.055 | | | 0.006 | 0.015 | | | | | | | | 0.012 | 0.070 |
| COR201 | | | | | 0.010 | 0.015 | | | 0.004 | 0.012 | | | | | | | 0.015 | 0.037 | | | | | | | | 0.029 | 0.064 |
| CUT101 | | | | | | | | | 0.000 | 0.002 | | | 0.014 | 0.032 | 0.012 | 0.032 | 0.076 | 0.020 | | | 0.043 | 0.239 | 0.014 | 0.018 | 0.158 | 0.342 | |
| CUT205 | 0.006 | 0.004 | | | | | | | | | | | | | | 0.019 | 0.015 | | | | | | | | 0.026 | 0.019 | |
| QUE101 | 0.012 | 0.287 | | | | | | | | | | | | | | | 0.035 | 0.092 | | | | | 0.001 | 0.004 | 0.048 | 0.383 | |
| Total | 0.018 | 0.291 | 0.004 | 0.030 | 0.021 | 0.055 | 0.015 | 0.027 | 0.021 | 0.027 | 0.043 | 0.098 | 0.041 | 0.242 | 0.054 | 0.194 | 0.166 | 0.214 | | | | 0.048 | 0.267 | 0.022 | 0.044 | 0.455 | 1.489 |

(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 83 Proyección del SAIDI y SAIFI Con Proyecto.



(Electronorte S.A., 2019)

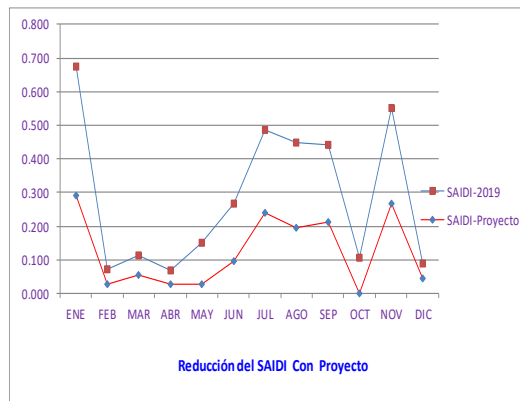
En las gráficas siguientes se muestra la comparación del SAIDI y SAIFI respecto a un nuevo periodo aplicando el proyecto, esta es la propuesta para el sistema eléctrico rural.

Cuadro 31 Resultado Final del Indicador en el Sistema Eléctrico Chota.

| Indicador | Resultado Final del Indicador en el Sistema Eléctrico Chota | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total | |
| SAIDI-Proyecto | 0.291 | 0.030 | 0.055 | 0.027 | 0.027 | 0.098 | 0.242 | 0.194 | 0.214 | | | 0.267 | 0.044 | 1.489 |
| SAIDI-2019 | 0.384 | 0.043 | 0.057 | 0.041 | 0.123 | 0.168 | 0.245 | 0.256 | 0.229 | 0.107 | 0.284 | 0.044 | 1.981 | |
| SAIFI-Proyecto | 0.018 | 0.004 | 0.021 | 0.015 | 0.021 | 0.043 | 0.041 | 0.054 | 0.166 | | | 0.048 | 0.022 | 0.455 |
| SAIFI-2019 | 0.120 | 0.041 | 0.023 | 0.063 | 0.105 | 0.117 | 0.046 | 0.147 | 0.188 | 0.087 | 0.070 | 0.022 | 1.030 | |

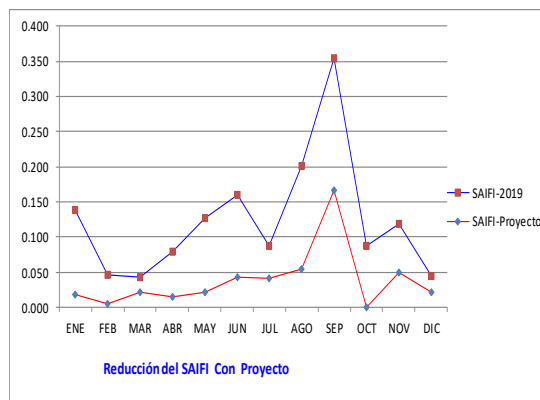
(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 84 Reducción de SAIDI con Proyecto.



(Electronorte S.A., 2019)

Ilustración 85 Reducción de SAIFI con Proyecto.



(Electronorte S.A., 2019)

3.6. Análisis de Costo

| RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO | | |
|--|---|---------------------|
| Estudio de Mejorar la Calidad De Servicio del Sistema Electrico Chota | | |
| RESUMEN GENERAL LINEAS PRIMARIAS | | |
| ITEM | DESCRIPCION | TOTAL S/. |
| A | SUMINISTROS DE MATERIALES | 1,279,317.67 |
| B | MONTAJE ELECTROMECHANICO | 109,352.62 |
| C | TRANSPORTE DE MATERIALES (6%) | 76,759.06 |
| D | COSTO DIRECTO (C.D.) (S/.) (A+B+C) | 1,465,429.36 |
| E | GASTOS GENERALES DIRECTOS (12%) | 175,851.52 |
| F | GASTOS GENERALES INDIRECTOS (2%) | 29,308.59 |
| G | UTILIDADES (8%) | 117,234.35 |
| H | SUB TOTAL 01 (D+E+F+G) | 1,787,823.81 |
| I | IGV (18%) | 321,808.29 |
| J | COSTO TOTAL DE OBRA (H+I) | 2,109,632.10 |

(Fuente: Propia , 2021)

METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO Optimizacion Para Mejorar la Calidad De Servicio del Sistema Electrico Rurales

SECCION : Equipamiento Tecnologico

DEPARTAMENT : CAJAMARCA

PROVINCIA : CHOTA

DISTRITO : VARIOS

| ITEM | DESCRIPCION DE PARTIDA | UND | CHI-201 | COR-201 | CHT-101 | CHT-102 | CHI-202 | CUT-101 | QUE-101, CUT-205 | METRADO TOTAL | P.U. S/. | P. TOTAL S/. |
|---|---|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|---------------|----------|------------------|
| SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | POSTES Y ACCESORIOS DE CONCRETO | | | | | | | | | | | 13,299.00 |
| 1.00 | Poste normalizado de C.A.C. de 13/400/2/180/375 (Con Inhibidor de corrosión) | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13 | 1,023.00 | 13,299.00 |
| 2.00 | CRUCETAS DE MADERA TRATADA | | | | | | | | | | | 6,528.00 |
| 2.01 | Cruceta de madera tratada de 90 x 115mm sección x 2,40m de longitud | Und. | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 48 | 136.00 | 6,528.00 |
| 3.00 | AISLADORES Y ACCESORIOS | | | | | | | | | | | 13,495.27 |
| 3.01 | Aislador polimérico tipo suspensión, de 36 kV de tensión nominal mínima | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 82.00 | 5,904.00 |
| 3.02 | Aislador de porcelana tipo PIN, Clase ANSI 56-3, 25KV, 533mm | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 52.88 | 3,807.20 |
| 3.03 | Espiga de A°G° para cruceta y aislador 56-3, de 381 mm LONG. Y accesorios | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 20.83 | 1,500.08 |
| 3.04 | Espiga de A°G° de 609 mm Long., para cabeza de poste y aislador ANSI 56-3 | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 22.10 | 1,591.20 |
| 3.05 | Adaptador tipo lira de A°G° de 16 mm ø x 78 mm de longitud (grillete) | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 9.62 | 692.79 |
| 4.00 | CONDUCTOR Y ACCESORIOS | | | | | | | | | | | 15,322.27 |
| 4.01 | Conductor de Aleación de Aluminio 6201-T81 (AAAC), cableado 70mm2 | m | 60 | 90 | 30 | 15 | 30 | 60 | 75 | 195 | 1.95 | 380.25 |
| 4.02 | Conductor de cobre desnudo, 7 hilos, temple duro de 35 mm2 | m | 120 | 180 | 60 | 30 | 60 | 120 | 150 | 390 | 8.48 | 3,306.57 |
| 4.03 | Conductor de Cu, desnudo, 7 hilos, temple blando cableado de 25 mm2, en armados | m | 60 | 90 | 30 | 15 | 30 | 60 | 75 | 195 | 7.60 | 1,482.00 |
| 4.04 | Conector tipo cuña 70/70mm2 | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 20.92 | 1,631.76 |
| 4.05 | Conector tipo cuña 70/35mm2 | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 17.00 | 1,326.00 |
| 4.06 | Conector tipo cuña 50/35mm2 | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 14.74 | 1,149.97 |
| 4.07 | Cinta de plana de armar | m | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 0.68 | 53.35 |
| 4.08 | Plancha de Cu tipo "J" para puesta a tierra | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 5.58 | 435.24 |
| 4.09 | Conector (split bolt) tipo perno partido para conductor de 25mm2 | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 3.35 | 261.30 |
| 4.10 | Terminal de compresión metálico con oreja de 12,7mmØ (cobre estañado) para conductor de 35mm2 | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 3.75 | 292.53 |
| 4.11 | Grapa de anclaje tipo pistola Al-Al 70-120 mm2, 3 pernos | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 78 | 26.24 | 2,046.38 |
| 4.12 | Varilla de Armar Simple de Al-Al, para conductor de 70 mm2 | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 8.04 | 578.52 |
| 4.13 | Amortiguador de vibración para conductor de 70 mm2 | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 39 | 23.80 | 928.20 |
| 4.14 | Cinta aislante vinilica PVC, Alta perform. 19mmx20mx0.18mm | Rll | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 15 | 10.18 | 152.70 |
| 4.15 | Cinta Mastic Goma SOP EPR Scotch 2228 | Rll | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 15 | 86.50 | 1,297.50 |

(Fuente: Propia , 2021)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-----|-----|----|----|----|-----|-----|------|-----------|--------------|---------------------|
| 5.00 | MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS | | | | | | | | | | | | 8,394.62 |
| 5.01 | Arandela cuadrada plana de A°G° 57x57x5 mm, 20 mm ø de agujero | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 1.79 | 118.29 | |
| 5.02 | Arandela cuadrada plana de A°G° 57x57x5 mm, 18 mm ø de agujero | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 0.74 | 48.69 | |
| 5.03 | Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5 mm, 18 mm ø de agujero | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 0.75 | 49.53 | |
| 5.04 | Perno maquinado de A°G° 16 mm ø x 305 mm long. 152 mm maq. con tuerca y contratuerca | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 5.30 | 349.80 | |
| 5.05 | Perno maquinado de A°G° 16 mm ø x 356 mm long. 152 mm maq. con tuerca y contratuerca | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 6.06 | 400.18 | |
| 5.06 | Perno maquinado de A°G° 13 mm ø x 254 mm long. 152 mm maq. con arandelas, tuerca y contratuerca | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 3.64 | 240.17 | |
| 5.07 | Perno doble armado, Inc. 4 Tuercas de A°G°, de 16mmØx508mm Long. | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 6.90 | 455.40 | |
| 5.08 | Perno ojo de A°G°, 16mm ø x 305mm de longitud x 152mm maquinado con tuerca y contratuerca | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 7.78 | 513.55 | |
| 5.09 | Perno coche de A°G° 13 mm ø x 152 mm long. 76 mm maq. con arandelas, tuerca y contratuerca | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 2.30 | 151.94 | |
| 5.10 | Soporte de vertice de poste de A°G° fabricado con platina de 76 x 6.4 mm | Und. | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 10 | 65.50 | 655.00 | |
| 5.11 | Tubo espaciador de A°G° de 19 mm x 38 mm ø | Und. | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 10 | 2.90 | 29.00 | |
| 5.12 | Tuerca ojo de AoGo forjado para perno de 16 mm ø | Und. | 18 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 15 | 66 | 5.27 | 347.52 | |
| 5.13 | Fleje de Acero Inoxidable (Cinta Band It), de 19 mm | m | 30 | 30 | 20 | 20 | 30 | 20 | 20 | 100 | 3.44 | 343.90 | |
| 5.14 | Hebilla de acero inoxidable para fleje de 19 mm | Und. | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 60 | 1.11 | 66.67 | |
| 5.15 | BASTIDOR F°G° T/L 60x60x6x2190MM C/RIOST | Und. | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 6 | 6 | 30 | 95.50 | 2,865.00 | |
| 5.16 | Perfil Angular (Riostra) de A°G° de 38x38x5mm espesor x 0,71m Long. | Und. | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 6 | 6 | 30 | 16.97 | 508.98 | |
| 5.17 | Perfil Angular (Riostra) de A°G° de 50,8x50,8x6,35mm espesor x 1,25m Long. | Und. | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 6 | 6 | 30 | 41.70 | 1,251.00 | |
| 7.00 | PUESTA A TIERRA | | | | | | | | | | | | 6,662.07 |
| 7.01 | Electrodo de Copperweld de 16 mm ø x 2 400 mm de longitud | Und. | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 48 | 35.50 | 1,703.82 | |
| 7.02 | Protector Antirrobo para electrodo de puesta a tierra | Und. | 16 | 24 | 8 | 4 | 8 | 16 | 20 | 60 | 19.85 | 1,190.85 | |
| 7.03 | Conductor de puesta a tierra Copperweld de 25 mm2 | m | 120 | 180 | 60 | 30 | 60 | 120 | 150 | 390 | 6.80 | 2,652.00 | |
| 7.04 | Conector de bronce para electrodo de 16 mm. | Und. | 16 | 24 | 8 | 4 | 8 | 16 | 20 | 52 | 3.20 | 166.40 | |
| 7.05 | Caja y registro de concreto para inspección de puesta a tierra | Und. | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 26 | 29.80 | 774.80 | |
| 7.06 | Conector (split bolt) tipo perno partido para conductor de puesta a tierra | Und. | 16 | 24 | 8 | 4 | 8 | 16 | 20 | 52 | 3.35 | 174.20 | |
| 8.00 | EQUIPO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA | | | | | | | | | | | | 1,215,616.44 |
| 8.01 | Seccionador fusible tipo expulsión, 27kV, 150kV BIL, 100A | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 342.89 | 24,688.37 | |
| 8.02 | Pararrayos de oxido metálico, 24 kV, 10 kA, Clase 1 | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 203.39 | 14,644.07 | |
| # REF! | Fusible de Expulsión tipo K de 200 A | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72 | 18.50 | 1,332.00 | |
| 8.07 | Equipos de Proteccion (reclosers) | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 24 | 45,123.00 | 1,082,952.00 | |
| 8.08 | Equipos Censores de fallas | Und. | 11 | 12 | 2 | 0 | 2 | 6 | 7 | 40 | 2,300.00 | 92,000.00 | |
| TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS | | | | | | | | | | | | | 1,279,317.67 |
| 1.00 | MONTAJE E ELECTROMECAÁNICO | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | 3,101.29 |
| 1.01 | Cartel para obra | Cjto | | | | | | | | 1.00 | 1,593.63 | 1,593.63 | |
| 1.02 | Replanteo topográfico y ubicación de estructuras | Km | | | | | | | | 0.02 | 786.77 | 15.74 | |
| 1.03 | Ingeniería de detalle por desarrollo de variantes | Km | | | | | | | | 0.02 | 594.29 | 11.89 | |
| 1.04 | Despeje de árboles dentro de la franja de servidumbre | Ha | | | | | | | | 1.00 | 1,480.04 | 1,480.04 | |

(Fuente: Propia , 2021)

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------|----|----|----|----|----|----|----|--------|----------|-------------------|
| 2.00 | <u>INSTALACION DE POSTES Y ACCESORIOS</u> | | | | | | | | | | | 8,678.52 |
| 2.01 | Excavación de hoyos para postes de concreto de 13m (Terreno normal) - sin vereda (incluye eliminación de material excedente) | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 68.67 | 892.69 |
| 2.02 | Distribución de postes de concreto, de almacén a punto de izaje en camión grúa | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 62.41 | 811.36 |
| 2.03 | Izaje y cimentación de postes de concreto de 13m sin camión grúa | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 371.03 | 4,823.36 |
| 2.04 | Numeración y señalización | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 31.83 | 413.83 |
| 2.05 | Recubrimiento de la base de poste con sustancia bituminosa (todos) | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 24.43 | 317.54 |
| 2.06 | Montaje de Bastidor de F°G° | Und. | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 51.42 | 668.48 |
| 2.07 | Montaje de Crucetas de madera 0,60m - 2,40m Long (incluye accesorios de sujección) | Und. | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 26.00 | 28.89 | 751.26 |
| 3.00 | <u>INSTALACION DE AISLADORES</u> | | | | | | | | | | | 1,852.23 |
| 3.01 | Montaje de aislador tipo Suspensión o anclaje (incluye accesorios) | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 39.00 | 33.46 | 1,304.93 |
| 3.02 | Montaje de aislador tipo PIN (incluye accesorios) | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 39.00 | 14.03 | 547.31 |
| 5.00 | <u>INSTALACIÓN DE DE CABLES Y CONDUCTORES</u> | | | | | | | | | | | 146.25 |
| 5.01 | Tendido y Puesta en flecha de conductor AAAC 70mm ² /fase | Km | 60 | 90 | 30 | 15 | 30 | 60 | 75 | 195.00 | 0.75 | 146.25 |
| 6.00 | <u>INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y EMPALMES</u> | | | | | | | | | | | 82,931.20 |
| 6.01 | Montaje de seccionador CUT OUT | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72.00 | 37.91 | 2,729.32 |
| 6.02 | Montaje de Pararrayos de oxido metálico | Und. | 12 | 18 | 6 | 3 | 6 | 12 | 15 | 72.00 | 30.00 | 2,160.00 |
| 6.03 | Empalme de conductores Al/Al o Al/Cu, colocación de conector y aislante | Und. | 24 | 36 | 12 | 6 | 12 | 24 | 30 | 144.00 | 17.89 | 2,575.79 |
| 6.04 | Ejecución de conexión en caliente-03 fases (líneas energizadas) | Cjto | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 24.00 | 2,879.11 | 69,098.74 |
| 6.05 | Instalacion de Equipo de Proteccion incluye puesta en operación | Cjto | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 13.00 | 345.20 | 4,487.60 |
| 6.06 | Instalacion de equipo sensor de falla incluye puesta operación | Cjto | 11 | 12 | 2 | 0 | 2 | 6 | 7 | 25.00 | 75.19 | 1,879.75 |
| 7.00 | <u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u> | | | | | | | | | | | 8,073.12 |
| 7.01 | Excavación en terreno normal de hoyo para puesta a tierra - sin vereda | Und. | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 26.00 | 68.03 | 1,768.80 |
| 7.02 | Excavación en terreno rocoso de hoyo para puesta a tierra - sin vereda | Und. | | | | | | | | | 266.43 | 0.00 |
| 7.03 | Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1 que comprende armado y conexionado de la puesta a tierra, relleno, compactación y eliminación de desmonte | Cjto | 8 | 12 | 4 | 2 | 4 | 8 | 10 | 26.00 | 242.47 | 6,304.33 |
| 8.00 | <u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:</u> | | | | | | | | | | | 4,570.00 |
| 8.01 | Pruebas y Puesta en servicio | Equ | | | | | | | | 1 | 1,570.00 | 1,570.00 |
| 8.02 | Expediente técnico conforme a obra | UND | | | | | | | | 1.00 | 3,000.00 | 3,000.00 |
| TOTAL MONTAJE ELECTROMECÁNICO | | | | | | | | | | | | 109,352.62 |

(Fuente: Propia , 2021)

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Optimizacion Para Mejorar la Calidad De Servicio de los Sistema Electrico Rurales

RESUMEN DE INGRESOS

| ITEM | Ingresos | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL S/. |
|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| A | ENERGIA DEJADA DE COMPENSAR | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 21,000.00 |
| B | ENERGIA DEJADA DE VENDER POR INTERRUPCION | 1250 | 1250 | 975 | 975 | 1250 | 1250 | 1250 | 975 | 1250 | 1250 | 975 | 975 | 13,625.00 |
| C | GASTOS OPERATIVOS | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 18300 | 219,600.00 |
| ITEM | Egresos | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL S/. |
| D | Mantenimientos de Equipos | 6800 | | | | | | | | | | | | 6,800.00 |
| H | SUB TOTAL 01 (A+B+C-D) | | | | | | | | | | | | | 247,425.00 |

(Fuente: Propia , 2021)

| EVALUACION ECONOMICA | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|---|---|---|------------------|---|-----------------|---|---------------|---|------------------|-----------------|
| miles de Soles | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : | | Estudio Para Mejorar la Calidad De Servicio del Sistema Electrico de los Sistemas Electricos Rurales | | | | | | | | | | |
| UBICACION : | | Chota | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | | A) Energia dejada de Compensar B) Energia Dejada de Vender Por Interrupcion C) Gastos Operativos Que ya No se realizaran D) VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | |
| COSTOS | | 1 INVERSION 2 COMPRA DE ENERGÍA | | | | 3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 4 TRANSMISION SECUNDARIA | | | | | | |
| AÑO | COSTOS | | | | Costo Total | INGRESOS | | | | | Benef. Total | FLUJO ECONOMICO |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | A | B | C | D | E | | |
| 0 | 1,465 | 6.80 | | | 1,472.23 | 247.43 | | | | | 247.43 | -1,224.80 |
| 1 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 2 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 3 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 4 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 5 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 6 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 7 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 8 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 9 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 10 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 11 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 12 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 13 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 14 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 15 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 16 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 17 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 18 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 19 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| 20 | | 6.80 | | | 6.80 | 247.43 | | | | | 247.43 | 240.63 |
| RESULTADOS FINALES | | | | | | | | | | | | |
| INVERSION | | 1,465.43 | | | miles S/. | | VAN | | 572.53 | | miles S/. | |
| TASA DE DESCUENTO | | 12% | | | | | TIR | | 19% | | | |
| VAN COSTOS | | 1,523.0 | | | miles S/. | | PAY BACK | | 8.34 | | Años | |
| VAN BENEFICIOS | | 2,095.6 | | | miles S/. | | B/C | | 1.38 | | | |

(Fuente: Propia , 2021)

3.6.1. Resultados de la evaluación económica

De acuerdo a la evaluación económica los resultados demuestran que la tasa de interés de retorno (TIR) es superior a la tasa interna en 17 %. El valor actual neto (VAN) es superior a 0. Por lo tanto, este proyecto es altamente rentable, recuperando la inversión en 10 años y partir de ese entonces empezar a generar ingresos en beneficios a la concesionaria Electronorte S.A.

3.6.2. *Discusión*

- ❖ Si bien la inversión en su primer año es alta, pero este en el tiempo se vuelve rentable por los altos ingresos que percibirá la empresa
- ❖ Los equipos de protección propuestos en este proyecto no sólo contribuirán a reducir las interrupciones sino también a brindar seguridad a los usuarios.
- ❖ Estos equipos tecnológicos representan tecnología moderna lo que obliga a las empresas eléctricas a capacitar al personal.
- ❖ La alternativa para colocar estos equipos no solo la propuesta es para las concesionarias sino también para clientes importantes con sistemas utilización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Según el diagnóstico de interrupciones se concluye que tanto el alimentador CHI 201, así como el alimentador COR 201, son los que más aportaran en reducción de los indicadores SAIDI y SAIFI, el alimentador CHI-201 aportara una disminución de (SAIDI 37.6% y SAIFI 27.6%) y el alimentador COR-201 aportara una disminución de (SAIDI 18.2% y SAIFI 28.2%)
- Se concluye en estudio se debe instalar 03 equipos para alimentador COR-201 y 03 equipo para alimentador CHI-201, con respecto a los alimentador CHT-101 y CHT-102 se deben instalar 02 equipos en cada alimentador y con respecto los equipos señalizadores de fallas se deben instalar.06 COR-201 y 06 equipo para alimentador CHI-201, con respecto a los alimentador CHT-101 y CHT-102 se deben instalar 03 equipos en cada alimentador y además se debe programar los sensitivos a tierra para mayor seguridad
- El análisis de flujo de potencia determina la instalación de equipos de falla a falla y además un crecimiento de la demanda de hasta un 100% de la actual es decir de 2MVA a 4MVA dentro de 10 años.
- La infraestructura actual requiere mejoras y hay muchas de ellas han superado su vida útil por lo que la concesionaria debería ir pensando en el cambio a corto plazo, dentro de lo que se considera critico es 65Kms de líneas de media tensión en 22.9KV.
- Los resultados económicos son altamente rentables y recuperando la inversión dentro los 10 años, para percibir dentro de 10 años más una ganancia neta de 3.81miles de soles.

4.2. Recomendaciones

- Estos equipos representan tecnología avanzada y permitirá tener evaluación de las interrupciones de servicio en tiempo real por lo que se recomienda que programados para que puedan coordinar con Sistema Scada.
- Se recomienda que estos equipos sean instalados en las salidas principales y radiales importantes de un alimentador.
- Actualmente los alimentadores de Chota tienen diagramas unifilares, pero no cuenta con estudios de coordinación, por; lo que se recomienda realizar sus estudios de coordinación y esto ayudara tener mejores coordinaciones de los equipos.
- De acuerdo a nuestro análisis y estudio realizado en lo alimentadores se recomienda tener alternativas de transferencia de carga lo que obligaría hacer proyectos para enlazar alimentadores.
- La inversión puede resultar mínima si se toma en consideración los ingresos de disminución por indicador SAIDI y SAIFI a ello hay que agregar los ingresos por disminución costos de mantenimientos, así como penalidad por accidentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bermúdez Chacon, G. (s.f.). Diseño del sistema eléctrico, análisis de cortocircuito y estudio.

BR, E. (2021). YO SOY. CHICLAYO: SAN MARCOS.

Capítulo 3. DIgSILENT PowerFactory. (s.f.). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5101/fichero/8.+Cap%C3%ADtulo+3.pdf>

Digsilent Power Factory 15.1. (s.f.).

Digsilent Power Factory. (2021). Corrientes de Cortocircuito. 15.1.7.

Electronorte S.A. (2018).

Electronorte S.A. (2019).

Electronorte S.A. (2019).

Electronorte S.A. (2019). Indicador SAIFI.

Fuente: Propia . (2021).

González González, G., & Luna Urias, E. (2010). ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO A SISTEMAS ELÉCTRICOS.

iberica de aparellajes. (s.f.). CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN Y SECCIONALIZADORES. Obtenido de

http://iberapa.es/catalogos/productos/CUTOUTS_CU_01_03A-E.pdf

Illustrationprize. (2021). Obtenido de <https://illustrationprize.com/es/505-short-circuit-current.html>

NTCSE. (2021). Título segundo del inciso b.

Osinerg. (2019). ¿Cómo se mide la confiabilidad de un sistema eléctrico? ¿Qué son los indicadores SAIFI y SAIDI? Obtenido de

<http://www.sectorelectricidad.com/15471/como-se-mide-la-confiabilidad-de-un-sistema-electrico-que-son-los-indicadores-saifi-y-saidi/>

OSINERGMIN. (2008). NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS RURALES (NTCSER). Obtenido de

<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/RD-016-2008-EM-DGE.pdf>

Resolución Directorial N° 016-2008-EM-DGE. (s.f.). Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos rurales (NTCSER).

Servicios industriales Olaya S.A.C. (s.f.). OMEGA ELECTRIC. Obtenido de <https://transformadoressiosac.com/que-es-un-reconectador/>

TECSA ENERGY EXPERTICE. (2021). tecsagro. Obtenido de <https://www.tecsagro.com.mx/blog/estudio-de-coordinacion-de-protecciones/>

Telles, J. (s.f.). SectorELECTRICIDAD. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/32399/que-es-el-indicador-de-paso-de-falla-o-de-falla-aerea/>

ANEXOS

ANEXO 01

Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)



CÓDIGO DE ETICA DEL CIP

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

TITULO I

DE LA RELACIÓN CON LA SOCIEDAD

- Art. 4.-** Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporados por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, maquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud.
- Art. 5.-** Los ingenieros cuidarán que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abuso o dispendio, respetarán y harán respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.
- Art. 6.-** Los ingenieros ejecutarán todos los actos inherentes a la profesión de acuerdo a las reglas técnicas y científicas procediendo con diligencia; autorizaran planos, documentos o trabajos solo cuando tengan la convicción de que son idóneos y seguros, de acuerdo a las normas de ingeniería.
- Art. 7.-** Los ingenieros que adviertan hechos o condiciones que en su opinión puedan poner en peligro la vida, la salud, la seguridad o la propiedad, deberán llamar la atención de ello directamente o a través del CIP a quienes sean responsables para que cumplan con su deber, advirtiendo a las autoridades competentes.
- Art. 8.-** Si el juicio profesional es negado o contradicho y como consecuencia de ello, a juicio del mismo, resultara en peligro la seguridad, el ingeniero deberá informar a su cliente o empleador de las posibles consecuencias, sin perjuicio de dar aviso a la autoridad competente.
- Art. 9.-** Los ingenieros están obligados a cuidar el territorio de trabajo de la ingeniería peruana de acuerdo al Art. 1.05 del Estatuto del CIP, y fomentar el desarrollo tecnológico del Perú "

ESTATUTO DEL CIP

Sección Primera: De la Ingeniería.

Art. 1.05.- La ingeniería es ejercida en el Perú exclusivamente por los ingenieros titulados universitarios, miembros habilitados del Colegio de Ingenieros del Perú. Los ingenieros colegiados están al servicios de la sociedad.

- Art. 10.-** Son actos contrarios a la ética profesional
- a) Faltar a cualquiera de las normas establecidas en este título
 - b) Ejecutar actos reñidos con la buena técnica o incurrir en omisiones culposas, aún cuando fuere en cumplimiento de ordenes de autoridades superiores

ANEXO 02

Código de Ética de Investigación de la USS



www.uss.edu.pe

CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA USS

VERSIÓN 03

RATIFICADO POR ACUERDO DE CONSEJO UNIVERSITARIO CON RESOLUCIÓN
RECTORAL N° 0851-2017/USS

CHICLAYO - PERÚ

| | | | |
|--|--|--------------------|---|
| Versión: 03 | Código: VRS-CE | F. Implementación: | Página 1 de 29 |
| Elaborado por: Dirección de Investigación | Revisado por: Planificación y Desarrollo Institucional – Asesoría Legal | | Ratificado con Resolución Rectoral N° 851- 2017/UR |

ANEXO 03

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin- | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|------------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201904 | 605 | 57.2354 | 328521 | 0.00184159 | 0.01129507 | EXPANSION DE REDES | CHT101 | Chota |
| 201907 | 4649 | 957.3526 | 330247 | 0.01407734 | 0.12669608 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHT101 | Chota |
| 201908 | 3986 | 833.9042 | 330206 | 0.01207125 | 0.07021445 | COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | CHT101 | Chota |
| 201909 | 4618 | 949.3451 | 330947 | 0.0139539 | 0.03348935 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | CHT101 | Chota |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin- | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|------------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201907 | 2031 | 462.9551 | 330247 | 0.00614994 | 0.05534948 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHT102 | Chota |
| 201909 | 2044 | 473.5414 | 330947 | 0.00617622 | 0.01482292 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | CHT102 | Chota |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin- | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|------------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201902 | 1330 | 5876.9351 | 328644 | 0.00404693 | 0.0296775 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201903 | 1756 | 378.4481 | 328340 | 0.00534811 | 0.01782705 | CAMBIO DE FERRETERIA Y ACCESORIOS | CHI201 | Chota Rural |
| 201904 | 1904 | 219.4656 | 328521 | 0.00579567 | 0.00821054 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201905 | 382 | 20.9909 | 331085 | 0.00115378 | 0.00701884 | CAMBIO DE FERRETERIA Y ACCESORIOS | CHI201 | Chota Rural |
| 201905 | 2369 | 243.0853 | 331085 | 0.00715526 | 0.00393539 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | CHI201 | Chota Rural |
| 201905 | 213 | 278.6093 | 331085 | 0.00064334 | 0.00128668 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 1032 | 102.418 | 330808 | 0.00311963 | 0.01637808 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 1026 | 97.4504 | 330808 | 0.0031015 | 0.00036184 | AVERIA DE TRANSFORMADORES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 291 | 49.4249 | 330808 | 0.00087966 | 0.00010263 | AVERIA DE TRANSFORMADORES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 291 | 49.4249 | 330808 | 0.00087966 | 0.00008797 | CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 1028 | 97.4895 | 330808 | 0.00310754 | 0.00284858 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 291 | 49.4249 | 330808 | 0.00087966 | 0.00080636 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 429 | 307.2697 | 330808 | 0.00129682 | 0.00051873 | AVES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 384 | 20.5545 | 330808 | 0.00116079 | 0.00046432 | AVES | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 430 | 307.3197 | 330808 | 0.00129985 | 0.00038995 | COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | CHI201 | Chota Rural |
| 201906 | 383 | 20.5232 | 330808 | 0.00115777 | 0.00034733 | COLISION DE VEHICULO CONTRA ESTRUCTURAS | CHI201 | Chota Rural |
| 201907 | 293 | 54.508 | 330247 | 0.00088721 | 0.00201102 | CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | CHI201 | Chota Rural |
| 201907 | 1031 | 103.3194 | 330247 | 0.00312191 | 0.0252354 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201907 | 429 | 307.2697 | 330247 | 0.00129903 | 0.00073612 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201907 | 437 | 17.3311 | 330247 | 0.00132325 | 0.00081601 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201907 | 384 | 20.5545 | 330247 | 0.00116277 | 0.00069766 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201908 | 288 | 50.9492 | 330206 | 0.00087218 | 0.00726819 | CAMBIO DE ESTRUCTURAS | CHI201 | Chota Rural |
| 201908 | 4053 | 644.1207 | 330206 | 0.01227416 | 0.01301423 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201908 | 2772 | 495.3209 | 330206 | 0.00839476 | 0.00419738 | VANDALISMO | CHI201 | Chota Rural |
| 201909 | 431 | 361.6096 | 330947 | 0.00130232 | 0.00110697 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION Y/O MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201911 | 1261 | 112.1916 | 333776 | 0.00377798 | 0.02077891 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI201 | Chota Rural |
| 201911 | 1 | 2.4249 | 333776 | 0.000003 | 0.00000449 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201911 | 2 | 5.6118 | 333776 | 0.00000599 | 0.00000899 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201911 | 384 | 20.7304 | 333776 | 0.00115047 | 0.00172571 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201911 | 281 | 55.2816 | 333776 | 0.00084188 | 0.00608961 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI201 | Chota Rural |
| 201912 | 286 | 51.2892 | 333776 | 0.00085686 | 0.0027848 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |
| 201912 | 40 | 0.7769 | 333776 | 0.00011984 | 0.0004494 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |
| 201912 | 35 | 0.6984 | 333776 | 0.00010486 | 0.00039323 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |
| 201912 | 19 | 0.3969 | 333776 | 0.00005692 | 0.00021347 | EXPANSION DE REDES | CHI201 | Chota Rural |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin- | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|------------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201903 | 1853 | 513.9935 | 328340 | 0.00564354 | 0.02163357 | EXPANSION DE REDES | CHI202 | Chota Rural |
| 201904 | 2540 | 554.1829 | 328521 | 0.00773162 | 0.00798934 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI202 | Chota Rural |
| 201905 | 2642 | 567.889 | 331085 | 0.00797982 | 0.00146297 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 1887 | 2141.4051 | 330808 | 0.00570422 | 0.01426054 | CAMBIO DE ESTRUCTURAS | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 2616 | 559.7891 | 330808 | 0.00790791 | 0.00092259 | AVERIA DE TRANSFORMADORES | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 2622 | 560.149 | 330808 | 0.00792605 | 0.0007926 | CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 2623 | 560.1632 | 330808 | 0.00792907 | 0.00726831 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 2623 | 560.1632 | 330808 | 0.00792907 | 0.05389447 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CHI202 | Chota Rural |
| 201906 | 2664 | 561.5297 | 330808 | 0.00805301 | 0.0040265 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | CHI202 | Chota Rural |
| 201908 | 2640 | 567.8345 | 330206 | 0.00799501 | 0.06755783 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CHI202 | Chota Rural |
| 201912 | 2061 | 391.3133 | 333776 | 0.0061748 | 0.0185244 | EXPANSION DE REDES | CHI202 | Chota Rural |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|-----------|------------|------------|--|----------------------|------------------|
| 201901 | 3506 | 430.7085 | 327869 | 0.0106933 | 0.01424414 | CORTOCIRCUITO | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201901 | 3505 | 12136.35 | 327869 | 0.01069025 | 0.00249439 | DESCARGA ATMOSFERICA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201901 | 3508 | 391.9844 | 327869 | 0.0106994 | 0.00166889 | BAJO NIVEL DE AISLAMIENTO (ELEMENTO ELECTRICO MAL DIMENSIONADO) | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201903 | 3157 | 356.6973 | 338340 | 0.00961503 | 0.0152238 | EXPANSION DE REDES | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201905 | 1383 | 50.7254 | 331085 | 0.00417718 | 0.01155685 | LINEA ABIERTA O CAIDA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201905 | 3529 | 393.1992 | 331085 | 0.01065889 | 0.0047965 | CORTOCIRCUITO | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201906 | 3525 | 432.7518 | 330808 | 0.01065573 | 0.00779847 | CORTOCIRCUITO | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201906 | 3648 | 399.1923 | 330808 | 0.01102754 | 0.00091896 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201906 | 3645 | 367.8168 | 330808 | 0.01101848 | 0.00348918 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201906 | 3653 | 368.1216 | 330808 | 0.01104266 | 0.037125 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201906 | 3657 | 399.5113 | 330808 | 0.01105475 | 0.01549075 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201907 | 1386 | 52.0422 | 330247 | 0.00419686 | 0.00139895 | CORTOCIRCUITO | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201908 | 3632 | 418.732 | 330206 | 0.01099919 | 0.00644857 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201908 | 3650 | 404.3431 | 330206 | 0.01105371 | 0.01271265 | CORTOCIRCUITO | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201908 | 3652 | 403.3825 | 330206 | 0.01105976 | 0.00701432 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201908 | 3649 | 403.2678 | 330206 | 0.01105068 | 0.01149327 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201908 | 3650 | 403.8117 | 330206 | 0.01105371 | 0.00552685 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201909 | 1389 | 52.346 | 330947 | 0.00419705 | 0.02448277 | EXPANSION DE REDES | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201909 | 3655 | 400.9096 | 330947 | 0.01104406 | 0.00349729 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201909 | 3657 | 400.1127 | 330947 | 0.01105011 | 0.01285683 | LINEA ABIERTA O CAIDA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201909 | 3654 | 372.0228 | 330947 | 0.01104104 | 0.01140908 | CONTACTO ENTRE CONDUCTORES | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201910 | 3629 | 413.6649 | 332385 | 0.01091806 | 0.02674925 | DESCARGA ATMOSFERICA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201911 | 3654 | 394.7616 | 333776 | 0.01094746 | 0.00748077 | FUERTES VIENTOS EN LA ZONA | COR201 | Bambamarca Rural |
| 201911 | 3653 | 366.3293 | 333776 | 0.01094447 | 0.0093028 | DESCARGA ATMOSFERICA | COR201 | Bambamarca Rural |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|-----------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201901 | 10538 | 5919.2893 | 327869 | 0.03214089 | 0.06544265 | CORTOCIRCUITO | CUT101 | Cutervo |
| 201901 | 12189 | 2168.6597 | 327869 | 0.03717643 | 0.00908727 | CORTOCIRCUITO | CUT101 | Cutervo |
| 201902 | 12215 | 2794.4742 | 328644 | 0.03716788 | 0.01362822 | CORTOCIRCUITO | CUT101 | Cutervo |
| 201903 | 692 | 60.8604 | 328340 | 0.00210757 | 0.0028101 | CORTOCIRCUITO | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 12386 | 2320.1096 | 328521 | 0.03770231 | 0.00754046 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 208 | 16.656 | 328521 | 0.00063314 | 0.00034823 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 1483 | 647.3945 | 328521 | 0.00451417 | 0.00248279 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 598 | 32.6554 | 328521 | 0.00182028 | 0.00125144 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 919 | 71.1963 | 328521 | 0.00279739 | 0.00153856 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201904 | 76 | 2.2483 | 328521 | 0.00023134 | 0.00012724 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201905 | 123 | 44.8053 | 331085 | 0.00037151 | 0.00182657 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 29 | 1.4311 | 330247 | 0.00008781 | 0.00028539 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 39 | 1.9715 | 330247 | 0.00011809 | 0.0003838 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 207 | 18.4336 | 330247 | 0.0006268 | 0.00203711 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 1496 | 592.4611 | 330247 | 0.00452994 | 0.01472231 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 791 | 191.3296 | 330247 | 0.00239518 | 0.00419156 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 74 | 2.545 | 330247 | 0.00022407 | 0.00072824 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201907 | 1985 | 319.5557 | 330247 | 0.00601065 | 0.0098174 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT101 | Cutervo |
| 201908 | 2010 | 244.1362 | 330206 | 0.00608711 | 0.01876859 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT101 | Cutervo |
| 201908 | 12541 | 2289.5843 | 330206 | 0.03797932 | 0.01898966 | CORTOCIRCUITO | CUT101 | Cutervo |
| 201908 | 1957 | 267.4059 | 330206 | 0.0059266 | 0.01303853 | VANDALISMO | CUT101 | Cutervo |
| 201909 | 12477 | 2393.4015 | 330947 | 0.0377009 | 0.00565514 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | CUT101 | Cutervo |
| 201909 | 12520 | 1974.663 | 330947 | 0.03783083 | 0.01450182 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | CUT101 | Cutervo |
| 201910 | 12587 | 1979.7085 | 332385 | 0.03786874 | 0.05322974 | CAIDA DE ARBOLES | CUT101 | Cutervo |
| 201910 | 12590 | 1979.8585 | 332385 | 0.03787776 | 0.02659426 | OTROS | CUT101 | Cutervo |
| 201911 | 1768 | 236.674 | 333776 | 0.00529697 | 0.01474322 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT101 | Cutervo |
| 201911 | 12484 | 2257.2012 | 333776 | 0.03740233 | 0.2237906 | INSTALACION DE EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | CUT101 | Cutervo |
| 201912 | 1293 | 115.0312 | 333776 | 0.00387386 | 0.00291588 | EXPANSION DE REDES | CUT101 | Cutervo |
| 201912 | 3215 | 455.9383 | 333776 | 0.00963221 | 0.01476939 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT101 | Cutervo |

(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | Demanda Afectada | CantSumin | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|------------------|-----------|------------|------------|---|----------------------|------------------|
| 201901 | 3968 | 692.637 | 327869 | 0.01210239 | 0.28667578 | LINEA ABIERTA O CAIDA | QUE101 | Querocoto |
| 201905 | 3928 | 2804.7879 | 331085 | 0.01186402 | 0.00889802 | CORTOCIRCUITO | QUE101 | Querocoto |
| 201905 | 3928 | 716.9787 | 331085 | 0.01186402 | 0.033417 | CORTOCIRCUITO | QUE101 | Querocoto |
| 201905 | 3928 | 716.9787 | 331085 | 0.01186402 | 0.00494334 | DESCARGA ATMOSFERICA | QUE101 | Querocoto |
| 201905 | 3928 | 702.9923 | 331085 | 0.01186402 | 0.01265496 | DESCARGA ATMOSFERICA | QUE101 | Querocoto |
| 201909 | 3867 | 691.3736 | 330947 | 0.01168465 | 0.0268747 | LINEA ABIERTA O CAIDA | QUE101 | Querocoto |
| 201909 | 3827 | 619.5528 | 330947 | 0.01156379 | 0.01965843 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | QUE101 | Querocoto |
| 201909 | 3840 | 614.7379 | 330947 | 0.01160307 | 0.0456065 | LINEA ABIERTA O CAIDA | QUE101 | Querocoto |
| 201912 | 149 | 56.5023 | 333776 | 0.00044641 | 0.00223204 | MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MANIOBRA Y PROTECCION | QUE101 | Querocoto |
| 201912 | 234 | 28.6109 | 333776 | 0.00070107 | 0.00198636 | MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MANIOBRA Y PROTECCION | QUE101 | Querocoto |

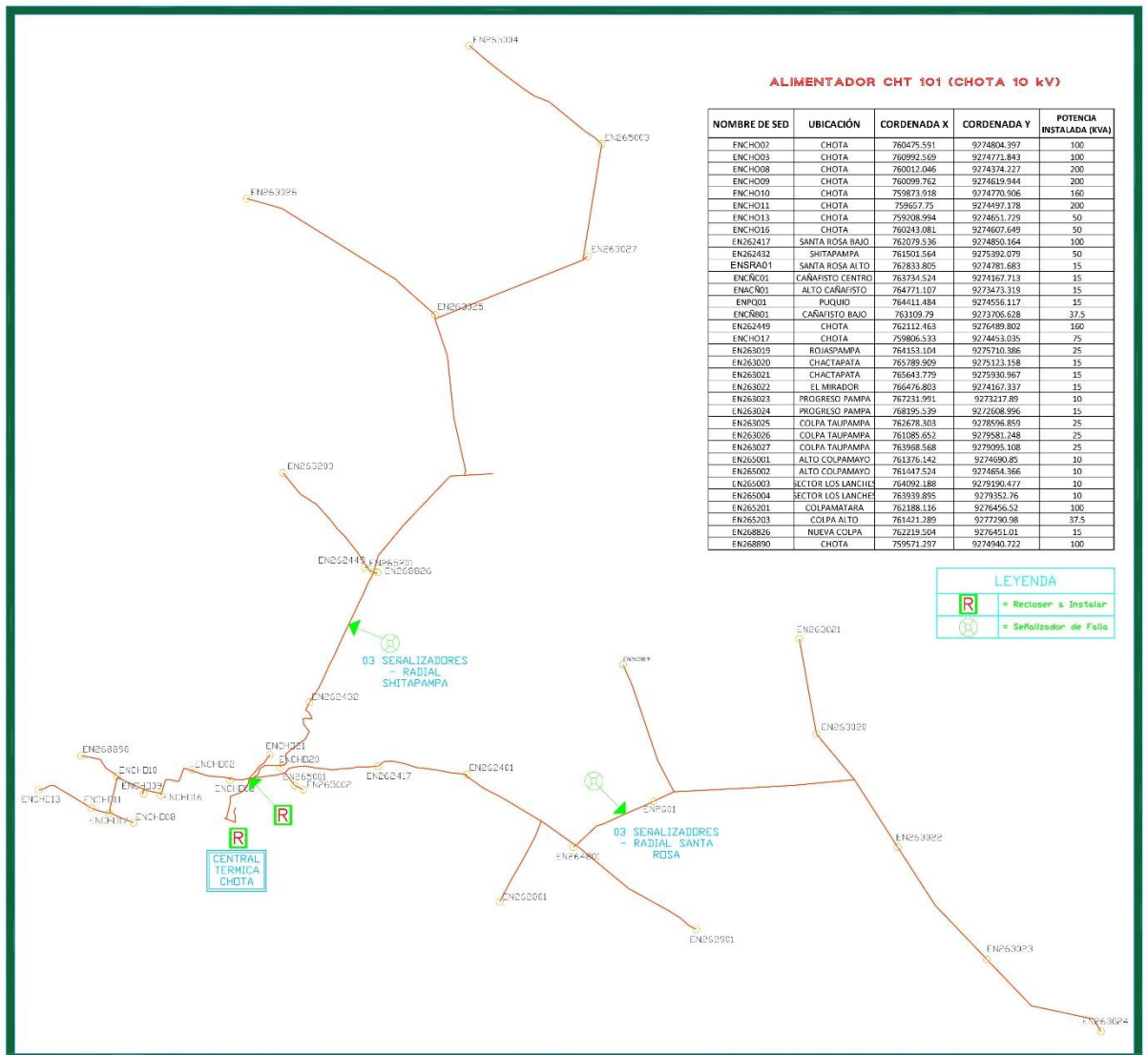
(Electronorte S.A., 2019)

| Periodo | NroUsuariosAfectados | DemandaAfectada | CantSuministrada | Saifi | Saidi | SubMotivo | ElementoElectricoAMT | SistemaElectrico |
|---------|----------------------|-----------------|------------------|------------|------------|--|----------------------|------------------|
| 201901 | 2082 | 1446.7476 | 327869 | 0.0063501 | 0.00412756 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT205 | Cutervo |
| 201905 | 2117 | 77.1372 | 331085 | 0.00639413 | 0.0034102 | CORTOCIRCUITO | CUT205 | Cutervo |
| 201905 | 2121 | 77.3238 | 331085 | 0.00640621 | 0.01804416 | CORTOCIRCUITO | CUT205 | Cutervo |
| 201905 | 2121 | 77.3238 | 331085 | 0.00640621 | 0.00266925 | DESCARGA ATMOSFERICA | CUT205 | Cutervo |
| 201905 | 2121 | 77.3238 | 331085 | 0.00640621 | 0.00683329 | DESCARGA ATMOSFERICA | CUT205 | Cutervo |
| 201909 | 2130 | 85.7485 | 330947 | 0.00643608 | 0.00085814 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT205 | Cutervo |
| 201909 | 2128 | 84.7685 | 330947 | 0.00643003 | 0.01103822 | AVERIA EN EQUIPO DE PROTECCION - CUT OUT | CUT205 | Cutervo |
| 201909 | 2130 | 87.8485 | 330947 | 0.00643608 | 0.00311077 | LINEA ABIERTA O CAIDA | CUT205 | Cutervo |

(Electronorte S.A., 2019)

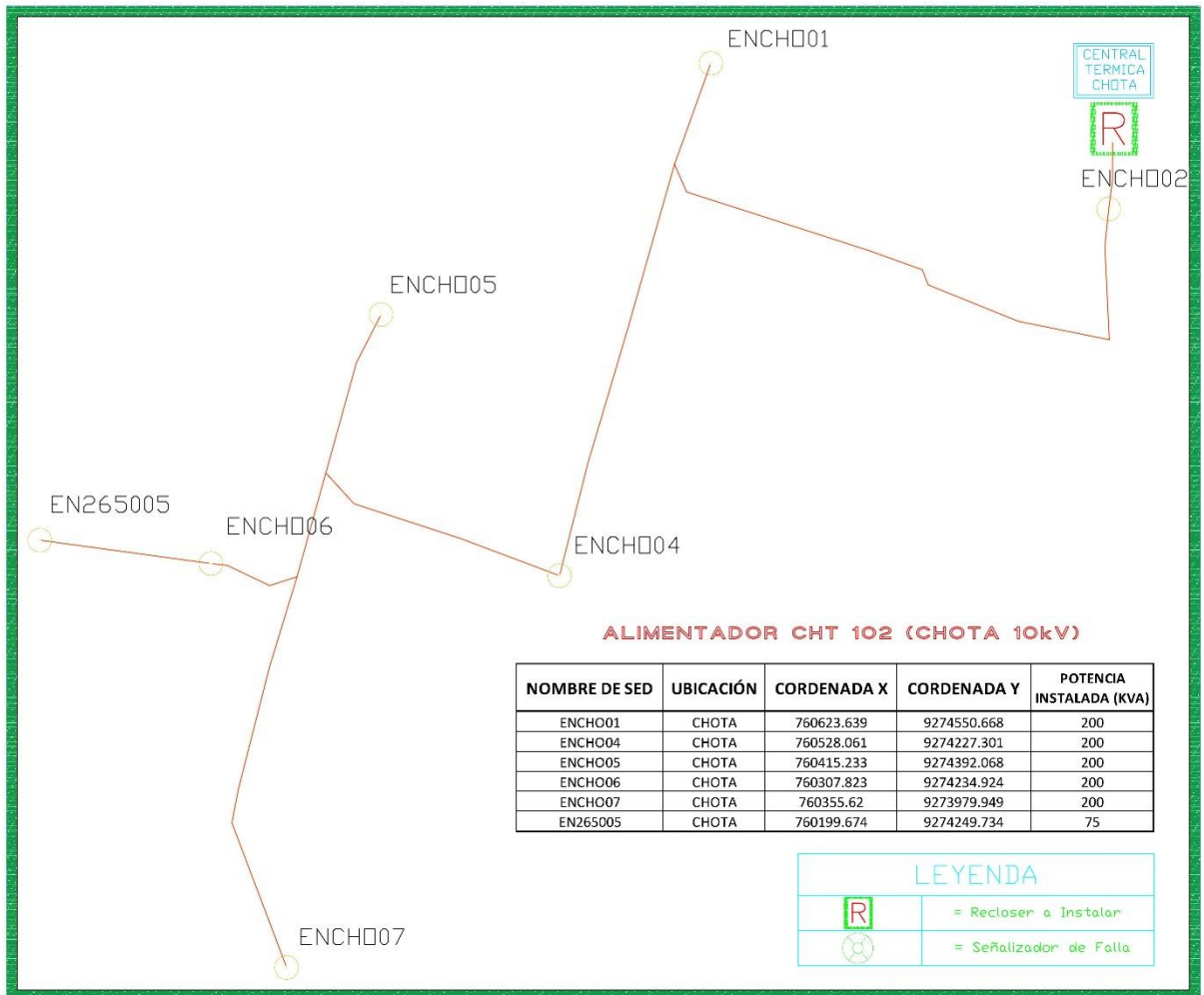
PLANOS

Plano 01 - Alimentador CHT 101 e Implementación de equipos



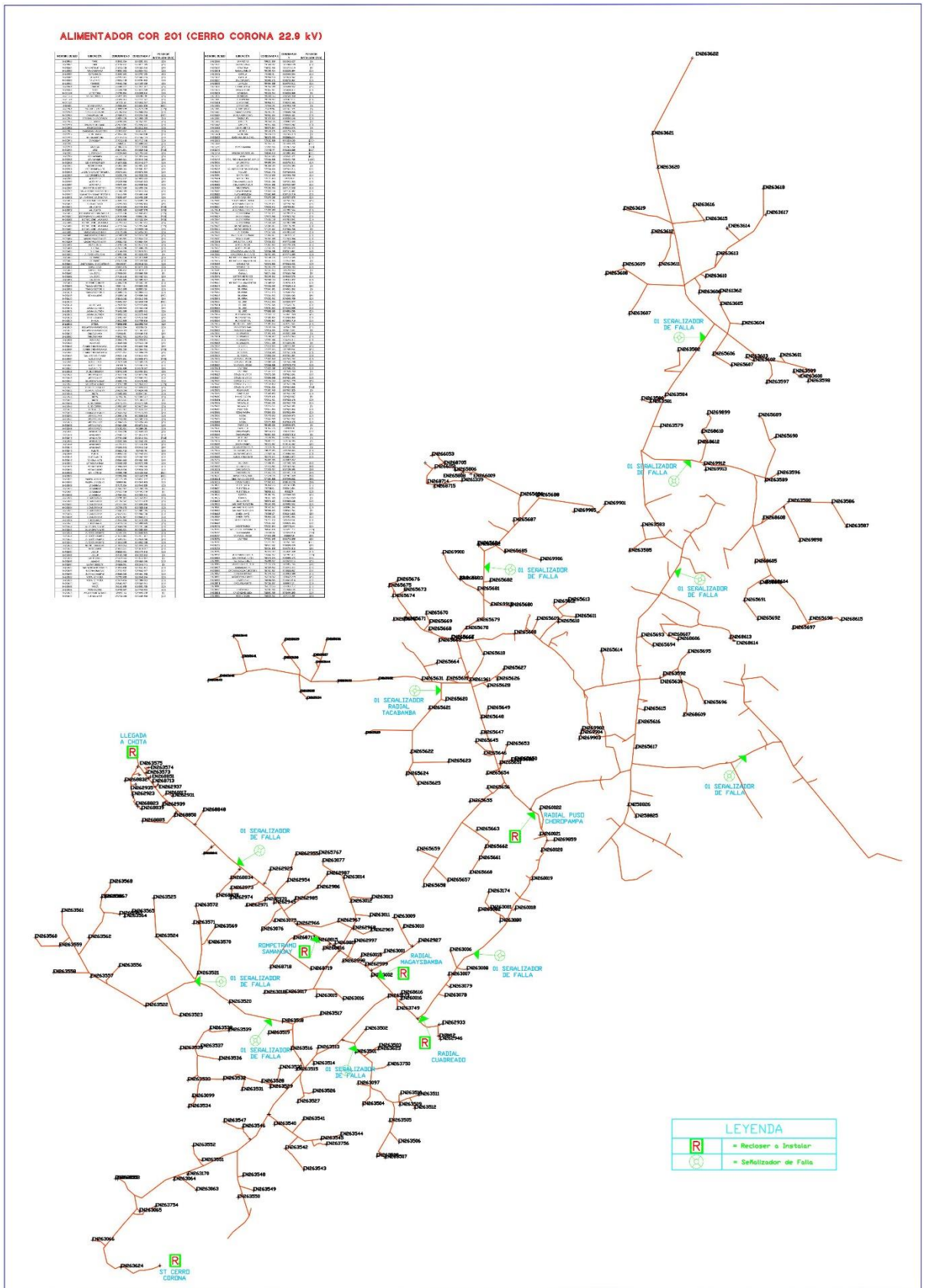
(Fuente: Propia , 2021)

Plano 02 - Alimentador CHT 102 e Implementación de equipos



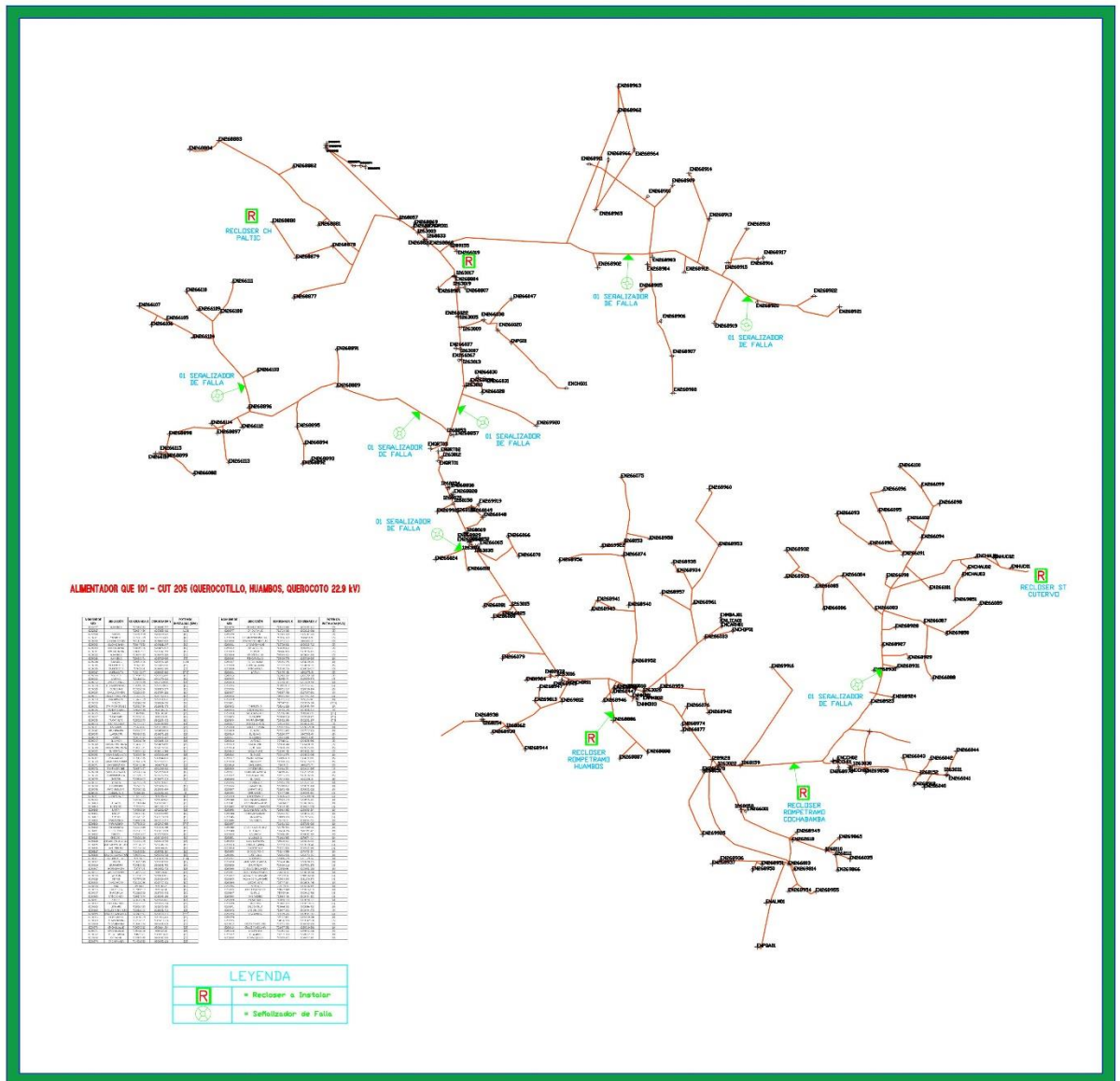
(Fuente: Propia , 2021)

Plano 05 - Alimentador COR 201 e Implementación de equipos



(Fuente: Propia , 2021)

Plano 07 - Alimentador QUE 101 e Implementación de equipos



(Fuente: Propia , 2021)