



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

José Luis Aguilar Macedo (ORCID: 0000-0002-3701-6239)
Elder Clever Fernández Calderón (ORCID: 0000-0001-8081-3201)

ASESOR:

Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez (ORCID: 0000-0001-7510-5702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución

TARAPOTO - PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo final de investigación lo dedico a Dios, por darme sabiduría y fortaleza para seguir cumpliendo mis objetivos y metas, a mis padres Segundo Vicente Fernández Díaz y Otila Calderón Cáseres por haberme inculcado los principales valores éticos , que son los pilares fundamentales para mi formación profesional y mi vida, en especial a mi esposa Siris por su amor y apoyo incondicional durante estos cinco años, a mis hijos que son la razón de mi vida y mis amigos que de una u otra manera aportaron en esta etapa muy importante.

Elder C. Fernández Calderón

El presente trabajo final de investigación lo dedico a Dios, por darme sabiduría y fortaleza para seguir cumpliendo mis objetivos y metas, a mis padres Pilar Macedo Garcia y Luis Jose Aguilar Salazar por haberme inculcado los valores éticos que ayudo a mi formación como persona y como profesional que hoy en día me estoy desempeñando.

Jose Luis Aguilar Macedo

Agradecimiento

A Dios que en todo momento estuvo siempre presente, bendiciéndome con vida y salud para lograr mis metas trazadas y fortalecer mi capacidad como profesional.

A mi esposa por su dedicación, comprensión, respaldo y soporte incondicional brindado y que gracias a ella podré cumplir mi anhelado sueño.

A mis hijos por su amor, motivación, que me apoyaron con su espíritu alentador y tierno, cumplieron un rol elemental durante mi formación profesional.

Elder C. Fernández Calderón

A Dios que en todo momento estuvo siempre presente, bendiciéndome con vida y salud para lograr mis metas trazadas y fortalecer mi capacidad como profesional.

A mi madre por su dedicación, comprensión, respaldo y soporte incondicional brindado y que gracias a ella podré cumplir mis metas propuestas.

A mi padre por su motivación, que me apoyo con su espíritu alentador así desempeñando un rol muy importante en mi vida durante mi formación profesional.

José Luis Aguilar Macedo

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-063-2019
		Página : 2 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don: Fernández Calderón Elder Clever cuyo título es: "Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16, DIECISÉIS.

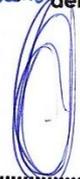
2019

Tarapoto, 20 de Julio del 20



Gorki Ruiz Hidalgo
ING. MECÁNICO
R. CIP. 119416

PRESIDENTE
Ing. Mec. Gorki Ruiz Hidalgo



Miguel Bartra Reátegui
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
.....CIP. N°: 116901.....

SECRETARIO
Ing. Mec. Elect. Miguel Bartra Reátegui



Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897

VOCAL
Ing. Mec. Santiago Andrés Ruiz Vásquez



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, José Luis Aguilar Macedo con DNI N° 47337300 y Fernández Calderón Elder Clever con DNI N° 40996356, estudiantes de la Especialidad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo con la tesis Titulada:

“Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”

La tesis es de mi autoridad.

Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consulta.

La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenta en la tesis se constituirán en aporte a realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (Datos Falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo

Tarapoto, 26 de Julio del 2019



.....
Aguilar Macedo José Luis
DNI N°47337300



.....
Fernández Calderón Elder Clever
DNI N°40996356

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página de Jurado.....	V
Declaratoria de Autenticidad.....	vii
Índice.....	viii
Resumen.....	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO.....	17
2.1. Diseño de investigación	17
2.2. Variables, Operacionalización	77
2.3. Población y muestra.	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	20
2.5. Métodos de análisis de datos	21
2.6. Aspectos éticos.....	21
III. RESULTADOS.....	22
IV. DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIÓN.....	64
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	68
Validaciones De Instrumento	110
Autorización Donde Se Ejecutó La Investigación	113
Acta De Aprobación De Originalidad De Tesis	114
Pantallazo Del Turnitin	115
Autorización para Repositorio	116
Autorización de la versión final.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Impedancias equivalentes JUANJUI 138kV.....	23
Tabla 2: Impedancias equivalentes MOYOBAMBA 138kV.....	23
Tabla 3: Impedancias equivalentes MOYOBAMBA 138Kv.....	23
Tabla 4: Avenida demanda máxima 2017.....	26
Tabla 5: Avenida media demanda 2017.....	26
Tabla 6: Demanda Avenida media demanda 2018.....	27
Tabla 7: Demanda Avenida 2019.....	27
Tabla 8: Demanda Avenida 2019.....	27
Tabla 9: Resultados de flujo de carga GE-S03 (Año 2018).....	29
Tabla 10: Resultados de flujo de carga GE-S03 (Año 2019 y 2020).....	29
Tabla 11: Resultados de cortocircuito GE-S03 (Año 2019).....	31
Tabla 12: Capacidad de ruptura de los interruptores.....	34
Tabla 13: Saturación y Daño Térmico de TC's.....	34
Tabla 14: Máximas Demandas Protecciones.....	35
Tabla 15: Fusibles para transformadores.....	36
Tabla 16: Resumen Ajustes propuestos de Fases GE-S03.....	41
Tabla 17: Seccionamientos AMT GE-S03.....	42
Tabla 18: Resumen ajustes propuestos de tierra GE-S03.....	45
Tabla 19: Valores límites de calidad de Suministro.....	47
Tabla 20: SAIFI - SAIDI por instalación causante - San Martin.....	50
Tabla 21: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones.....	53
Tabla 22: SAIFI - SAIDI por instalación causante - San Martin Año 2019 (hasta marzo).....	55
Tabla 23: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones – Año 2019.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de Sistemas de Distribución dentro de un Sistema de Potencia.	8
Figura 2: Ubicación de Sistemas de Distribución dentro de un Sistema de Potencia.	11
Figura 3: Recloser 27kV, 12,5kA.....	13
Figura 4: Sistema Eléctrico Gera.	22
Figura 5: Diagrama de carga para avenida máxima (GE-S03).....	27
Figura 6: Perfil de tensiones GE-S03 (Año inicial).	30
Figura 7: Perfil de cortocircuito GE-S03.	33
Figura 8: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto relé REF630 en el AMT GE_S03- Ajustes Propuestos.	39
Figura 9: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto recloser 3G076 marca ENTEC EVRC2A- Ajustes Propuestos	39
Figura 10: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto recloser 3G078 marca ENTEC EVRC2A- Ajustes Propuestos	40
Figura 11: Simulación Curva tiempo corriente del seccionamiento 3006831, con falla 2PH con 20 ohm y 3PH Max para seccionamiento 3006894- Ajustes Propuestos.....	42
Figura 12: Simulación Curva tiempo corriente del seccionamiento 3006831, con falla 2PH con 20 ohm y 3PH Max para seccionamiento 528923- Ajustes Propuestos	43
Figura 13: Ajustes de tierra existentes del Alimentador GE-S03.....	44
Figura 14: SAIDI y SAIFI por departamento.....	48
Figura 15: SAIDI por tipo de instalación causante para el año 2018.....	51
Figura 16: SAIFI por tipo de instalación causante para el año 2018.....	52
Figura 17: SAIDI por nivel de tensión para el año 2018.....	52
Figura 18: SAIFI por nivel de tensión para el año 2018	53
Figura 19: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones	54
Figura 20: SAIDI por tipo de instalación causante para el año 2019.....	56
Figura 21: SAIFI por tipo de instalación causante para el año 2019.....	56
Figura 22: SAIDI por nivel de tensión para el año 2019.....	57
Figura 23: SAIFI por nivel de tensión para el año 2019	57
Figura 24: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones – Año 2019	58

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la Coordinación de la protección y la correspondiente mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2018. La muestra fue la totalidad de los componentes de protección y su información histórica del alimentador en estudio, empleando dicha información para la mejora de los sistemas de protección. En la presente investigación se realizó el estudio de coordinación de protecciones del alimentador Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. para lo cual se hizo en primer lugar el flujo de carga y el cálculo de cortocircuito para posteriormente verificar los sistemas de protección y su correcta ubicación. Para llegar a ese objetivo se verificó la selección de fusibles, la protección de sobrecorriente de fases - 50P/51P, la protección de sobrecorriente de Tierra – 50N/51N para finalmente plantear los ajustes necesarios de protecciones en el alimentador y analizar el impacto en la mejora de los indicadores. Se analizó la influencia del estudio de coordinaciones efectuado donde se verificó la mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI por lo que concluye que efectivamente mediante nuestro estudio de coordinaciones se mejoran dichos indicadores.

Palabras Claves: Coordinación de Protecciones, indicadores SAIDI y SAIFI.

Abstract

The objective of the present investigation was to determine the Coordination of the protection and the corresponding improvement of the SAIDI and SAIFI indicators of the Gera medium voltage power supply output 03 of the company Electro Oriente S.A. Moyobamba 2018. The sample was the totality of the protection components and their historical information of the feeder under study, using this information for the improvement of the protection systems. In the present investigation the coordination study of the protections of the Gera feeder outlet 03 of the company Electro Oriente S.A. for which the charge flow and the short circuit calculation were made in order to subsequently verify the protection systems and their correct location. To reach this goal, the fuse selection was checked, the phase overcurrent protection - 50P / 51P, the earth overcurrent protection - 50N / 51N to finally establish the necessary adjustments of protections in the feeder and analyze the impact on the improvement of the indicators. The influence of the coordination study carried out was analyzed where the improvement of the SAIDI and SAIFI indicators was verified, so it concludes that effectively through our coordination study these indicators are improved.

Key Words: Coordination of Protections, SAIDI and SAIFI indicators.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

La entidad de Servicios Públicos de Electricidad Electro Oriente S.A., con el fin de seguir brindando el mejor servicio y proveer de energía a las crecientes demandas, necesita operar su infraestructura eléctrica bajo condiciones altas de seguridad y confiabilidad, tomando en cuenta que actualmente se producen constantes interrupciones del servicio principalmente debido a fallas o cortocircuitos a tierra y a la extensa longitud de sus derivaciones y troncal principal. Uno de los alimentadores en Media Tensión más críticos es el denominado **GE-S03** que pertenece al **Sistema Eléctrico Gera**, el mismo que opera con un grado de tensión en 22,9 – 13.2 kV y bajo configuración radial. La barra en 22.9kV del sistema eléctrico de media tensión GERA es alimentado por medio de un transformador de potencia de 10/3/10MVA.

Actualmente el alimentador **GE-S03** opera bajo condiciones de baja confiabilidad, en donde cada vez que se da alguna ocurrencia, principalmente del tipo falla simple a tierra, ocasiona la salida total del alimentador impidiendo mantener la continuidad y calidad del servicio eléctrico causando malestar y reclamos permanentes en nuestros clientes y generando compensaciones excesivas por este motivo al tener indicadores SAIDI Y SAIFI elevados.

Para poder comprender y tomar medidas que solucionen los problemas de confiabilidad del Alimentador es necesario desarrollar un estudio de coordinaciones de protecciones del alimentador en mención, todo esto con la finalidad de revisar, verificar y validar o reajustar los niveles actuales de las protecciones existentes. Así mismo incorporar la evaluación de coordinación de fusibles en los ramales y subestaciones de distribución. Dicho estudio estará basado en las redes de distribución existentes del alimentador **GE-S03** tensión 22.9-13.2 kV de Electro Oriente S.A., el cual comprende operación bajo configuración radial. Es preciso mencionar que la filosofía de la protección en la red de media tensión (22.9-13.2kV) está basada en la activación de las

funciones de protección de sobre corriente de cada uno de los mecanismos de resguardo ubicados en los suministradores que componen el sistema eléctrico GERA; ante fallas entre fases, fase a tierra que se pidieran presentar en el sistema eléctrico a estudiar.

Como resultado del presente estudio se pretende obtener un mecanismo de resguardo, palpable, ligero, válido y simplificado, de ésta manera se aseguraría la función de detectar, localizar y desconectarse automáticamente del tramo involucrado en falencias temporales y perpetuas lo que conllevaría a la preservación del equipo el cual queda afectado en el desarrollo de falas en los sistemas. Otro resultado esperado sería la mejora en la confiabilidad del sistema disminuyendo las compensaciones por interrupciones en el servicio.

Trabajos previos

La presente investigación tiene en cuenta los siguientes estudios previos:

A nivel Internacional

ARANEDA Y RUIZ. En su trabajo de investigación denominado: *Estudio de Coordinación de Protecciones Eléctricas Línea 2 Planta Cementera* (Tesis de pregrado). Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile. 2015. Describe aquellos procesos cuantitativos vinculados a los estudios de coordinación de resguardos eléctricos en los sistemas de amplificación del terminal 2 de una fábrica del rubro cementero. Desarrolla la coordinación de los resguardos eléctricos empleando el software ETAP, a través de él, obtiene una serie de operaciones en los resguardos involucradas principalmente en fallas trifásicas. Dicha Tesis tuvo como objetivo principal analizar los ajustes existentes para las protecciones de sobrecorriente, garantizando selectividad y rapidez de los elementos de protección eléctrica ante fallas trifásicas o sobrecarga de algún equipo o máquina presente en el sistema y sugerir los puntos que deben mejorarse. Por otra parte, la principal conclusión obtenida por el autor fue que al efectuar un análisis de cada parámetro de la red, encontró distintos elementos que componen el sistema, tales como transformadores, motores y

cargas estáticas, de estos elementos mencionados hizo hincapié el estudio, dado que la protección de tales equipos se realiza mediante interruptores y equipos de protección, los cuales deben dar selectividad en baja y media tensión. La red presentaba 3 niveles distintos niveles de voltaje, uno en 12 kV otro en 6,3 kV y otro de 0,4 kV. El autor realizó el cálculo de cortocircuito determinando cada corriente que presentaban fallas en régimen permanente en diversos sectores de la red del sistema que contempla el proyecto, para luego hacer un análisis comparativo con el fin de determinar mediante la ayuda del software ETAP, el correcto ajuste preliminar de las protecciones, teniendo en cuenta en el software que para falla en régimen permanente se debe ajustar en 30 ciclos (régimen donde no se considera el aporte de los motores a la falla). Posteriormente también hizo un cálculo de los flujos de las cargas con el propósito de verificar la regulación de tensión (verificando la variación aceptable de acuerdo a normatividad chilena de $\pm 5\%$). Como conclusión importante se obtuvo del software ETAP que los ajustes de la red eran erróneos, dado que no existía selectividad en algunos elementos de protección, por lo cual se sugiere realizar un nuevo estudio de coordinación para así poder redefinir cada ajuste con más selectividad y acierto para cada operación. Posteriormente se hizo las recomendaciones de ajustes de Relés en cada punto y para cada falla simulada.

CHANATASIG, Luis. En su trabajo de investigación titulado: *Coordinación de Protecciones de los Alimentadores Primarios a 13,8 kV de la SE Pujilí para la empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi* (Tesis de pregrado). Universidad Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2016. Elabora una investigación para coordinar los resguardos en alimentadores de tensión mediana 13,8 kV a través del analizar el flujo de las potencias y los averías. El objetivo de esta tesis fue desarrollar una adecuada coordinación de protecciones de los alimentadores primarios a 13,8kV de la nueva SE Pujilí, para la Empresa Eléctrica de Cotopaxi (ELEPCO S.A.) a través del analizar el flujo de las potencias y los averías. El autor utiliza en su estudio el software CYMDIST y CYMTCC y realiza la recalibración y redimensionamiento de los sistemas de resguardo orientado a disminuir el daño en los sectores que fueron afectados

por las averías del mecanismo. Como conclusión al estudio se tuvo que, logró establecerse que los grados de energía presentes en los elementos de las protecciones, tuvieron menor grado para los equipos lejanos a la subestación, a su vez, contando con mayores capacidades mientras más cercano sean de ella. Posteriormente para coordinar las protecciones que se presentaron, el investigador clasificó las averías en, e generadores de distribución, fusible, conectadores, conductores y cables. Para coordinar los suministradores de carácter primario, se emplearon fusibles tipo T, porque presentan un desenvolvimiento lento, el cual proporciona el desarrollo de un adecuado reconectar, ejecutando la metodología de resguardar los fusibles. Por otra parte, para el resguardo de los suministradores se emplearon fusibles del tipo Slow-Fast (SF), permitiendo de esta forma, que el generador alcance la sobrecarga sin necesidad de que funcione las protecciones del mismo.

CRUZ, Carlos¹. En su trabajo de investigación titulado: *Diseño de la Coordinación del Sistema de Protecciones Eléctricas en los Alimentadores Interconectados Urbanos de la EERSA* (Tesis de pregrado). Universidad Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2015. Analiza la coordinación de las protecciones e implementa equipos adecuados para asegurar operación confiable y segura del sistema correspondiente a los alimentadores 2/1 – 2/2; 5/1 – 5/3. El autor tiene como objetivo principal en su investigación analizar la coordinación de protecciones e implementar los equipos necesarios para mantener operaciones confiables y seguras del sistema en los alimentadores 2/1 – 2/2; 5/1 – 5/3. Realiza el cálculo de reducción del voltaje utilizando el software CYMTCC, fundamentado en las simulaciones del flujo de las potencias en los diversos suministradores, demostrando que estos cumplían estándares delimitados en las normas locales. También determinó aquellos circuitos que presentaron averías, encontrados las subestaciones los cuales, mostró, tenían un gran nivel porque estaban cerca de las fuentes de alta tensión. Por otra parte, se corroboró que los interruptores empleados en el resguardo de los sumistradores, tenían un proceso de implementación

¹ Cruz Tenempaguay Carlos Julio (2015) “Diseño de la Coordinación del Sistema de Protecciones Eléctricas en los Alimentadores Interconectados Urbanos de la EERSA”

irregular, porque se encontraron un total de 3 tamaños de fusibles en el resguardo de un generador de dimensiones equivalentes. En general realiza una selectividad de fusibles y recomienda la implementación de reconectores de acuerdo a los criterios indicados.

A nivel Nacional

ESPINOZA, GOMEZ Y VILCAPOMA. En su tesis denominada: *Pruebas Eléctricas como factor de ajuste en la coordinación de protecciones, caso red MT 20 kV – Metro de Lima*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú. 2016. Tuvo como objetivo establecer por medio de un conjunto de pruebas ejecutadas con la circulación de los trenes, si el equipamiento del sistema de MT del tramo antiguo de la Línea 1 del Metro de Lima, se encontraba en condiciones de brindar las garantías indispensables que generan de forma satisfactoria las condiciones necesarias. Los autores instalaron analizadores de redes en puntos estratégicos de la red de MT, dicha información fue utilizada para efectuar la coordinación de las protecciones. La conclusión más relevante a la que llegó el autor fue que de las pruebas realizadas pudo corroborar que el sector anterior no fuera implementado en las operaciones a las frecuencias de circulación de diseño. Se registraron, en otra parte de su tesis, tramos eléctricos que eran superiores a los relés, aquello ocasionaba disparos en los relés y apertura del interruptor en la SER parque industrial. Considerando el incremento de la corriente eléctrica propiciado por los pasajeros, el valor de la energía nominal de las líneas, sumado a las correcciones actuales de los mecanismos de resguardo, fueron sobrealidos propiciando a que el mecanismo no funcione de forma confiable. Por último, el autor recomienda realizar una evaluación técnica-económica para determinar la viabilidad de realizar el reemplazo progresivo del equipamiento de media tensión, recomienda también hacer una investigación integrada de las capacidades del nivel de energía de las líneas MT (21,6kV) en los circuitos de cargas de carácter normal, sumado a los circuitos máximos manifestados en las operaciones de los trenes. También recomienda la renovación de los relés tipo FIR del tramo antiguo.

HERRERA, Mike. En su tesis denominada: *Estudio de coordinación de las protecciones para mejorar la selectividad en el alimentador de media tensión TSU-016 de Hidrandina S.A, La Libertad 2015*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo. Perú. 2015. Desarrolló una investigación sobre la coordinación de los resguardos con el fin de contribuir a la mejora de selección en los suministradores de tensión mediana TSU-016 de Hidrandina S.A, La Libertad 2015, a través de la recolección de datos de la radial, proporcionado por la red eléctrica de la actualidad y las pruebas en los diversos escenarios de las operaciones y contingencias presentes de los programas DigSILENT 15.17 y NEPLAN 5.35. Asimismo, “Se evidenció que 3 de los 4 relés de las protecciones se encontraban laborando con la energía de arranque la cual estaba por debajo del índice establecido de las corrientes nominales en las operaciones de la red protegida. A su vez, se delimitaron correcciones en los relés por el cual se tuvo en cuenta las fallas trifásicas de los factores de arranque para la función (51) de 1.2 a 1.58 y para averías de energía a tierra (51N), emplearon como elemento de arranque 0.1 a 0.5 de la energía de carga, y cambiándose la serie temporal de coordinación entre 0.03 seg a 0.4 seg, con el fin de que los mecanismos de resguardo sean selectivos. Además, es necesario por si no se encuentra en la base de datos de los softwares el relé indispensable, emplear un relé general cambiando sus medidas de operación acorde a las fichas de carácter técnico de los productores”.

ROQUE, Iván. En su tesis denominada: *Protección y Coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9 kV, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua, año 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua. 2018. Optimizó el resguardo y coordinación de la red eléctrica rural de mediana tensión en 22,9 kv, con el propósito de ofrecer mejores servicios en la energía eléctrica del Distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua, año 2016; el cual estaba siendo afectado debido a las interrupciones por descargas atmosféricas ocasionadas por diversos factores como; la densidad de impactos

de rayo, la altura de la línea aérea del cable de guarda y las diferentes distancias mínimas que caracterizan a una línea de media tensión. El autor desarrolló una evaluación de cada componente en: las coordinaciones por medio de fusibles en las troncales para contar con mayores mecanismos de protección y coordinación empleando instrumentos adicionales, como el software, empleó el programa Neplan V.5.5.5, para ejecutar una prueba necesaria en la troncal de la red mediana de tensión Ubinas – Ichuña. El autor logró mejorar el resguardo y coordinación de la red eléctrica rural de mediana tensión en 22,9kV, lográndose optimizar los servicios eléctricos de la zona de estudio.

Teorías relacionadas al tema

Definición de Sistema de Distribución

Para Arconel (2015), citado por Cruz (2015, p. 11) define el sistema de distribución como, aquel mecanismo de los sistemas eléctricos que permiten transportar la corriente eléctrica, partiendo de la fuente de una subestación de suministro, y culminando en el terminal de empleo. Conformado por equipos que laboran con voltajes que oscilan entre los 120 V a 13800 V; sumado al: alimentador de carácter primario correspondiente, al transformador de distribución y a la red secundaria, por el cual se debe tener en cuenta los indicadores óptimos del servicio. La red eléctrica de distribución posee como labor esencial, proporcionar la corriente eléctrica partiendo desde los generadores y nodos que reciben dicha corriente, hasta el consumidor final, usuarios como las familias, el rubro comercia (negocios), el rubro industrial (plantas) y rubros particulares (servicios hospitalarios, entre otros).

Ramírez (2010), define el sistema de distribución como:

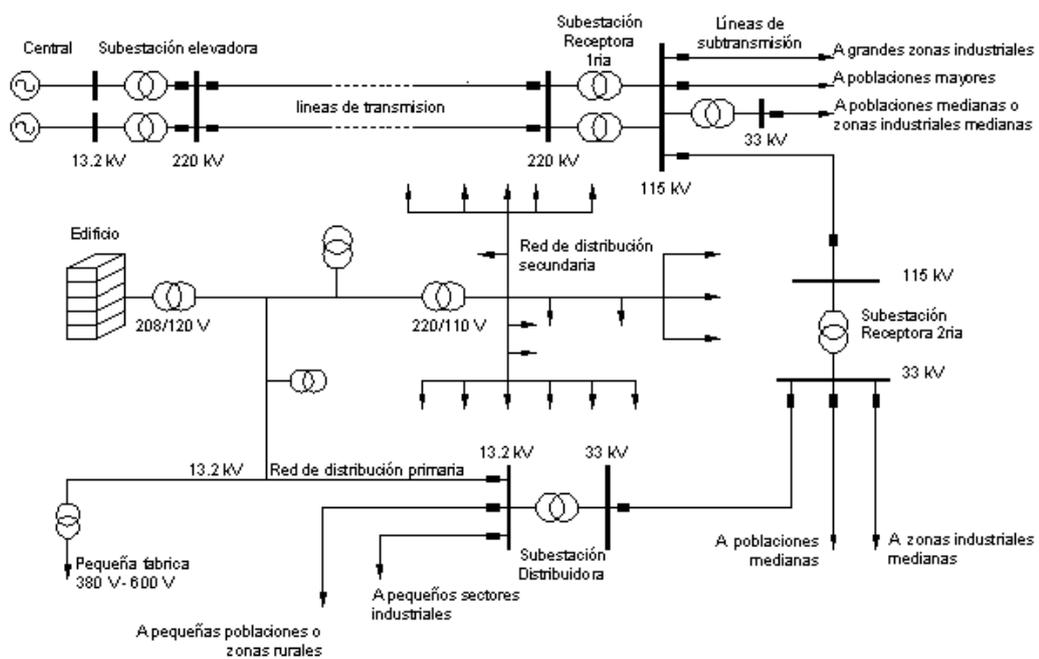
Una red eléctrica está conformada por fases que generan, transmiten, distribuyen y utilizan la corriente eléctrica, en la cual su finalidad es transferir dicha corriente, partiendo de las plantas de generadoras

hasta los lugares de consumo y culminando con proveer a los clientes con el nivel adecuado y seguro del servicio de energía.

En promedio las 2/3 partes de las inversiones totales de la red de potencia, se destinan a la distribución (Gigante Invisible), lo cual requiere una planificación, estructuración e implementación adecuada y sumado a la eficiente ejecución de la distribución, se necesita gestionar una gran base de datos y desarrollar acciones adecuadas.

Asimismo, se evidencia que en el mencionado sistema se generan las mayores pérdidas de corriente eléctrica en diferentes aspectos, porque se emplean una gran cantidad de factores en su constitución, sumado al manejo de reducidos niveles de tensión. (p. 2)

Figura 1: Ubicación de Sistemas de Distribución dentro de un Sistema de Potencia.



Fuente: Ramírez (2010)

Interrupciones

Para Cruz (2015, p. 11) se genera cuando se corta parcialmente o totalmente la provisión de energía a los usuarios de la zona de suministro del distribuidor responsable; además, esto se distingue acorde a los estándares del servicio. Asimismo, es considerado todo parte del fluido de la red por un marco temporal superior a 3 minutos, teniendo en

cuenta a las averías de carácter externo que pueden manifestarse. En este sentido, los paros o averías particulares de un solo usuario no serán tomadas en cuenta, no obstante, si estas afectan a más usuarios, el distribuidor tomará medidas.

Cortocircuitos

Estos se generan, cuando los conductores eléctricos que se encuentran energizados encuentran caminos de reducida impedancia hacia otros conductores eléctricos de distinto nivel eléctrico, generando variaciones térmicas (recalentamiento), consumo electrodinámico anormal o salida de equipos; en otras palabras, la red se vuelve inestable.

Para un sistema eléctrico de distribución, existen diversas formas de generarse cortocircuitos; la forma común es el cortocircuito monofásico a tierra, y el menos común es el cortocircuito trifásico.

De esta forma, se detallan las particularidades de los cortocircuitos que pueden generarse:

Cortocircuito Trifásico

Es aquél el cual se manifiesta en las 3 etapas del sistema eléctrico, ocasionando que haya contacto entre estas, a su vez, se les considera los menos probables de generarse estadísticamente, en promedio del 5%, poseen el carácter único de que el sistema interactúa equilibrada y balanceadamente, teniendo en consideración que cada etapa es afectada de forma equivalente. CRUZ (2015, p. 14)

Cortocircuito bifásico a tierra

Es aquél que se manifiesta cuando 2 etapas de la red, hacen contacto ya sea con el transmisor neutro o de forma directa entrando en contacto con tierra; además, su estimación requiere tener en consideración los circuitos de series positivas, negativas y cero; porque hay dispersión de electricidad en tierra. CRUZ (2015, p. 15)

Cortocircuito bifásico

Es aquél que se manifiesta cuando, 2 etapas de la red entran en contacto; el cual genera una red inestable, y para su estimación, inciden las redes de las secuencias positivas y negativas. CRUZ (2015, p. 15)

Cortocircuito monofásico a tierra

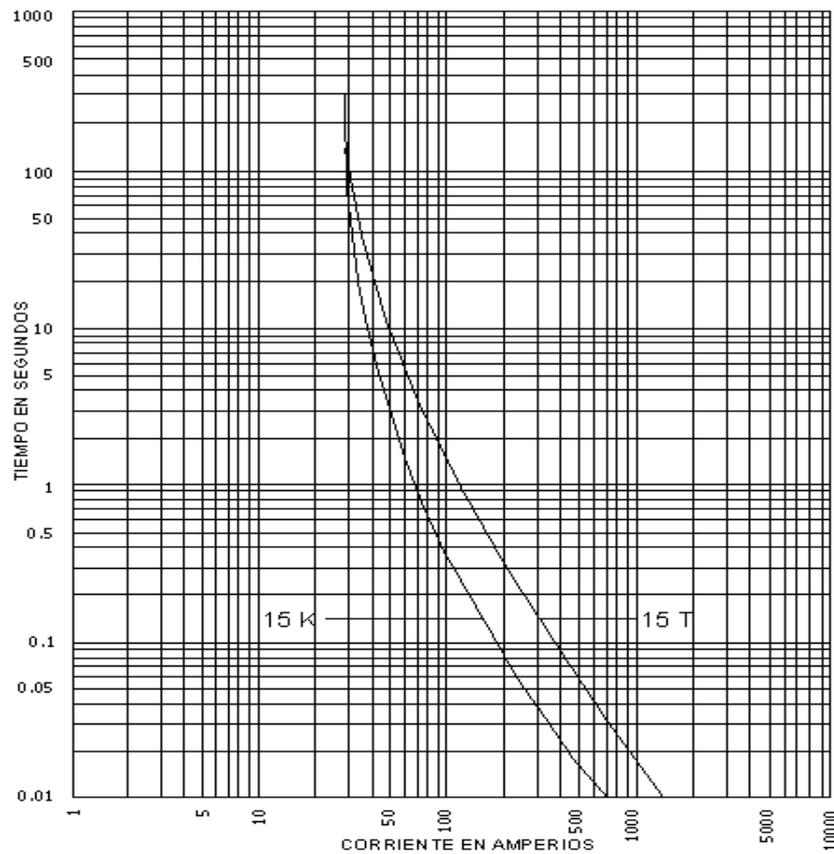
Se considera como el cortocircuito con mayores probabilidades de generarse; además, su nivel de energía es mayor cuando se encuentra al comienzo del sumistrador, y menor cuando dicho alimentador se encuentra distanciado; teniendo en consideración que la resistencia será menor en comparación con la impedancia generada en el alimentador en el final. Asimismo, por ser una red inestable, es indispensable que para su estimación se consideren los circuitos de secuencias positivas, negativas y cero. CRUZ (2015, p. 15)

Dispositivos de protección utilizados en sistemas de distribución

Fusibles

Se le denomina fusil, a aquél dispositivo de resguardo con una particularidad para la detección e interrupción, que opera con la manifestación de sobrecorrientes. Asimismo, operan por las características de las sobrecorrientes, que las cuales cuando circulan por conductores producen elevadas temperaturas recalentando a los componentes de los fusibles, fundiéndolos y separándolos, cortando el paso eléctrico en ambos extremos de la red. En este sentido, el fusible acorde a su tipo, suelen operar en diferentes tiempos, con respecto al nivel energético o inestabilidad que se presente. Por ello, con mayores niveles de electricidad, menor será el tiempo de fundición y a menores niveles de electricidad, mayor será el tiempo de fundición de sus componentes; manifestándose en esta forma la particularidad de tiempo inverso de los fusibles.

Figura 2: Ubicación de Sistemas de Distribución dentro de un Sistema de Potencia.



Fuente: Ramírez (2010)

La normativa EEI-NEMA dividen al fusible de expulsión de la siguiente forma: fusibles con particularidad rápida (letra k) o lenta (letra T).

Dichos fusibles K y T con valorización nominal equivalente, poseen puntos similares a los 300 segundos. Asimismo, la figura 2 manifiesta que el primero posee curvas en diferente marco temporal - electricidad y que el segundo es particularmente lento en elevadas corrientes de averías que el fusible K.

Reconectador

Ramírez (2010), define Reconectores como:

Mecanismo de arranque o culminación mecánica, la cual soporta la corriente operacional común y las elevadas corrientes en el transcurso de un marco temporal particular, ocasionado por averías en la red. Asimismo, estos se cierran o abren de manera manual o automatizada a través de elevadores. Deberán poder interrumpirse óptimamente y aguantar fuertes circuitos

eléctricos continuos. Además, su operacionalidad de carácter automático es realizado a través de elevadores los cuales son responsables de culminar con la funcionalidad del sistema; en eventualidades que hagan a la red inestable, ya sea una sobrecarga o una corriente inestable que influye en el interruptor del circuito. En este sentido, los comandos del relevador hacia el interruptor son enviados de formas eléctricas, mecánicas, hidráulicas o neumáticas.

Por otra parte, de acuerdo a COOPER Power Systems, define al Recloser automático (llave de recierre) como:

Aquél mecanismo para detectar averías en los circuitos de mediana tensión con la capacidad para percibir sobrecorrientes, generar la interrupción correspondiente y ejecutar recierres automáticos, con una delimitada cantidad de serie proyectada por los usuarios. Asimismo, el tope de programación de los recierres es 3 y la operación de arranque e interrupción es la última. Sus aplicativos son:

- Circuitos distributivos aéreos de mediana tensión (tope 33KV).
- Ramificaciones de los circuitos aéreos de tensión mediana con un buen nivel de congregación de clientes con averías continuas.
- Sectores rurales difíciles de acceder en los cuales hay redes de media tensión con averías continuas.
- Sectores arborizados de gran densidad.

Figura 3: Recloser 27kV, 12,5kA.



Fuente: Schneider Electric (2018)

Indicador SAIDI (System Average Interruption Frequency Index)

Frecuencias Medias de Interrupciones por usuarios en periodos determinados: dicho índice estima la reiteración de presentarse fallas en medios eléctricos de las redes eléctricas, por medio de averías en algún componente, manipuleo e indisponibilidad que afecta a la red en conjunto, dichas son particulares (mecanismos para proteger, estructura de la red, situación de los medios) o externas (medioambiental y terceros).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i U_i}{N}$$

Donde:

t_i : Duración de las interrupciones

U_i : Cantidad de usuarios afectados en cada interrupción

n : Cantidad de interrupciones del periodo.

N : Cantidad de usuarios de la red o intermediaria a la culminación del periodo, correspondientemente.

Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Tiempos Totales Promedios de Interrupciones por usuarios en periodos delimitados: Se encarga de estimar el tiempo transcurrido en las interrupciones, se relaciona con la localización de las fallas, con su intensidad y con los medios disponibles para la renovación: cuadrilla, vehículo, material, medio de comunicación, sumado a las vías de acceso, distancia de la red, entre otras.

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N}$$

Donde:

t_i : Duración de las interrupciones

U_i : Cantidad de usuarios afectados en cada interrupción

n : Cantidad de interrupciones del periodo.

N : Cantidad de usuarios de la red o intermediaria a la culminación del periodo, correspondientemente.

Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera la Coordinación de Protecciones mejora los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador en Media Tensión Gera salida 03 Electro Oriente S.A. - Moyobamba - 2018?

Problemas específicos

¿De qué manera la Coordinación de Protecciones mejora el indicador SAIDI del Alimentador en Media Tensión Gera salida 03 Electro Oriente S.A. - Moyobamba - 2018?

¿De qué manera la Coordinación de Protecciones mejora el indicador SAIFI del Alimentador en Media Tensión Gera salida 03 Electro Oriente S.A. - Moyobamba - 2018?

Justificación de la investigación

Una correcta y óptima coordinación de protecciones es indispensable para el resguardo de la red eléctrica con la finalidad de que realice sus operaciones bajo los requisitos y parámetros establecidos, cuando se presenten averías o situaciones anormales, por ello una óptima coordinación de protecciones proporcionará la detección oportuna de los problemas de forma inmediata y aislará las zonas afectadas, facilitando que la red eléctrica esté operativa y delimitando los daños a los equipos. Asimismo, se hace indispensable la ejecución de estimaciones de los circuitos eléctricos de falla los cuales se relacionarán con las correcciones en las protecciones, sumado a su empleo en diversos aplicativos del sistema eléctrico.

La presente investigación se **justifica de forma técnica** debido que busca cubrir aspectos relevantes a la correcta aplicación de las metodologías de cálculo de cortocircuito y su respectiva coordinación de protecciones. Asimismo, tiene **justificación metodológica**, porque se empleará el software NEPLAN 5.3 y DIGSILENT 15.1.7, aquellos que se les adjudica como softwares para analizar sistemas distributivos de energía, que cuentan con módulos dedicados a las coordinaciones de protección, lo cual manifiesta un método mejorado en comparación a estudios previos. También, presenta también una **relevancia social** al permitir solucionar a la empresa eléctrica un problema muy común, como lo es, el de insatisfacción del cliente al tener cortes de energía de manera continua a causa de las interrupciones producidas por la poca selectividad y confiabilidad de los dispositivos de protección.

Hipótesis

La Coordinación de Protecciones disminuye los indicadores de calidad SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la manera que favorece la Coordinación de Protecciones en la disminución de los indicadores de calidad SAIDI y SAIFI del Alimentador

MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A. - Moyobamba - 2018.

Objetivos específicos

Aplicar el cálculo de Cortocircuito para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.

Plantear una ubicación óptima de Reconectores (Reclosers) para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.

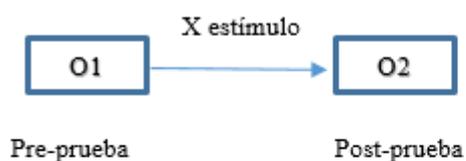
Efectuar la coordinación tiempo – corriente de los dispositivos de protección para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Se empleó el diseño Pre-experimental. En la cual, se presenta un bajo control de la variable independiente, se labora con un solo grupo (G) aplicándole una inducción (Coordinación de protecciones) con el fin de estimar su efecto en la variable dependiente (indicadores SAIDI y SAIFI), para ello se aplicó un pre prueba y post prueba culminando la inducción.

G O1 x O2



G : grupo o muestra

O1, O2 : Observaciones de los indicadores SAIDI y SAIFI

X : Estímulo: coordinación de protecciones

2.2. Variables, Operacionalización

Para el desarrollo del proyecto de investigación se trabajó con dos variables, independiente y dependiente que para su evaluación y control se han subdividido en las siguientes dimensiones:

2.2.1. Variables

Variable Independiente: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Variable Dependiente: INDICADOR SAIDI Y SAIFI.

2.2.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Coordinación de Protecciones	La coordinación de protecciones consiste en un estudio organizado tiempo – corriente de todos los dispositivos en serie desde la carga hasta la fuente. Es una comparación del tiempo que toma cada uno de los dispositivos individuales para operar cuando ciertos niveles de corriente normal o anormal pasa a través de los dispositivos de protección.	Estudio de Cortocircuito	<ul style="list-style-type: none"> • Cortocircuito monofásico. • Corriente bifásico. • Cortocircuito trifásico 	De razón De razón De razón
		Ubicación óptima de reconectores	<ul style="list-style-type: none"> • Interrupciones 	De intervalo
		Coordinación tiempo - corriente	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de Interrupciones 	De intervalo
Indicadores SAIDI y SAIFI		Interrupciones medidas en frecuencia de ocurrencia y en tiempo total promedio	Duración de cada interrupción	De razón
			Número de usuarios afectados en cada interrupción	De intervalo
			Número de interrupciones del periodo	De intervalo

	<p>SAIDI: 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).</p> <p>SAIFI: Tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario en un periodo determinado: 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.</p>		<p>Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del periodo, según corresponda</p>	<p>De intervalo</p>
--	--	--	---	---------------------

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra.

Población

La población fue conformada por el alimentador Gera salida 03, que comprende todas las Líneas y Redes Primarias, incluyendo los dispositivos de protección respectivos.

Muestra

La muestra de nuestro proyecto correspondió al alimentador Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A.

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

Con el fin de alcanzar los objetivos específicos se procedió a utilizar las siguientes técnicas y herramientas:

Para evaluar la situación actual de las redes de distribución se hizo uso de los registros estadísticos de los indicadores SAIDI y SAIFI que la empresa, como parte de seguimiento de las labores de fiscalización por parte de OSINERGMIN, realiza.

2.4.1. Técnicas e Instrumentos

Como se mencionó anteriormente se utilizaron instrumentos de medición para la recolección de datos.

Técnica

- Registros históricos de fallas por parte de Electro Oriente S.A.
- Levantamiento de información.

Instrumentos

- Registro de voltajes.
- Fichas de observación.

2.4.2. Validez y confiabilidad

La validez del contenido de los instrumentos de recolección de datos se realizó por la técnica de juicio de expertos para la cual se solicitó la evaluación de 3 expertos:

1. Mg. Callasna Ponce Luis Gibson - Metodólogo
2. Ing. Mg. SC Jose E. Celis Escudero – Experto Profesional
3. Mg. Ing. Alex D. Tejeda Ponce – Experto Profesional.

La cual calificaron según el formato de Informe de opinión sobre instrumento de desarrollo del proyecto de investigación.

2.5. Métodos de análisis de datos

Después de obtener la información de la empresa eléctrica, efectuaron las simulaciones y aplicación de programas computacionales con la finalidad de determinar las corrientes de cortocircuito y posteriormente realizar el estudio de coordinaciones entre los diferentes dispositivos de protección a instalar en las cabeceras y derivaciones de alimentadores por determinar. Una vez efectuada la coordinación de protecciones en el alimentador en estudio se aplicaron las correcciones en forma gradual para luego analizar la variabilidad de los indicadores SAIDI y SAIFI para los años 2018 y lo que va del 2019.

2.6. Aspectos éticos

El presente estudio fue realizado con esfuerzo y esmero propio de los autores de manera legal, respetando la normativa de seguridad e higiene y las ambientales acorde a los lineamientos establecidos, teniendo en cuenta el empleo de mecanismos de seguridad para los colaboradores en caso de trabajos en altura y trabajos eléctricos.

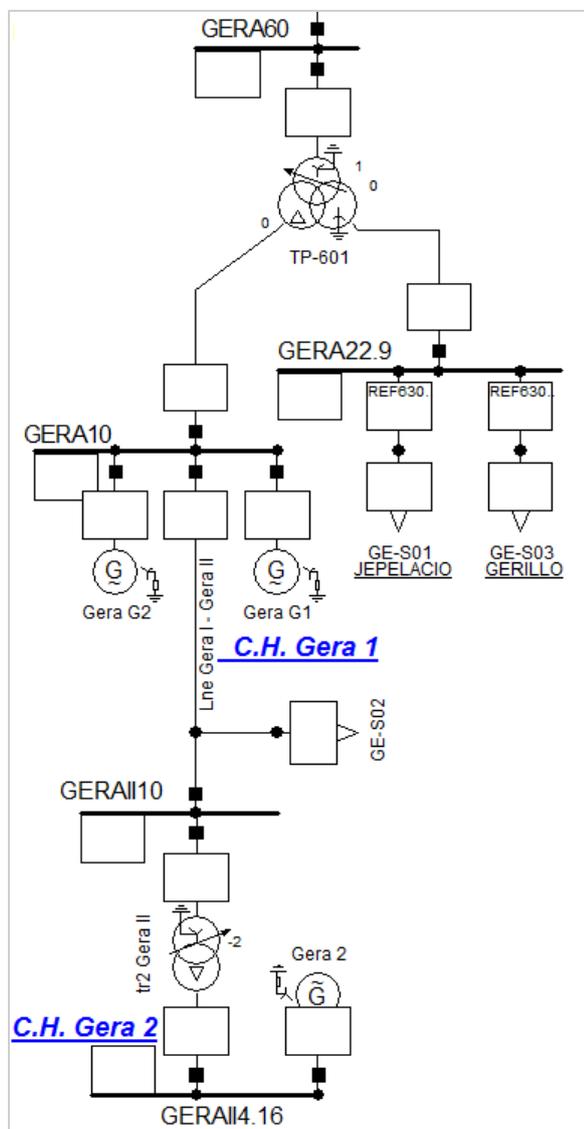
Los resultados adquiridos fueron dados a conocer a la empresa Electro Oriente S.A. para conocimiento y fines.

III. RESULTADOS

3.1. Características del alimentador en estudio

El alimentador en estudio corresponde al de media tensión, salida 03 (GE-S03) correspondiente a la subestación Gera (en adelante SE GERA). Desde dicha subestación salen alimentadores en dos niveles de tensión (10kV y 22,9kV) siendo el alimentador GE-S03 (Gerillo) juntamente con el GE-S01 (Jepelacio) los que operan en el segundo nivel de tensión. En la siguiente figura se muestra e diagrama unifilar general del sistema eléctrico Gera.

Figura 4: Sistema Eléctrico Gera.



Fuente: Electro Oriente S.A.

El alimentador GE-S03 tiene una configuración radial, en el *ANEXO 1* se muestra el diagrama unifilar del alimentador en estudio. En cuanto a los parámetros de las fuentes de impedancia mutua, las mismas que fueron proporcionadas por el COES SINAC y se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 1: Impedancias equivalentes JUANJUI 138kV

Name	BARRA 138kV
Active Power (MW)	21.415731869
Reactive power (MVar)	-3.0507440284
Voltage Magnitude (pu)	0.9961762
Resistance, R1 (Ohm)	61.801682602
Reactance, X1 (Ohm)	184.2599733
Resistance, R0 (Ohm)	9.554245826
Reactance, X0 (Ohm)	363.6930953
Resistance, R2 (Ohm)	62.531000098
Reactance, X2 (Ohm)	184.58784971

Fuente: COES SINAC

Tabla 2: Impedancias equivalentes MOYOBAMBA 138kV

Name	BARRA 138kV
Active Power (MW)	39.005080901
Reactive power (MVar)	-0.4027872192
Voltage Magnitude (pu)	0.9885117
Resistance, R1 (Ohm)	8.3909230749
Reactance, X1 (Ohm)	68.835253444
Resistance, R0 (Ohm)	1.187295267
Reactance, X0 (Ohm)	28.24867825
Resistance, R2 (Ohm)	8.744919919
Reactance, X2 (Ohm)	68.929515664

Fuente: COES SINAC

Tabla 3: Impedancias equivalentes MOYOBAMBA 138Kv

Name	
Resistance, R1 (Ohm)	-10.34814
Reactance, X1 (Ohm)	52.08593
Resistance, R0 (Ohm)	1000.
Reactance, X0 (Ohm)	1000.
Resistance, R2 (Ohm)	-11.72813
Reactance, X2 (Ohm)	47.52357

Fuente: COES SINAC

La barra en 22.9kV del sistema eléctrico de distribución GERA es alimentado por medio de un transformador de potencia de 10/3/10MVA.

La celda del Transformador de Potencia, está constituido por un (01) transformador de potencia de tres devanados $(60\pm 2 \times 2.5\%) / 22.9/10\text{kV}$, 10/3/10 MVA (ONAN) y grupo de conexión YN_ynd5, el cual cuenta para la protección de su lado 10kV con un relé multifunción marca SEL, modelo 487E, sus particularidades son:

- Diferencial de transformador (87E).
- Sobrecorriente de fases (50/51).
- Sobrecorriente a tierra (50N/51N).
- Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67N).

La celda de salida en 22.9kV, para el alimentador GE-S01 (Jepelacio), cuenta para su protección con un (01) rele ABB modelo REF630, sus particularidades son:

- Sobrecorriente de fases (51/50).
- Sobrecorriente a tierra (51N/50N).

La celda de salida en 22.9kV, para el alimentador GE-S03 (Gerillo), cuenta para su protección con un (01) rele ABB modelo REF630, sus particularidades son:

- Sobrecorriente de fases (51/50).
- Sobrecorriente a tierra (51N/50N).

Las pequeñas centrales Hidroeléctricas GERA I y GERA II se encuentran interconectadas por medio de una línea en 10kV de 1.7km. en esta línea de interconexión se encuentra el pequeño alimentador GE-S02 que consta de solo una una subestación de distribución de 37kVA. Para proteger este pequeño alimentador solo se cuenta con un fusible.

3.2. Cálculo de flujo de carga y cortocircuito

El propósito de elaborar el flujo de cortocircuito y carga, y su consecuente estudio de coordinación es establecer una adecuada coordinación de la protección en media tensión a nivel de distribución, entre los elementos de protección; que comprende relé principal de cabecera en el alimentador y Recloser instalados en el recorrido del alimentador en estudio. Para lo cual se hizo una modelización del alimentador, que juntamente con el ejecutable correspondiente al software DIGSILENT PowerFactory en versión 15.1 (archivo *.pfd) proporcionado por el comité de operaciones del sistema interconectado nacional (COES SINAC), se aplicó la herramienta de reducción de redes del mencionado software para mediante dos fuentes y una impedancia mutua representar el sistema interconectado nacional.

El escenario seleccionado para el análisis de las protecciones es el de Avenida máxima demanda 2018; pues es en este escenario es donde se presentan las mayores fallas en cortocircuitos.

La filosofía de la protección de la red de media tensión (22.9kV) está basada en la activación de las funciones de protección de sobrecorriente de todos los componentes de resguardo ubicados en el alimentador; ante averías en los procesos, en la fase a tierra los cuales se podrían presentar en la red eléctrica de la investigación.

El coordinar los recloser, el resguardo de cabecera del alimentador y la protección de barra de la SE GERA se basará en la coordinación por curva inversa, y tomará como base las correcciones de los componentes de protección recolectados y/o proporcionados por la intermediaria en estudio para cada uno de sus relés en 22.9 kV del alimentador en estudio.

3.2.1. Cálculo de flujo de carga

A efectos de satisfacer los requerimientos de la Elaboración del estudio de Coordinación de nuestro estudio se llevaron a cabo las tareas necesarias que permitieron simular los flujos de potencia del sistema en el corto plazo.

La confección y posterior analizar el flujo de potencia tienen como finalidad el suministro de valores nominales de operación, sirviendo como introducción a los estudios de cortocircuito y posterior ajuste del sistema de protecciones.

Asimismo, permite elaborar un diagnóstico del sistema, en cuanto a su funcionamiento en estado estacionario.

Una vez consolidada la data del mecanismo Eléctrico se procedió a la preparación de los flujos de potencia, considerando los despachos y la distribución de demanda que refleje el real comportamiento del Sistema Eléctrico de GERA. Para dicho fin se cuenta con los siguientes escenarios:

Estudios de la Oferta y Demanda

Para el Escenario de Avenida Máxima Demanda 2017

Tabla 4: Avenida demanda máxima 2017

Subestación	Alimentador	kV	Máxima 2017	Media 2017	Minima 2017
			MW	MW	MW
S.E. GERA	GE_S01	22.9	0.405	0.151	0.112
	GE_S02	10	0.004	0.001	0.00062
	GE_S03	22.9	0.569	0.206	0.151

Fuente: Electro Oriente S.A.

Para el Escenario de Estiaje las Demandas 2017

Tabla 5: Avenida media demanda 2017

Subestación	Alimentador	kV	Máxima 2017	Media 2017	Minima 2017
			MW	MW	MW
S.E. GERA	GE_S01	22.9	0.405	0.151	0.112
	GE_S02	10	0.004	0.001	0.00062
	GE_S03	22.9	0.569	0.206	0.151

Fuente: Electro Oriente S.A.

Para las demandas en los escenarios de los años 2018, 2019, 2020 se utilizaron las tasas de crecimiento, que fueron proporcionadas por la concesionaria eléctrica ELECTRO ORIENTE.

La tasa de crecimiento para el año 2018 es del 6.5% respecto al año 2017 las demandas prorrateadas en los diversos escenarios del 2018 son los siguientes.

Para el Escenario de Avenida las Demandas 2018

Tabla 6: Demanda Avenida media demanda 2018

Subestación	Alimentador	kV	Máxima 2018	Media 2018	Minima 2018
			MW	MW	MW
S.E. GERA	GE_S01	22.9	0.431	0.16	0.118
	GE_S02	10	0.005	0.001	0.0006
	GE_S03	22.9	0.607	0.219	0.16

Fuente: Electro Oriente S.A.

La tasa de crecimiento para el año 2019 es del 6.1% respecto al año 2018 las demandas prorrateadas en los diversos escenarios del 2019 son los siguientes.

Para el Escenario de Avenida las Demandas 2019

Tabla 7: Demanda Avenida 2019

Subestación	Alimentador	kV	Máxima 2019	Media 2019	Minima 2019
			MW	MW	MW
S.E. GERA	GE_S01	22.9	0.456	0.169	0.125
	GE_S02	10	0.005	0.001	0.0007
	GE_S03	22.9	0.644	0.232	0.169

Fuente: Electro Oriente S.A.

La tasa de crecimiento para el año 2020 es del 5.9% respecto al año 2019 las demandas prorrateadas en los diversos escenarios del 2019 son los siguientes

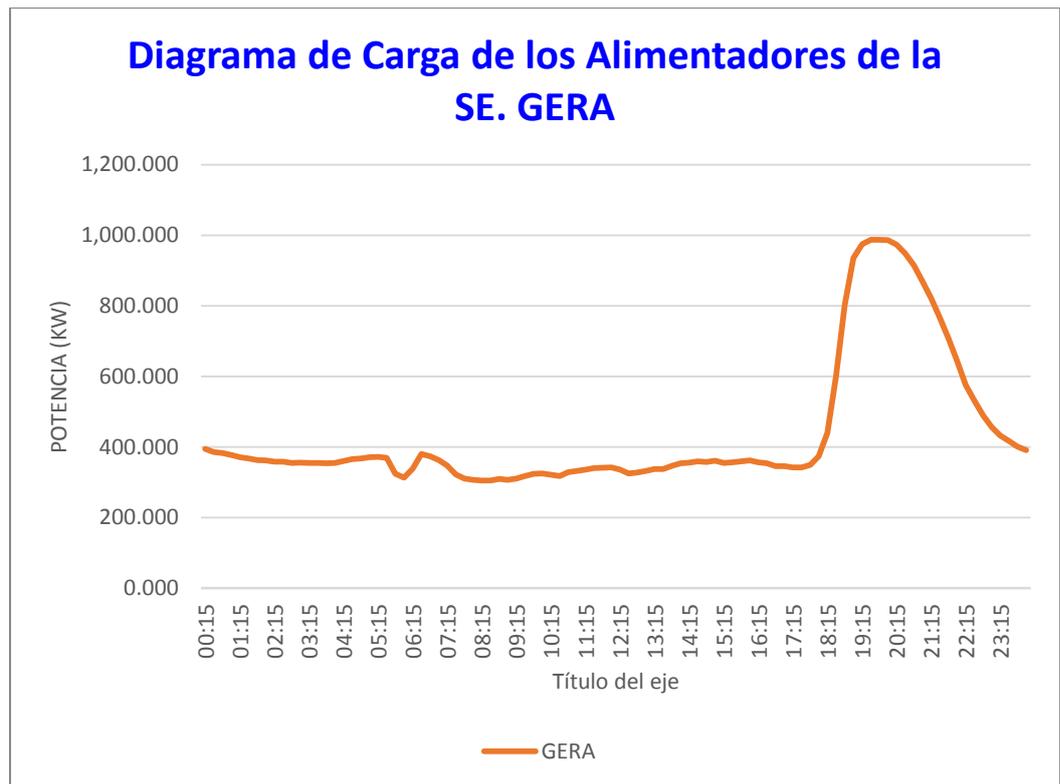
Tabla 8: Demanda Avenida 2019

Subestación	Alimentador	kV	Máxima 2020	Media 2020	Minima 2020
			MW	MW	MW
S.E. GERA	GE_S01	22.9	0.483	0.178	0.131
	GE_S02	10	0.005	0.001	0.0007
	GE_S03	22.9	0.683	0.244	0.178

Fuente: Electro Oriente S.A.

Los diagramas de carga del alimentador en estudio son los siguientes, en donde se puede apreciar la variabilidad de la demanda en el tiempo:

Figura 5: Diagrama de carga para avenida máxima (GE-S03).



Fuente: Electro Oriente S.A.

Resultados de flujo de carga

Este alimentador tiene una longitud total de aproximadamente 44,07 km, como se puede apreciar en la tabla siguiente, en este alimentador no suelen producirse excesos de carga en las redes, tampoco en los convertidores de distribución. Lo que si se observa es desbalance en las fases producto de la presencia de derivaciones bifásicas y MRT. El cálculo hecho mediante el software arroja el valor máximo de caída de tensión de 1,009 (optimizando el balance de cargas) siendo un valor que está dentro del margen recomendado por norma².

² El Código Nacional Suministro 2011 en el artículo 017.D. indica las tolerancias de la variación de la tensión en el punto de entrega de la energía, en media tensión (tomada de la NTCSE), es de $\pm 6\%$, es decir, 1,06 y 0,94p.u. respectivamente.

Tabla 9: Resultados de flujo de carga GE-S03 (Año 2018)

DESCRIPCION	Unid.	MAX.	MED.	MIN.
Total Active Power, Infeed	MW	0.607	0.219	0.160
Total Reactive Power, Infeed	Mvar	-0.042	-0.115	-0.120
Input Current, Magnitude, Average	A	15.0298	6.16572	5.00596
Power Factor	--	0.975	0.932	0.891
Compensation, C	Mvar	0	0	0
Losses	MW	0.028	0.014	0.013
Max. Loading	%	590.8292	190.7461	141.
Maximum Length	km	44.07848	44.07848	44.07848
Minimum Voltage	p.u.	1.009	1.015	0.98
Generation, Active Power	MW	0	0	0
Generation, Reactive Power	Mvar	0	0	0

Fuente: Elaboración

En el Año 2018:

El consumo de energía del Alimentador es de un comportamiento típico donde los escenarios de máxima su demanda es 0.607 MW; para media demanda llega a 0.219 MW y para el de mínima demanda es 0.160 MW.

Las pérdidas son de mayor proporción en el escenario de máxima demanda, siendo 0.028 MW, las pérdidas son pequeñas debido a la topología de la red.

La cargabilidad máxima que se da en el Alimentador es 235.0698, por lo cual se recomienda su pronta atención.

Tabla 10: Resultados de flujo de carga GE-S03 (Año 2019 y 2020)

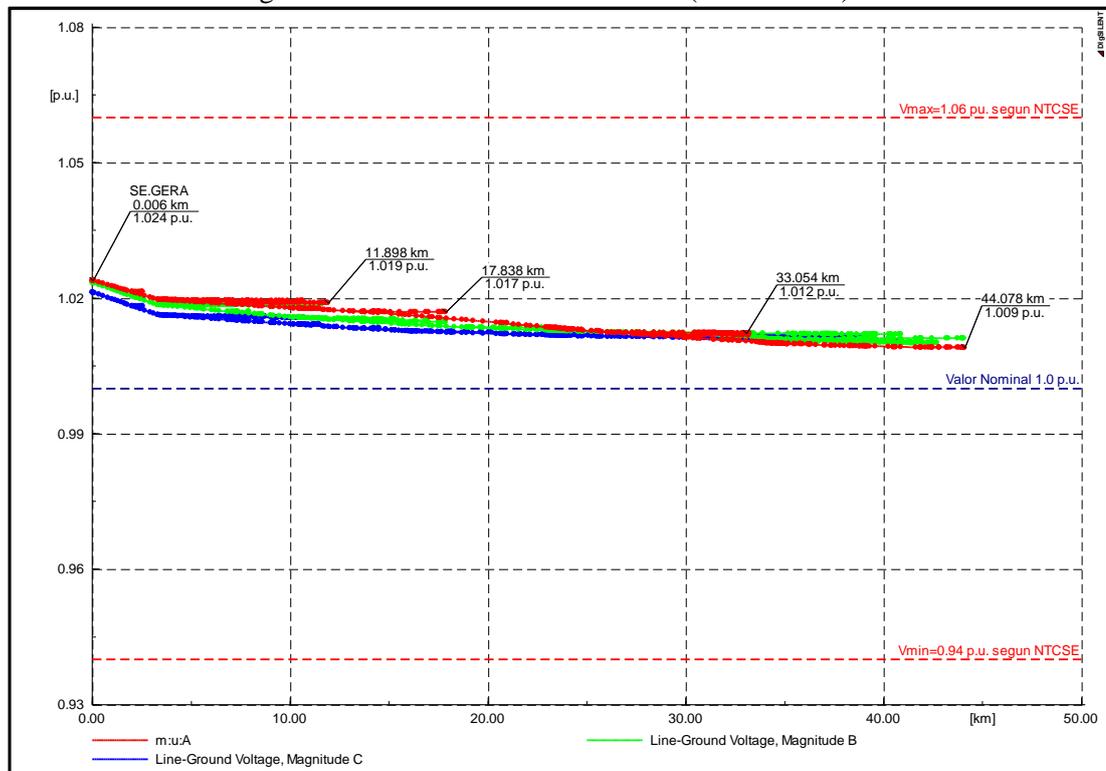
DESCRIPCION	Unid.	2019 MAX.	2020 MAX.
Total Active Power, Infeed	MW	0.644	0.683
Total Reactive Power, Infeed	Mvar	-0.031	-0.017
Input Current, Magnitude, Average	A	15.91	16.92
Power Factor	--	0.975	0.975
Compensation, C	Mvar	0	0
Losses	MW	0.031	0.033
Max. Loading	%	638.13	696.81
Maximum Length	km	44.07	44.07
Minimum Voltage	p.u.	1.01	1.004
Generation, Active Power	MW	0	0
Generation, Reactive Power	Mvar	0	0

Fuente: Elaboración

Para los Escenarios de Máxima Demanda de los Años 2019 – 2020, se visualiza el incremento de la corriente de carga.

Las pérdidas del Alimentador GE_S03, se mantienen pequeñas. El perfil de tensiones del alimentador para el año inicial, se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 6: Perfil de tensiones GE-S03 (Año inicial).



Fuente: Elaboración

3.2.2. Cálculo de cortocircuito

A efectos de satisfacer los requerimientos de la elaboración de la investigación para Coordinar las Protecciones del alimentador en estudio, se llevaron a cabo las tareas necesarias para calcular el nivel de las corrientes de cortocircuitos dentro del área de influencia del Estudio. El objetivo de este cálculo es de brindar toda la información necesaria, con respecto a los resultados de corriente de cortocircuito en las instalaciones que son parte del alcance del ECP, que sirvan como referencia para verificar las herramientas manipuleo, o con el fin de realizar la especificación de otros equipos necesarios para el desarrollo de las protecciones de la red en proyectos esperados para ejecutar nuevas conexiones con el alimentador. A su vez los resultados de cortocircuito serán usados para verificar el proceso de coordinar las protecciones.

A continuación, se presenta el valor calculados de aquellos cortocircuitos trifásicos y monofásicos tanto en la barra de salida del alimentador; como en la localización más lejana del alimentador (Extremo remoto). De esta manera se puede apreciar el rango en el cual se encuentra las potencias y aquella corriente de cortocircuitos que se presentan en nuestro alimentador.

Tabla 11: Resultados de cortocircuito GE-S03 (Año 2019)

Subestación/Barra	kA_3ph	MVA_3ph	kA_1ph	MVA_1ph
SE GERA 10kV	1.228	45.2	1.333	15.273
Extremo Remoto del AMT GE_S03	0.430	8.965	0.231	1.431

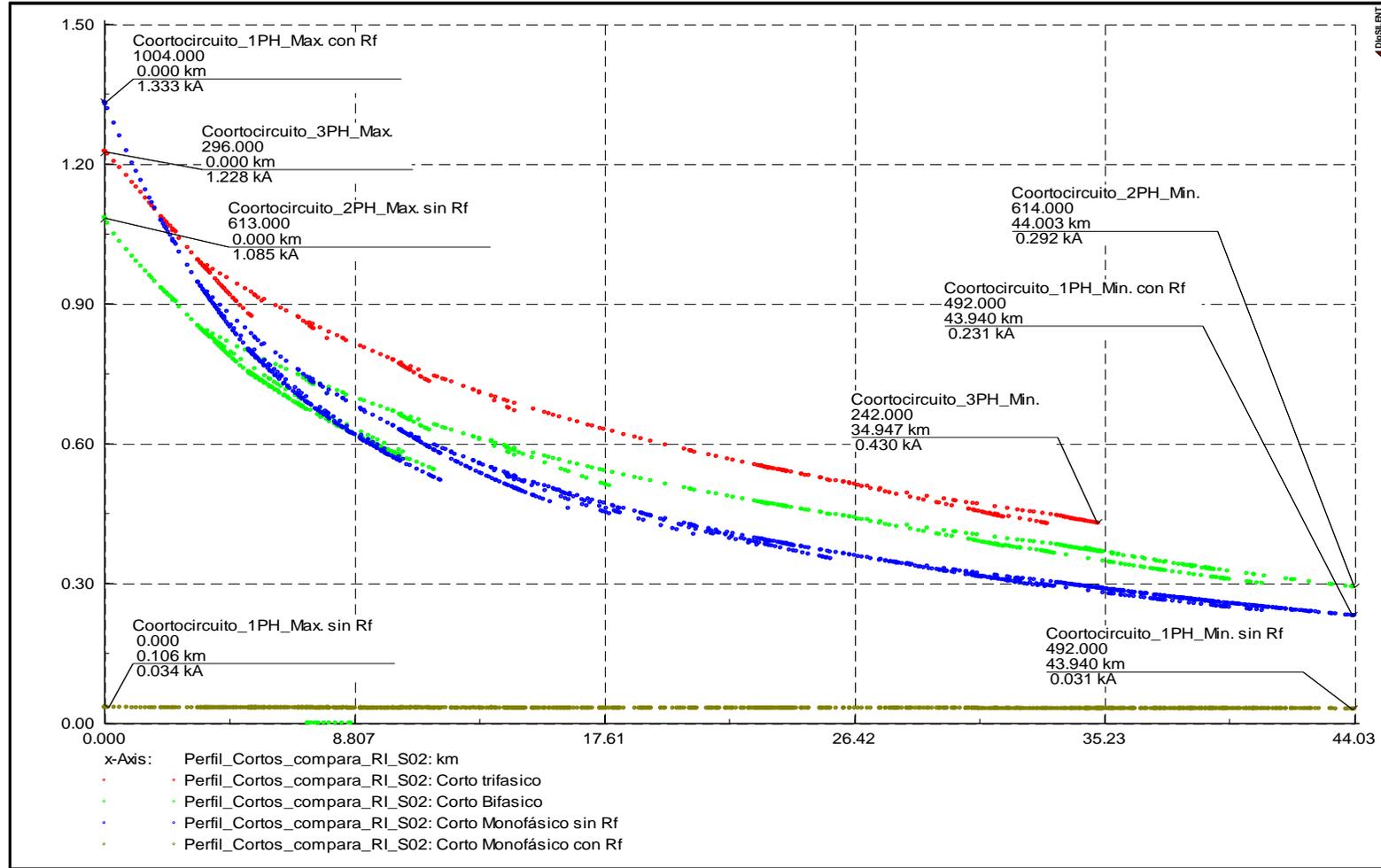
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra una gráfica donde se puede apreciar el comportamiento de diversos tipos de cortocircuitos a lo largo de todo el alimentador.

- Máxima Corriente de Cortocircuito Trifásico: 1.228 kA
- Mínima Corriente de Cortocircuito Trifásico: 0.430 kA
- Máxima Corriente de Cortocircuito Bifásico: 1.085 kA
- Mínima Corriente de Cortocircuito Bifásico: 0.292 kA
- Máxima Corriente de Cortocircuito Monofásico: 1.333 kA

- Mínima Corriente de Cortocircuito Monofásico: 0.231 kA

Figura 7: Perfil de cortocircuito GE-S03.



Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Capacidad de ruptura, daño térmico y saturación

Se cuenta con las tablas de cortocircuito de los cuales se determinará si los equipos de las Salidas de los Alimentadores (transformadores de corriente e Interruptores), sufren algún daño, por ello se analizó con los máximos cortocircuitos.

Tabla 12: Capacidad de ruptura de los interruptores

CAPACIDAD DE RUPTURA DE LOS INTERRUPTORES DE POTENCIA						
CAPACIDAD DE RUPTURA DE LOS INTERRUPTORES DE POTENCIA					ICC MAXIMA DEMANDA	
SUBESTACIÓN	ID	TENSIÓN NOMINAL kV	Corriente Nominal kA	Capacidad de Corte kA	3PH kA	1PH kA
	INTERRUPTOR					
GERA	SALIDA AMT GE_S01	22.9	1.25	12.5	1280	36
	SALIDA AMT GE_S03	22.9	1.25	12.5	1280	36

Fuente: Electro Oriente S.A.

Según los cortocircuitos presentados en el Sistema Eléctrico GERA, no se encontraron cortocircuitos que sobrepasen la capacidad de ruptura del interruptor a la salida del alimentador GE-S03.

Tabla 13: Saturación y Daño Térmico de TC's

AMT	Tension Nominal (kV)	TC	Clase	Nivel Sat. (kA)	Nivel de daño termico 1 seg. (kA)	Corriente Dinamica (kA)	OBS	
SALIDA AMT GE_S03	22.9	100/1	5P20	2.00	25.00	62.50	NO SE SATURA	No sufre daño térmico

Fuente: Elaboración propia.

Según los Cortocircuitos máximos obtenidos en el Sistema Eléctrico GERA los Transformadores no se saturan y también no sufren daños térmicos.

3.3. Ajuste de protecciones en el alimentador

Los criterios de ajuste y selección de las protecciones se muestran en el *Anexo F*: “Criterios de Protección en Media Tensión” aquí mostraremos solo los resultados de su aplicación sobre la red en estudio.

En el siguiente cuadro se muestra los alimentadores en estudio y sus respectivas máximas demandas individuales y las máximas corrientes de desbalance.

Tabla 14: Máximas Demandas Protecciones

Subestación	AMT	kV	CAP. ALIMENTADOR (MW)	CAP. COND.	TC	Máxima Demanda		Máximo Desbalance (3*Io)
						MW	Amp	Amp
S.E. GERA	GE_S03	22.9	3	125	100/1	0.607	16.1	0.12

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. Selección de fusibles

Selección de Fusibles para Transformadores de Distribución

Con el fin de seleccionar cada tipo de fusible es recomendable que se instale en los transformadores y en sus divisiones que mantienen un solo transformador, en la cual se debe considerar los aspectos a continuación:

- La corriente nominal
- La corriente de energización
- La curva de daño térmico del transformador

En el Anexo E: “Fusibles para Transformadores” se muestra la característica de operación corriente-tiempo de los fusibles tipo K para cada tipo de transformador de distribución (según norma ANSI/IEEE C37.41 y ANSI/IEEE C37.42) que los protege.

A continuación, se muestra una tabla donde se indica el calibre del fusible tipo expulsión (cut-out) en función de la tensión, potencia y el tipo de alimentación de los transformadores de distribución.

Tabla 15: Fusibles para transformadores

TRAFO_kVA	TIPO	TENSION_kV	CORRIENTE	FUSIBLE
5	1ph (MRT)	13.2	0.38	1K
10	1ph (MRT)	13.2	0.76	1K
15	1ph (MRT)	13.2	1.14	1K
25	1ph (MRT)	13.2	1.89	2K
37.5	1ph (MRT)	13.2	2.84	3k
50	1ph (MRT)	13.2	3.79	3k
75	1ph (MRT)	13.2	5.68	6k
100	1ph (MRT)	13.2	7.58	10k
5	1ph	22.9	0.22	1k
10	1ph	22.9	0.44	1k
15	1ph	22.9	0.66	1k
25	1ph	22.9	1.09	1k
37.5	1ph	22.9	1.64	2K
50	1ph	22.9	2.18	3K
75	1ph	22.9	3.28	3K
100	1ph	22.9	4.37	6K
25	3ph	22.9	0.63	1K
37.5	3ph	22.9	0.95	1K
50	3ph	22.9	1.26	1K
75	3ph	22.9	1.89	2K
80	3ph	22.9	2.02	2K
100	3ph	22.9	2.52	2K
150	3ph	22.9	3.78	3K
160	3ph	22.9	4.03	5K
200	3ph	10	5.04	6K
250	3ph	10	6.3	6K
300	3ph	10	7.56	10K
630	3ph	10	15.88	12K
800	3ph	10	20.17	15K
2500	3ph	10	63.03	50K

Fuente: Elaboración propia.

Selección de Fusibles para Líneas de Distribución

Con el fin de seleccionar cada tipo de fusible es recomendable que se instale en cada línea que mantiene a más de un transformador, en la cual se debe considerar los aspectos a continuación:

- La corriente nominal total
- Los resultados de flujo de potencia
- La corriente de energización total
- La corriente de cortocircuito en la ubicación del fusible
- Tiempos de operación (mínimum meelting y total clearing) para las corrientes de cortocircuito en el punto de ubicación del fusible.
- Curvas de operación de los relés y demás fusibles ubicados en la red de distribución.

- La corriente de carga fría.

Línea Troncal:

Para aquellas redes troncales en la cual la energía de carga es superior a 200 Amperios y además los niveles de cortocircuito superan los 3.0kA se recomienda emplear seccionadores tipo cuchilla los cuales serán netamente de maniobra.

En la cual verificaron que, en el transcurso del funcionamiento del mecanismo de distribución, que el fallo de una de las fases en una línea cargada (troncal con más de 15 Amperios) generaría la operación del relé de tierra del alimentador por la presencia de corrientes de neutras por el desequilibrio. En este sentido, no se recomienda emplear la coordinación con el tipo de fusible en troncal o en una red cargada. Esto, se suma al ajuste de las unidades de tierra de los relés de cabecera que en nuestro caso es un valor bajo (≤ 20 Amp). Se recomienda que los fusibles de los seccionamientos alrededor a los reclosers y en las troncales con más de 15 amperios de carga sean solo de maniobra y no de protección, para ello emplear fusible superior o igual a 200k.

Ramales:

Considerando que los niveles de cortocircuito entre fase en los alimentadores de la SE Gera son elevados (Sobre los 7.5kA) no permite hacer selectividad entre fusibles cercanos en una Troncal.

De esta forma, cuando se somete a factores de tipo electrodinámico de averías los componentes del fusible malgastan sus particularidades de función Tiempo – Corriente generando aleatoriedad durante su desenvolvimiento, en este sentido, no es recomendable gestionar extensos grados de fusible, es preferible que se manejen fusibles, en la cual uno sea para el manipule y otro para coordinar o proteger. Bajo el contexto anterior, se establece que el fusible para coordinar sea de valores menores igual a 10k.

3.3.2. Protección de Sobrecorriente de fases – 50P/51P

El alimentador GE-S03 cuenta dos relés y tres recloser, los relés de Marca ABB REF 630 y Schweitzer ubicados en la salida del alimentador y en el trayecto recloser ABB PCD2000 “3G072” y dos recloser ENTEC EVRC2A “3G078” y “3G076”.

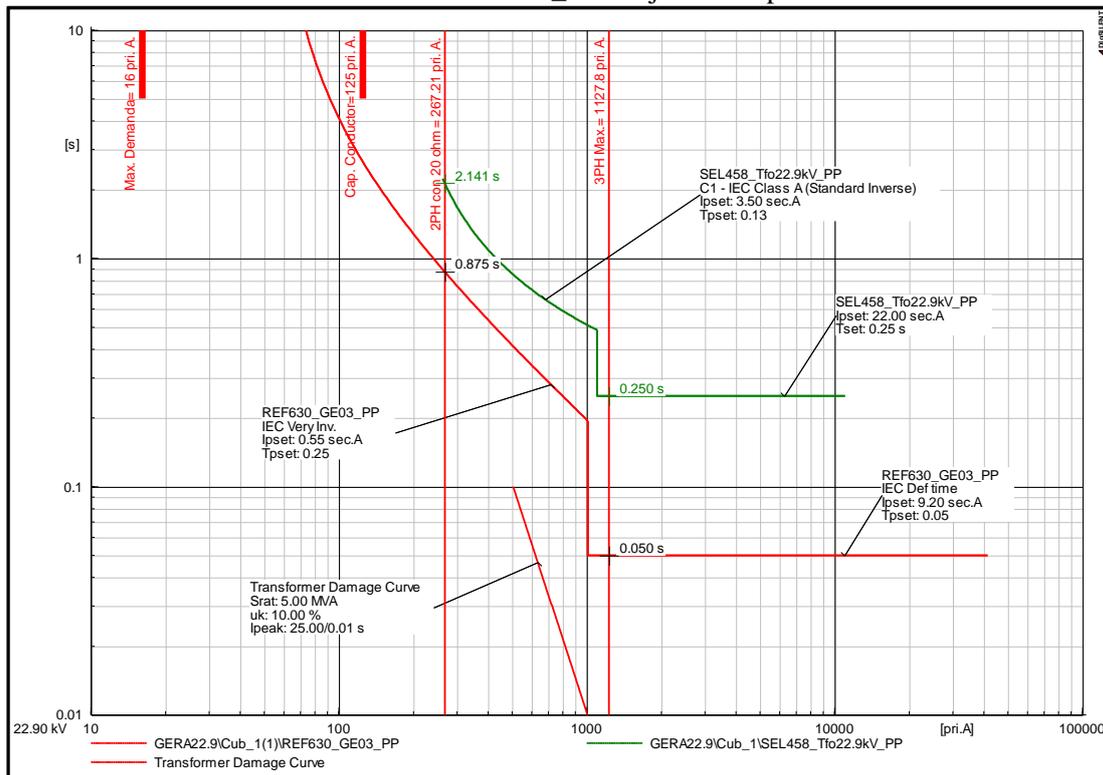
En seguida, se evidencia la gráfica de selectividad con las correcciones de sobrecorriente de fase existentes para el relé asociado ATM GE_S01 indicando las mínima y máxima corriente de cortocircuitos y también los de agua abajo.

De las gráficas mostradas de los diversos tipos de fallas de naturaleza trifásica, bifásica con sin resistencias de contacto se observan:

- Ante una falla trifásica franca en la salida del alimentador, el relé REF630 despejará en 50ms y el respaldo de la barra 22.9 kV despejará en 250ms, existiendo un margen de 200 ms de protección, lo cual se considera adecuado.
- Ante una falla trifásica frente al Recloser ABB PCD2000 “3G072”, el recloser despeja la falla en 0.01ms y el respaldo despeja en 199 ms, existiendo un margen de protección de 198 ms lo cual se considera adecuado.
- Ante una falla bifásica mínima en la SED 353159E; el Relé ABB REF630 despeja la falla en 0.875 ms y el respaldo despeja en 2.141 s, existiendo amplio margen de coordinación.
- Ante una falla bifásica mínima en la SED 353159E; el Recloser ABB PCD2000 despeja la falla en 0.419 ms y el respaldo despeja en 0.947s, existiendo amplio margen de coordinación.
- Ante una falla trifásica frente al ENTEC EVRC2A “3G076”, el recloser despeja la falla en 0.01ms y el respaldo despeja en 199 ms, existiendo un margen de protección de 198 ms lo cual se considera adecuado.
- Ante una falla bifásica mínima en la SED 353159E; el Recloser ABB PCD2000 despeja la falla en 0.042 ms y el respaldo despeja en 0.407s, existiendo amplio margen de coordinación.

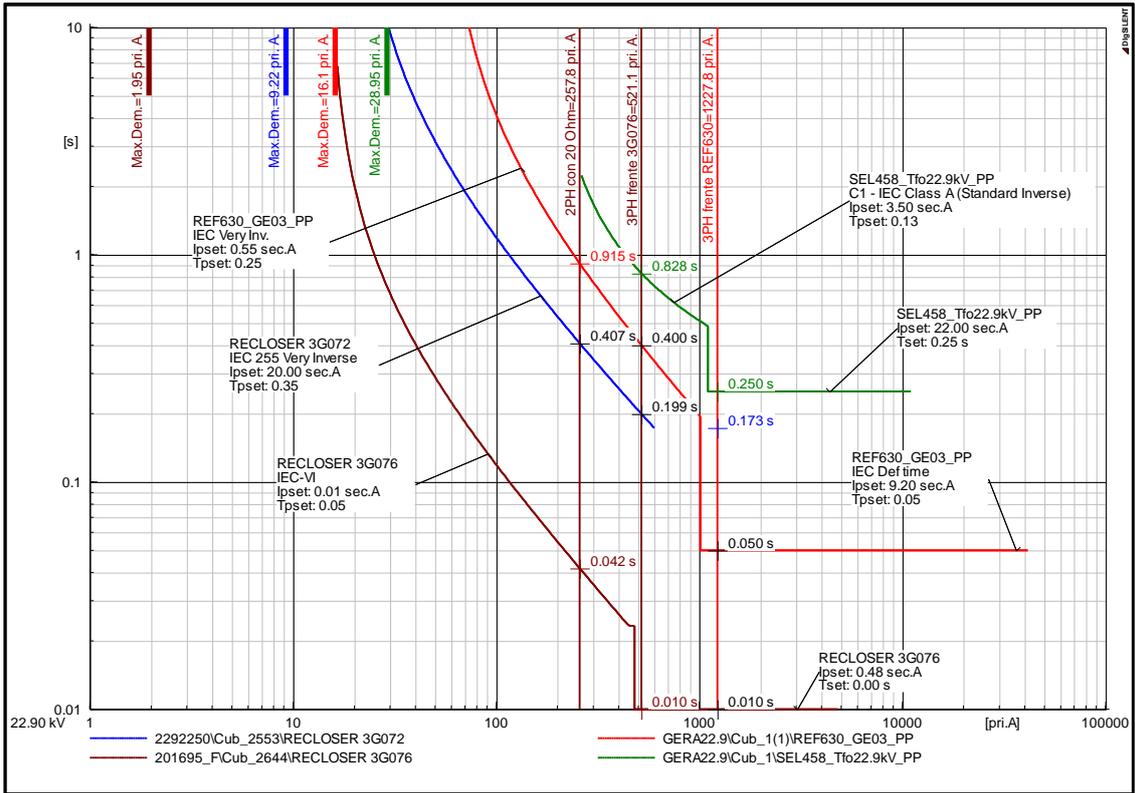
- Ante una falla trifásica frente al ENTEC EVRC2A “3G078”, el recloser despeja la falla en 0.01ms y el respaldo despeja en 202 ms, existiendo un margen de protección de 201 ms lo cual se considera adecuado.
- Ante una falla bifásica mínima en la SED 353159E; el Recloser ABB PCD2000 despeja la falla en 0.043 ms y el respaldo despeja en 0.419s, existiendo amplio margen de coordinación.

Figura 8: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto relé REF630 en el AMT GE_S03- Ajustes Propuestos.



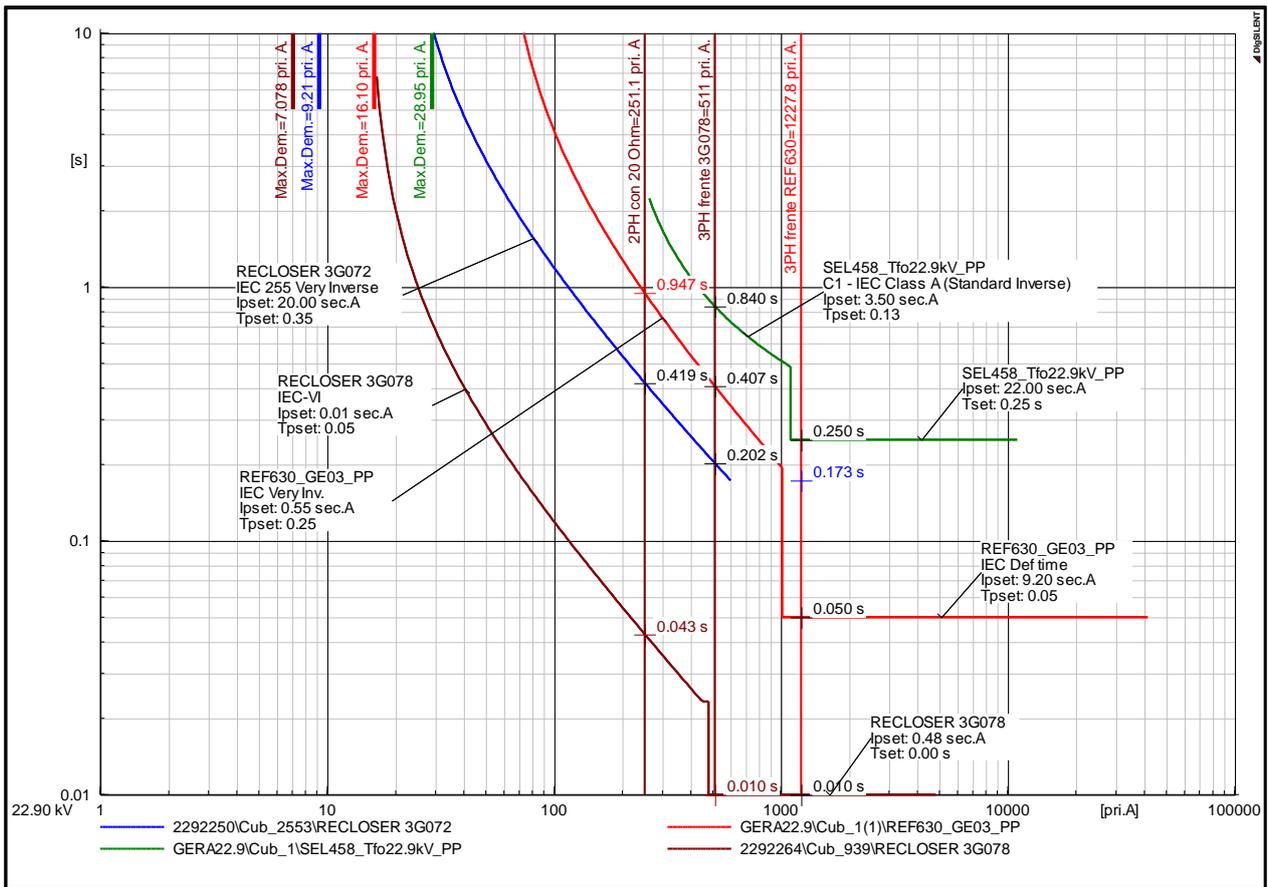
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto recloser 3G076 marca ENTEC EVRC2A- Ajustes Propuestos



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Simulación corriente de carga, falla 3PH máxima y 2PH con 20 Ohm extremo remoto respecto recloser 3G078 marca ENTEC EVRC2A- Ajustes Propuestos



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el resumen de ajustes para el alimentador GE-S03:

Tabla 16: Resumen Ajustes propuestos de Fases GE-S03

Relé Modelo	Ubic. Código	kV	TC	I>	curva	t>	I>>	t>>
SEL458	Barra22.9kV	22.9	600/1	3.50	IEC-classA (Estándar inverse)	0.13	22	0.25
REF630	AMT GE-S01	22.9	100/1	0.55	IEC-Normal Inv.	0.10	10	0.05
PCD200	3G072	22.9	600/1	20	IEC-Very Inv.	0.35	---	---
EVRC2A	3G076	22.9	1000/1	0.01	IEC-VI	0.10	0.48	0.00
EVRC2A	3G078	22.9	1000/1	0.01	IEC-VI	0.10	0.48	0.00
Fuse Protección	Medio Tramo	22.9			6k			

Fuente: Elaboración propia

En este alimentador tenemos la presencia de 04 seccionadores tipo cut- out implementados con fusibles.

Tabla 17: Seccionamientos AMT GE-S03

Código de Seccionamiento	Alimentador	Rat. Voltage	Frequency	Calibre Fusible
		kV	Hz	
2913633	GE_S03	27	60	S&C-140k
531325	GE_S03	27	60	S&C-140k
531330	GE_S03	27	60	S&C-140k
531335	GE_S03	27	60	S&C-140k

Fuente: Elaboración propia

Es recomendable que los fusibles de los seccionamientos en las troncales con más de 15 amperios de carga sean solo de maniobra y no de protección, para ello emplear fusibles igual a 200k. De la misma manera para redes donde el cortocircuito supere los 3kA se deben instalar seccionadores bajo carga o cuchillas solo de maniobra.

A continuación, se muestra las curvas tiempo corriente de los seccionamientos los seccionamientos **3006894** que encuentra en el trayecto de los recloser 3G072-3G076 y **528923** que se encuentra en el trayecto 3G072-3G078.

Figura 11: Simulación Curva tiempo corriente del seccionamiento 3006831, con falla 2PH con 20 ohm y 3PH Max para seccionamiento 3006894- Ajustes Propuestos

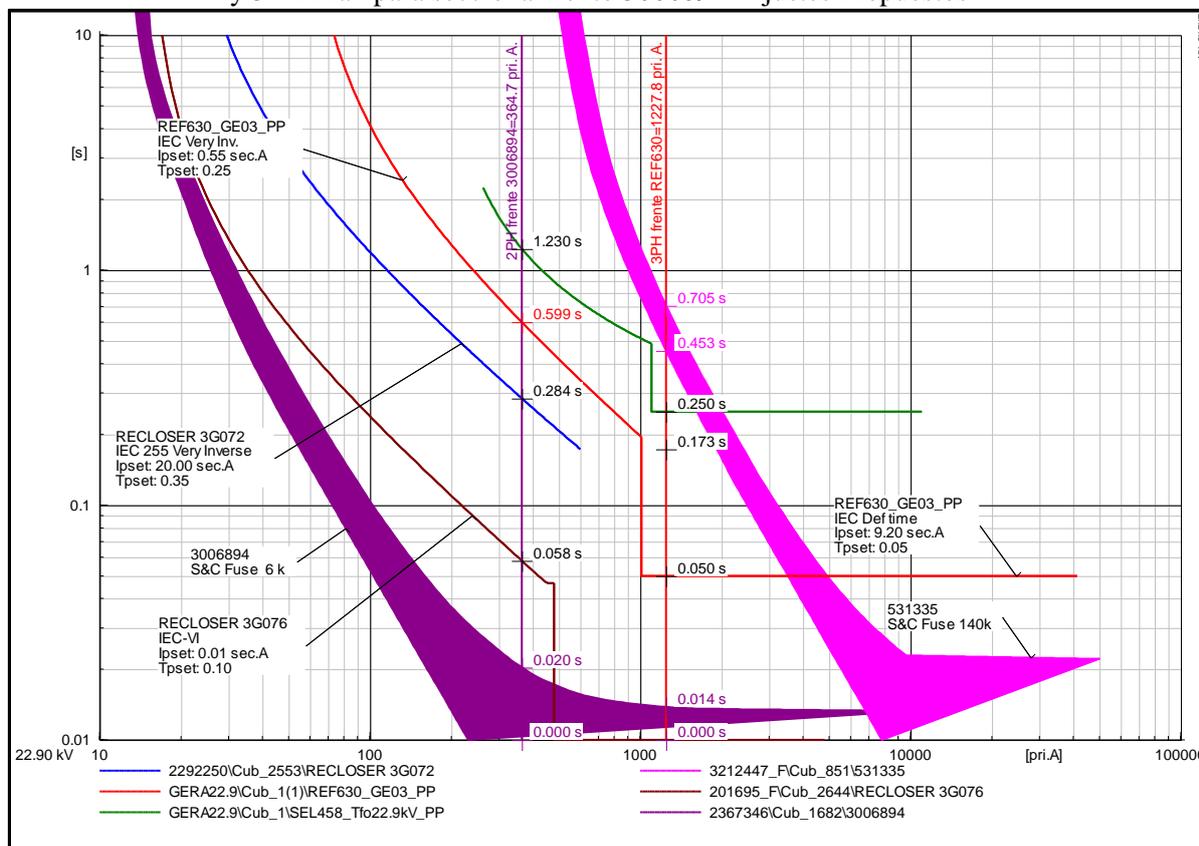
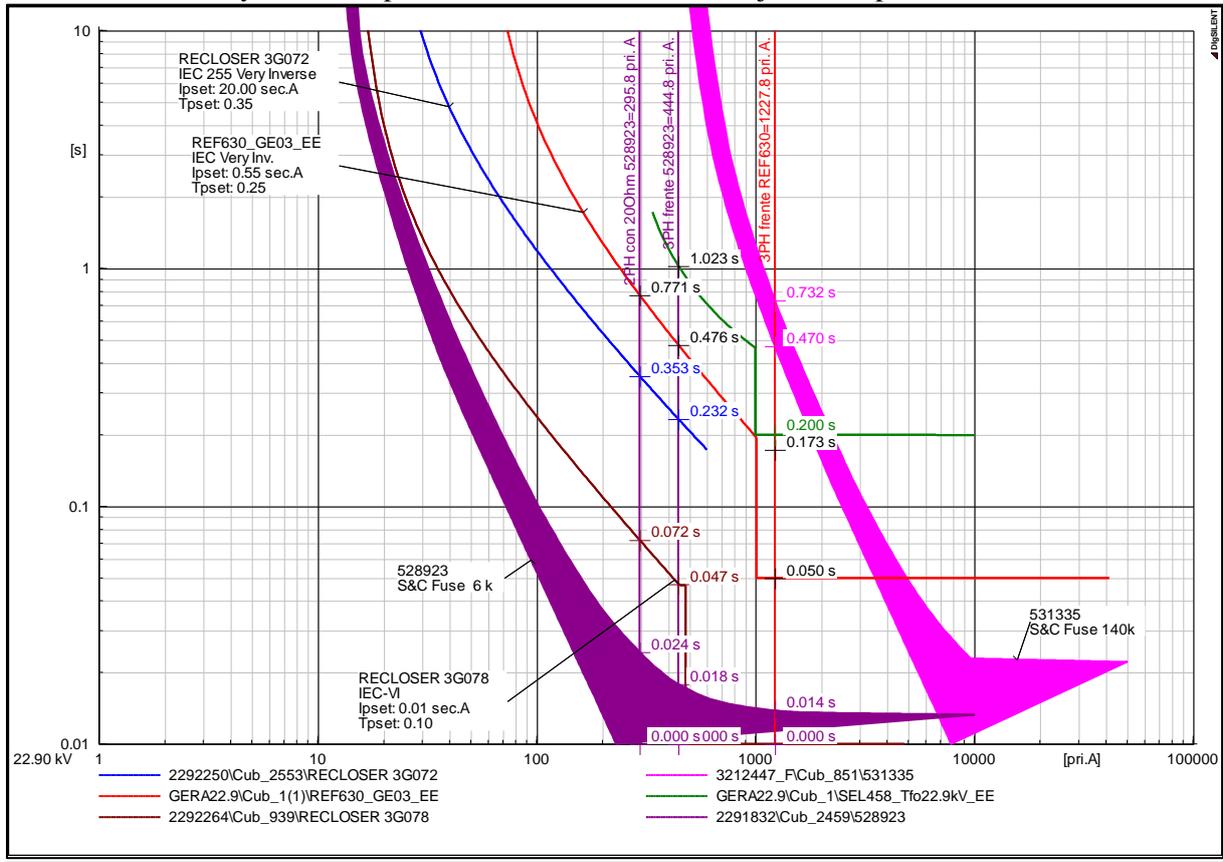


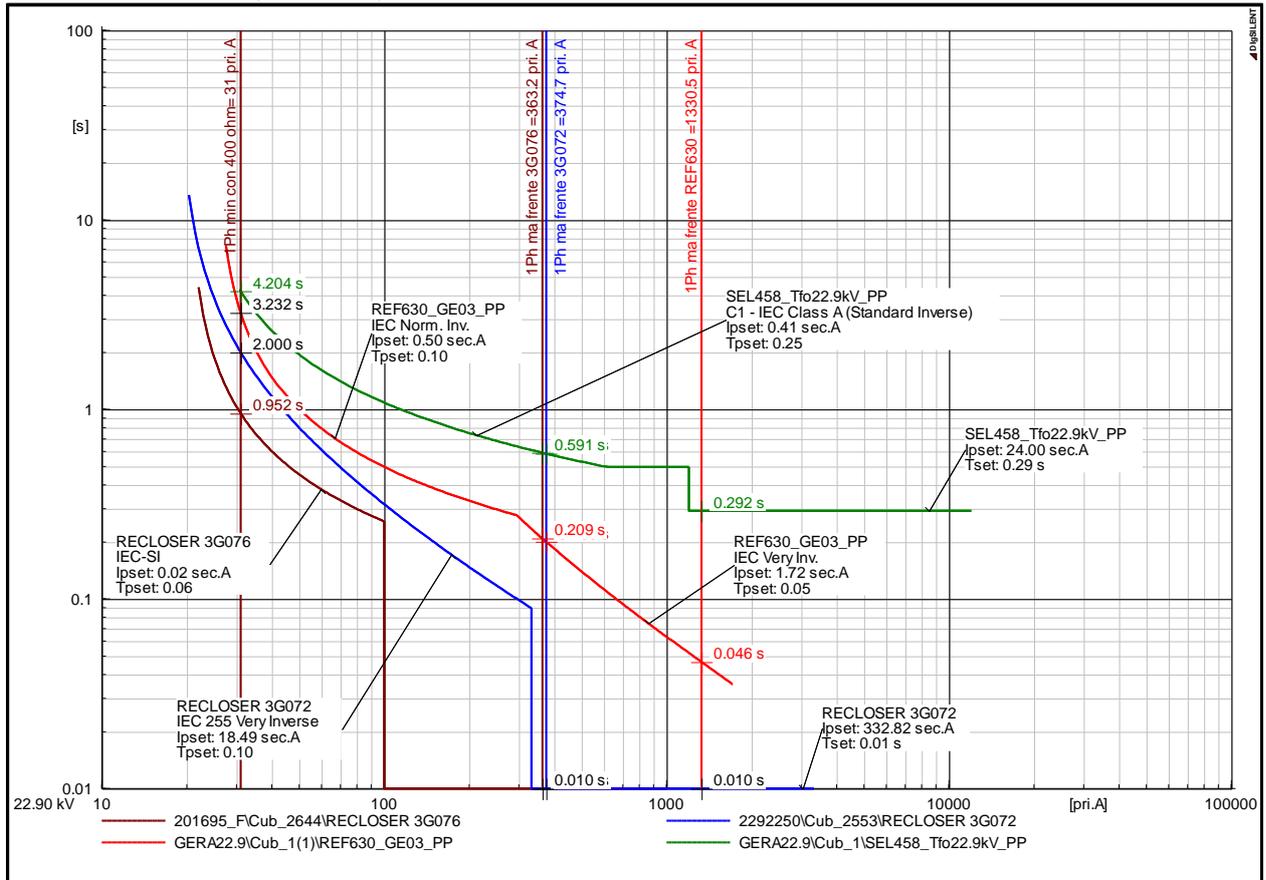
Figura 12: Simulación Curva tiempo corriente del seccionamiento 3006831, con falla 2PH con 20 ohm y 3PH Max para seccionamiento 528923- Ajustes Propuestos



3.3.3. Protección de Sobrecorriente de Tierra – 50N/51N

Se utilizaron los ajustes existentes de este alimentador para poder verificar la coordinación de protección ante fallas monofásicas francas y de alta impedancia. El alimentador GE_S03 tiene 3 recloser, PCD2000 y dos ENTEC EVRC2A a medio tramo, a continuación se muestra las curvas de coordinación:

Figura 13: Ajustes de tierra existentes del Alimentador GE-S03



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se evidencia que:

- Cuando se presente alguna avería monofásica máxima frente al Relé REF630 del alimentador, este despeja en 46 ms y el respaldo de la barra 22.9 kV lo hace en 292 ms, existiendo un margen de protección de 246 ms.
- Ante una falla monofásica máxima frente al recloser PCD2000 “3G072”, este despeja en 0.01 ms y el respaldo lo hace en 209 ms existiendo un margen de protección de 208 ms, por lo tanto se considera adecuado.

- Ante alguna avería monofásica con resistencia de falla de 400ohm en la SED 329135E, el Recloser EVRC2A despeja la falla en 0.952s, el recloser PCD2000 en 2s y el recloser REF630 en 3.232 rele SEL458 despeja la falla en 4.204 por lo que se considera adecuado.

A continuación, se presenta el resumen de ajustes para el GE-S03:

Tabla 18: Resumen ajustes propuestos de tierra GE-S03

Relé Modelo	Código.	kV	TC	Io>	Curva	to>	Io>>	to>>	I _{SEF}	t _{SEF}	Dir
SEL458	Barra22.9kV	22.9	600/1	41	IEC SI	0.25	24	0.29	--	--	--
REF630	AMT GE-S01	22.9	100/1	0.5	IEC NI	0.10	1.72	0.05	---	---	---
PCD2000	3G072	22.9	600/1	18.5	IEC VI	0.10	333	0.01	--	---	---
EVRC2A	3G076	22.9	1000/1	0.02	IEC VI	0.06	0.10	0.00	--	---	---
EVRC2A	3G078	22.9	1000/1	0.02	IEC-VI	0.06	0.10	0.00	--	---	---

Fuente: Elaboración propia

3.4. Descripción de resultados

Acorde a los objetivos de nuestro estudio, en la sección anterior se desarrolló una investigación para coordinar protecciones, para lo cual de manera previa se hizo los cálculos de flujo de carga y cortocircuito teniendo como punto de partida la información relevante como es el diagrama unifilar del alimentador. Posteriormente se presentaron las correcciones correspondientes a los mecanismos de resguardo del alimentador con la finalidad de mejorar su confiabilidad y disminuir las interrupciones del servicio con la consecuente disminución de los indicadores *SAIDI* y *SAIFI* que actualmente ocasionan pagos por compensación y malestar a los usuarios del servicio eléctrico.

En nuestra investigación, la misma que ha venido siendo aplicada desde el año pasado, se ha podido observar que es posible la reducción de los indicadores *SAIDI* y *SAIFI*. Lo anteriormente mencionado es demostrable y la finalidad de esta sección es demostrar a través del tiempo como han ido evolucionando dichos indicadores como producto de la adecuada ejecución de la coordinación de las protecciones del alimentador en estudio: *GE-S03*.

En las secciones 1.3.5 y 1.3.6 se hicieron definiciones de los indicadores *SAIDI* y *SAIFI*. El indicador *SAIDI* (siglas en inglés System Average Interruption Frequency Index que traducido al español significa Frecuencia Media de Interrupción por usuario en un periodo determinado) la cual estima las frecuencias de ocurrencia de las interrupciones en líneas eléctricas de redes eléctricas, cuando se presentan averías

en los componentes, manipuleos e indisponibilidades que perturban a la red eléctrica, dichas son particulares (sistema de protecciones, estructura de red, situación de las instalaciones) y externos (medioambiente y terceros). Dicho indicador se delimita con la siguiente fórmula:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i U_i}{N}$$

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.

Por otra parte, el indicador SAIFI (System Average Interruption Duration Index) es el tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario en marco temporal delimitado: Estima el periodo de la persistencia de la interrupción, se vincula con la localización de avería, con la intensidad de la falla y los recursos a disposición para la reposición como: la longitud de redes, medios de comunicación, materiales, vehículos, cuadrillas, y las vías de acceso, entre otros. Su definición se resume a la siguiente expresión:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N}$$

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.

Para el cálculo de los indicadores es necesario la determinación de las causas de interrupciones y su correspondiente clasificación, para lo cual se sigue lo indicado en la tabla mostrada en el Anexo G. En dicho anexo se muestra también el registro de interrupciones producidas para el período de análisis de nuestro estudio, en nuestro caso se trata del año 2018 y lo correspondiente a lo reportado del año 2019 (hasta el mes de marzo según Electro Oriente S.A.).

Las normas de referencia para el presente estudio son: La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, DS 020-1997EM (NTCSE), Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER) RD N° 016-2008-EM/DGE y Procedimiento “Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos”, aprobado con Resolución OSINERG N° 074-2004OS/CD. En dicha norma se fijan los valores límites de calidad de suministro los cuales se muestran a continuación:

Tabla 19: Valores límites de calidad de Suministro

Sector Típico	Valores límites	Indicadores	Tolerancia
2	Por usuario afectado (NTCSE)	N: N° de interrupciones por usuario y por semestre	8 /sem.
		D: Duración ponderada de las interrupciones por usuario y por semestre	13 horas/sem.
	Por sistema eléctrico	SAIFI: Frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	5 /año
		SAIDI: Duración promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	9 horas/año
3	Por usuario afectado (NTCSE)	N: N° de interrupciones por usuario y por semestre	8 /sem.
		D: Duración ponderada de las interrupciones por usuario y por semestre	13 horas/sem.
	Por sistema eléctrico	SAIFI: Frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	7/año
		SAIDI: Duración promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	12 horas/año
4, 5 y SER	Por usuario afectado (NTCSER)	NIC: N° de interrupciones promedio por cliente y por semestre	10 /sem.
		DIC: Duración ponderada acumulada de interrupciones promedio por cliente por semestre	25 y 40 horas/sem.
	Por sistema eléctrico	SAIFI: Frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	12 y 24/ año
		SAIDI: Duración promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico	16 y 40 horas/año

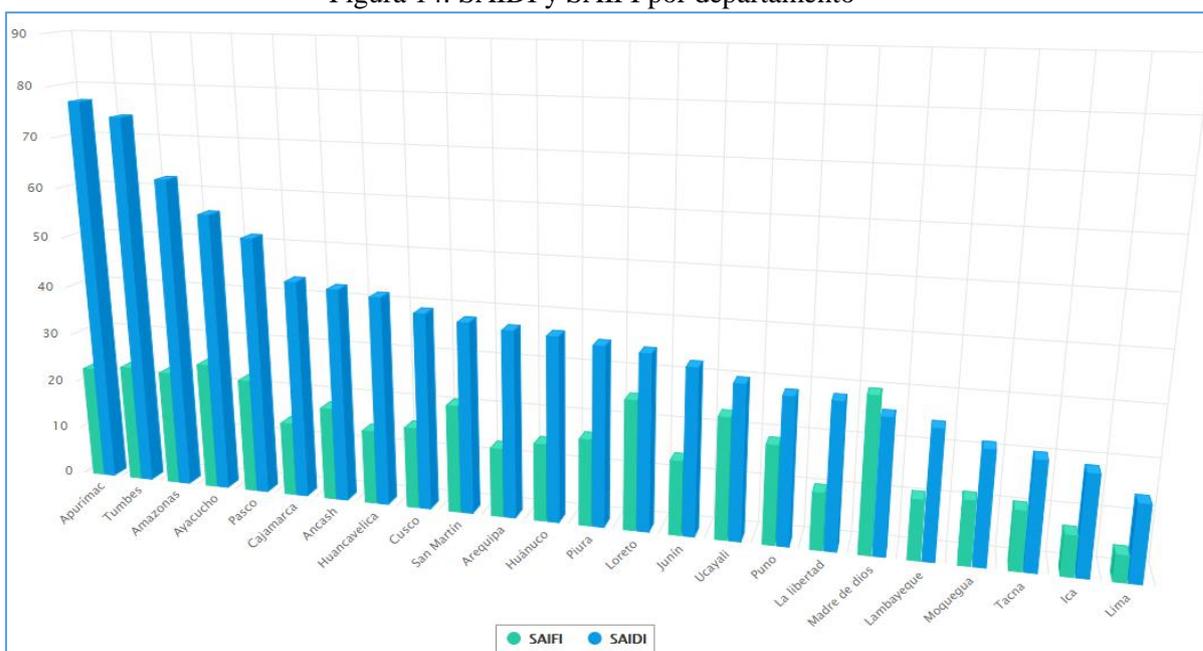
Fuente: Osinergmin

Para el caso de nuestro estudio, el alimentador *GE-S03* se encuentra clasificado dentro del sector de distribución típico 4, por lo que los indicadores de calidad de

suministro a considerar serán los que correspondan para la tabla anterior, es decir hasta un máximo de 12 para el SAIDI y 16 para el SAIFI.

De acuerdo a Osinergmin, a nivel del departamento de San Martín y para el año 2018 los indicadores SAIDI y SAIFI se encuentran en valores 38,49 y 21,72 ocupando el décimo lugar entre los departamentos de más alto índice como puede verse en la siguiente figura:

Figura 14: SAIDI y SAIFI por departamento



Fuente: Osinergmin

3.5. Análisis estadístico

3.5.1. Estado de indicadores SAIDI y SAIFI al año 2018

Utilizando la data proporcionada por la entidad Electro Oriente S.A. se pudo hacer la determinación de los indicadores para el año 2018 (último año reportado) del cual haremos su análisis de su evolución y las mejoras obtenidas al año actual en curso. Cabe destacar que la información obtenida no sólo corresponde al sistema eléctrico Gera sino de todo los que conforman a Elor San Martín, esta información nos fue de mucha utilidad puesto que nos proporcionó el diagnóstico del estado actual y futura comparativa con los sistemas eléctricos colindantes de la región.

El resumen de cálculo de los indicadores SAIDI y SAIFI obtenida de la información proporcionada por Electro Oriente S.A. es el que se muestra a continuación:

Tabla 20: SAIFI - SAIDI por instalación causante - San Martin

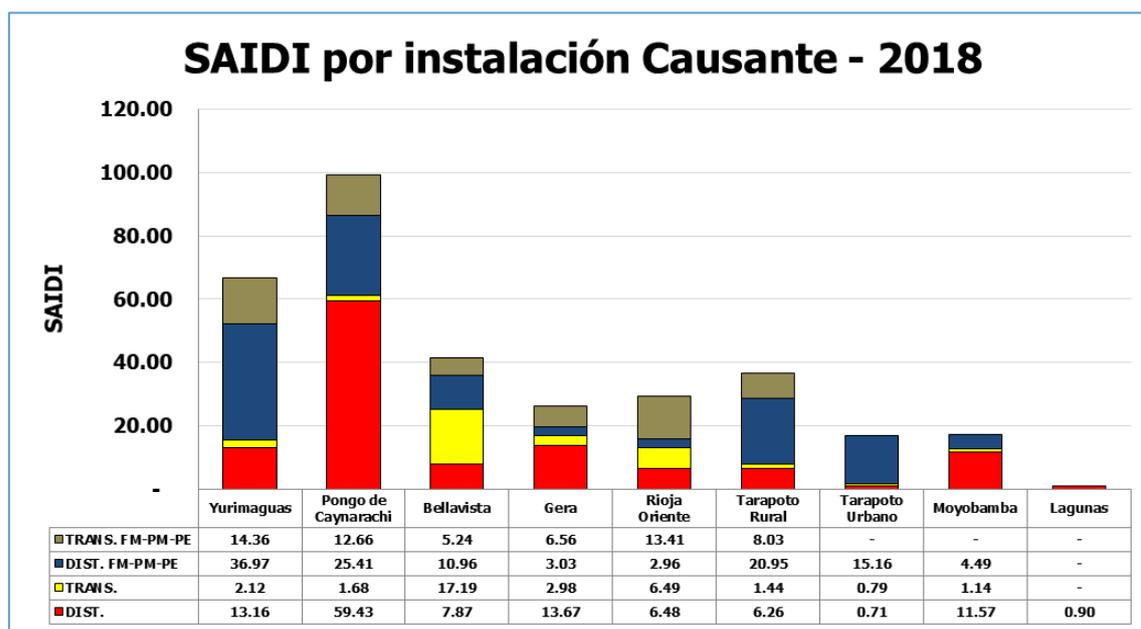
ELOR - SAN MARTIN	SAIFI Total Enero -Diciembre de 2018						SAIDI Total Enero -Diciembre de 2018						TOTAL	TOTAL
	SAIFI						SAIDI							
Sistema Eléctrico	DIST.	TRANS.	DIST. FM-PM-PE	TRANS. FM-PM-PE	SAIFI-D	SAIFI-T	DIST.	TRANS.	DIST. FM-PM-PE	TRANS. FM-PM-PE	SAIDI-D	SAIDI-T	SAIFI	SAIDI
Yurimaguas	11.13	9.52	12.17	4.25	23.31	13.77	13.16	2.12	36.97	14.36	50.13	16.48	37.07	66.61
Pongo de Caynarachi	10.93	7.08	6.29	3.81	17.22	10.89	59.43	1.68	25.41	12.66	84.85	14.34	28.11	99.18
Bellavista	4.98	9.65	3.37	1.53	8.35	11.17	7.87	17.19	10.96	5.24	18.83	22.43	19.52	41.25
Gera	11.12	4.96	0.99	1.10	12.11	6.06	13.67	2.98	3.03	6.56	16.70	9.54	18.17	26.25
Rioja Oriente	7.30	19.33	1.71	3.23	9.01	22.56	6.48	6.49	2.96	13.41	9.43	19.89	31.57	29.33
Tarapoto Rural	5.48	4.50	6.07	3.49	11.54	7.99	6.26	1.44	20.95	8.03	27.21	9.47	19.53	36.69
Tarapoto Urbano	1.56	4.21	3.81	-	5.36	4.21	0.71	0.79	15.16	-	15.87	0.79	9.57	16.67
Moyobamba	12.69	3.59	2.53	-	15.22	3.59	11.57	1.14	4.49	-	16.07	1.14	18.81	17.21
Lagunas	1.56	-	-	-	1.56	-	0.90	-	-	-	0.90	-	1.56	0.90

Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

Por otro lado, a continuación se muestra los resultados de los indicadores *SAIDI* y *SAIFI* por instalación causante en donde se puede observar que para nuestro caso de estudio, el sistema eléctrico Gera, el mayor porcentaje de los indicadores se dan en los sistemas de distribución de energía. La leyenda empleada en cada caso es la siguiente:

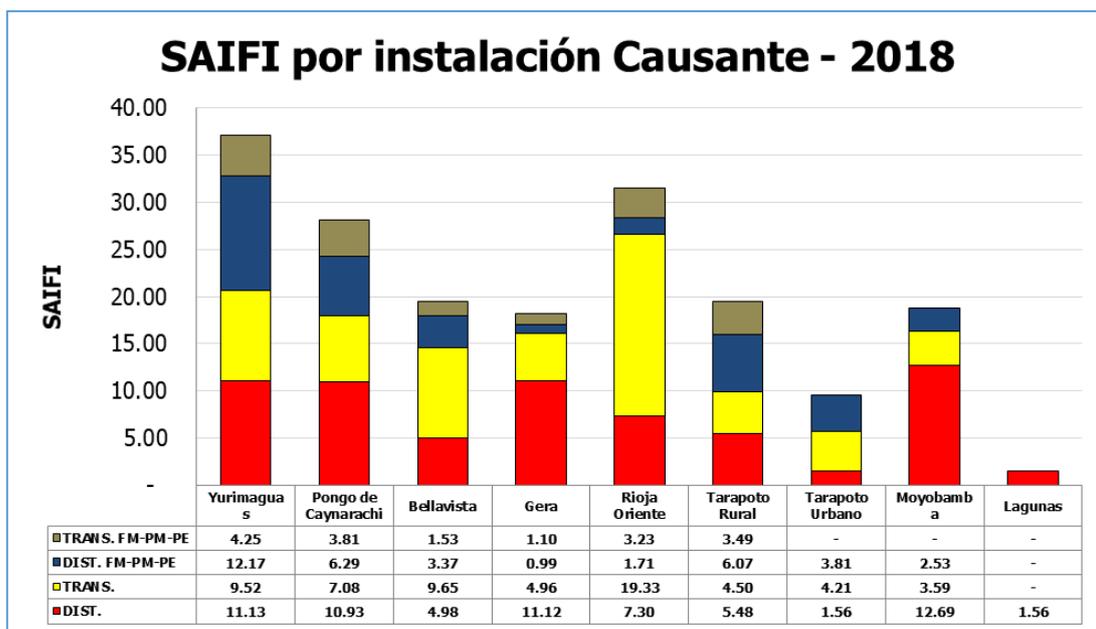
- DIST.* : Interrupción a nivel Distribución sin Fuerza Mayor.
DIST. FM-PM-PE : Interrupción a nivel Distribución con Fuerza Mayor, Expansión y Mantenimiento.
TRANS. : Interrupción a nivel Transmisión sin Fuerza Mayor
TRANS. FM-PM-PE : Interrupción a nivel Transmisión con Fuerza Mayor, Expansión y Mantenimiento

Figura 15: SAIDI por tipo de instalación causante para el año 2018



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

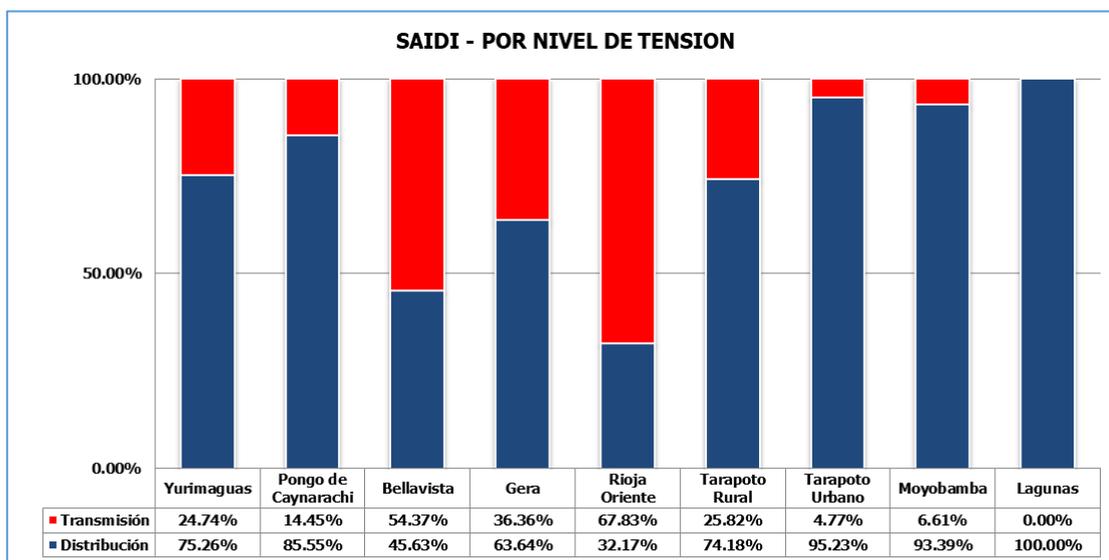
Figura 16: SAIFI por tipo de instalación causante para el año 2018



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

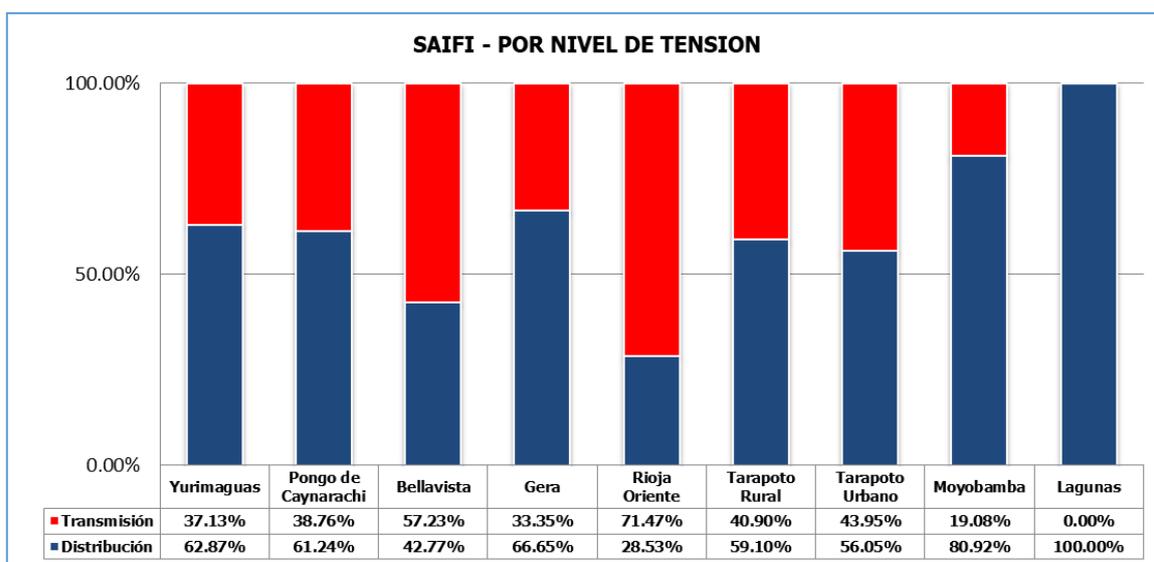
Otra clasificación hecha para los indicadores es teniendo en cuenta el nivel de tensión:

Figura 17: SAIDI por nivel de tensión para el año 2018



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

Figura 18: SAIFI por nivel de tensión para el año 2018



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

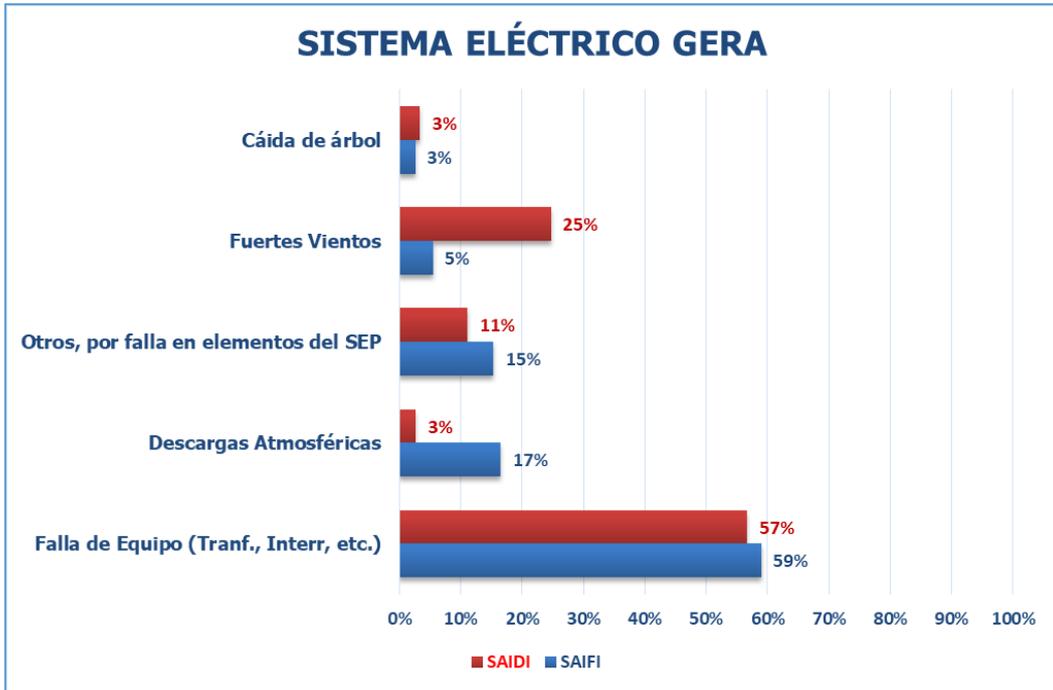
Es importante describir las causas más importantes de interrupciones que se presentan en el sistema eléctrico, a continuación, se muestran de acuerdo al análisis efectuado, en donde se puede observar que las mayores causales de interrupciones son por averías en los mecanismos de protección (con 57% y 59% para el SAIDI y SAIFI respectivamente). En la tabla siguiente se muestra lo indicado y en la figura siguiente se presenta la representación de barras respectiva.

Tabla 21: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones

SISTEMA ELÉCTRICO	SAIFI	SAIDI
4. GERA	11.12	13.67
Falla de Equipo (Tranf., Interr, etc.)	6.55	7.74
Descargas Atmosféricas	1.83	0.37
Otros, por falla en elementos del SEP	1.70	1.52
Fuertes Vientos	0.61	3.38
Cáida de árbol	0.29	0.45

Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

Figura 19: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

3.5.2. Mejora de indicadores SAIDI y SAIFI a la actualidad

A continuación, se muestra los indicadores de acuerdo a la información disponible hasta el mes de marzo de donde se puede observar que hasta esa fecha son valores nulos los correspondientes a transmisión, esto debido principalmente a la implementación gradual de las recomendaciones del estudio de coordinación de protecciones.

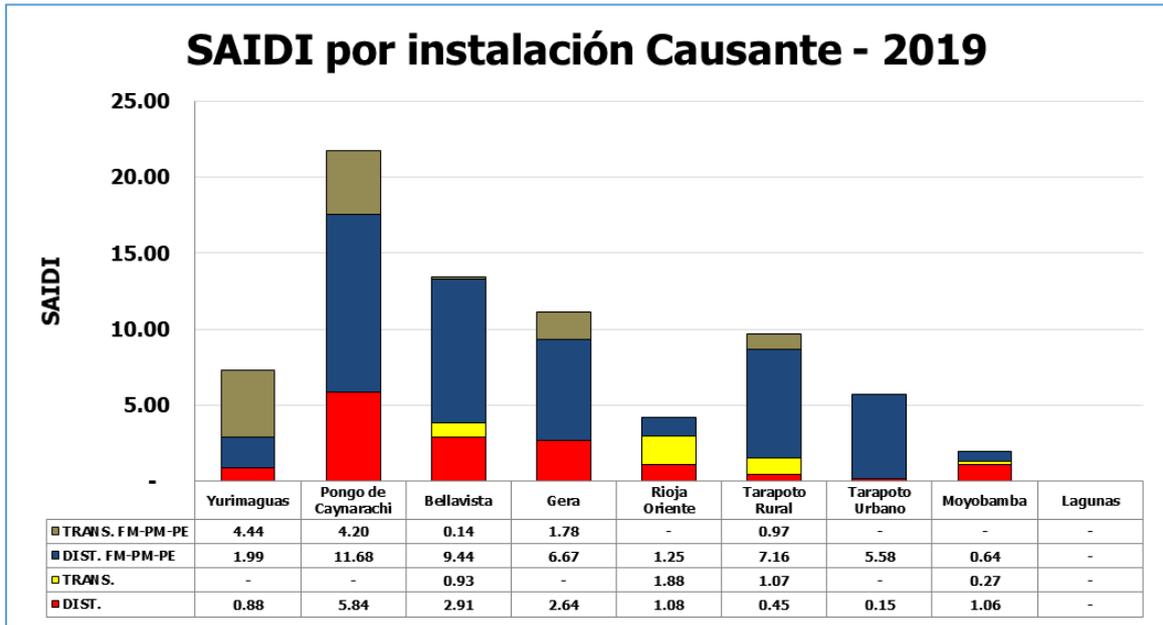
Tabla 22: SAIFI - SAIDI por instalación causante - San Martín Año 2019 (hasta marzo)

ELOR - SAN MARTIN	SAIFI Total Hasta Marzo del 2019						SAIDI Total Hasta Marzo del 2019						TOTAL	TOTAL
	SAIFI						SAIDI							
Sistema Eléctrico	DIST.	TRANS.	DIST. FM-PM-PE	TRANS. FM-PM-PE	SAIFI-D	SAIFI-T	DIST.	TRANS.	DIST. FM-PM-PE	TRANS. FM-PM-PE	SAIDI-D	SAIDI-T	SAIFI	SAIDI
Yurimaguas	0.80	-	1.10	2.00	1.90	2.00	0.88	-	1.99	4.44	2.87	4.44	3.90	7.31
Pongo de Caynarachi	4.43	-	1.57	2.00	6.00	2.00	5.84	-	11.68	4.20	17.51	4.20	8.00	21.71
Bellavista	2.77	0.96	1.16	0.04	3.94	0.99	2.91	0.93	9.44	0.14	12.35	1.07	4.93	13.42
Gera	3.96	-	1.09	1.00	5.05	1.00	2.64	-	6.67	1.78	9.31	1.78	6.05	11.09
Rioja Oriente	1.05	3.21	0.82	-	1.87	3.21	1.08	1.88	1.25	-	2.32	1.88	5.08	4.20
Tarapoto Rural	0.68	1.00	1.10	1.00	1.78	2.00	0.45	1.07	7.16	0.97	7.61	2.05	3.78	9.66
Tarapoto Urbano	0.28	-	1.27	-	1.55	-	0.15	-	5.58	-	5.73	-	1.55	5.73
Moyobamba	1.28	0.70	0.51	-	1.79	0.70	1.06	0.27	0.64	-	1.70	0.27	2.48	1.97
Lagunas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

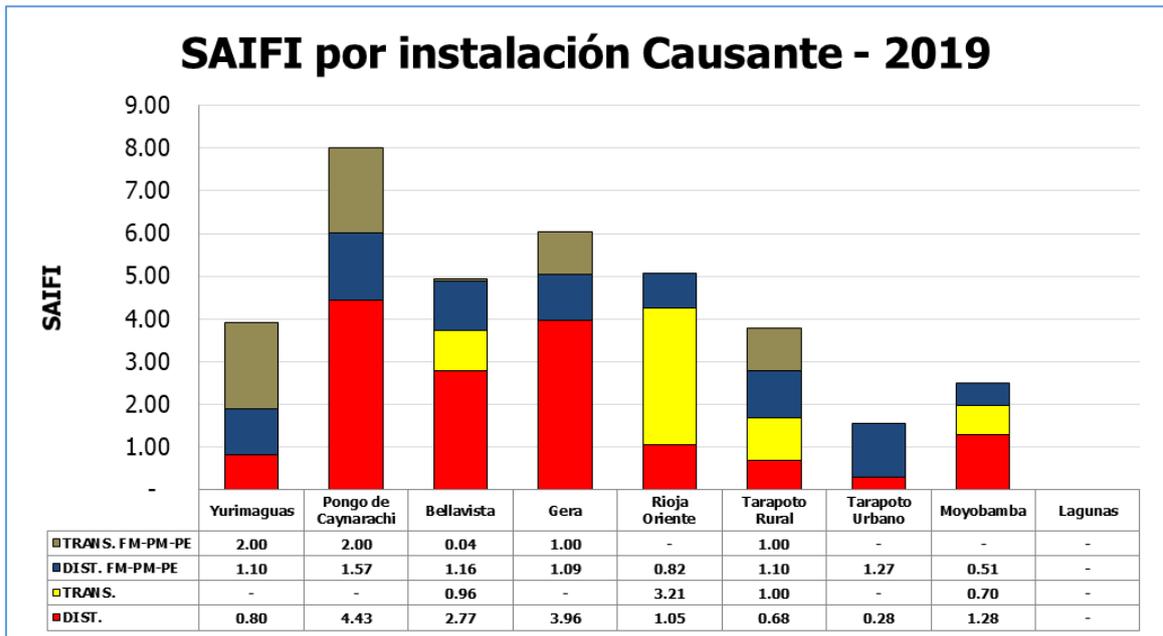
Similares resultados se muestran para las siguientes figuras, respecto a las instalaciones causantes de dichos indicadores, puesto que como se observa no hay valores que demuestren presencia de interrupciones en los sistemas de transmisión. Situación que es más notoria para el indicador SAIFI donde a comparación de otros sistemas, donde la participación del componente de transmisión es considerablemente influyente (como el de Rioja), es nulo.

Figura 20: SAIDI por tipo de instalación causante para el año 2019



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

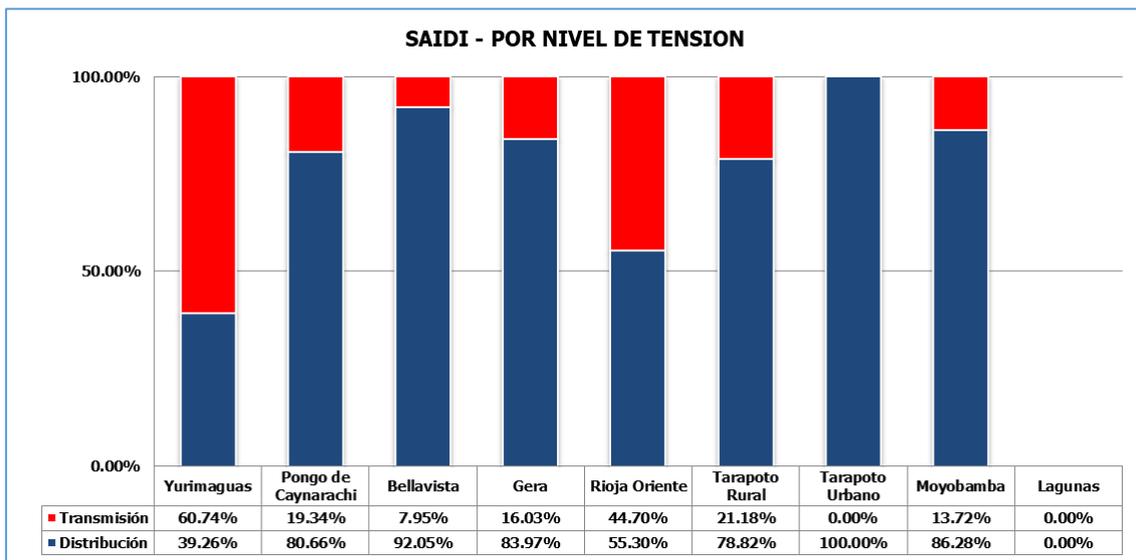
Figura 21: SAIFI por tipo de instalación causante para el año 2019



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

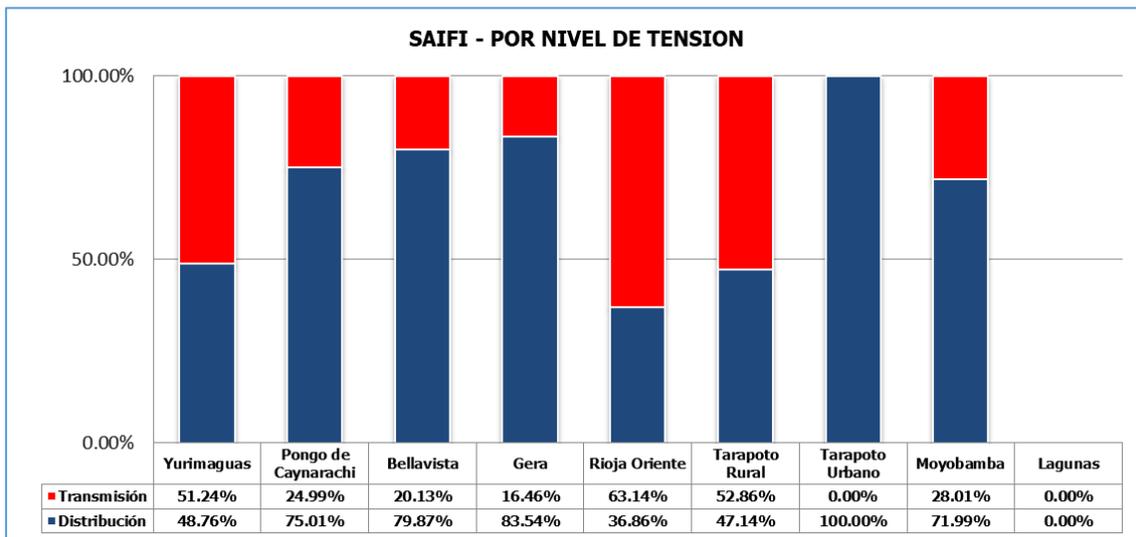
En la siguiente figura se puede apreciar la considerable reducción en proporción de los indicadores SAIDI y SAIFI para el sistema de transmisión, lo cual estaría demostrando la correcta aplicación de los estudios de coordinación de protecciones para el sistema eléctrico Gera.

Figura 22: SAIDI por nivel de tensión para el año 2019



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

Figura 23: SAIFI por nivel de tensión para el año 2019



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

En la Tabla 22 se pudo observar que las mayores causales de interrupciones para el año 2018 son por averías en los mecanismos de protección (con 57% y 59% para el SAIDI y SAIFI respectivamente). En la siguiente tabla se puede

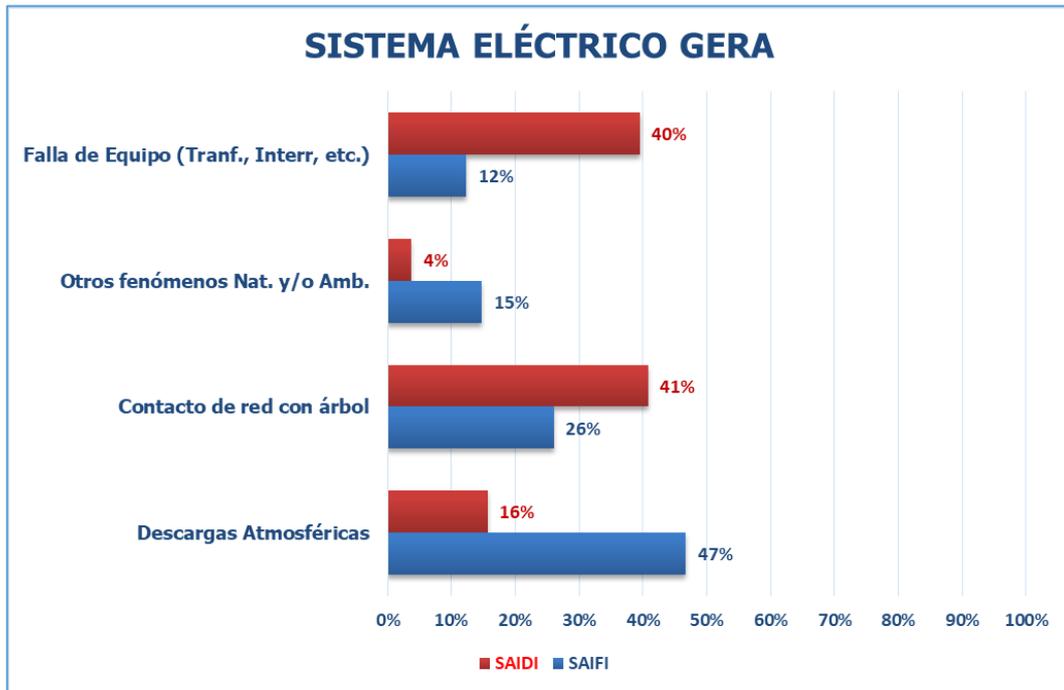
notar que en lo que va del año se han minimizado drásticamente (hasta el punto de desaparecer) las interrupciones causadas por fallas en sistemas de protección.

Tabla 23: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones – Año 2019

SISTEMA ELÉCTRICO	SAIFI	SAIDI
4. GERA	3.96	2.64
Descargas Atmosféricas	1.85	0.41
Contacto de red con árbol	1.03	1.08
Otros fenómenos Nat. y/o Amb.	0.58	0.10
Falla de Equipo (Tranf., Interr, etc.)	0.49	1.04

Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

Figura 24: SAIFI - SAIDI por causas de interrupciones – Año 2019



Fuente: Elaboración propia – Electro Oriente S.A.

3.6. Interpretación estadística

De acuerdo a los objetivo planteado en el presente estudio puede observar, la data proporcionada, correspondiente al año 2018 y parte del 2019 sirvió para efectuar nuestro análisis y poder determinar la influencia de la correcta aplicación del estudio de coordinación de protecciones al alimentador, la cual cómo se puede ver, tiene un buen impacto hasta la fecha disminuyendo los indicadores SAIDI y SAIFI (en lo que corresponde a los ocasionados por causa directamente relacionada a la oportuna y coordinada actuación de los sistemas de protección del alimentador). Lo dicho anteriormente se demuestra en las tablas y figuras presentadas en la sección anterior, en donde se puede apreciar que se han reducido los componentes de los indicadores en las Líneas de transmisión (hasta la fecha son nulos), esto también se puede notar en la Tabla 24 en donde se aprecia que en lo que va del año se han minimizado drásticamente (hasta el punto de desaparecer) las interrupciones causadas por fallas en sistemas de protección.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se realizó el estudio de coordinación de protecciones del alimentador Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. para lo cual se hizo en primer lugar el flujo de carga y el cálculo de cortocircuito para posteriormente verificar los sistemas de protección y su correcta ubicación. Para llegar a ese objetivo se verificó la selección de fusibles, la protección de sobrecorriente de fases - 50P/51P, la protección de sobrecorriente de Tierra – 50N/51N para finalmente plantear los ajustes necesarios de protecciones en el alimentador y analizar el impacto en la mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI.

Utilizando la data proporcionada por la empresa Electro Oriente S.A. se pudo hacer la determinación de los indicadores para el año 2018 (último año reportado) del cual hicimos un análisis de su evolución y las mejoras obtenidas al año actual en curso. Cabe destacar que la información obtenida no sólo corresponde al sistema eléctrico Gera sino de todo los que conforman a Elor San Martín, esta información nos fue de mucha utilidad puesto que nos permitió conocer la situación actual y futura comparativa con los sistemas eléctricos colindantes de la región.

Por otra parte se presentó el resumen de cálculo de los indicadores SAIDI Y SAIFI obtenida de la información proporcionada por Electro Oriente S.A. en donde se puede observar su elevado favor ocasionando pagos de compensaciones a los usuarios y posibles pagos de multas impuestas por el Osinergmin³, sin dejar de mencionar el impacto y malestar ocasionado en los clientes del servicio.

Otro aspecto comparativo a resaltar es la marcada diferencia que se muestra, entre las figuras 15 y 16 con las correspondientes 20 y 21, en donde se aprecia la desaparición (al menos en lo que va del año) la reducción de las interrupciones en transmisión lo que conllevaría a la reducción de los indicadores.

Lo dicho anteriormente se demuestra en las tablas y figuras presentadas en la sección anterior, en donde se puede apreciar que se han reducido los componentes de los indicadores en las Líneas de transmisión (hasta la fecha son nulos), esto también se puede notar en la Tabla 24 en donde se aprecia que en lo que va del año

³ El Osinergmin – Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Es una institución pública adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros del Perú y está encargada de supervisar que las empresas eléctricas, las de combustibles y las de régimen general de minería del Perú cumplan las normas legales de las actividades que desarrollan.

se han minimizado drásticamente (hasta el punto de desaparecer) las interrupciones causadas por fallas en sistemas de protección.

De acuerdo a los trabajos previos CHANATASIG⁴, Luis efectuó estudios de Coordinación de Protecciones de los Alimentadores Primarios a 13,8 kV de la SE Pujilí para la empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi mejorando la confiabilidad de las redes de distribución de la mencionada empresa distribuidora de energía eléctrica, en este caso no se verificó la influencia en algún tipo de indicador. Por otra parte CRUZ, Carlos⁵; en su tesis denominada Diseño de la Coordinación del Sistema de Protecciones Eléctricas en los Alimentadores Interconectados Urbanos de la EERSA también desarrolla metodología de estudio de coordinaciones en los alimentadores mencionados obteniéndose una mejora en la confiabilidad de los mismos, dicho autor determinó mejoras en los indicadores. De lo anterior se puede concluir que el presente trabajo de investigación ha ahondado más allá de no sólo mejorar la confiabilidad del suministro de energía a los usuarios del alimentador GE-S03 sino que también se ha podido observar mejoras de indicadores SAIDI y SAIFI, importantes para las empresas eléctricas, redundando en la minimización de pagos de compensación a los usuarios por interrupciones debidas a fallas en el sistema eléctrico.

⁴ CHANATASIG, Luis. Coordinación de protecciones de los alimentadores primarios a 13,8kV de la S/E Pujilí para la empresa eléctrica provincial Cotopaxi. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2016.

⁵ CRUZ, Carlos. Diseño de la coordinación del sistema de protecciones eléctricas en los alimentadores interconectados urbanos de la EERSA. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2015.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio que se ha seguido en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó la influencia de la aplicación de una adecuada coordinación de protecciones en la disminución de los indicadores de calidad SAIDI y SAIFI obteniéndose resultados satisfactorios a tal punto de disminuir totalmente, en lo que va a la fecha, dichos indicadores ocasionados por fallas en sistemas de protección.
2. Se realizó el cálculo de cortocircuito como punto de partida para el estudio de coordinaciones y posteriormente ver su influencia en la disminución de los indicadores SAIDI y SAIFI.
3. Se planteó una ubicación óptima de Reconectores (Reclosers) para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.
4. Se efectuó la coordinación tiempo – corriente de los dispositivos de protección para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del Alimentador MT GER-S03 de la Empresa de Servicio Público de Electricidad Electro Oriente S.A.
5. Para efectuar la coordinación de protecciones del alimentador GE-S03 se verificó la selección de fusibles, la protección de sobrecorriente de fases - 50P/51P, la protección de sobrecorriente de Tierra – 50N/51N para finalmente plantear los ajustes necesarios de protecciones en el alimentador y analizar el impacto en la mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI.

6. De los resultados de flujo de carga en operación normal, se puede observar que no existe problemas de caída de tensión en el alimentador GE-S03.
7. El transformador de la S.E. GERA se recomienda despachar con tensión de consigna 1.024 pu.
8. En el cuadro de análisis de Capacidad de ruptura de interruptores se puede observar que no habrá problema con la capacidad de ruptura de los interruptores de potencia. Además se aprecia que, para el alimentador en estudio, el máximo cortocircuito en el extremo remoto es menor a 1kA.
9. En el cuadro de análisis de Nivel de Saturación y daño térmico se observa que ningún transformador de corriente sufrirá daño térmico, pero si se saturan para la corriente de cortocircuito máximo en el alimentador GE-S03.
10. Se ha cumplido con efectuar los estudios necesarios para revisar la coordinación del sistema de protección para garantizar la selectividad de los mismos en salvaguarda de la calidad y seguridad del sistema. El Estudio incluye el análisis para la protección mediante relés mostrando las características de corriente nominal, corriente inrush, corriente de carga fría y curva daño térmico para Transformadores de Distribución en 22.9kV.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio que se ha seguido en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes recomendaciones:

1. En las troncales donde las corrientes superan los 15A se recomienda usar los seccionamientos solo como de maniobra con fusibles de 200k.
2. Se recomienda que los fusibles de los seccionamientos sobre la troncal y próximos al relé de cabecera sean solo de maniobra para ello se propuso emplear fusibles de 200k, y en tramos donde las corrientes de cortocircuito superen los 3kA se emplee seccionadores bajo carga (SBC). Para corrientes máximas en el extremo menores a 1kA se utilizó fusibles de coordinación.
3. Como se observó las secuencias y márgenes de protección en los sistemas eléctricos analizados; en muchos casos presentan deficiencias. Por esto se recomienda implementar los ajustes propuestos para cada equipo de protección.
4. Los ajustes propuestos, garantizan la selectividad de las protecciones, por lo que se recomienda su implementación. El esquema de protecciones que se plantea (ajustes, criterios, etc.) debe implementarse en forma integral, es decir, en todos los equipos de protección donde se recomienda cambio de ajustes, solo de esta manera se garantiza una buena coordinación.
5. Se recomienda la culminación de los ajustes y ubicación correcta de los sistemas de protección en el alimentador y el seguimiento de la evolución de los indicadores SAIDI y SAIFI.

6. Se recomienda la realización del presente estudio en los demás alimentadores de la empresa con propósitos de verificar su influencia en los mismos y las mejoras que pueda obtenerse.

REFERENCIAS

- ARANEDA, Claudio y RUIZ, Ezio. *Estudio de coordinación de protecciones eléctricas línea 2 planta cementera*. (Tesis de grado). Universidad Concepción, Chile, 2015.
- CHANATASIG, Luis. *Coordinación de protecciones de los alimentadores primarios a 13,8kV de la S/E Pujilí para la empresa eléctrica provincial Cotopaxi*. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2016.
- CRUZ, Carlos. *Diseño de la coordinación del sistema de protecciones eléctricas en los alimentadores interconectados urbanos de la EERSA*. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2015.
- ESPINOZA, Miguel, GOMEZ, Magno, VILCAPOMA, Wilmer. *Pruebas Eléctricas como factor de ajuste en la coordinación de protecciones, caso: Red MT 20kV – Metro de Lima*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Callao, Perú, 2016.
- HERRERA, Mike. *Estudio de coordinación de protecciones para mejorar la selectividad en el alimentador de media tensión TSU-016 de Hidrandina S.A., La Libertad 2015*. (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Perú, 2015.
- KERSTING, William. *Distribution System Modeling and Analysis*. New York: CRC Press, 2002. 314 pp.
ISBN 0-8493-0812-7
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, DS 020-1997EM (NTCSE)
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER) RD N° 016-2008-EM/DGE
- Procedimiento “Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos”, aprobado con Resolución OSINERG N° 074-2004OS/CD.
- RAMIREZ, Samuel. *Redes de Distribución de Energía*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2009. 846 pp.

ROQUE, Iván. *Protección y coordinación del sistema eléctrico rural de media tensión en 22,9kV, para mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica del distrito de Ichuña – Provincia General Sánchez Cerro – Región Moquegua, Año 2016.* (Tesis de grado). Universidad José Carlos Mariátegui, Perú, 2018.

Schneider Electric (Julio 2015). Ficha de producto 32950. Compact NS630H – MA–500 A – 3.

VICA, Miguel y QUISIYUPANQUI, Jhon. *Estudio de coordinación de protecciones en la subestación de Dolorespata acorde a la nueva topología en alta y media tensión para el año 2018.* (Tesis de grado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú, 2015.

ANEXOS

Diagrama unifilar de Medición Ge-S03

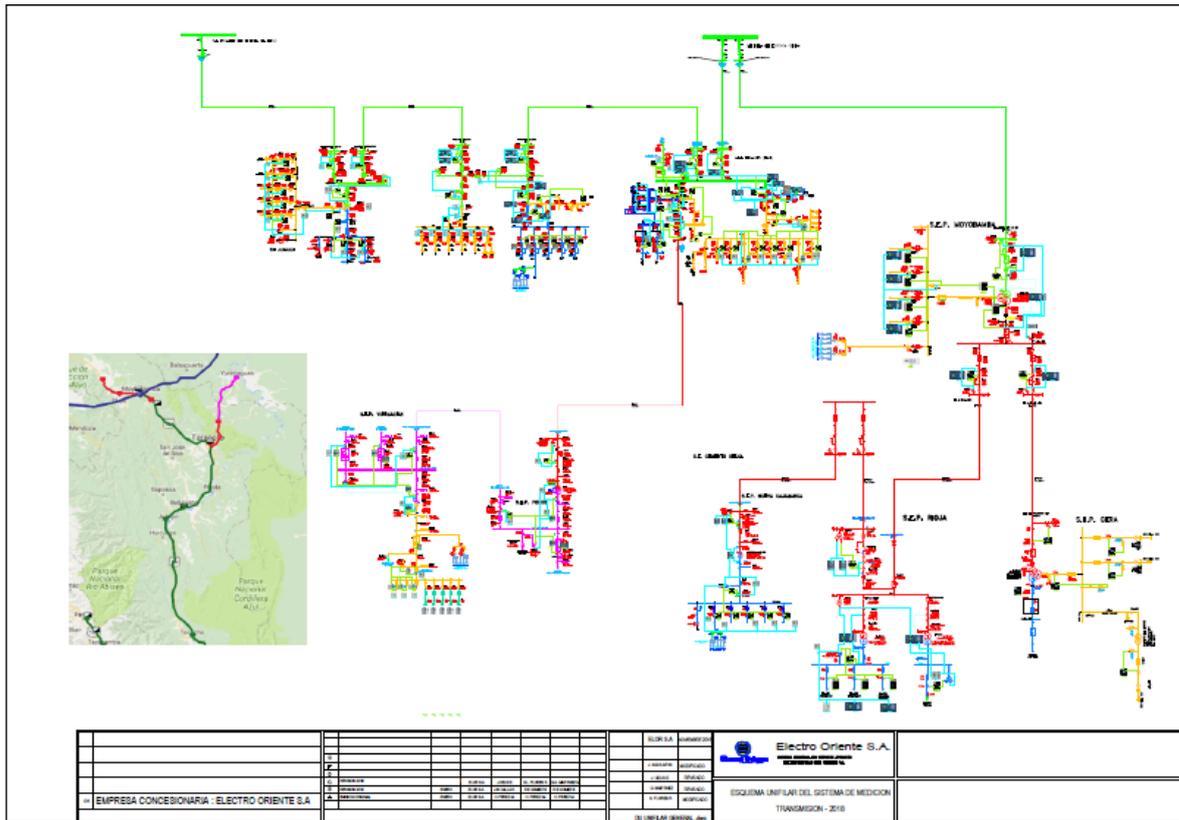
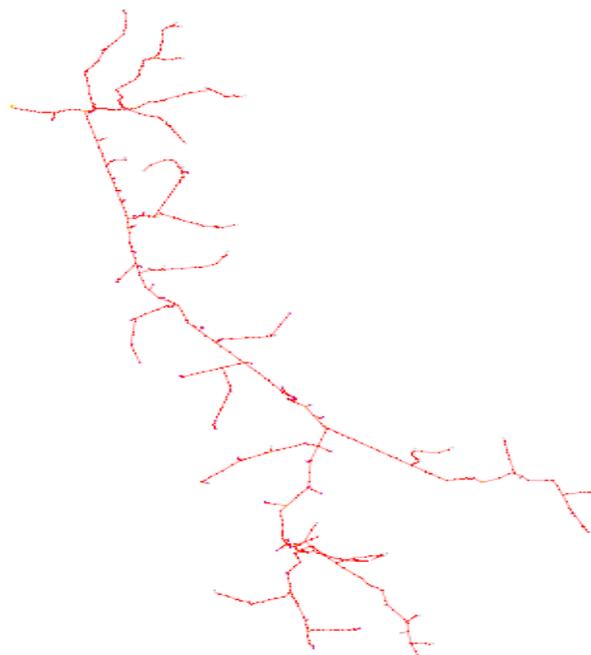
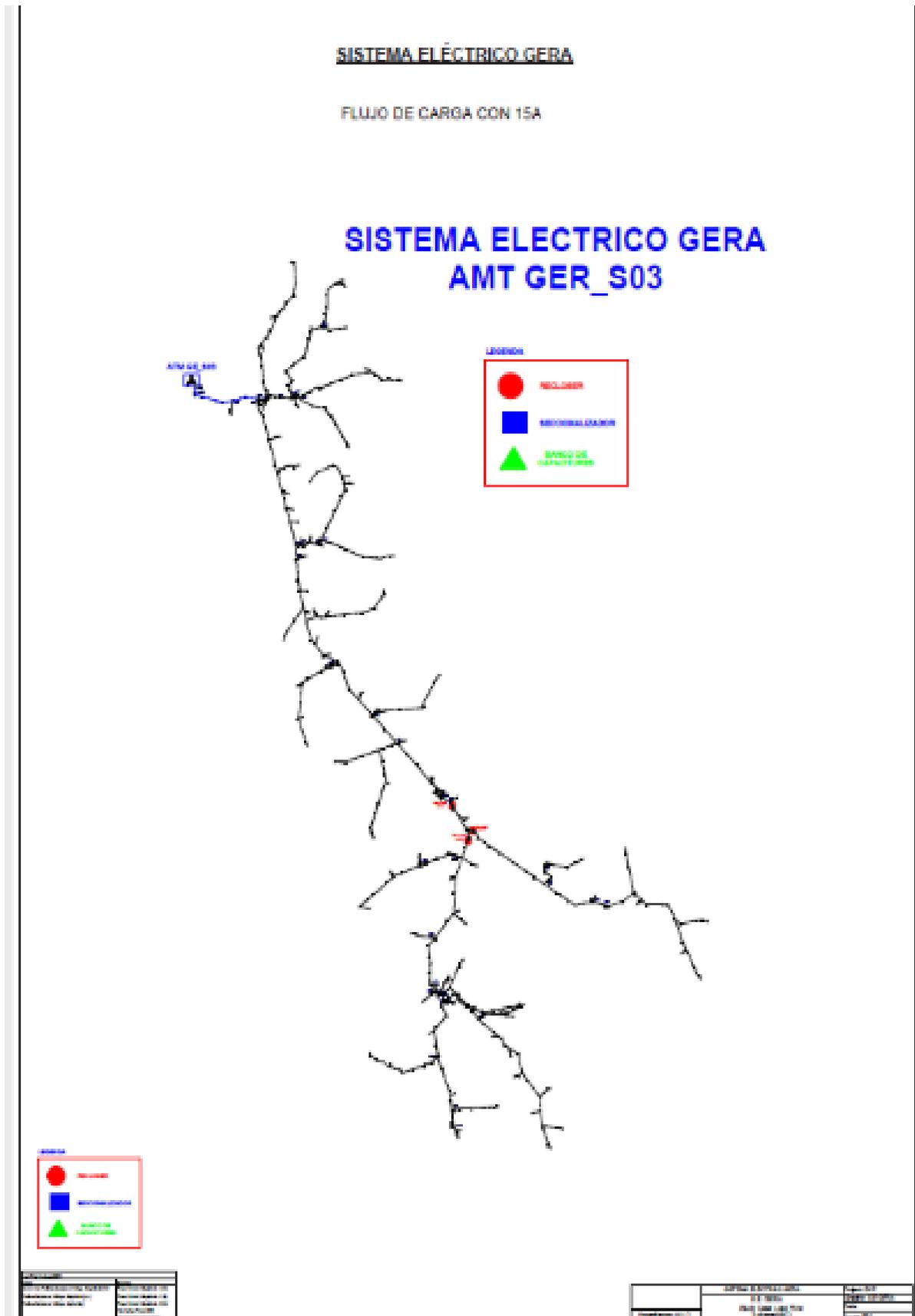


Diagrama unifilar Ge-S03



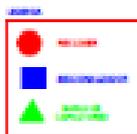
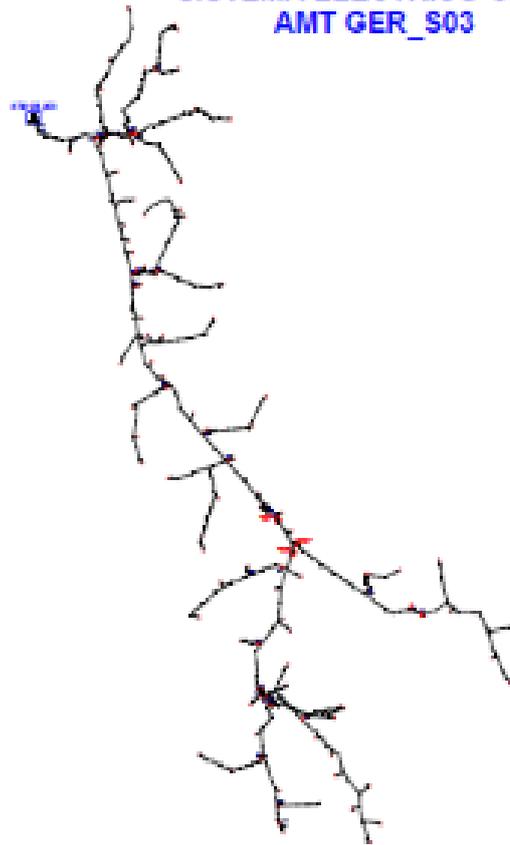
ANEXO B : Flujo de carga del alimentador.



SISTEMA ELÉCTRICO GERA

FLUJO DE CARGA MÁXIMA DEMANDA

SISTEMA ELÉCTRICO GERA AMT GER_S03



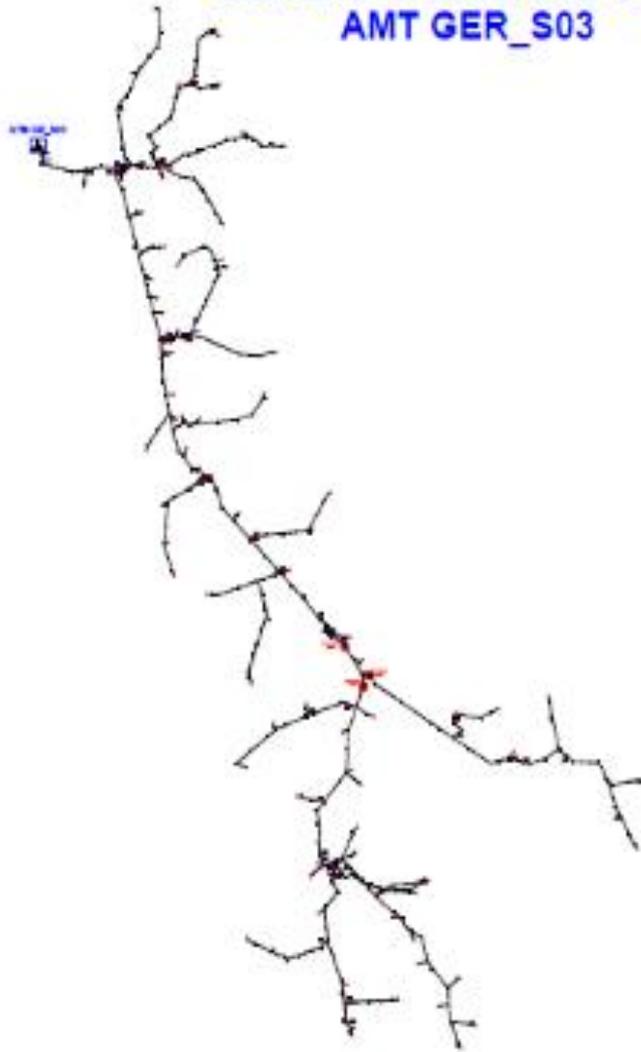
PROYECTO	ESTACION DE TRANSFORMACION
CLIENTE	COMUNIDAD AUTONOMA DE VIZCAYA
FECHA	15/05/2017

PROYECTO	ESTACION DE TRANSFORMACION	FECHA
CLIENTE	COMUNIDAD AUTONOMA DE VIZCAYA	15/05/2017
FECHA	15/05/2017	

SISTEMA ELÉCTRICO GERA

FLUJO DE CARGA MINIMA DEMANDA

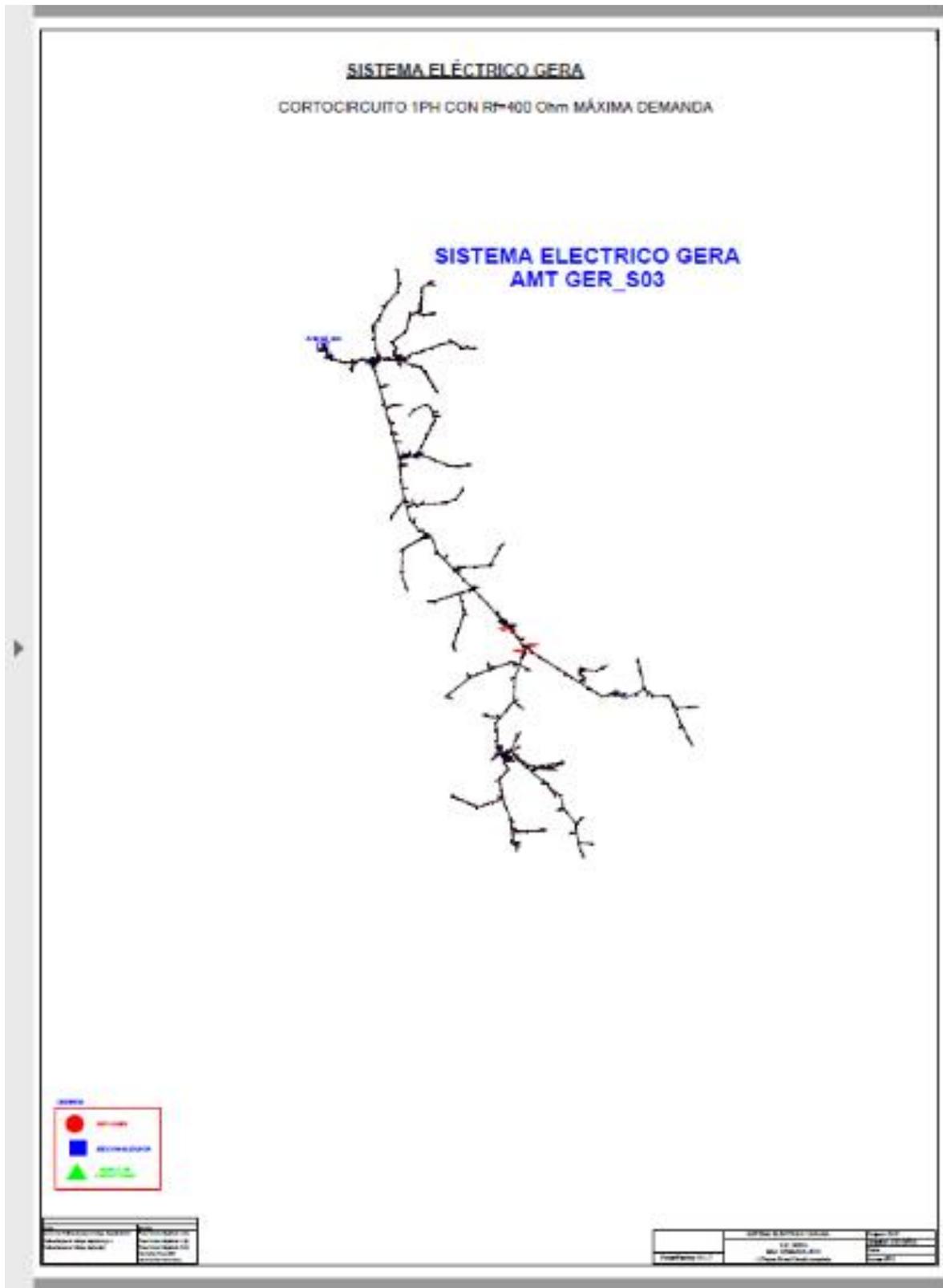
**SISTEMA ELECTRICO GERA
AMT GER_S03**



PROYECTO	FECHA
REVISOR	FECHA
APROBADO	FECHA

ESPECIFICACIONES	FECHA
REVISOR	FECHA
APROBADO	FECHA

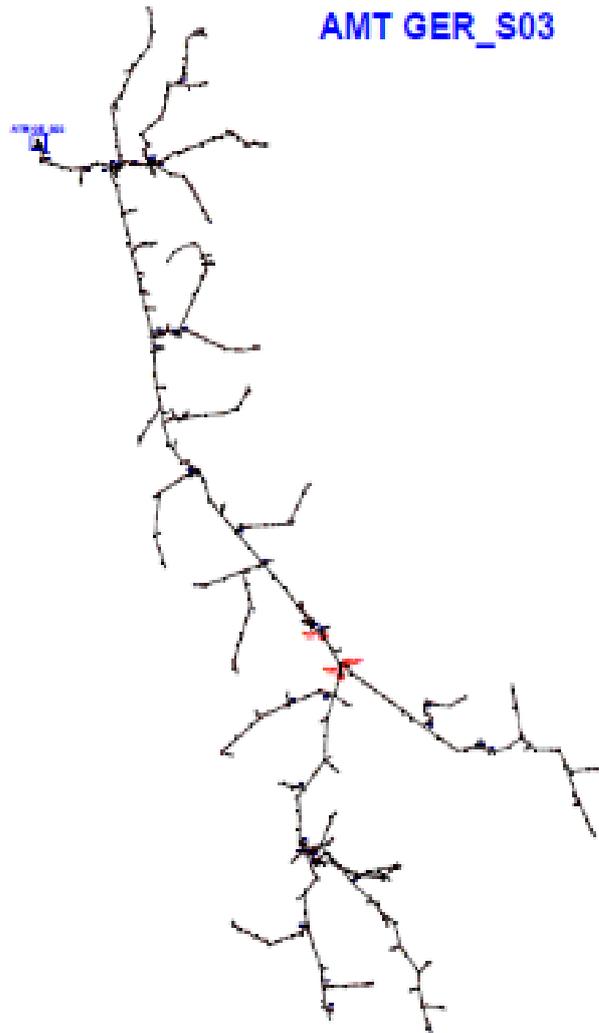
ANEXO C : Análisis de cortocircuito.



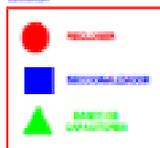
SISTEMA ELÉCTRICO GERA

CORTOCIRCUITO 1PH SIN RF MÁXIMA DEMANDA

**SISTEMA ELECTRICO GERA
AMT GER_S03**



LEYENDA



PROYECTO	AMT GER_S03
FECHA	15/05/2017
ELABORADO POR	...
REVISADO POR	...
APROBADO POR	...

PROYECTO	AMT GER_S03
FECHA	15/05/2017
ELABORADO POR	...
REVISADO POR	...
APROBADO POR	...

SISTEMA ELÉCTRICO YARADA

CORTOCIRCUITO 2PH CON R=20 Ohm MÁXIMA DEMANDA

SISTEMA ELECTRICO GERA AMT GER_S03



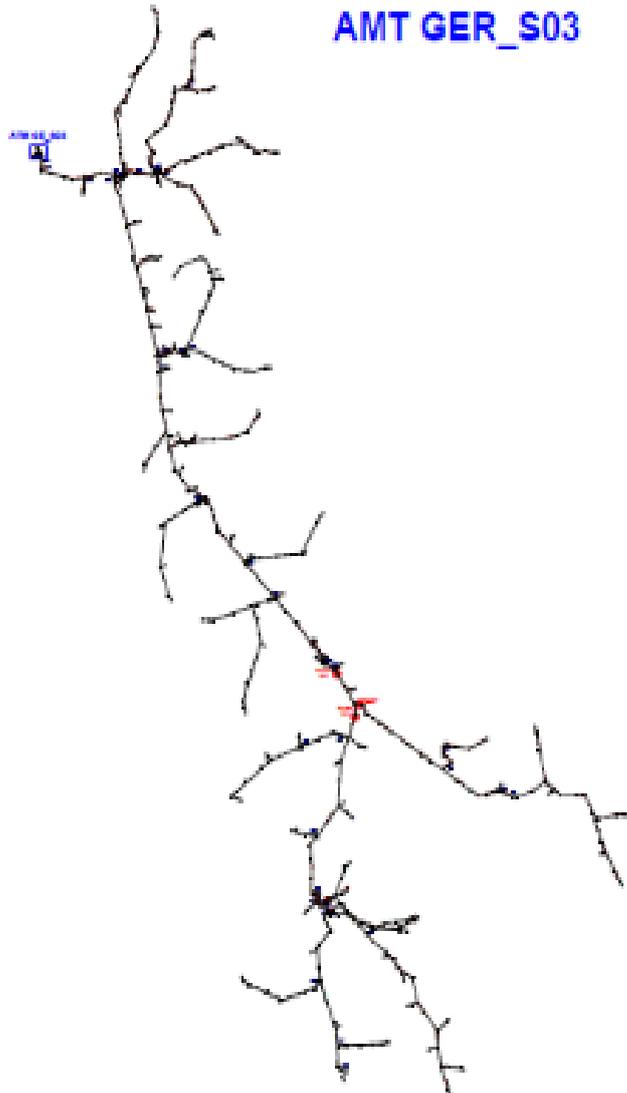
PROYECTO	YARADA
FECHA	15/05/2011
ELABORADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
REVISADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
APROBADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA

COMPANIA	COMPAÑIA ELÉCTRICA DEL ECUADOR	PROYECTO	YARADA
CLIENTE	EL ECUADOR	FECHA	15/05/2011
PROYECTO	YARADA	ELABORADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
		REVISADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
		APROBADO POR	ING. JUAN CARLOS GARCIA

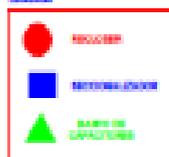
SISTEMA ELÉCTRICO GERA

CORTOCIRCUITO 3PH MÁXIMA DEMANDA

**SISTEMA ELECTRICO GERA
AMT GER_S03**



LEYENDA



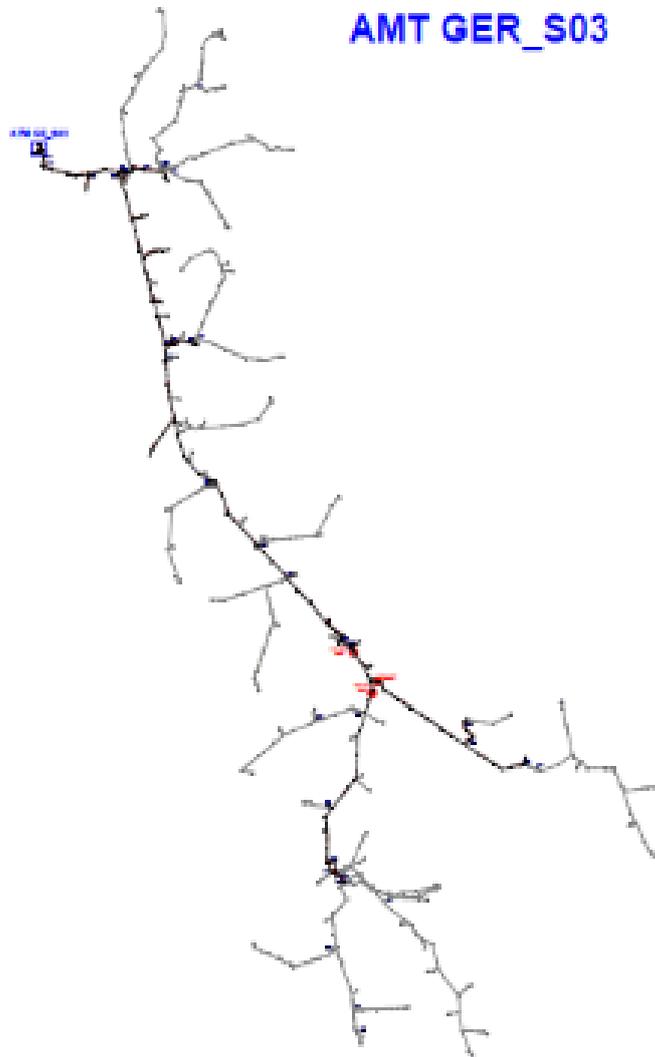
PROYECTO	
CLIENTE	
FECHA DE ELABORACION	
FECHA DE ACTUALIZACION	
FECHA DE REVISION	

FECHA DE ELABORACION		
FECHA DE ACTUALIZACION		
FECHA DE REVISION		

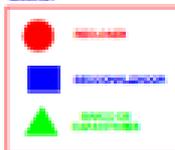
SISTEMA ELÉCTRICO GERA

CORTOCIRCUITO 3PH MÁXIMA DEMANDA

**SISTEMA ELECTRICO GERA
AMT GER_S03**

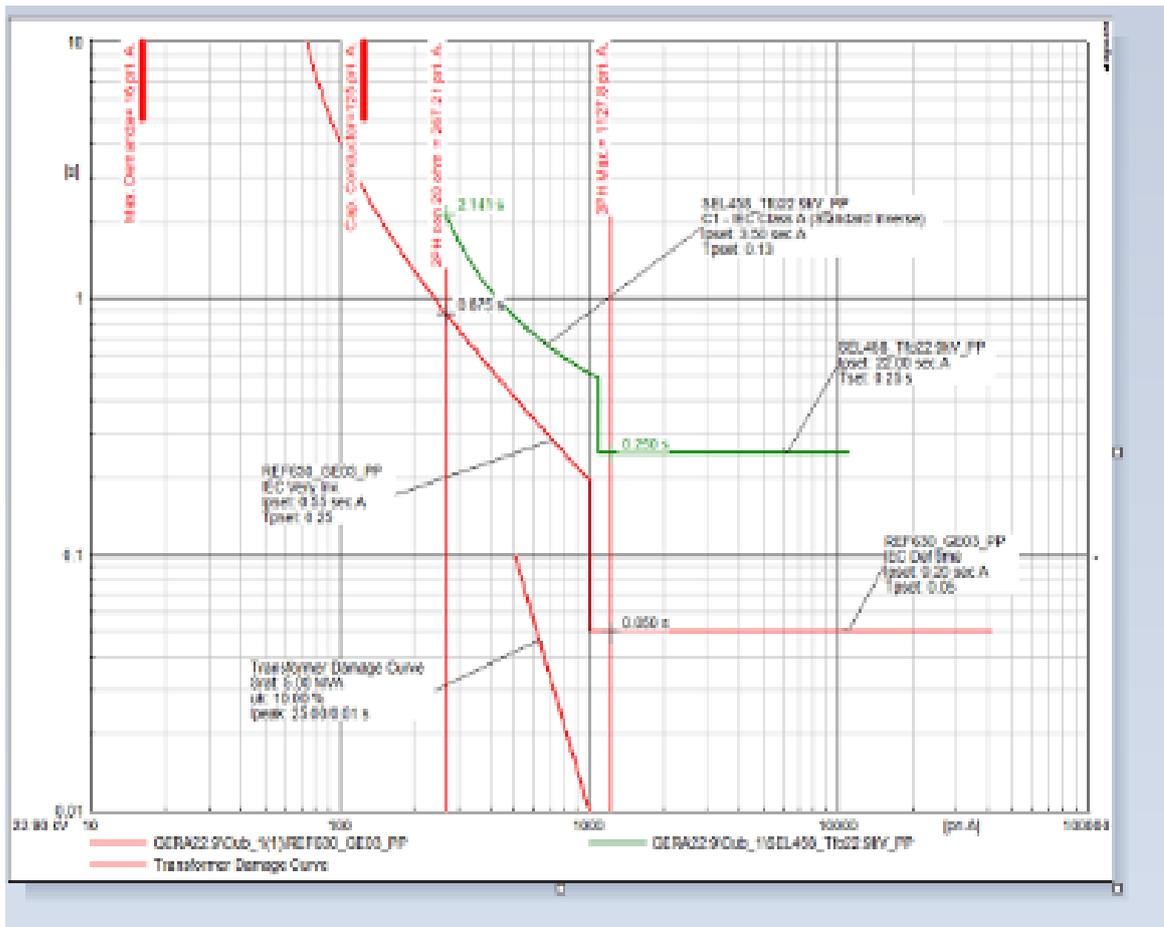


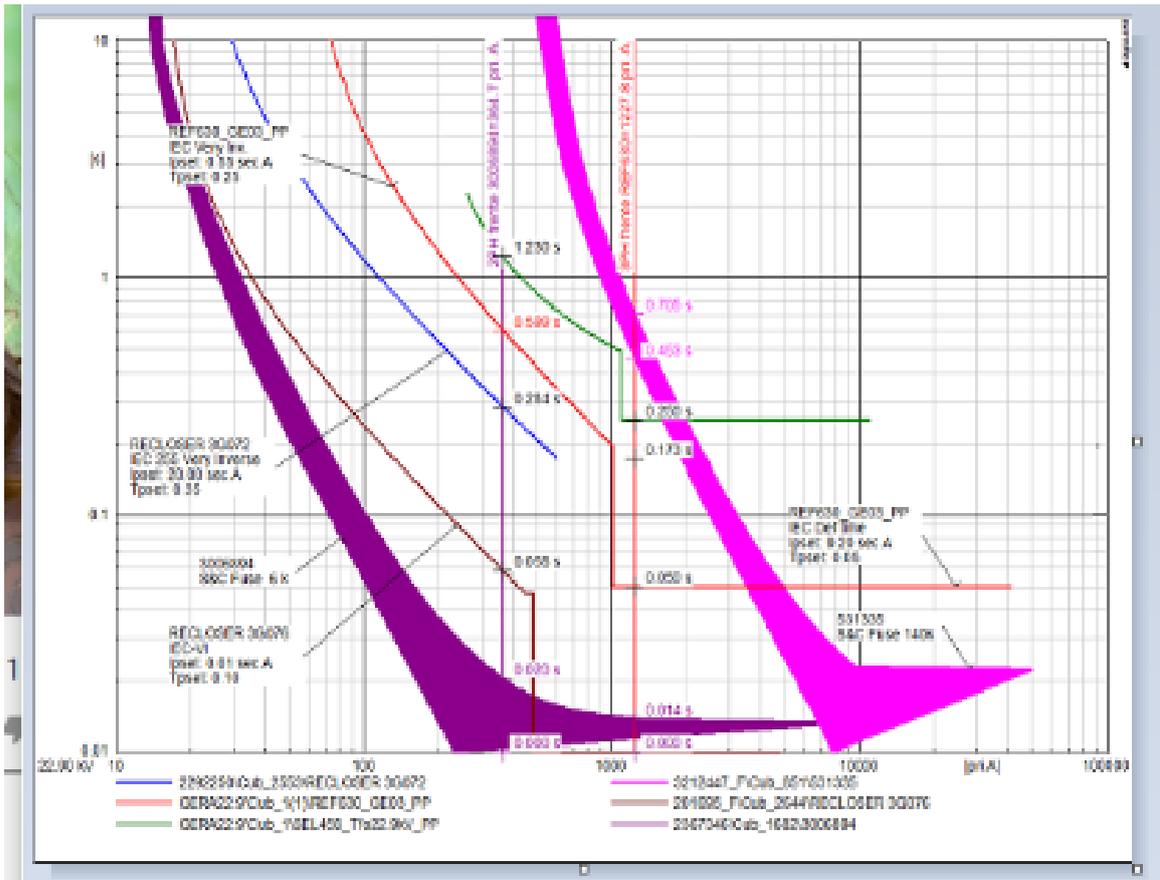
LEYENDA

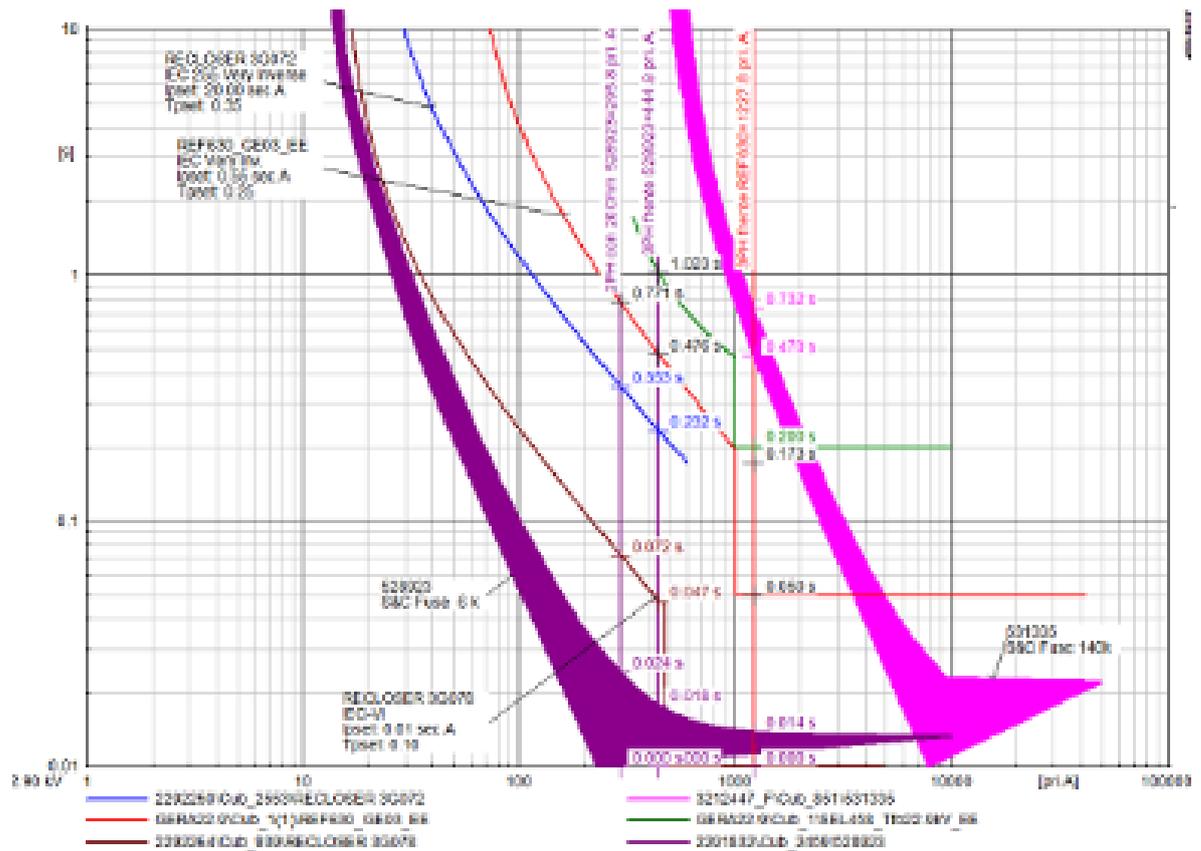


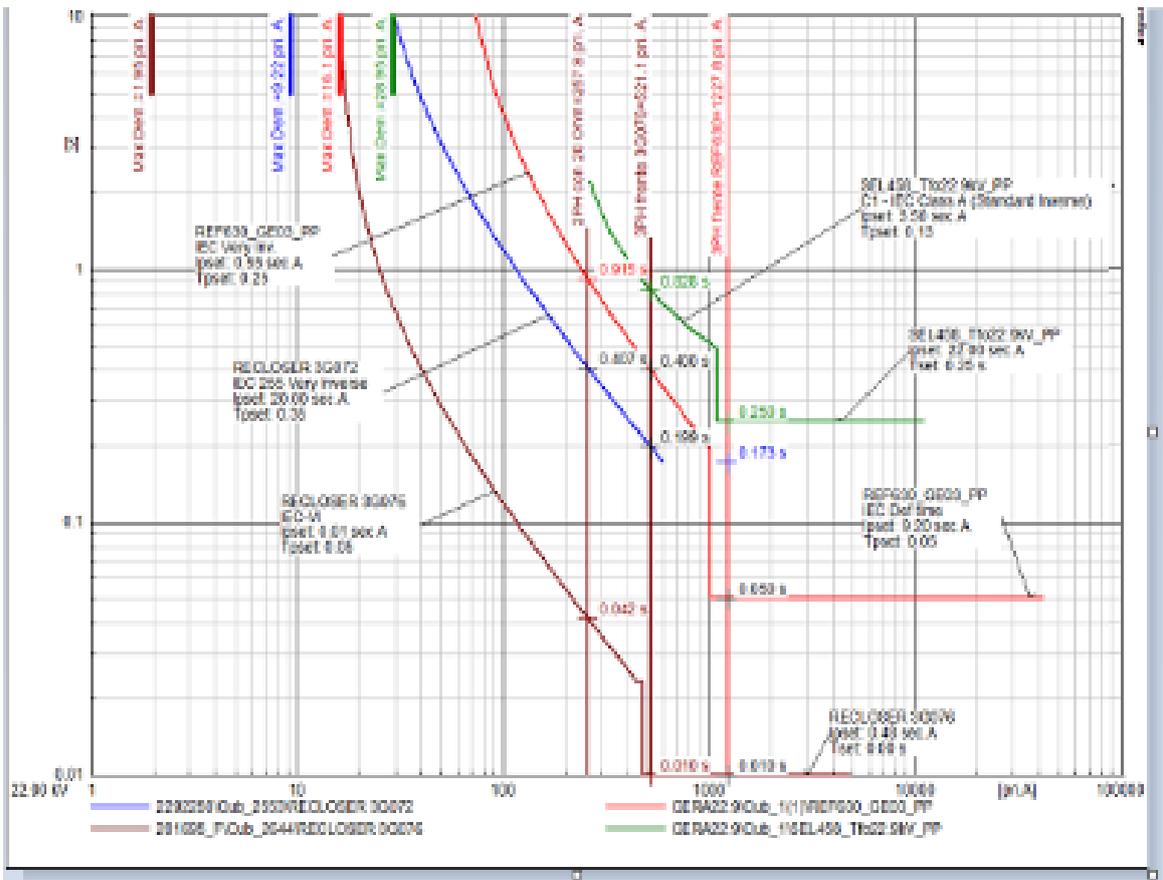
PROYECTO	FECHA
REVISOR	ELABORADOR
APROBADO	REVISADO

PROYECTO	FECHA
REVISOR	ELABORADOR
APROBADO	REVISADO









ANEXO E : Fusibles para transformadores.

FUSIBLES PARA TRANSFORMADORES



DISPOSITIVO	FLUJO DE CARGA			AMT	Capacida d	Comentario s
	Current A	Current B	Current C			
2746215	0.2469593	0.2034422	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2819413	0.1890605	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2856052	0.4136509	0.9780461	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2856293	0.8336865	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2913606	4.077857	4.474607	4.913877	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2913611	3.947903	4.3739	4.891071	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2913616	2.839364	3.233043	3.725101	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2913621	6.553002	8.047412	3.269166	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
2970325	0.4940591	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006817	0.8269472	1.32928	1.47075	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006820	0.5123957	0.1801268	0.1798185	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006823	3.501821	1.123088	0.5122818	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006828	0.178339	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006831	1.042723	0.7710588	0.768765	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006836	4.057472	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006840	2.447523	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006844	0.1391237	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006848	1.607051	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3006851	0.1912275	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3119970	10.97366	12.85532	8.266777	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3296781	0.06706436	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3296971	0.1952458	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3297039	0.6569724	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3297059	0.09335633	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3297111	0.4331245	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3297162	0.332488	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3320144	0.07484695	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3320192	0.6340934	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
3320224	0.2100633	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
528963	0.1660049	4.296439	0.1277138	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
529926	0.334743	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
529929	0.1369693	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
529932	0.1563291	0.1114352	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
529935	0.8351447	0.6107147	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530210	0.3257442	0.2462316	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530498	0.2272973	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530501	0.3768988	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530675	0.1417678	0.1263911	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530732	0.04500823	4.090724	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
530736	0.07848562	0	0	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT

530871	0.1451531	0	0	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
531139	2.471028	0	0	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
531277	0.08926292	0.07574885	0	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
531330	10.97475	12.85597	8.267298	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324104T	0.228771	0.228771		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324105T	0.07745298	0.07744906	0.07744646	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324110E	1.103906	1.103877	1.103864	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324110T	0.05401108	0.05401102		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324113E	0.1310477	0.1310385	0.1310341	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324115E	0.934999	0.9349718	0.934961	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324116E		0.0801346		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324117E	0.04188395	0.0418839		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324118E	0.08228494	0.08227948	0.08227661	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324119E	0.04076417			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324120E	0.2879065	0.2878969	0.2878928	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324123E	0.01087163			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324124E	0.01285504			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324125E	0.1109819	0.1109734	0.1109691	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324128E		0.1932273		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324130E	0.183738	0.1837227	0.183715	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324131E	0.1929439			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324132E		0.1479259		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324134E		0.2613016		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324137E		0.2141518		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324138E		0.2007213		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324139E			0.1255672	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324140E			0.09542138	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324141E			0.09455451	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324142E		0.1479022		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324143E			0.2068168	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324144E			0.1394337	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324145E		0.1169282		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324146E		0.1856606		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324147E		0.1019869		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324148E	0.0944466			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324149E	0.1093581			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324150E		0.4986805		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324151E	0.124277			GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324154E		0.2613179		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324155E			0.1245509	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324156E			0.2895391	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324157E			0.2295211	GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324158E		0.1328475		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324162E		0.2918903		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324165E		0.1404051		GE_501	S&C 6 k	CUT OUT

Fus_324170E		0.05024093		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324174E		0.2539889		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324178E		0.03527514		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324182E		0.08025622		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324185E		0.1390839		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324186E		0.1706601		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324190E		0.5144417		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_324194E		0.2160603		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328101T	0.00967488	0.00965322	0.00963973	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328105E	1.224458	1.224434	1.224421	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328105T	0.08396511	0.08396505		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328115E	0.2265533	0.2265409	0.2265276	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328120E	0.102528	0.1025236	0.1025192	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_328125E	0.1069731	0.1069731		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344103E	0.09393242	0.09393236		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344104E	0.2342698	0.2342698		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344120E	0.5250021	0.5249837	0.5249762	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344130E	0.2766529			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344135E	0.1328813			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344135T	0.3710436			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344137E	0.03502913			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344137T	0.4945462			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344138E	0.3071931			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344140E	0.8969688			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344145E		0.214061		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344160E	0.13753	0.1375299		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344165E	0.0757319	0.07573183		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_344170E	0.128799	0.1287989		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348102E	0.05978294	0.05977877	0.05977383	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348103E	0.04958937	0.04958931		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348104E	0.1114321	0.111432		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348105E	0.6964662	0.6964497	0.6964385	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348106E	0.03148175	0.0314697	0.03145479	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348107E	0.1553245			GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348115E	0.5439782	0.5439652	0.5439563	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348125E	0.3042153	0.3042045	0.3041932	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348128E	0.1816454	0.1816331	0.1816179	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348130E		0.1481256		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348135E			0.2014298	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348140E		0.1392204		GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT
Fus_348145E		0.1250963	0.1250962	GE_S01	S&C 6 k	CUT OUT

Criterios de Ajustes de las Protecciones **Para Sistemas de Distribución**

En las redes de distribución primaria se usan principalmente los siguientes criterios en equipos de protección:

a) Sobrecorriente entre Fases (ANSI 50/51)

Los relés de sobrecorriente de fases se encuentran ubicados en las salidas de las subestaciones y sirven de respaldo de las protecciones ubicadas aguas abajo de la red, es decir, reconectores y/o fusibles y por lo tanto debe coordinar con ellos.

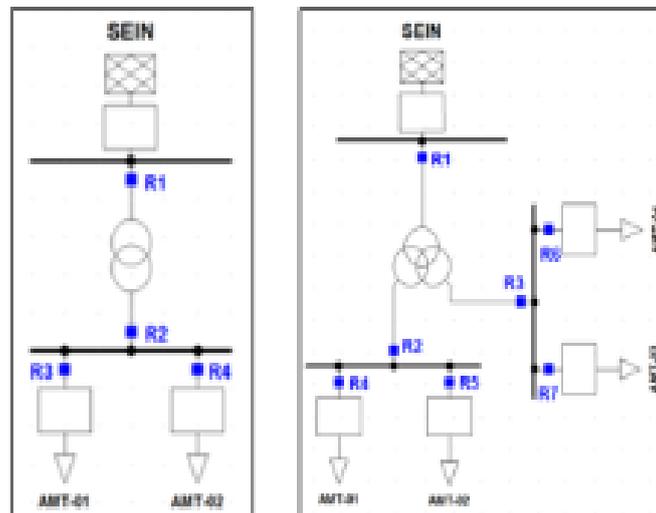
La corriente de arranque de la protección de fase se calcula en base a las cargas que alimenta más una sobrecarga adicional que oscila entre 30 a 60% de la corriente de máxima demanda, para los casos de alimentadores en zonas urbanas en las que se suelen hacer traslados de carga por mantenimiento o falla es recomendable fijar los umbrales de arranque a la potencia nominal del alimentador. Para el caso de celdas de llegada (Patrones) se calculará en función a la potencia del transformador que protegen más un valor de sobrecarga entre 20 y 30%.

Los tiempos de ajuste y curvas características dependen de las corrientes de cortocircuito máximas, mínimas, modelo de carga, así como de los dispositivos de protección aguas arriba, es por ello que no se puede dar una recomendación general en esta parte.

La coordinación entre los diversos relés de protección de sobrecorriente se ha realizado mediante la definición de sus ajustes, tanto de corriente como de tiempo, de modo tal que se obtenga la mejor selectividad posible. Para los ajustes mencionados, se siguió la siguiente metodología:

- Todos los ajustes se han verificado, para la condición más desfavorable, que corresponde a las corrientes de falla máxima.
- Por corriente de falla máxima para los ajustes de los dispositivos de protección de fallas entre fases, se consideró el evento de un cortocircuito trifásico en la condición de máxima demanda del sistema.
- Otro evento considerado es el cortocircuito bifásico en el extremo más remoto del alimentador con una impedancia de contacto de 20 Ohm; con la simulación de estos dos eventos se determina el tipo de curva y el tiempo de arranque de las funciones de protección entre fases.
- Los ajustes de estos dispositivos de protección de fallas entre fases han sido verificados para que no operen con la corriente de carga de los equipos y con la corriente de inserción de los alimentadores.
- Para el ajuste de sobrecorriente de fases se empleará en lo posible curvas de tiempo inverso (Extremadamente o Muy Inversa) debido a que tienen afinidad para coordinar con fusibles tipo K ubicados en las redes de distribución.

- El intervalo de tiempo de coordinación entre dispositivos de protección es aproximadamente de 200ms, pero para equipos de la misma marca e igual modelo por experiencia basada en pruebas efectuadas este margen se puede recortar hasta los 150ms.
- En equipos de protección ubicados en ambos lados alta y baja de un transformador de dos devanados como se muestra en la siguiente figura.



- Adoptando el criterio de salvar carga se aceptará ajustes similares en el lado de baja y alta del transformador.
- Otra situación que se puede presentar es transformadores de tres devanados como se muestra en la siguiente figura, para este caso si deberá coordinarse baja o media con alta, con un margen de coordinación de 200ms.

Los niveles rápidos o instantáneos se aplicarán a fin de privilegiar la velocidad y evitar tiempos de exposición a fallas de larga duración, a fin de prevenir corrientes de energización el ajuste deberá ser temporizado al menos a un ciclo.

b) Sobre corriente a Tierra (ANSI 50N/51N)

Los siguientes criterios son aplicados a sistemas con sólidamente aterrados y los de aterramiento a través de zigzag.

La corriente de arranque de la protección de tierra es calculada en base a las simulaciones de conductor caído a tierra por el lado fuente más una resistencia de falla de alta impedancia (400 Ohm para redes de distribución 10 - 22.9kV), al resultado de corriente de falla de alta impedancia se aplica un factor de seguridad que oscila entre 60 a 80% de la corriente calculada.

La coordinación entre los diversos relés de protección de sobrecorriente se ha realizado mediante la definición de sus ajustes, tanto de corriente como de tiempo, de modo tal que se obtenga la mejor selectividad posible. Para los ajustes mencionados, se siguió la siguiente metodología:

- Todos los ajustes se han verificado, para la condición más desfavorable, que corresponde a las corrientes de falla máxima.
- Para el caso de fallas a tierra se han simulado fallas en diferentes puntos de la red en estudio. Para fallas en zonas relativamente alejadas del punto de ubicación del Relé de Protección las corrientes toman valores relativamente pequeños. los casos más críticos se presentan cuando se simulan fallas en los extremos más alejados con impedancia de contacto de 400 Ohm. Con los valores obtenidos en las simulaciones se determina el tipo de curva y la corriente de arranque para la función de tierra.
- Para el ajuste de sobrecorriente de tierra se empleará en lo posible curvas de tiempo inverso (Extremadamente o Muy Inversa) debido a que tienen afinidad para coordinar con fusibles tipo K ubicados en las redes de distribución.
- El intervalo de tiempo de coordinación entre dispositivos de protección es aproximadamente de 200ms, pero para equipos de la misma marca e igual modelo por experiencia basada en pruebas efectuadas este margen se puede recortar hasta los 150ms.

Los niveles rápidos o instantáneos se aplicarán a fin de privilegiar la velocidad y evitar tiempos de exposición a fallas de larga duración, para el caso de fallas a tierra se podrán efectuar disparos instantáneos sin temporizaciones.

Así mismo, los criterios aplicados a sistemas aislados o delta se detallan a continuación:

De los cálculos de corto circuito monofásico se verificará el valor de las corrientes de tierra (bajos y del tipo capacitivos), el sistema al estar en delta y no tener el neutro conectado a tierra no existe aporte de corriente a tierra, en este tipo de sistemas es necesario implementar la función de Sobrecorriente Direccional de Tierra Sensible 67Ns como función principal y Sobretensión de Neutro 59N como respaldo en la barra.

Para este tipo de sistemas los relés deben contar con entrada de neutro sensible para Toroide y Tensión homopolar medida o calculada internamente, deben reunir estas condiciones técnicas para la implementación de 67Ns

c) Reconectador Automático

Los reconectores son utilizados en redes aéreas cumpliendo una doble función, protegen las redes de distribución contra cortocircuitos abriendo el circuito a fin de despejar la falla y una vez despejada la falla reponen el servicio de manera automática.

Para la coordinación Recloser - Fusible existen dos esquemas de protección esenciales: "Fuse Saving" y "Fuse Clearing", su principio, así como ventajas y desventajas se describe a continuación:

Fuse Saving, este principio permite salvar fusibles ubicados debajo del recloser; el recloser debe contar con dos curvas de operación, una rápida que actúa de forma instantánea para fallas transitorias esto permite realizar los recierres correspondientes, y otra curva lenta la que apertura si la falla es permanente.

Este esquema es muy útil para evitar la quema de fusibles ante fallas transitorias, en contrapartida requiere administración exigente de la selección de fusibles.

El uso de este esquema se dificulta cuando se tiene varios equipos en cascada ya que requiere márgenes de coordinación suficientes para las curvas lentas y rápidas, además de ser exigente en el manejo de stock de fusibles ya que deberá ser repuesto con el valor inequívoco de fusible y el reemplazo de todos los fusibles por donde circulo la corriente de falla. La búsqueda del fusible a ser salvado podría ser dificultoso o hasta imposible cuando los niveles de cortocircuito son considerables (3.0kA) ya que exige incrementar márgenes de coordinación y en oportunidades se afecta los relés de cabecera o hasta la transmisión.

Fuse Clearing, esta función se utiliza dependiendo de los márgenes de coordinación que se puedan presentar en el sistema, por ejemplo, cuando existen recloser en cascada, solo posee una curva que es temporizada.

En este tipo de coordinación se utilizará el criterio quemar fusible debido a que:

- Desde el punto de vista práctico el manejo de una pequeña gama de fusibles facilita al técnico mantener actualizado su esquema de protección mediante fusibles, es decir se reduce la posibilidad que el técnico use un fusible equivocado que podrían descoordinar al sistema.
- Se reduce la posibilidad de que el fusible opere inadecuadamente por la variación de su característica térmica al paso repetitivo de la corriente de falla.

Alcances para Ajustes de parámetros de reclosers

Numero de Recierres

Un análisis de las faltas, en cualquier red de líneas aéreas, muestra que el 80 – 90 % de ellas son de naturaleza transitoria, por lo que en estos casos es muy útil los recierres.

Una falta transitoria de tipo de arco a través del aislador constituye una falta auto – extingible “no perjudicial”. Este tipo de falta puede eliminarse instantáneamente por el disparo de uno o varios interruptores y no aparecerá al reconectar la línea. Entre otras causas de faltas transitorias se pueden citar las sobretensiones provocadas por rayos, así como las causadas por el viento (contacto entre conductores y las partículas propagadas por el viento).

El 10 a 20 % de faltas restantes son de naturaleza semipermanente o permanente.

Una pequeña rama de árbol que caiga en la línea podría provocar una falta semipermanente. En este caso, la falta no se eliminará con un disparo instantáneo, pero podría desaparecer mediante un disparo temporizado.

Las faltas permanentes como conductores rotos, faltas en transformadores, faltas en cables o en máquinas son faltas que deben localizarse y repararse antes de reponer la tensión de servicio.

En la mayoría de faltas, si la línea es disparada instantáneamente y el arco tiene suficiente tiempo para desionizarse, el reenganche del interruptor permite reponer con éxito la tensión. Se utilizan esquemas de reenganche automáticos para volver a cerrar, automáticamente, tras una temporización determinada.

El número de recierres del recloser estará condicionado al máximo número de conteos al que está programado el seccionalizador aguas abajo. El ajuste del número de recierres del reconector será mayor en una unidad al número de conteos del seccionalizador.

La activación o no del número de recierres dependerá del tipo de proceso y de los equipos eléctricos a alimentar, si estos fueran sensibles a las interrupciones temporales (Transitorias) no es recomendable su activación. En redes urbanas no es recomendable efectuar recierres por el alto tráfico vehicular y/o peatonal que podrían estar cerca del defecto.

En alimentadores con altos niveles de falta y sin seccionalizadores aguas abajo, se aplicará uno o dos recierres, debido a que, si la falta es permanente, los recierres múltiples podrían ocasionar daños a los equipos protegidos (Caso redes Rurales)

Tiempo Muerto o de Recierre

La secuencia de recierre de un recloser es usualmente así: un disparo rápido seguido de varios disparos diferidos. El tiempo entre recierres o cuando el interruptor está abierto es llamado tiempo muerto, la secuencia a emplear será de 1s, 2s, 2s.

La selección del tiempo muerto depende mucho de la red. Los factores principales que influyen en la selección del tiempo muerto son los siguientes:

- Comodidad de funcionamiento: Debe ser lo suficientemente largo para permitir que decaiga cualquier transitorio resultante de la falta y del disparo, pero no demasiado largo para incomodar a los clientes afectados por la pérdida del servicio.
- Tipo de interruptor: depende del tiempo mínimo de operación del interruptor durante sus fases de apertura y cierre.

- Duración de desionización de la falla: no puede predecirse con precisión. Sin embargo, se puede obtener una aproximación usando la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo de desionización} = (10.5 + (\text{kV} / 34.5)) / \text{frecuencia}$$

$$\text{Para } 10.0 \text{ kV} = 0.179 \text{ s}$$

$$\text{Para } 13.2 \text{ kV} = 0.181 \text{ s}$$

$$\text{Para } 22.9 \text{ kV} = 0.186 \text{ s}$$

$$\text{Para } 33.0 \text{ kV} = 0.190 \text{ s}$$

- Tiempo de reinicialización de la protección: si el interruptor reengancha sobre una falta antes de que la protección se haya reinicializado totalmente, se puede perder la selectividad con la protección aguas abajo. Para evitar esto, el tiempo muerto debe ajustarse por encima del tiempo de reinicialización más lento, ya sea del relé local o de cualquier protección aguas abajo.

La explicación de que el primer tiempo muerto sea de un segundo se basa en las consideraciones de los tiempos descritos líneas arriba. Para los siguientes tiempos muertos serán de 2s para asegurar que la falla no es de naturaleza transitoria.

d) Fusibles

Estas protecciones son frecuentemente utilizadas en los sistemas de distribución por su menor costo de instalación, es la protección más barata y por ende poco confiable, su principal defecto es el estrés térmico al que es sometido con cada falla haciendo que su característica de operación se vea disminuida o desplazada. La selección de la capacidad y tipo del elemento fusible se hace en base a la carga que protege, la magnitud de la corriente de corto circuito que va a despejar y el tiempo de operación.

Fusibles en Troncales:

En las troncales de las redes MT no se instalarán fusibles para coordinación, en todos los casos solo serán de maniobra.

Realizar maniobras de apertura y cierre de seccionador fusible con corrientes de carga mayores a 15A provoca un arco eléctrico, y seguidamente el disparo innecesario del relé aguas arriba, por lo que muchas veces para la reposición de estos seccionadores fusibles necesariamente se tiene que provocar interrupciones momentáneas en la red.

La operación del fusible de una fase crea una red bifásica, operar la red en estas condiciones muchas veces provoca averiar los transformadores de distribución si éstas están cerca a la sobrecargada debido a que la potencia demandada solo será atendida por dos devanados aumentando el riesgo de colapso por sobrecarga.

La falla de fase abierta provocada por quemadura de fusible de protección provoca la circulación de corrientes de secuencia cero que provocan

disparos indeseados de los equipos de protección aguas arriba. Es importante hacer notar que el empleo de elementos de apertura que controlan individualmente cada una de las fases (fusibles) son los principales causantes de los eventos de fase abierta.

Para redes con corrientes de cortocircuito superiores a 3.0kA donde el fusible opera siempre antes que el recloser o ambos dispositivos operen a la vez se emplearan seccionadores tipo cuchilla de operación tripolar, estos niveles de cortocircuito se encuentran cercanos a la barra donde generalmente se activan las unidades instantáneas de los relés y se pierde coordinación con fusibles en su zona de cobertura.

Para corrientes mayores a 3kA de falla se reduce la posibilidad de hacer coordinación Relé - Fusible ya que los tiempos de disparo de los fusibles se reducen, a fin de evitar este tipo de defectos, la red no debe permitir la instalación de seccionadores tipo cut out en zonas con mayor a 3kA de lcc, en su lugar se debe instar SBC o cuchillas netamente para maniobras.

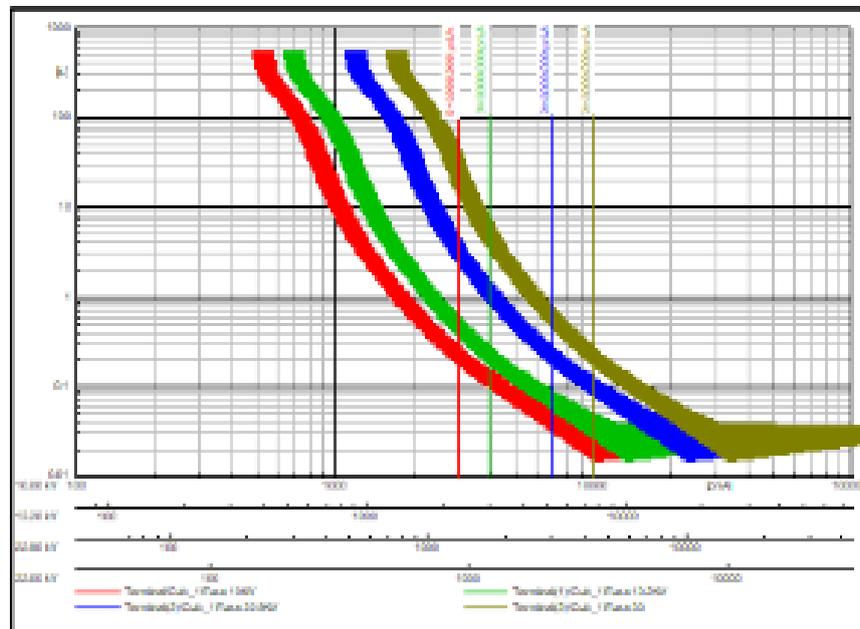


Figura. Límite de corrientes para coordinar con fusibles 10, 11.2, 12.5 y 33kV

Fusibles para Ramales:

Para la selección de los fusibles que se recomienda instalar en las líneas que alimentan más de un transformador, se tomaran en cuenta lo siguiente:

- La corriente nominal total
- Los resultados de flujo de potencia
- La corriente de energización total del circuito protegido
- La corriente de cortocircuito en la ubicación del fusible
- Tiempos de operación (mínimum melting y total clearing) para las corrientes de cortocircuito en el punto de ubicación del fusible.

- Curvas de operación de los relés, reclosers y demás fusibles ubicados en la red de distribución.
- La corriente de carga fría.

La corriente de energización de la rama a proteger se estimará a partir de la potencia instalada.

Fusibles en Transformadores de Distribución:

Para la selección de los fusibles que se recomienda instalar en los transformadores y en las derivaciones que alimentan un solo transformador, se toma en cuenta lo siguiente:

- La corriente nominal
- La corriente de energización
- La curva de daño térmico del transformador
- Curvas de operación de los relés, reclosers y demás fusibles ubicados en la red de distribución.

Coordinación con fusibles ubicados en el lado carga:

La óptima coordinación entre el relé o reconectador y los fusibles ubicados en el lado carga es obtenida por el ajuste de la curva de operación del relé o reconectador por encima de la curva de fusión del fusible con un margen no menor a 35ms (dos ciclos) en el punto de máxima corriente de falla, los fusibles se fusionarán para despejar antes que opere el reconectador.

Los fusibles son muy veloces al operar en la zona de corto circuito (Altas Corrientes) al ser este un elemento análogo operara más rápido que un relé o recloser, este último al ser un dispositivo microprocesado requiere de al menos un ciclo para determinar si es falla o no y de allí iniciar su temporización.

ANEXO G :

Tipificación de causas y registro de interrupciones.

COD. CAUSA	CAUSA
1	Por Mantenimiento
2	Por Expansión o Reforzamiento de redes
3	Ajuste inadecuado de la protección
4	Bajo Nivel de Aislamiento (Aislador roto/Tensión inadecuada)
5	Falla equipo (Transformador, interruptor, seccionador de potencia,etc)
6	Falla empalme de red
7	Falla terminal cable
8	Caída conductor de red
9	Caída de estructura
10	Contacto de red con árbol
11	Contacto de red con edificación
12	Contacto entre conductores
13	Error de maniobra
14	Corte de emergencia
15	Animales
16	Picado de cable por personal propio
17	Otros, por falla en elementos del SEP
18	Aves
19	Cometas
20	Impacto Vehicular
21	Vandalismo
22	Hurto de conductor o elemento eléctrico
23	Cáida de árbol
24	Picado de cable
25	Contacto accidental con línea
26	Pedido de autoridad
27	Otros, causados por terceros
28	Descargas Atmosféricas
29	Fuertes Vientos
30	Inundaciones
31	Sismo
32	Otros fenómenos naturales y/o ambientales
33	Por Mantenimiento OE
34	Por Expansión o Reforzamiento de redes OE
35	Falla en el sistema interconectado
36	Déficit de generación
37	Otros, causadas por una empresa externa
38	Cuando la interrupción es provocada por otra empresa
39	Otros, por falla humana

ANEXO H : Fotos de trabajo durante el desarrollo.











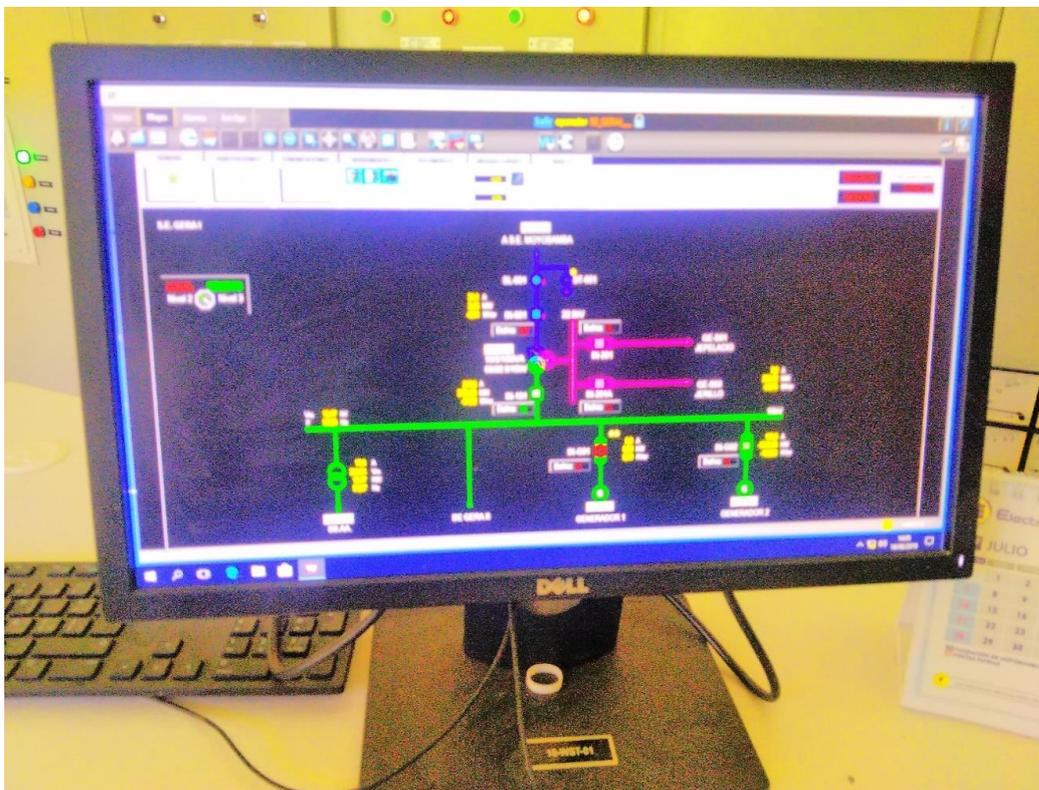
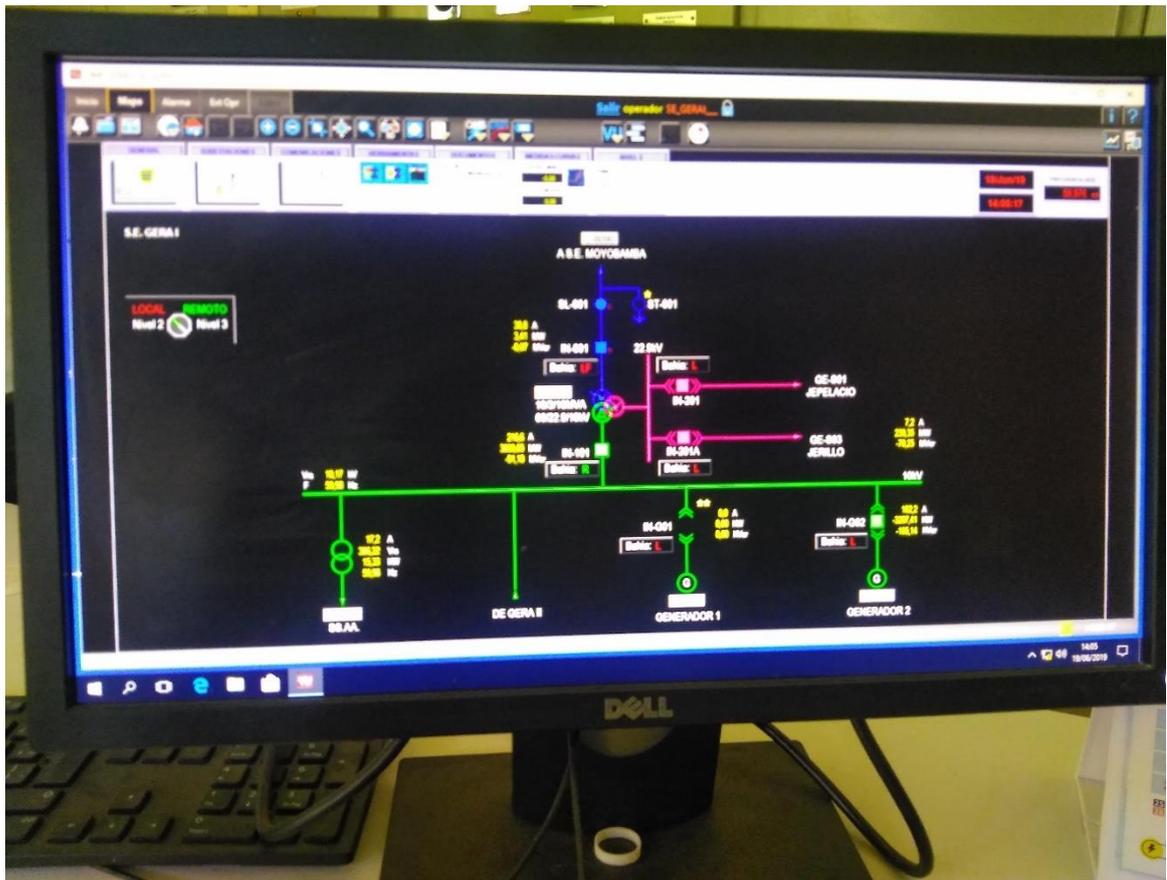
















Validaciones De Instrumento



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ing. M. SC. José E. Celis Escudero
 Institución donde labora : Electro Oriente S.A.
 Especialidad : Ingeniería Mecánica Eléctrica
 Instrumento de evaluación : Ficha y Registro de datos
 Autor (s) del instrumento (s) : Elder Clever Fernández Calderón, José Luis Aguilar Macedo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: coordinación de protecciones e indicadores SAIDI y SAIFI, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable coordinación de protecciones.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto las variables: coordinación de protecciones e indicadores SAIDI y SAIFI de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: coordinación de protecciones e indicadores SAIDI y SAIFI.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable para la investigación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49


 Ing. M. SC. José E. Celis Escudero
 Jefe Departamento de Generación y Transmisión (G) Electro Oriente S.A. - Tarapoto

Tarapoto, 19 de julio del 2019

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Callacna Ponce Luis Gibson
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Docente Metodólogo
 Instrumento de evaluación : Registro de datos
 Autor (s) del instrumento (s): Aguilar Macedo José Luis, Fernández Calderón Elder Clever


Mg. Luis Gibson Callacna Ponce
 Ing. de Computación y Sistemas
 CIP: 131366

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: "Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019", en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: "Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019".					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				✓	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				✓	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: "Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019"				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Se debe aplicar

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Tarapoto, 19 de julio del 2019

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ing. Alex D. Tejada Ponce
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Planeamiento y gestión
 Instrumento de evaluación : Registro de datos
 Autor (s) del instrumento (s): Aguilar Macedo José Luis, Fernández Calderón Elder Clever

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES Y MEJORA DE LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES Y MEJORA DE LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI.					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COORDINACIÓN DE PROTECCIONES Y MEJORA DE LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI.					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				✓	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

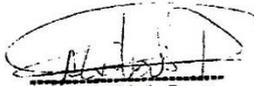
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Se debe Aplicar

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

Tarapoto, 19 de julio del 2019


Alex D. Tejada Ponce
ING. MECÁNICO
R. CIP. 158217

Autorización Donde Se Ejecutó La Investigación



CONSTANCIA

El que suscribe Supervisor del Área de Distribución de la Unidad de Negocio Moyobamba.

HACE CONSTAR:

Que los estudiantes: Elder Clever Fernández Calderón, identificado con DNI N° 40996356 y José Luis Aguilar Macedo con DNI N° 47337300, realizarán la ejecución de sus investigaciones del proyecto para su tesis titulada **“Coordinación de protecciones y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”**, en el área de Distribución Moyobamba, del 01 de abril al 26 de julio del 2019.

Se expide la presente CONSTANCIA, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Moyobamba, 26 de noviembre de 2018.

Supervisor (s) Distribución
Electro Oriente S.A. Moyobamba

Jr. Dos de Mayo Nro. 589 - Moyobamba
Central Telefónica 042-562032

Acta De Aprobación De Originalidad De Tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **ING. RUIZ VASQUEZ, SANTIAGO ANDRES**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada: "**Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019**" de los estudiante , **José Luis Aguilar Macedo** con DNI N° **47337300** Y **Fernández Calderón Eider Clever** con DNI N° **40996356**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **13%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, *26* de *Julio* del 2019


.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánica
CIP 125897

Firma

ING. RUIZ VASQUEZ, SANTIAGO ANDRES
DNI: 18882577

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Pantallazo Del Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface in Google Chrome. The browser address bar shows the URL: `ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&to=1227139192&u=1049555943&s=3`. The page title is "Feedback Studio - Google Chrome".

The main content area shows a document titled "UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO" and "FACULTAD DE INGENIERÍA". The document text includes:

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTORES:
José Luis Aguilar Macedo
Elder Clever Fernández Calderón

ASESOR:
Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez

The right sidebar shows a "Resumen de coincidencias" (Summary of matches) panel with a large "13%" similarity score. Below the score, it lists six sources of matches:

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	Entregado a Escuela P... Trabajo del estudiante	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	Entregado a University ... Trabajo del estudiante	<1 %

The bottom of the interface shows the page number "Página: 1 de 109", the word count "Número de palabras: 16683", and the report type "Text-only Report". The system tray at the bottom indicates the time is 04:27 p.m. on 04/12/2019.

Autorización De Publicación De Tesis

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 3 de 3
---	---	---

Los Suscrito, **José Luis Aguilar Macedo** con DNI N° **47337300** Y **Fernández Calderón Elder Clever** con DNI N° **40996356**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación. **“Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”**

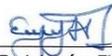
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 Aguilar Macedo José Luis
 DNI: 47337300



 Fernández Calderón Elder Clever
 DNI: 40996356

FECHA: 02 de Diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Autorización de la versión final



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dr. Edward Freddy Rubio Luna Victoria

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Aguilar Macedo José Luis

Fernández Calderón Elder Claver

INFORME TÍTULADO:

“Coordinación de la protección y mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI del alimentador en media tensión Gera salida 03 de la empresa Electro Oriente S.A. Moyobamba 2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 20 de Julio del 2019

NOTA O MENCIÓN:

Aguilar Macedo Jose Luis 15

Fernández calderón Elder Clever 16

Edward Rubio Luna Victoria
DIRECTOR DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TARIAPOTO