Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recibo de pago N° 794650

Visto el Informe **N° 061-2025-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG**, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 059-2025

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud del **Trabajo de Suficiencia Profesional** cuyo título es:

"ANÁLISIS DE RIESGO POR ARCO ELÉCTRICO PARA INTERIOR MINA EN LA COMPAÑÍA NEXA RESOURCES, UNIDAD MINERA CERRO LINDO, EN EL DISTRITO DE CHAVÍN, PROVINCIA DE CHINCHA, REGIÓN ICA"

Presentado por:

MAGALLANES GUTIERREZ, LUIS ROBERTO

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. El resultado obtenido es un porcentaje de CERO POR CIENTO **(0%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de febrero del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

“UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad De Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica

Titulo:

“Análisis de riesgo por arco eléctrico para interior mina en la compañía Nexa Resources, Unidad Minera Cerro Lindo, en el Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Región Ica”

Línea de investigación:

Ciencias Naturales, Ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Autor:

Luis Magallanes

Asesor:

Dr. José Luis Donayre Pasache

Ica,

Perú

2025

DEDICATORIA

A mis padres quienes dedicaron gran parte de su vida en formarme como persona de bien y estuvieron presente en las adversidades de mi camino a ser profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por darme salud y vida, a la universidad para en especial mi facultad la FIMEE por darme las herramientas necesarias para convertirme en un profesional.

A las empresas que confiaron en mi persona y aportaron en mi desarrollo profesional permitiéndome aplicar mis conocimientos y aprender de ellos.

ÍNDICE

Portada.	i
Dedicatoria.	ii
Agradecimientos	iii
Índice.	iv
- Índice de contenidos.	v
- Índice de tablas.	vi
- Índice de figuras.	vii
Resumen	ix
Abstract.	x

CUERPO DEL INFORME FINAL

Introducción	11
I. Contexto en que se desarrollo la experiencia	12
II. Trayectoria Profesional.	17
III. Aplicación profesional	18
IV. Discusión critica de la experiencia	54
V. Conclusiones.	55
VI. Recomendaciones.	56
VII. Referencias bibliográficas.	57
VIII. Anexos.	58

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I: CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA 13
1.1 Generalidades. 13
1.1.1 Descripción de la empresa. 13
1.1.2 Actividades empresariales. 14
1.1.2.1 Vinculo Entre TyN SERVICIOS y NEXA RESOURCES. 15
1.1.3 Estructura corporativa entre TYN SERVICIOS E.I.R.L. 16
1.1.4 Sistema organizacional. 18
1.1.4.1 Política empresarial. 18
1.1.4.2 Misión y visión. 18
1.1.4.3 Valores. 18
CAPITULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL 19
2.1. Descripción general de la experiencia. 19
CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL 21
3.1 Marco institucional. 21
3.2 Determinación y análisis del problema. 22
3.2.1 Realidad problemática. 22
3.2.2 Planteamiento del problema. 23
3.2.3 Formulación del problema. 23
3.3 Objetivos. 25
3.3.1 Objetivo general. 25
3.3.2 Objetivos específicos. 25
3.4 Proyecto de solución. 25
3.4.1 Metodología para el estudio, normativa de aplicación y bases teóricas 25
3.4.2 Escenario analizado y estado situacional del sistema eléctrico 27
3.4.3 Resultado de análisis de arco eléctrico 38
3.4.4 Resultado del análisis con ajustes propuestos 51
CAPÍTULO IV: REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA 57
CONCLUSIONES 74
RECOMENDACIONES 75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 76
ANEXOS 77

INDICE DE TABLAS

Tabla I: TyN Servicios E.I.R.L (Registro SUNAT) 14
Tabla II: Valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico – parte 01 14
Tabla III: Valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico – parte 02 32
Tabla IV: Valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico – parte 03 37
Tabla V: Valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico – parte 04 43
Tabla VI: Valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico – parte 05 44
Tabla VII: Características de los pernos doble armado 45
Tabla VIII: Características de los pernos tipo couche 45
Tabla IX: Características arandela cuadrada plana 46
Tabla X: Características arandela cuadrada curva 47
Tabla XI: Características de la tuerca ojo 47
Tabla XII: Características plancha de cobre tipo J 48
Tabla XII: Características cinta band it 3/4 51
Tabla XIV: Características hebilla para cinta band it 3/4 52
Tabla XV: Características de espiga de acero galvanizado 3/4 x 14 52
Tabla XVI: Características templador de acero galvanizado de 3/4 53
Tabla XVII: Metrado de materiales del proyecto parte I 68
Tabla XVIII: Metrado de materiales del proyecto parte II 69
Tabla XIX: Metrado de materiales del proyecto parte III 70
Tabla XX: Presupuesto del proyecto 71
Tabla XXI: Cronograma del proyecto 72
Tabla XXII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXIII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXIV: Recursos del proyecto 73
Tabla XXV: Recursos del proyecto 73
Tabla XXVI: Recursos del proyecto 73
Tabla XXVII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXVIII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXIX: Recursos del proyecto 73
Tabla XXX: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXI: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXII: Recursos del proyecto 73

Tabla XXXIII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXIV: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXV: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXVI: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXVII: Recursos del proyecto 73
Tabla XXXVIII: Recursos del proyecto 73

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logotipo de CVC ENERGÍA S.A.C 12
Figura 2: Ubicación de CVC ENERGÍA S.A.C. 12
Figura 3: Puesto desempeñado dentro de CVC energía S.A.C 15
Figura 4: Organigrama de CVC energía S.A.C área Proyectos y Obras 16
Figura 5: Plano de ubicación de redes existentes y ubicación de nueva cámara de rebombeo del fundo María Manuela. 26
Figura 6: Vista del punto de diseño sugerido 26
Figura 7: Ubicación del seccionamiento proyectado 27
Figura 8: Ubicación de la Subestación aérea biposte proyectada 29
Figura 9: Conductores eléctricos para el proyecto 36
Figura 10: Conductor de cobre desnudo para el proyecto 37
Figura 11: Ménsula de cav 1.00m/230mm/300kg para el proyecto 38
Figura 12: Media palomilla de cav 1.10m/245mm/100kg para el proyecto 39
Figura 13: Media loza de cav 1.10m/320mm/750kg para el proyecto 39
Figura 14: Aislador polimérico de suspensión para el proyecto 40
Figura 15: Aislador de porcelana tipo pin 56-3 para el proyecto 41
Figura 16: Aislador de porcelana tipo pin para el proyecto 42
Figura 17: Alambre de amarre para el proyecto 43
Figura 18: Grapa de anclaje tipo pistola para el proyecto 44
Figura 19: Perno tipo ojo para el proyecto 44
Figura 20: Perno doble armado para el proyecto 45
Figura 21: Perno couche para el proyecto 46
Figura 22: Arandela cuadrada plana para el proyecto 46
Figura 23: Arandela cuadrada curva para el proyecto 47
Figura 24: Tuerca tipo ojo para el proyecto 48
Figura 25: Plancha de cobre tipo J para el proyecto 49
Figura 26: Conectores tipo perno partido 35mm2 para proyecto 49
Figura 27: Conectores tipo miniwedge para proyecto 50
Figura 28: Conector ampact para proyecto 50
Figura 29: Terminales de compresión para el proyecto 51
Figura 30: Cinta band it de 3/4 para el proyecto 51
Figura 31: Hebilla para cinta band – it de 3/4 para el proyecto 51

Figura 32: Templador de acero galvanizado de ¾ para el proyecto 52
Figura 33: Varilla de cobre – copperweld para el proyecto..... 53
Figura 34: Caja de registro para el proyecto..... 53
Figura 35: Bentonita para el proyecto 54
Figura 36: Conector de cobre tipo A/B de 5/8” – 3/4" para el proyecto 54
Figura 37: Tierra de cultivo para el proyecto 55

.

.

.

.

.

RESUMEN

El estudio de Arco Eléctrico realizado para la Unidad Minera Cerro Lindo de Nexa Resources tuvo como objetivo principal evaluar los riesgos eléctricos asociados con el arco eléctrico en diversas áreas críticas de la mina. Utilizando el software ETAP 19.0.1 y siguiendo las normativas IEEE 1584 – 2018 y NFPA 70E – 2018, se modeló el sistema eléctrico y se calcularon los valores de Energía Incidente y la Arc Flash Boundary (AFB). El estudio identificó las categorías de riesgo y seleccionó el equipo de protección personal (EPP) necesario para proteger a los trabajadores de posibles incidentes de arco eléctrico. Además, se establecieron procedimientos de trabajo seguro y se capacitó al personal en el uso adecuado del EPP. Los resultados del estudio proporcionaron una base sólida para mejorar la seguridad eléctrica y optimizar la operación de la mina, reduciendo significativamente los riesgos de accidentes eléctricos.

Palabras claves: Estudio, Arco, Eléctrico, Riesgo, Seguridad.

ABSTRACT

The Electric Arc study conducted for Nexa Resources' Cerro Lindo Mining Unit had as main objective to evaluate the electrical risks associated with electric arc in several critical areas of the mine. Using ETAP 19.0.1 software and following IEEE 1584 - 2018 and NFPA 70E - 2018 standards, the electrical system was modeled and Incident Energy and Arc Flash Boundary (AFB) values were calculated. The study identified the risk categories and selected the personal protective equipment (PPE) needed to protect workers from potential arc flash incidents. In addition, safe work procedures were established and personnel were trained in the proper use of PPE. The results of the study provided a solid basis for improving electrical safety and optimizing the mine's operation, significantly reducing the risk of electrical accidents.

Keywords: Study, Arc, Electrical, Risk, Safety.

INTRODUCCIÓN

La seguridad eléctrica en la industria minera es un aspecto crítico que requiere una atención constante y detallada, especialmente debido a las condiciones adversas y los altos niveles de energía involucrados en las operaciones. La Unidad Minera Cerro Lindo, operada por Nexa Resources, enfrenta desafíos significativos en la gestión de su infraestructura eléctrica, donde los riesgos de arco eléctrico (Arc Flash) pueden tener consecuencias graves para los trabajadores y la operación en general.

El presente estudio de Arco Eléctrico se llevó a cabo para evaluar y mitigar estos riesgos en la Unidad Minera Cerro Lindo. La principal finalidad del estudio es determinar los valores de Energía Incidente en diversas áreas de la mina y establecer las distancias de seguridad adecuadas (AFB) para proteger al personal. Utilizando herramientas avanzadas de modelamiento y simulación como el software ETAP 19.0.1, y siguiendo estrictamente las normativas internacionales IEEE 1584 – 2018 y NFPA 70E – 2018, el estudio se centra en identificar los niveles de riesgo y seleccionar el equipo de protección personal (EPP) adecuado para cada situación.

A lo largo del estudio, se abordaron diversas áreas críticas, incluyendo las barras de 10kV en la superficie, el chancado primario, el interior de la mina, las fajas transportadoras, el relleno en pasta y la ventilación. Las evaluaciones detalladas permitieron no solo calcular los valores de Energía Incidente, sino también desarrollar procedimientos de trabajo seguro y capacitar al personal en la correcta utilización del EPP, garantizando así una operación más segura y eficiente.

Este documento presenta los hallazgos del estudio, las metodologías empleadas y las recomendaciones para la implementación de medidas de control de riesgos de Arco Eléctrico, proporcionando una guía integral para mejorar la seguridad eléctrica en la Unidad Minera Cerro Lindo.

CAPITULO I: CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

1.1 Generalidades.

1.1.1 Descripción de la empresa.

TyN Servicios E.I.R.L; Es una empresa peruana de capitales nacionales, especializada en ofrecer soluciones técnicas de ingeniería eléctrica. Se compromete a seguir los estándares y normas más exigentes del mercado para garantizar la confiabilidad y disponibilidad óptima de los equipos de sus clientes; entre las principales actividades desarrolladas se encuentra el desarrollo de estudios de ingeniería eléctrica como: estudios de flujo de carga, estudio de protección de coordinación de protecciones, estudios de arco eléctrico, estudios de calidad de energía; Pruebas eléctricas y mantenimiento, como: pruebas de relés de protección, pruebas y mantenimiento de interruptores de potencia, pruebas eléctricas de transformadores, pruebas y mantenimiento de motores eléctricos de media tensión.

TyN SERVICIOS pone a su disposición su Staff de Ingenieros y técnicos electricistas con mas de 15 años de experiencia dedicados a la investigación de fallas en Subestaciones eléctricas de Potencia, Transformadores de Distribución y Potencia y Motores Eléctrico de MT

Fig. 1: Logotipo de TyN servicios E.I.R.L

Fig. 2: Servicios de TyN servicios E.I.R.L

Las generalidades encontradas en el registro SUNAT detalla la siguiente información:

TABLA I:

TYN SERVICIOS E.I.R.L (Registro SUNAT)

Ruc	20601849411
Razón social	T Y N SERVICIOS E.I.R.L.
Tipo empresa	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada
Condición	Activo
Fecha inicio actividades	02 / Febrero / 2017
Actividad comercial	Generación y Distribución de Energía Eléctrica.
Dirección legal	Av. Malecón Mza. 38 Lote. 15 (Playa Arica) – Lurín – Lima – Perú.
Gerente	Lady Alfaro Vasquez
Teléfono	+51 954194192
Pagina web	https://tynservicios.com/

1.1.2 Actividades empresariales.

La empresa se dedica a una amplia gama de actividades en el ámbito de la ingeniería eléctrica, destacándose por su enfoque en estudios y pruebas técnicas esenciales para el sector industrial y minero. Entre sus servicios se incluyen:

Estudios de Flujo de Carga: Análisis detallados para determinar la distribución de la carga eléctrica en sistemas de potencia, asegurando una operación eficiente y segura.

Estudios de Cortocircuito: Evaluación de las corrientes de cortocircuito en sistemas eléctricos para diseñar y dimensionar adecuadamente los equipos de protección y garantizar la seguridad operativa.

Estudios de Coordinación de Protecciones: Desarrollo de esquemas de protección coordinados para minimizar el impacto de fallas eléctricas, asegurando la rápida y precisa desconexión de las partes afectadas del sistema.

Estudios de Arco Eléctrico: Análisis y evaluación de riesgos de arco eléctrico para implementar medidas de seguridad que protejan a los operarios y equipos.

Estudios de Calidad de Energía: Monitoreo y análisis de la calidad de la energía eléctrica para identificar y corregir problemas que puedan afectar la eficiencia y vida útil de los equipos.

Además, la empresa realiza pruebas eléctricas y mantenimiento, incluyendo:

Pruebas de Relés de Protección de marcas como ABB, Siemens, SEL y GE, garantizando su correcto funcionamiento y confiabilidad; Pruebas y mantenimiento de Interruptores de Potencia, asegurando su capacidad de operar y proteger en condiciones óptimas; Pruebas Eléctricas a Transformadores para verificar su desempeño y detectar posibles fallos; Pruebas y Mantenimiento de Motores eléctricos de Media Tensión (MT) para asegurar su operación eficiente y prolongar su vida útil.

Entre sus clientes se encuentran empresas de renombre como SIEMENS SAC, GOLD FIELDS LA CIMA, SHOUGANG HIERRO PERU, MINERA BATEAS, NEXA RESOURCES, CIA. MINERA ALPAYANA, MANELSA, AEI SRL, y COSAPI MINERÍA SAC, demostrando su capacidad y experiencia en el sector.

1.1.2.1 Vinculo Entre TyN SERVICIOS y NEXA RESOURCES.

A solicitud del cliente Nexa Resources, Unidad Minera Cerro Lindo, la empresa recibió el encargo de realizar el estudio de arco eléctrico (ARC FLASH). Este estudio consiste en modelar mediante software el sistema eléctrico de la mina y calcular el valor de la Energía Incidente (cal/cm²) y la Frontera de Arco Eléctrico (AFB) ante un cortocircuito trifásico que pudiera ocurrir en las barras de los diferentes niveles de tensión y áreas de proceso seleccionados.

El estudio abarca:

Barra A Cerro Lindo de 10kV:

- Superficie
- Chancado Primario
- Interior Mina

Barra B Cerro Lindo de 10kV:

- Faja 4
- Relleno en Pasta
- Ventilación

Estos cálculos son esenciales para garantizar la seguridad operativa y la protección del personal y los equipos en caso de eventos de cortocircuito.

1.1.3 Estructura corporativa entre TYN SERVICIOS E.I.R.L.

Esta estructura organizativa está diseñada para asegurar una jerarquía clara y efectiva en la empresa TyN Servicios, permitiendo una comunicación fluida y eficiente entre los distintos niveles de la organización. El Gerente de Ingeniería se encuentra en la cúspide, seguido por el Jefe de Ingeniería, quien supervisa tanto al Ingeniero de Seguridad como a los Ingenieros de Servicios. Los Ingenieros de Servicios, a su vez, colaboran estrechamente con el Asistente de Ingeniería, quien coordina con los Técnicos Electricistas para ejecutar las tareas operativas diarias.

Fig. 3. Puesto desempeñado dentro de TyN servicios E.I.R.L

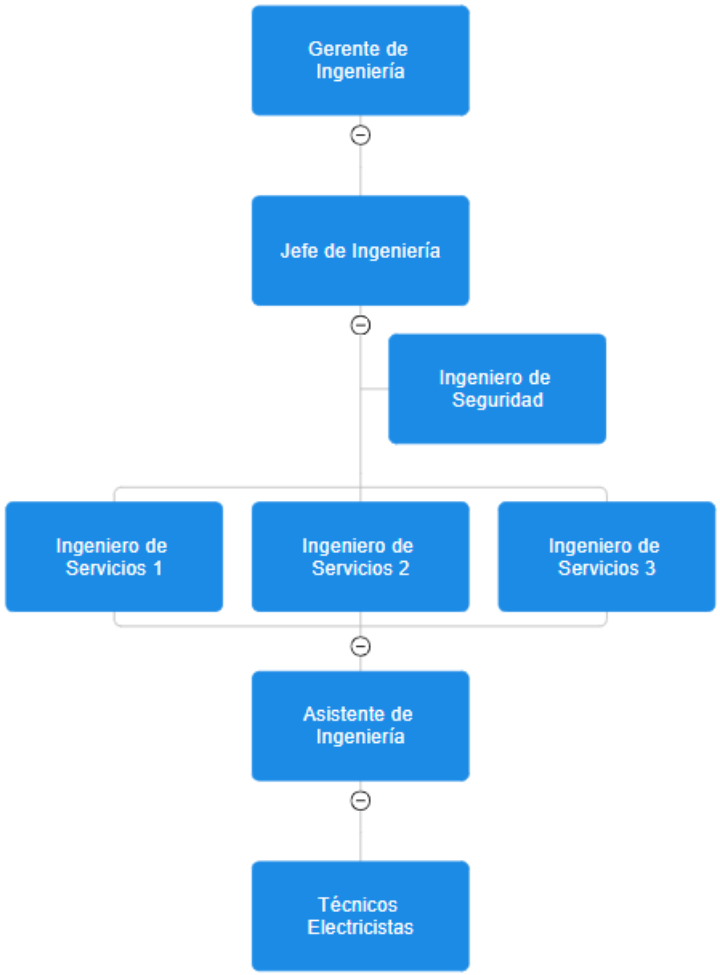


Fig. 4. Organigrama de TyN Servicios.

1.1.4 Sistema organizacional.

1.1.4.1 Política empresarial.

Mediante la política empresarial TyN Servicios se compromete a alcanzar la excelencia en todos sus aspectos, promoviendo un entorno seguro y respetuoso, y contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria eléctrica. Optimizando sus procesos internos para mejorar la eficiencia y efectividad de sus servicios. Expandiendo su presencia en el mercado, manteniendo un crecimiento sostenible y rentable. Inversión en la capacitación y desarrollo de su personal, asegurando que cuenten con las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del mercado. Mantenerse en la vanguardia de las tecnologías y metodologías en el campo de la ingeniería eléctrica, para ofrecer soluciones innovadoras a sus clientes. Fortalecer sus relaciones con los clientes a través de la comunicación constante y la adaptación a sus necesidades específicas.

Capacitación y Desarrollo: Implementación de programas de capacitación continua para su personal, enfocándonos en habilidades técnicas y de seguridad.

Mejora de Procesos: Adoptar metodologías de mejora continua para optimizar sus procesos y reducir ineficiencias.

Tecnología Avanzada: Inversión en herramientas y software de última generación para mejorar la precisión y eficiencia de sus estudios y pruebas.

Sostenibilidad: Implementación de prácticas sostenibles en sus operaciones, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la responsabilidad social corporativa.

Comunicación Efectiva: Establecer canales de comunicación abiertos y transparentes con sus clientes y colaboradores, asegurando una colaboración efectiva y una respuesta rápida a sus necesidades.

1.1.4.2 Misión y visión.

Misión: Proveer soluciones técnicas de ingeniería eléctrica de alta calidad, basadas en los estándares y normas más exigentes, para garantizar la confiabilidad y disponibilidad óptima de los equipos de nuestros clientes, contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria.

Visión: Ser líderes en el mercado de soluciones técnicas de ingeniería eléctrica, reconocidos por nuestra excelencia, innovación y compromiso con la seguridad y satisfacción del cliente.

1.1.4.3 Valores.

- Transparencia.
- Respeto.
- Libertad.
- Puntualidad.

CAPITULO II: TRAYECTORIA PROFESIONAL

2.1. Descripción general de la experiencia.

Bachiller de Carrera profesional de ingeniería mecánica eléctrico de la universidad nacional "San Luis Gonzaga de Ica. Especializado en la ejecución de estudio, diseños, desarrollo y mantenimiento de sistemas eléctricos en MT y BT principalmente en la industria minera.

El bachiller a ejecutado una variedad de servicios destacados en diversas empresas, incluyendo la instalación de analizadores de redes, ejecución de pruebas eléctricas a transformadores y relés de protección, elaboración de estudios de calidad de energía, y mantenimiento integral de equipos eléctricos en compañías como UNACEM, Molitalia, Precor, Cosapi Minería, Electroperú, entre otras.

trayectoria de forma general se describe a continuación:

- Practicante de Mantenimiento Eléctrico en Compañía Minera Milpo S.A.A. Febrero 2017 – Marzo 2017
  - Actualización de planos eléctricos de planta concentradora.
  - Apoyo en la ejecución de mantenimiento preventivo.
- Practicante de Diseño Electromecánico en N&C Ingeniería y Estudios S.A.C. Abril 2017 – Julio 2017
  - Diseño de estructuras para líneas de transmisión en Autocad.
  - Apoyo en el desarrollo de proyectos de línea de transmisión en Software PLSCAD.
- Practicante de Proyectos Eléctricos en AXLIGHTS S.A.C. Julio 2017 – Noviembre 2017
  - Elaboración de cálculos de alumbrado con DIALUX.
  - Elaboración de cálculo de puesta a tierra con CymGrd.
  - Elaboración de diagramas unifilares en Autocad.
- Practicante Profesional de Mantenimiento en Compañía Minera Casapalca S.A.A. Abril 2018 – Abril 2019
  - Apoyo en el cumplimiento del programa anual de mantenimiento.
  - Uso de ERP para seguimiento y ejecución de órdenes de servicio.
  - Realización de reportes mensuales y apoyo en proyectos de mejora.

- Responsable del Área de Iluminación en SyZ Cominsa SRL Octubre 2019 – Enero 2020
  - Soporte técnico al área de ventas.
- Ingeniero de Servicios en TyN Servicios EIRL Febrero 2020 – Diciembre 2023
  - Ejecutor de pruebas eléctricas en subestaciones.
  - Instalación de analizadores de redes.
  - Apoyo en la elaboración de estudios eléctricos.
- Ingeniero de Servicios en B&K Electric SAC Enero 2024 – Julio 2024
  - Ejecutor de pruebas eléctricas en subestaciones.
  - Elaboración de estudios eléctricos de flujo de carga y coordinación de protecciones.
- Ingeniero de Servicios en TyN Servicios EIRL Julio 2024 – Actualidad
  - Ejecutor de pruebas eléctricas en subestaciones.
  - Elaboración de estudios eléctricos de flujo de carga y coordinación de protecciones.

A lo largo de su carrera ha ccomplementado su formación con diversos cursos y talleres, entre los que destacan:

- Operación y Configuración de CMC356
- Autocad – Diseñador Cad
- ETAP 19
- Coordinación de Protecciones en Sistemas de Generación, Transmisión y Distribución
- Dialux
- Cyme Ground – Sistema de Puesta a Tierra
- Electricidad Industrial I
- PlsCadd

CAPITULO III: APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1 Marco institucional.

Nexa Resources, una de las principales empresas mineras en América Latina, comprometida con la seguridad y salud de sus trabajadores en la Unidad Minera Cerro Lindo. Para fortalecer este compromiso, Nexa Resources ha contratado a TYN Servicios, una empresa especializada en estudios eléctricos, para realizar un análisis de riesgo por arco eléctrico en sus instalaciones. estableciendo las responsabilidades, objetivos y alcances de la colaboración entre ambas compañías.

Buscando la seguridad de los trabajadores minimizando los riesgos de accidentes eléctricos y asegurar que los trabajadores de Nexa Resources estén protegidos adecuadamente mediante la correcta identificación de categorías de riesgo y la selección del equipo de protección personal (EPP) adecuado.

Así también asegurando el cumplimiento normativo; Asegurando que la Unidad Minera Cerro Lindo cumpla con las normativas internacionales en seguridad eléctrica, específicamente las directrices de la IEEE 1584 – 2018 y la NFPA 70E – 2018.

La colaboración entre Nexa Resources y TYN Servicios para la realización del estudio de arco eléctrico en la Unidad Minera Cerro Lindo represento un esfuerzo conjunto para mejorar la seguridad eléctrica y proteger a los trabajadores. Ambas compañías estuvieron comprometidas en trabajar con estrecha colaboración para cumplir con los objetivos del estudio y asegurar un entorno de trabajo seguro y eficiente.

La metodología con que se ejecuto el desarrollo del presente proyecto fue la de visita de campo para recolectar información detallada sobre el sistema eléctrico. Para modelar el sistema eléctrico y simular escenarios de flujo de carga, cortocircuito y coordinación de protecciones se utilizo el software ETAP 19.0.1; Finalmente se busco el análisis en los datos recopilados y en las normas IEEE 1584 – 2018 y NFPA 70E – 2018, asegurando la precisión y validez de los resultados.

Las principales responsabilidades de TyN Servicio: Llevar a cabo el análisis de riesgo por Arc Flash utilizando el software ETAP 19.0.1 y siguiendo las normativas IEEE 1584 – 2018 y NFPA 70E – 2018. Realizar los cálculos de Energía Incidente y determinar las distancias de seguridad (AFB) para los diferentes puntos críticos en las barras de 10kV de la Unidad Minera Cerro Lindo. Proveer un informe detallado con los resultados del estudio, incluyendo recomendaciones para la selección del EPP adecuado y cualquier mejora necesaria en la infraestructura eléctrica.

3.2 Determinación y análisis del problema.

3.2.1 Realidad problemática.

La unidad minera donde se desarrollo el estudio, se encuentra caracterizada por su compleja infraestructura eléctrica. La operación minera incluye diversas áreas críticas como el chancado primario, fajas transportadoras, ventilación y relleno en pasta, todas conectadas a través de barras de 10kV. Estas instalaciones están sometidas a condiciones extremas y demandan un manejo cuidadoso de la energía eléctrica para garantizar tanto la eficiencia operativa como la seguridad de los trabajadores.

En entornos mineros, la exposición a riesgos eléctricos es considerablemente alta debido a la alta tensión y la densidad de los equipos operativos. Una de las amenazas más severas es el Arc Flash (Arco Eléctrico), un fenómeno que puede provocar daños graves a los trabajadores y equipos debido a las explosiones de energía concentrada resultante de fallas eléctricas.

La infraestructura eléctrica de la Unidad Minera Cerro Lindo presenta múltiples puntos críticos donde los trabajadores pueden estar expuestos a riesgos de Arc Flash. Estos incluyen áreas de alta tensión como las barras A y B de 10kV.

La mina enfrenta condiciones ambientales extremas como polvo, humedad y vibraciones, que pueden afectar negativamente la fiabilidad de los equipos eléctricos y aumentar la probabilidad de fallas.

La última evaluación exhaustiva de los riesgos eléctricos y la coordinación de protecciones se realizó hace varios años. Desde entonces, ha habido modificaciones en la infraestructura y en los modos operativos que no han sido adecuadamente evaluados en términos de riesgo por Arc Flash.

Aunque se han implementado programas de capacitación en seguridad eléctrica, existe una necesidad constante de actualización y especialización, especialmente en lo que respecta al uso del EPP adecuado y la respuesta a incidentes de Arc Flash.

Algunos dispositivos de protección no cuentan con ajustes adecuados o actualizados, lo que podría resultar en tiempos de despeje de fallas ineficientes y, por ende, en mayores niveles de Energía Incidente.

En el 2020, Huaynate & Nova en el desarrollo de su investigación; Abordan la problemática de los riesgos eléctricos en la operación de plantas concentradoras, donde “Es común que surjan fallos que provoquen paradas en los motores eléctricos. Estas paradas, tanto imprevistas como planificadas a lo largo del año, obligan al personal electricista a realizar

maniobras de apertura y cierre de interruptores en los Centros de Control de Motores (CCM's), exponiéndolos a riesgos significativos, como el Arco Eléctrico" [1]. El objetivo del estudio fue generar información técnica precisa para ser incluida en los rótulos de seguridad de los diferentes tableros y arrancadores eléctricos. "Estos rótulos informarán sobre el nivel de riesgo de explosión y electrocución, así como sobre el Equipo de Protección Personal (EPP) necesario para atenuar los efectos de dichos riesgos. El estudio se basó en las normativas ANSI-IEC, IEEE 1584 y NFPA 70E" [1].

En el 2023; Alvarado & Merma; Plantearon la implementación de un "Control de ingeniería para reducir el riesgo de arco eléctrico durante las actividades de mantenimiento e inspección en la subestación de la empresa JJ EXEIM S.A.C. Se identificaron las actividades con riesgo eléctrico, como el corte de energía en celdas, la maniobra de puesta a tierra y desfogue de energía residual, y la reposición de energía en celdas. Estas actividades fueron evaluadas mediante encuestas al personal antes y después de la implementación del sistema de alerta"[2]. Los resultados mostraron una "Mejora en las condiciones de seguridad tras la implementación del sistema de alerta, confirmada por los checklists post-implementación. Se concluyó que la implementación del control de ingeniería es viable y efectiva, conforme a la jerarquía de controles en Seguridad y Salud Ocupacional"[2].

3.2.2 Planteamiento del problema.

La Unidad Minera Cerro Lindo, operada por Nexa Resources en su operación incluye diversas áreas críticas, como el chancado primario, fajas transportadoras, ventilación y relleno en pasta, todas conectadas mediante barras de 10kV. La infraestructura eléctrica de la mina es compleja y opera en condiciones ambientales adversas, lo que aumenta la probabilidad de incidentes eléctricos graves. Los trabajadores electricistas están frecuentemente expuestos a riesgos eléctricos durante la operación y mantenimiento de los equipos. Las paradas de planta, tanto imprevistas como programadas, exigen la realización de maniobras de apertura y cierre de interruptores, exponiendo al personal a posibles incidentes de Arc Flash (Arco Eléctrico). Estos incidentes pueden provocar lesiones graves, daños a los equipos y paradas operativas costosas.

3.2.3 Formulación del problema.

3.2.3.1 Problema principal.

PP: ¿Cómo realizar el análisis de riesgo por arco eléctrico para interior mina en la compañía Nexa Resources, Unidad Minera Cerro Lindo, en el Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Región Ica?

3.2.3.2 Problemas específicos.

PE-001: ¿Como determinar la categoría de riesgo de acuerdo al valor de Energía Incidente?

PE-002: ¿Como realizar la selección del (EPP) requerido para que en caso de que un trabajador electricista se encontrase expuesto al arco eléctrico?

3.2.4 Alcance.

Las áreas donde se desarrollara el presente estudio son en las barras A y B de 10kV: superficie, chancado primario, interior mina, faja 4, relleno en pasta y ventilación.

El cálculo de energía incidente: medición de la energía incidente (cal/cm²) en cada punto crítico.

Establecimiento de las distancias de seguridad adecuadas; Identificación del Equipo de Protección Personal necesario para cada categoría de riesgo determinada.

Evaluación y ajuste de los interruptores y relés de protección para optimizar los tiempos de despeje de fallas.

3.2.5 Limitaciones.

La limitación existente es la dependencia de la disponibilidad y precisión de los datos eléctricos y operativos proporcionados por la Unidad Minera Cerro Lindo. Limitaciones en el acceso a ciertos equipos o áreas críticas durante el levantamiento de información

Sobre las limitaciones técnicas se depende de la fiabilidad y precisión del software ETAP 19.0.1 utilizado para la simulación y modelado del sistema eléctrico. Posibles restricciones en la actualización de los dispositivos de protección y su configuración debido a limitaciones técnicas o presupuestarias.

La implementación de todas las recomendaciones del estudio puede estar sujeta a restricciones presupuestarias y de tiempo. Posibles demoras en la adquisición de nuevos equipos de protección o en la actualización de la infraestructura eléctrica.

Adaptación de las normativas internacionales (IEEE, NFPA, ANSI-IEC) a las regulaciones y normativas locales de Perú, que pueden presentar diferencias y requerir ajustes específicos.

3.2.6 Justificación.

Para mitigar estos riesgos y proteger tanto a los trabajadores como a la infraestructura, se hace necesario realizar un estudio detallado de Arc Flash. Este estudio permite:

Evaluar la energía incidente: determinar los niveles de energía incidente en diferentes puntos críticos y establecer categorías de riesgo precisas.

Establecer la Arc Flash Boundary (AFB): Definir las distancias de seguridad adecuadas para proteger a los trabajadores.

Seleccionar el EPP Adecuado: Proveer a los trabajadores con el equipo de protección necesario basado en los resultados del estudio.

Optimizar la Coordinación de Protecciones: Asegurar que todos los dispositivos de protección estén correctamente ajustados para minimizar los tiempos de despeje de fallas.

Actualizar Procedimientos de Seguridad: Implementar y actualizar los procedimientos de trabajo seguro, incluyendo la capacitación continua del personal.

La realización del estudio de arco eléctrico en la Unidad Minera Cerro Lindo es una medida crítica e importante. Este estudio no solo garantizará el cumplimiento de las normativas de seguridad, sino que también fortalecerá la cultura de seguridad dentro de la mina, protegiendo la vida de los trabajadores y asegurando la continuidad operativa de la unidad minera.

3.3 Objetivos.

3.3.1 Objetivo general.

OG: Realizar el análisis de riesgo por arco eléctrico para interior mina en la compañía Nexa Resources, Unidad Minera Cerro Lindo, en el Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Región Ica

3.3.2 Objetivos específicos.

OE-001: Determinar la categoría de riesgo de acuerdo al valor de Energía Incidente

OE-002: Realizar la selección del (EPP) requerido para que en caso de que un trabajador electricista se encontrase expuesto al arco eléctrico

3.4 Proyecto de solución.

3.4.1 Metodología para el estudio, normativa de aplicación y bases teóricas.

La IEEE 1584 – 2018, contiene métodos de cálculos que permiten un análisis profundo y una completa solución para fallas de arco eléctrico en sistemas monofásicos y trifásicos, al aire libre o en sistemas trifásicos de recintos cerrados como celdas de media o baja tensión. Las ecuaciones proveen las distancias límite para personal sin ninguna clase de protección y la energía incidente en el espacio de trabajo para el personal calificado que trabaje cerca de equipos energizados. Las ecuaciones utilizadas están respaldadas por múltiples pruebas de laboratorio que las validan. Para la utilización adecuada de este Software se necesita una evaluación previa del lugar; mayor información del sistema a analizar, como un estudio previo de cortocircuito para tener a la mano la información de los niveles de corriente de cortocircuito en todos los puntos de interés; un análisis de la coordinación de protecciones,

que indique los tiempos de despejes de fallas de los dispositivos de protección aguas arribas, tipos de interruptores y demás.

El software utilizado para realizar el análisis de las simulaciones de flujo de carga, cortocircuito y coordinación de protección es el ETAP Power Station versión 19.0.1 bajo entorno Windows, poderosa herramienta de ingeniería que permite simular redes eléctricas de potencia y de distribución para facilitar su planificación, diseño y operación.

ETAP Power Station permite realizar el modelamiento en toda la red y de manera simultánea estudios de caída de tensión, flujo de carga y corrientes de cortocircuito en sistemas equilibrados o desequilibrados y hojas de coordinación de protecciones. Otra particularidad es que se pueden trazar en pantalla los perfiles de tensión y de corrientes de cortocircuito.

Fig. 5. Portada sotware ETAP power station versión 19.0.1

Las normas de aplicación para el estudio desarrollado son:

- IEEE 1584 – 2018 Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations.
- NFPA 70E – 2018 Norma para la Seguridad Eléctrica en el lugar de Trabajo.

Las bases teóricas son:

Arc Flash (Arco Eléctrico): Es una explosión de energía eléctrica que puede ocurrir cuando se produce un cortocircuito a través del aire. Esto puede generar temperaturas extremadamente altas, radiación térmica, una presión acústica y luminosa significativa y metal vaporizado, lo que pone en riesgo la seguridad de los trabajadores.

Energía Incidente: La cantidad de energía térmica por unidad de área (cal/cm^2) recibida sobre una superficie a una cierta distancia del arco eléctrico. Este valor es crítico para determinar la categoría de riesgo y los requerimientos del EPP.

AFB (Frontera de Arco Eléctrico): El límite de protección contra el arco eléctrico (AFB) es la distancia mínima 'segura' del equipo energizado que tiene un potencial de fallo de arco. Se define como la distancia a la que, en el caso de un arco, un trabajador estaría expuesto a

un evento térmico con energía incidente de 1,2 cal / cm² durante 0,1 segundo.

FCT (Tiempo de extinción de la falla): Es el tiempo que tomaran los dispositivos de protección para interrumpir una corriente de falla.

Distancia de Trabajo (Work Distance): La distancia entre la cara y el area del pecho de una persona y una fuente potencial de arco.

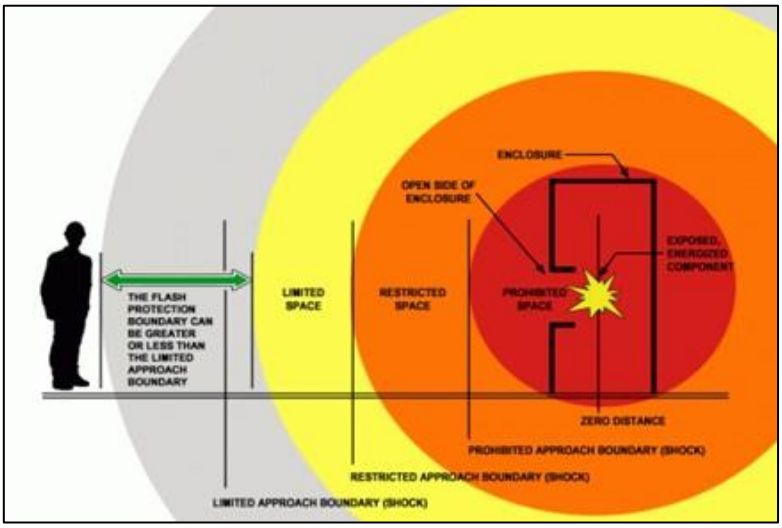


Fig. 6. Fronteras de aproximación de Arco eléctrico.

3.4.2 Escenario analizado y estado situacional del sistema eléctrico

El escenario analizado: El SEIN suministra la energía eléctrica al Sistema Eléctrico de La Unidad Minera Cerro Lindo desde la SE Desierto propiedad de REP.

El objetivo de realizar el análisis de cortocircuito del Sistema Eléctrico de Cerro Lindo es para determinar las máximas corrientes de cortocircuito (la cual determina las capacidades de los equipos eléctricos), la cual es la base para el cálculo de la energía incidente en el presente estudio de Arc Flash. El análisis de cortocircuito trifásico es una parte crucial en el estudio de sistemas eléctricos, especialmente para evaluar la capacidad de los equipos y la protección contra fallas. Realizar un análisis de cortocircuito trifásico es un proceso detallado que requiere precisión y comprensión de los conceptos eléctricos. Utilizar software especializado facilita este análisis, proporcionando resultados precisos que son esenciales para la seguridad y eficiencia operativa del sistema eléctrico.

A continuación se plantea el modelado del calculo

<u>Datos del Sistema</u>

Transformador T1: 10 MVA, 10/0.4 kV, Z=6%

Generador G1: 5 MVA, 10 kV, Z=12%

Línea L1: 2 km, Z=0.1 + j0.2 ohm/km

Modelado con ETAP

Crear un diagrama unifilar en ETAP con el transformador T1, generador G1, y línea L1.

Ingresar los datos de impedancia y capacidad de cada equipo.

Configuración de corto circuito

Definir un cortocircuito trifásico en la barra de 10 kV del transformador T1.

Ejecutar la simulación de cortocircuito.

Resultados obtenidos

Corriente de Cortocircuito Inicial (Ik): 10 kA

Corriente de Estado Estable (Ik(steady)): 8 kA

Interpretación y recomendaciones

Verificar que los interruptores automáticos en la barra de 10 kV puedan manejar 10 kA.

Ajustar los relés de protección para despejar fallas de 10 kA en menos de 100 ms.

I"k (Corriente de Cortocircuito Subtransitoria)

I"k se refiere a la corriente subtransitoria de cortocircuito. Este es el valor de la corriente de cortocircuito en el instante inmediatamente posterior a la ocurrencia de un cortocircuito, antes de que la respuesta transitoria de los generadores y motores disminuya. Es la corriente máxima que fluye durante los primeros ciclos (habitualmente entre 1 y 3 ciclos) después del cortocircuito. Es crucial para el diseño y selección de equipos de protección y seccionadores, ya que deben ser capaces de interrumpir esta corriente máxima sin sufrir daños. Ayuda a evaluar la resistencia mecánica de los conductores y los soportes de los equipos eléctricos.

S"k (Potencia de Cortocircuito)

S"k se refiere a la potencia aparente de cortocircuito. Es la potencia aparente en el punto de cortocircuito, calculada usando la tensión nominal y la corriente de cortocircuito subtransitoria.

$$S\text{k}=\sqrt{3}\times \text{U} \times \text{I"k}$$

S"k es la potencia de cortocircuito en volt-amperios (VA).

U es la tensión nominal en voltios (V).

I"k es la corriente subtransitoria de cortocircuito en amperios (A).

Se utiliza para dimensionar y verificar la capacidad de los equipos y sistemas eléctricos, asegurando que puedan manejar las potencias implicadas durante un cortocircuito. Ayuda en la coordinación de protecciones y en la evaluación de la estabilidad del sistema eléctrico.

Obtener I"k y S"k es fundamental para el diseño y la seguridad de los sistemas eléctricos. Estos parámetros ayudan a garantizar que los equipos y protecciones seleccionados puedan manejar las condiciones extremas que pueden ocurrir durante un cortocircuito, protegiendo tanto a las personas como a los equipos de daños graves.

En las siguientes tablas se exponen los valores obtenidos del análisis de cortocircuito trifásico; De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que los valores de cortocircuito trifásico se encuentran por debajo de la capacidad de ruptura de los equipos instalados.

TABLA II:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 01

ID	Nominal kV	I"k	S"k
B_SE35-30_I1-10-35	10	7.91	136.93
B_SE35-20_I2-10-35	10	8.03	139.11
B_SE35-10_I3-10-35	10	8.03	139.11
B_SE25-10_10kV_TR02	10	6.52	112.98
B_SE05A-20_10kV	10	6.88	119.23
B_SE04_I2-10-36	10	6.57	113.72
B_SE04_I1-10-36	10	6.57	113.72
B_SE02_I2-10-34	10	3.88	67.27
B_SE02_I1-10-34	10	3.89	67.31
B_Celda11.1.2	10	17.76	307.53
B_Celda11.1.1	10	17.76	307.53
B_14-70-00-0000195	10	3.89	67.37
Barra SE Cerro Lindo 10kV	10	18.09	313.34
N_SE51-20_4.16kV_TR01	4.16	5.36	38.64
N_SE51-10_4.16kV_TR01	4.16	5.36	38.64
N_SE50-20_4.16kV_TR01	4.16	5.6	40.38
N_SE50-10_4.16kV_TR02	4.16	5.6	40.38
N_SE49-10_4.16kV_TR06	4.16	5.52	39.79
N_SE48-10_4.16kV-TR02	4.16	3.39	24.46
N_SE46-30_4.16kV_TR05	4.16	4.15	29.9
N_SE46-20_4.16kV_TR07	4.16	4.15	29.9

TABLA III:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 02

ID	Nominal kV	I"k	S"k
N_SE46-10_4.16kV	4.16	4.15	29.9
N_SE45-20_4.16kV_TR02	4.16	5.57	40.15
N_SE45-10_4.16kV_TR04	4.16	5.57	40.15
N_SE44-30_4.16kV_TR01	4.16	5.38	38.79
N_SE44-20_4.16kV_TR02	4.16	5.38	38.79
N_SE44-10_4.16kV_SE52	4.16	5.38	38.79
N_SE43-20_4.16kV_TR01	4.16	4.32	31.16
N_SE43-10_4.16kV_TR04	4.16	4.32	31.16
N_SE42-30_4.16kV_TR06	4.16	5.48	39.51
N_SE42-20_4.16kV_TR03	4.16	5.48	39.51
N_SE42-10_4.16kV_TR09	4.16	5.48	39.51
N_SE41-20_4.16kV_SE32	4.16	5.96	42.97
N_SE41-10_4.16kV_TR01	4.16	5.96	42.97
N_SE40-20_4.16kV_TR08	4.16	5.18	37.35
N_SE40-10_4.16kV_TR05	4.16	5.18	37.35
N_SE39-20_4.16kV_TR01	4.16	3.34	24.09
N_SE39-10_4.16kV_TR02	4.16	3.34	24.09
N_SE38-30_4.16kV_TR2013	4.16	5.58	40.21
N_SE38-20_4.16kV_TR04	4.16	5.58	40.21
N_SE38-10_4.16kV_TR01	4.16	5.58	40.21
N_SE37-30_4.16kV_TR2010	4.16	5.36	38.66
N_SE37-20_4.16kV_TR2013	4.16	5.36	38.66
N_SE37-10_4.16kV_TR2011	4.16	5.36	38.66
N_SE32-10_4.16kV	4.16	5.8	41.79
N_SE31-30_4.16kV_TR03	4.16	3.75	26.99
N_SE31-20_4.16kV_146823	4.16	3.75	26.99
N_SE31-10_4.16kV_TR02	4.16	3.75	26.99
N_SE30-30_4.16kV_TR03	4.16	4.66	33.57
N_SE30-20_4.16kV_TR04	4.16	4.66	33.57
N_SE30-10_4.16kV_TR09	4.16	4.66	33.57
N_SE29-20_4.16kV_TR2015	4.16	3.95	28.46
N_SE29-10_4.16kV_TR2011	4.16	3.95	28.46
N_SE28-20_4.16kV_TR03	4.16	4.55	32.82
N_SE28-10_4.16kV_TR01	4.16	4.55	32.82
N_SE27-20_4.16kV_TR01	4.16	4.65	33.48
N_SE27-10_4.16kV_TR02	4.16	4.65	33.48

TABLA IV:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 03

ID	Nominal kV	I"k	S"k
N_SE25-10_4.16kV	4.16	5.52	39.8
N_SE23-10_4.16kV	4.16	3.77	27.16
N_SE22-30_4.16kV_SE45	4.16	5.87	42.31
N_SE22-20_4.16kV	4.16	5.87	42.31
N_SE22-10_4.16kV_TR03	4.16	5.87	42.31
N_SE21-10_4.16kV	4.16	5.67	40.87
N_SE19-30_4.16kV_T1	4.16	5.83	41.98
N_SE19-20_4.16kV_TR03	4.16	5.83	41.98
N_SE19-10_4.16kV_TR04	4.16	5.83	41.98
N_SE18-50_4.16kV_TR01	4.16	6.22	44.78
N_SE18-40_4.16kV_TR02	4.16	6.22	44.78
N_SE18-30_4.16kV_SE13	4.16	6.25	45.03
N_SE17-30_4.16kV_TR2013	4.16	3.5	25.22
N_SE17-20_4.16kV_TR2011	4.16	3.5	25.22
N_SE17-10_4.16kV_TR2014	4.16	3.5	25.22
N_SE16-10_4.16kV_TR02	4.16	5.94	42.81
N_SE15-10_4.16kV	4.16	4.48	32.31
N_SE13-20_4.16kV_TR14353	4.16	5.69	41.02
N_SE13-10_4.16kV_TR2016	4.16	5.69	41.02
N_SE10-10_4.16kV	4.16	4.63	33.39
N_SE09-10_4.16kV-TR02	4.16	4.94	35.58
N_SE08-20_4.16kV_TR2013	4.16	4.23	30.46
N_SE08-10_4.16kV_TR2012	4.16	4.23	30.46
N_SE07-10_4.16kV	4.16	5.56	40.08
N_SE06-10_4.16kV	4.16	3.75	27
N_SE05-10_4.16kV	4.16	3.69	26.57
N_SE04-10_4.16kV_T3	4.16	3.87	27.88
B_SE52-10_4.16kV	4.16	4.9	35.27
B_SE45-30_4.16kV	4.16	5.57	40.15
B_SE35-31_I1-4.16-35	4.16	6.47	46.62
B_SE19_Celda de Barras	4.16	5.83	41.98
B_SE18-20_4.16kV	4.16	6.25	45.03
B_SE18-10_4.16kV	4.16	6.25	45.06
B_SE16-30_4.16kV	4.16	5.94	42.81
B_SE06A-10_4.16kV_IN038A	4.16	5.42	39.08
B_SE06A-10_4.16kV_IN038	4.16	5.42	39.08

TABLA V:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 04

ID	Nominal kV	I"k	S"k
B_SE04_I2-4.16-36	4.16	6.24	44.96
B_SE02_I21-4.16-34	4.16	4.13	29.79
B_SE02_I11-4.16-34	4.16	4.07	29.36
B_SE01-10_4.16kV_TR03	4.16	3.5	25.25
B_4.16kv SE 05A-37A	4.16	6.4	46.09
B_4.16kv SE 05A-37	4.16	6.4	46.09
B_ SE16-20_4.16kV_INCB7	4.16	5.94	42.81
Barra_4.16kV C. Ormazabal	4.16	6.47	46.62
B_SE52-12_0.48kV_TD02	0.48	11.68	9.71
B_SE52-11_0.48kV_TD01	0.48	12.32	10.24
B_SE51-21_0.48kV_TD02	0.48	12.69	10.55
B_SE51-13_0.48kV_TD01	0.48	13.51	11.23
B_SE51-12_0.48kV_Compres	0.48	13.13	10.92
B_SE51-11_0.48kV_Extract	0.48	13.13	10.92
B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	0.48	11.78	9.8
B_SE50-12_0.48kV_Vent	0.48	8.38	6.96
B_SE50-11_0.48kV_MASTER	0.48	11.66	9.69
B_SE49-13_0.48kV_TG01	0.48	13.06	10.86
B_SE49-12_0.48kV_TG02	0.48	13.06	10.86
B_SE49-11_0.48kV_TG03	0.48	13.06	10.86
B_SE48-11_0.48kV_TD01	0.48	11.5	9.56
B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	0.48	12.85	10.68
B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	0.48	12.85	10.68
B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	0.48	12.85	10.68
B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	0.48	9.52	7.92
B_SE46-21_0.48kV_RP051	0.48	9.52	7.92
B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	0.48	9.72	8.09
B_SE46-12_0.48kV_Compres	0.48	9.72	8.09
B_SE46-11_0.48kV_TD01	0.48	9.58	7.97
B_SE45-21_0.48kV_TD02	0.48	13.4	11.14
B_SE45-11_0.48kV_TD01	0.48	14.72	12.24
B_SE44-31_0.48kV_TD01	0.48	12.48	10.37
B_SE44-22_0.48kV_Ventil	0.48	12.59	10.46
B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	0.48	12.59	10.46
B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	0.48	11.52	9.58
B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	0.48	11.52	9.58

TABLA VI:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 05

ID	Nominal kV	I"k	S"k
B_SE43-11_0.48kV_Cx041	0.48	11.14	9.26
B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	0.48	12.18	10.13
B_SE42-31_0.48kV_Compres	0.48	12.18	10.13
B_SE42-21_0.48kV_TG02	0.48	12.18	10.13
B_SE42-11_0.48kV_TG01	0.48	10.21	8.49
B_SE41-12_0.48kV_100.7	0.48	12.93	10.75
B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	0.48	12.93	10.75
B_SE40-22_0.48kV_Vent	0.48	11.73	9.75
B_SE40-21_0.48kV_Cx650	0.48	11.73	9.75
B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	0.48	11.85	9.85
B_SE40-11_0.48kV_V100.6	0.48	11.85	9.85
B_SE39-21_0.48kV_TD01	0.48	9.91	8.23
B_SE39-11_0.48kV_TD02	0.48	9.88	8.21
B_SE38-32_0.48kV_Tab06	0.48	14.51	12.06
B_SE38-22_0.48kV_Tab04	0.48	12.06	10.03
B_SE38-21_0.48kV_Tab03	0.48	12.06	10.03
B_SE38-12_0.48kV_Tab01	0.48	12.15	10.1
B_SE38-11_0.48kV_Tab02	0.48	12.15	10.1
B_SE37-31_0.48kV_TD02	0.48	12.33	10.25
B_SE37-21_0.48kV_TD01	0.48	11.89	9.88
B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	12.01	9.99
B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	0.48	12.01	9.99
B_SE35-21_0.48kV_Ventil	0.48	26.26	21.83
B_SE35-13_0.48kV_Vent125	0.48	20.94	17.41
B_SE35-12_0.48kV_Master	0.48	20.94	17.41
B_SE35-11_0.48kV_Reserva	0.48	20.94	17.41
B_SE32-13_0.48kV_125.12	0.48	13.14	10.93
B_SE32-12_0.48kV_125.16	0.48	13.14	10.93
B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	0.48	13.14	10.93
B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	0.48	9.88	8.21
B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	0.48	9.88	8.21
B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	0.48	9.94	8.26
B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	0.48	9.94	8.26
B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	0.48	10.24	8.52
B_SE31-11_0.48kV_Taller	0.48	10.24	8.52
B_SE30-31_0.48kV_TD02	0.48	11.28	9.38
B_SE30-22_0.48kV_Tab03	0.48	10.99	9.14
B_SE30-21_0.48kV_Tab02	0.48	10.99	9.14

TABLA VII:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 06

ID	Nominal kV	I"k	S"k
B_SE30-11_0.48kV_TD01	0.48	11.75	9.77
B_SE29-22_0.48kV_Compres	0.48	11.2	9.31
B_SE29-21_0.48kV_Bomba	0.48	11.2	9.31
B_SE29-11_0.48kV_TD01	0.48	10.87	9.03
B_SE28-21_0.48kV_125.18	0.48	11.83	9.84
B_SE28-12_0.48kV_123.14	0.48	12.29	10.22
B_SE28-11_0.48kV_125.15	0.48	12.29	10.22
B_SE27-21_0.48kV_125.1	0.48	12.4	10.31
B_SE27-11_0.48kV_100.5/6	0.48	13.87	11.54
B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	0.48	12.73	10.58
B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	0.48	12.73	10.58
B_SE25-12_0.48kV_Compres	0.48	12.59	10.47
B_SE25-11_0.48kV_TD01	0.48	38.45	31.96
B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	0.48	12.59	10.47
B_SE23-13_0.48kV_Nv.1820	0.48	11.34	9.43
B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	0.48	10.87	9.03
B_SE23-11_0.48kV_Compres	0.48	10.87	9.03
B_SE22-23_0.48kV_TD01	0.48	12.28	10.21
B_SE22-22_0.48kV_Tab02	0.48	12.85	10.69
B_SE22-21_0.48kV_Tab01	0.48	12.85	10.69
B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	0.48	12.17	10.12
B_SE22-11_0.48kV_Tab03	0.48	12.17	10.12
B_SE21-14_0.48kV_Tab1	0.48	9.91	8.24
B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	0.48	9.91	8.24
B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	0.48	12.25	10.19
B_SE21-11_0.48kV_Compres	0.48	12.25	10.19
B_SE19-31_0.48kV_TD02	0.48	12.61	10.48
B_SE19-21_0.48kV_TD01	0.48	12.97	10.78
B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	0.48	12.15	10.1
B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	0.48	12.15	10.1
B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	0.48	12.68	10.54
B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	0.48	12.68	10.54
B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	0.48	12.95	10.76
B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	0.48	12.95	10.76
B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	0.48	12.22	10.16
B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	0.48	12.22	10.16
B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	0.48	10.96	9.11
B_SE17-31_0.48kV_OB7	0.48	10.96	9.11

TABLA VIII:

VALORES OBTENIDOS DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO – PARTE 07

ID	Nominal kV	I"k	S"k
B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	0.48	11.09	9.22
B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	0.48	11.09	9.22
B_SE16-11_0.48kV	0.48	13.55	11.26
B_SE15-12_0.48kV_TD02	0.48	11.28	9.38
B_SE15-11_0.48kV_TD01	0.48	11.41	9.48
B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	0.48	12.04	10.01
B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	0.48	12.04	10.01
B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	0.48	12.04	10.01
B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	0.48	12.04	10.01
B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	0.48	12.03	10.01
B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	0.48	12.03	10.01
B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	0.48	11.59	9.64
B_SE08-21_0.48kV_TD01	0.48	11.59	9.64
B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	11.03	9.17
B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	0.48	11.03	9.17
B_SE07-12_0.48kV_TG	0.48	12.09	10.05
B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	0.48	8.5	7.07
B_SE06-14_0.48kV_OB2	0.48	9.34	7.76
B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	0.48	9.34	7.76
B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	0.48	11.05	9.19
B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	0.48	11.05	9.19
B_SE05A-11_0.48kV_Compr.	0.48	32	26.61
B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	0.48	11.47	9.54
B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	0.48	11.47	9.54
B_SE01-12_0.48kV_Atlas	0.48	10.61	8.82
B_SE01-11_0.48kV_Nv.1770	0.48	10.61	8.82
B_SE38-31_0.48kV_Tab05	0.48	14.51	12.06
05-920-6151-014	0.48	22.68	18.85

Los valores de ajuste de los relés de protección principales, fueron tomados desde el Estudio de Coordinación de Protecciones N° M04-AE-004-OT-051/16 elaborado por INGELMEC SA proporcionado por la Unidad Minera Cerro Lindo.

TABLA IX

AJUSTES ACTUALES DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN.

Celdas de Barra A y B										
CELDA	CÓDIGO RELÉ	MODELO	Etapa (Phase)	Corriente (A Prim)	TMS/ t	Curva	Etapa (Tierra)	Corriente (A Prim)	TMS/ t	Curva
CELDA 2.2	A1_F650 (Prop)	G.E. F650	I>/t>	450	0.55	IEEE Very Inverse	Io>/to>	60	0.35	DT
			I>>/t>>	3600	0.25	Definite	Io>>/to>>	360	0.25	DT
CELDA 11.1	B4_F650 (Prop)	G.E. F650	I>/t>	720	0.13	IEC Curve A	Io>/to>	60	0.55	DT
			I>>/t>>	3300	0.45	Definite	Io>>/to>>	384	0.45	DT

TABLA X

AJUSTES ACTUALES DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO DERIVADO DE LA CELDA 2.2

Circuitos Derivados de la Celda 2.2						
INTERRUPTOR CELDA	CÓDIGO RELÉ	MODELO	Etapa (Phase)	Corriente (A Prim)	TMS/ t	Curva
IN 05-920-8612-021	R_SE25-10	Ekorp	I>/t>	42	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
I1-10-33	EKOR.RPG_6110-036	Ekorp	I>/t>	232	0.1	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN 6110-037A	R_6110-037A	Ekorp	I>/t>	413	0.2	IEC Very Inverse
			I>>/t>>	10	0.05	Definite
IN 6110-037	R_6110-037	Ekorp	I>/t>	460	0.1	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.2	Definite
IN 6110-038	R_6110-038	Ekorp	I>/t>	215	0.1	Inverse
			I>>/t>>	8000	0.1	Definite
IN 6110-038A	R_6110-038A	Ekorp	I>/t>	199.5	0.2	Inverse
			I>>/t>>	8000	0.1	Definite
I1-10-34	R_I1-10-34	Ekorp	I>/t>	182	0.2	Inverse
			I>>/t>>	8000	0.05	Definite
I2-10-34	R_I2-10-34	Ekorp	I>/t>	182	0.2	Inverse
			I>>/t>>	8000	0.05	Definite
I11-4.16-34	R_I11-4.16-34	Ekorp	I>/t>	437	0.2	IEC Very Inverse
			I>>/t>>	8000	0.05	Definite
I21-4.16-34	R_I21-4.16-34	Ekorp	I>/t>	326	0.2	Definite
			I>>/t>>	8	0.05	Definite
IN_SE16-20C	R_SE16-20	Ekorp	I>/t>	333.6	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN_SE16-30	R_SE16-30	Ekorp	I>/t>	292	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN_SE01-10	R_SE01-10	Ekorp	I>/t>	100	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite

TABLA XI

AJUSTES ACTUALES DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO DERIVADO DE LA CELDA 2.2

Circuitos derivados de la Celda 11.1						
INTERUPTOR CELDA	CÓDIGO RELÉ	MODELO	Etapa (Phase)	Corriente (A Prim)	TMS/ t	Curva
IN 11.1.1	R_11.1.1	Ekorp	I>/t>	720	0.08	Inverse
			I>>/t>>	3000	0.25	Definite
IN 6110-042	R_11.1.2	Ekorp	I>/t>	720	0.08	Inverse
			I>>/t>>	3000	0.25	Definite
I1-10-36	R_I1-10-36	Ekorp	I>/t>	110.4	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
I2-10-36	R_I2-10-36	Ekorp	I>/t>	211.2	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
I11-4.16-36	R_I11-4.16-36	Ekorp	I>/t>	297	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	8000	0.1	Definite
I2-4.16-36	R_I2-4.16-36	Ekorp	I>/t>	451	0.2	Inverse
			I>>/t>>	8000	0.1	Definite
I1-10-35	R_I1-10-35	Ekorp	I>/t>	199	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.05	Definite
I1-4.16-35	R_I1-4.16-35	Ekorp	I>/t>	437	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.05	Definite
I2-10-35	R_I2-10-35	Ekorp	I>/t>	100	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.05	Definite
I3-10-35	R_I3-10-35	Ekorp	I>/t>	100	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN_SE18_10	R_SE18-50	Ekorp	I>/t>	420	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	8000	0.1	Definite
IN_SE18-20	R_SE18-40	Ekorp	I>/t>	367.5	0.2	Extremely Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN_SE45-30	R_SE45-30	Ekorp	I>/t>	332.4	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite
IN_SE52-10	R_SE52-10	Ekorp	I>/t>	144.9	0.2	Inverse
			I>>/t>>	10000	0.1	Definite

Los valores de ajuste de los relés de protección que figuran en la Tabla X y XI, fueron tomados en el levantamiento de información de campo

3.4.3 Resultado de análisis de arco eléctrico

El Análisis de Arco Eléctrico se ha realizado en los escenarios indicado anteriormente, La Tabla XII muestra altos valores de energía incidente en la red eléctrica de Cerro Lindo – Interior Mina (texto en rojo) debido a la alta corriente de falla (kA), éstos serán analizados para determinar un valor de energía incidente alrededor de las 12 Cal/cm2. Si hay varias ramas fuente con dispositivos de protección, se seleccionará la que demore más en desconectarse (despeje de falla).

La Tabla nos muestra los valores de energía incidente (cal/cm²) que se han obtenido para las diferentes barras analizadas, así mismo se indica la AFB (Arc Flash Bondary), la categoría de riesgo conforme a lo indicado en la Noma NFPA 70E-2018 (ver Anexo 2 para los EPP mínimo recomendados de acuerdo a la categoría de riesgo).

A continuación se procederá a analizar los niveles de Energía Incidente mayores a 12cal/cm2 (Texto en rojo) y realizar los ajustes necesarios a los dispositivos de protección para disminuir la Energía Incidente en dichas barras, por ser los de mayor riesgo de acuerdo a la NFPA 70E – 2018 y para conseguir el nivel solicitado por la Unidad Minera Cerro Lindo.

TABLA XII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 01

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE45-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	48.56	4.63	> Categoria 4	2	F_SE45-10
B_SE45-21_0.48kV_TD02	0.48	45.7	43.91	4.348	> Categoria 4	2	F_SE45-20
B_SE44-31_0.48kV_TD01	0.48	45.7	40.63	4.142	> Categoria 4	2	F_SE44-30
B_SE22-23_0.48kV_TD01	0.48	45.7	39.96	4.098	Categoria 4	2	F_SE22-20
B_SE51-21_0.48kV_TD02	0.48	45.7	39.84	4.091	Categoria 4	1.926	IN_SE45-30
B_SE51-13_0.48kV_TD01	0.48	45.7	39.11	4.044	Categoria 4	2	IN_SE45-30
B_SE25-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	38.2	3.985	Categoria 4	0.568	IN 05-920-8612-021
B_SE19-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	37.42	3.933	Categoria 4	2	I2-4.16-36
B_SE48-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	37.2	3.919	Categoria 4	2	I1-10-34
B_SE23-13_0.48kV_Nv.1820	0.48	45.7	36.62	3.881	Categoria 4	2	I1-10-34
B_SE19-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	36.45	3.869	Categoria 4	1.774	I2-4.16-36
B_SE17-21_0.48kV_Avances	0.48	45.7	34.81	3.759	Categoria 4	2	I1-10-34
B_SE27-11_0.48kV_100.5/6	0.48	45.7	33.91	3.698	Categoria 4	1.685	I1-10-36
B_SE27-21_0.48kV_125.1	0.48	45.7	31.84	3.555	Categoria 4	1.787	I1-10-36
B_SE22-21_0.48kV_Tab01	0.48	61	27.66	4.341	Categoria 4	2	F_SE22-20
B_SE46-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	27.37	3.234	Categoria 4	1.796	IN_SE16-20
B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	0.48	61	26.82	4.258	Categoria 4	2	F_SE18-50
B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	0.48	61	26.82	4.258	Categoria 4	2	F_SE18-50
B_SE51-12_0.48kV_Compres	0.48	61	26.78	4.254	Categoria 4	1.967	IN_SE45-30
B_SE51-11_0.48kV_Extract	0.48	61	26.78	4.254	Categoria 4	1.967	IN_SE45-30
B_SE38-32_0.48kV_Tab06	0.48	61	26.75	4.251	Categoria 4	2	F_SE38-30

TABLA XIII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 02

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE38-31_0.48kV_Tab05	0.48	61	26.75	4.251	Categoria 4	2	F_SE38-30
B_SE22-22_0.48kV_Tab02	0.48	61	26.61	4.237	Categoria 4	2	F_SE22-20
B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	26.22	4.198	Categoria 4	2	F_SE18-50
B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	26.22	4.198	Categoria 4	2	F_SE18-50
B_SE44-22_0.48kV_Ventil	0.48	61	26.01	4.177	Categoria 4	2	F_SE44-20
B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	0.48	61	26.01	4.177	Categoria 4	2	F_SE44-20
B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	0.48	61	25.86	4.162	Categoria 4	1.793	I2-4.16-36
B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	0.48	61	25.2	4.095	Categoria 4	2	F_SE18-40
B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	0.48	61	25.2	4.095	Categoria 4	2	F_SE18-40
B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	0.48	61	25.08	4.083	Categoria 4	2	F_SE22-10
B_SE22-11_0.48kV_Tab03	0.48	61	25.08	4.083	Categoria 4	2	F_SE22-10
B_SE38-12_0.48kV_Tab01	0.48	61	25.03	4.078	Categoria 4	2	F_SE38-10
B_SE38-11_0.48kV_Tab02	0.48	61	25.03	4.078	Categoria 4	2	F_SE38-10
B_SE38-22_0.48kV_Tab04	0.48	61	24.85	4.059	Categoria 3	2	F_SE38-20
B_SE38-21_0.48kV_Tab03	0.48	61	24.85	4.059	Categoria 3	2	F_SE38-20
B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	0.48	61	24.8	4.054	Categoria 3	2	F_SE13-20
B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	0.48	61	24.8	4.054	Categoria 3	2	F_SE13-20
B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	0.48	61	24.8	4.054	Categoria 3	2	F_SE13-10
B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	0.48	61	24.8	4.054	Categoria 3	2	F_SE13-10
B_SE49-13_0.48kV_TG01	0.48	61	24.13	3.986	Categoria 3	1.783	I2-4.16-36
B_SE49-12_0.48kV_TG02	0.48	61	24.13	3.986	Categoria 3	1.783	I2-4.16-36

TABLA XIV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 03

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE49-11_0.48kV_TG03	0.48	61	24.13	3.986	Categoria 3	1.783	I2-4.16-36
B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	0.48	61	24.08	3.98	Categoria 3	1.829	I2-4.16-36
B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	0.48	61	24.08	3.98	Categoria 3	1.829	I2-4.16-36
B_SE32-13_0.48kV_125.12	0.48	61	24.07	3.979	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE32-12_0.48kV_125.16	0.48	61	24.07	3.979	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	0.48	61	24.07	3.979	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE41-12_0.48kV_100.7	0.48	61	23.64	3.935	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	0.48	61	23.64	3.935	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	0.48	61	23.53	3.924	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	0.48	61	23.53	3.924	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	0.48	61	23.42	3.911	Categoria 3	1.922	I2-4.16-36
B_SE40-11_0.48kV_V100.6	0.48	61	23.42	3.911	Categoria 3	1.922	I2-4.16-36
B_SE25-12_0.48kV_Compres	0.48	61	23.34	3.903	Categoria 3	1.794	I2-4.16-36
B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	0.48	61	23.34	3.903	Categoria 3	1.794	I2-4.16-36
B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	0.48	61	23.05	3.873	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE50-11_0.48kV_MASTER	0.48	61	22.72	3.838	Categoria 3	1.898	I2-4.16-36
B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	0.48	61	22.69	3.835	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	0.48	61	22.69	3.835	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE40-22_0.48kV_Vent	0.48	61	22.68	3.834	Categoria 3	1.883	I2-4.16-36
B_SE40-21_0.48kV_Cx650	0.48	61	22.68	3.834	Categoria 3	1.883	I2-4.16-36
B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	0.48	61	22.65	3.831	Categoria 3	1.87	I2-4.16-36

TABLA XV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 04

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	0.48	61	22.59	3.824	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	0.48	61	22.59	3.824	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	0.48	61	22.46	3.81	Categoria 3	1.793	I2-4.16-36
B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	0.48	61	22.44	3.808	Categoria 3	1.776	I2-4.16-36
B_SE21-11_0.48kV_Compres	0.48	61	22.44	3.808	Categoria 3	1.776	I2-4.16-36
B_SE17-31_0.48kV_OB7	0.48	61	22.39	3.803	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE28-12_0.48kV_123.14	0.48	61	22.26	3.79	Categoria 3	1.99	I1-10-36
B_SE28-11_0.48kV_125.15	0.48	61	22.26	3.79	Categoria 3	1.99	I1-10-36
B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	0.48	61	22.18	3.781	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE23-11_0.48kV_Compres	0.48	61	22.18	3.781	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE28-21_0.48kV_125.18	0.48	61	21.48	3.706	Categoria 3	2	I1-10-36
B_SE29-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	20.89	2.731	Categoria 3	1.195	IN_SE16-30
B_SE21-14_0.48kV_Tab1	0.48	61	20.05	3.55	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	0.48	61	20.05	3.55	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE06-14_0.48kV_OB2	0.48	61	18.8	3.409	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	0.48	61	18.8	3.409	Categoria 3	2	I1-10-34
B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	0.48	61	18.12	3.332	Categoria 3	1.543	IN_SE16-20
B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	0.48	61	18.12	3.332	Categoria 3	1.543	IN_SE16-20
B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	0.48	61	18.12	3.332	Categoria 3	1.543	IN_SE16-20
B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	0.48	61	17.35	3.242	Categoria 3	2	IN_SE16-20
B_SE46-12_0.48kV_Compres	0.48	61	17.35	3.242	Categoria 3	2	IN_SE16-20

TABLA XVI

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 05

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	0.48	61	17.33	3.239	Categoria 3	1.804	IN_SE16-20
B_SE46-21_0.48kV_RP051	0.48	61	17.33	3.239	Categoria 3	1.804	IN_SE16-20
B_SE50-12_0.48kV_Vent	0.48	61	16.68	3.163	Categoria 3	2	I2-4.16-36
B_SE52-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	14.31	2.155	Categoria 3	0.714	IN_SE52-10
B_SE29-22_0.48kV_Compres	0.48	61	13.75	2.803	Categoria 3	1.2	IN_SE16-30
B_SE29-21_0.48kV_Bomba	0.48	61	13.75	2.803	Categoria 3	1.2	IN_SE16-30
B_SE52-12_0.48kV_TD02	0.48	45.7	13.72	2.099	Categoria 3	0.726	IN_SE52-10
B_SE35-13_0.48kV_Vent125	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE35-12_0.48kV_Master	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE35-11_0.48kV_Reserva	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE35-21_0.48kV_Ventil	0.48	61	7.29	1.885	Categoria 2	0.258	I2-10-35
B_SE42-11_0.48kV_TG01	0.48	45.7	5.2	1.144	Categoria 2	0.361	F_Sup_S.E N°05A
B_SE30-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	4.84	1.093	Categoria 2	0.288	F_Sup_S.E N°05A
B_SE08-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	4.82	1.092	Categoria 2	0.291	F_Sup_S.E N°05A
B_SE30-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	4.78	1.086	Categoria 2	0.298	F_Sup_S.E N°05A
B_SE07-12_0.48kV_TG	0.48	45.7	4.69	1.073	Categoria 2	0.27	F_Sup_S.E N°05A
B_SE37-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	4.53	1.05	Categoria 2	0.256	F_Sup_S.E N°05A
B_SE37-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	4.48	1.043	Categoria 2	0.263	F_Sup_S.E N°05A
B_SE42-21_0.48kV_TG02	0.48	45.7	4.37	1.026	Categoria 2	0.25	F_Sup_S.E N°05A
B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	0.48	61	4.29	1.353	Categoria 2	0.574	F_Sup_S.E N°05A
B_Celda11.1.2	10	91.4	3.88	1.931	Categoria 1	0.201	IN 6110-042

TABLA XVII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 06

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_Celda11.1.1	10	91.4	3.88	1.931	Categoria 1	0.201	IN 11.1.1
B_SE15-12_0.48kV_TD02	0.48	45.7	3.67	0.92	Categoria 1	0.229	IN 6110-037
B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.349	F_Sup_S.E N°05A
B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.349	F_Sup_S.E N°05A
B_SE15-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	3.48	0.889	Categoria 1	0.214	IN 6110-037
B_SE43-12_0.48kV_Cx121	0.48	61	3.4	1.168	Categoria 1	0.337	F_Sup_S.E N°05A
B_SE43-11_0.48kV_Cx041	0.48	61	3.4	1.168	Categoria 1	0.337	F_Sup_S.E N°05A
B_SE30-22_0.48kV_Tab03	0.48	61	3.35	1.159	Categoria 1	0.338	F_Sup_S.E N°05A
B_SE30-21_0.48kV_Tab02	0.48	61	3.35	1.159	Categoria 1	0.338	F_Sup_S.E N°05A
B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	3.22	1.13	Categoria 1	0.307	F_Sup_S.E N°05A
B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	3.22	1.129	Categoria 1	0.323	F_Sup_S.E N°05A
B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	0.48	61	3.22	1.129	Categoria 1	0.323	F_Sup_S.E N°05A
B_SE39-11_0.48kV_TD02	0.48	45.7	3.2	0.844	Categoria 1	0.203	I2-10-34
B_SE39-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	3.19	0.843	Categoria 1	0.202	I2-10-34
B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	0.48	61	3.06	1.094	Categoria 1	0.276	F_Sup_S.E N°05A
B_SE42-31_0.48kV_Compres	0.48	61	3.06	1.094	Categoria 1	0.276	F_Sup_S.E N°05A
B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	2.96	1.071	Categoria 1	0.271	F_Sup_S.E N°05A
B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	2.96	1.071	Categoria 1	0.271	F_Sup_S.E N°05A
B_SE16-11_0.48kV	0.48	61	2.9	1.059	Categoria 1	0.234	F_Sup_S.E N°05A
05-920-6151-014	0.48	45.7	2.36	0.698	Categoria 1	0.07	IN 6110-038
B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	0.48	61	2.24	0.901	Categoria 1	0.205	IN 6110-037

TABLA XVIII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 07

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	0.48	61	2.24	0.901	Categoria 1	0.205	IN 6110-037
B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	0.48	61	2.13	0.871	Categoria 1	0.213	I2-10-34
B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	0.48	61	2.13	0.871	Categoria 1	0.213	I2-10-34
B_SE02_I11-4.16-34	4.16	91.4	2.13	1.319	Categoria 1	0.496	I11-4.16-34
B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	0.48	61	2.12	0.869	Categoria 1	0.21	I2-10-34
B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	0.48	61	2.12	0.869	Categoria 1	0.21	I2-10-34
B_SE01-12_0.48kV_Atlas	0.48	61	2.11	0.867	Categoria 1	0.195	I2-10-34
B_SE01-11_0.48kV_Nv.1770	0.48	61	2.11	0.867	Categoria 1	0.195	I2-10-34
B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	0.48	61	2.07	0.856	Categoria 1	0.199	I2-10-34
B_SE31-11_0.48kV_Taller	0.48	61	2.07	0.856	Categoria 1	0.199	I2-10-34
N_SE05-10_4.16kV	4.16	45.7	1.97	0.629	Categoria 1	0.291	F_SE05-10
N_SE48-10_4.16kV-TR02	4.16	45.7	1.94	0.622	Categoria 1	0.313	F_SE48-10
B_SE05A-11_0.48kV_Compr.	0.48	61	1.86	0.802	Categoria 1	0.055	F_Sup_S.E N°05A
N_SE23-10_4.16kV	4.16	45.7	1.82	0.596	Categoria 1	0.262	F_SE23-10
N_SE17-10_4.16kV_TR2014	4.16	45.7	1.82	0.595	Categoria 1	0.283	F_SE17-10
N_SE17-30_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	1.81	0.594	Categoria 1	0.282	F_SE17-30
N_SE17-20_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	1.8	0.591	Categoria 1	0.28	F_SE17-20
N_SE22-30_4.16kV_SE45	4.16	45.7	1.61	0.55	Categoria 1	0.145	F_SE22-30
N_SE04-10_4.16kV_T3	4.16	45.7	1.55	0.537	Categoria 1	0.249	F_SE04-10
N_SE06-10_4.16kV	4.16	45.7	1.53	0.532	Categoria 1	0.254	F_SE06-10
B_SE19_Celda de Barras	4.16	91.4	1.43	1.02	Categoria 1	0.235	I2-10-36

TABLA XIX

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 08

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE45-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	1.39	0.499	Categoria 1	0.133	F_SE45-10
N_SE49-10_4.16kV_TR06	4.16	45.7	1.35	0.49	Categoria 1	0.13	F_SE49-10
N_SE44-10_4.16kV_SE52	4.16	45.7	1.35	0.491	Categoria 1	0.134	F_SE44-10
N_SE25-10_4.16kV	4.16	45.7	1.35	0.491	Categoria 1	0.13	F_SE25-10
B_SE35-30_I1-10-35	10	45.7	1.35	0.492	Categoria 1	0.06	I1-10-35
N_SE40-20_4.16kV_TR08	4.16	45.7	1.34	0.488	Categoria 1	0.138	F_SE40-20
N_SE40-10_4.16kV_TR05	4.16	45.7	1.34	0.488	Categoria 1	0.138	F_SE40-10
N_SE51-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.33	0.486	Categoria 1	0.133	IN_SE45-30
N_SE51-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.33	0.486	Categoria 1	0.133	IN_SE45-30
N_SE45-20_4.16kV_TR02	4.16	45.7	1.33	0.487	Categoria 1	0.127	F_SE45-20
N_SE44-20_4.16kV_TR02	4.16	45.7	1.33	0.485	Categoria 1	0.131	F_SE44-20
N_SE21-10_4.16kV	4.16	45.7	1.33	0.487	Categoria 1	0.125	F_SE21-10
N_SE44-30_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.32	0.483	Categoria 1	0.131	F_SE44-30
B_SE04_I2-4.16-36	4.16	91.4	1.32	0.971	Categoria 1	0.203	I2-10-36
N_SE38-30_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	1.31	0.48	Categoria 1	0.125	F_SE38-30
N_SE38-20_4.16kV_TR04	4.16	45.7	1.31	0.48	Categoria 1	0.124	F_SE38-20
N_SE38-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.31	0.48	Categoria 1	0.125	F_SE38-10
N_SE32-10_4.16kV	4.16	45.7	1.3	0.478	Categoria 1	0.119	F_SE32-10
N_SE19-30_4.16kV_T1	4.16	45.7	1.3	0.479	Categoria 1	0.119	F_SE19-30
N_SE19-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	1.3	0.479	Categoria 1	0.119	F_SE19-20
N_SE50-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	1.29	0.475	Categoria 1	0.122	F_SE50-10

TABLA XX

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 09

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE41-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.29	0.476	Categoria 1	0.115	F_SE41-10
N_SE13-20_4.16kV_TR14353	4.16	45.7	1.29	0.477	Categoria 1	0.121	F_SE13-20
N_SE13-10_4.16kV_TR2016	4.16	45.7	1.29	0.477	Categoria 1	0.121	F_SE13-10
N_SE41-20_4.16kV_SE32	4.16	45.7	1.28	0.473	Categoria 1	0.114	F_SE41-20
N_SE22-20_4.16kV	4.16	45.7	1.28	0.474	Categoria 1	0.116	F_SE22-20
N_SE22-10_4.16kV_TR03	4.16	45.7	1.28	0.472	Categoria 1	0.115	F_SE22-10
N_SE19-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	1.26	0.47	Categoria 1	0.115	F_SE19-10
N_SE18-50_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.25	0.466	Categoria 1	0.106	F_SE18-50
N_SE18-30_4.16kV_SE13	4.16	45.7	1.25	0.466	Categoria 1	0.106	F_SE18-30
N_SE18-40_4.16kV_TR02	4.16	45.7	1.24	0.463	Categoria 1	0.105	F_SE18-40
B_SE35-31_I1-4.16-35	4.16	91.4	1.23	0.93	Categoria 1	0.184	I1-4.16-35
B_SE18-10_4.16kV	4.16	91.4	1.22	0.922	Categoria 1	0.187	IN_SE18_10
N_SE28-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	1.11	0.431	Categoria 1	0.131	I1-10-36
N_SE28-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.11	0.431	Categoria 1	0.131	I1-10-36
N_SE50-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	1.1	0.427	Categoria 1	0.119	F_SE50-20
N_SE27-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	1.09	0.427	Categoria 1	0.126	I1-10-36
B_14-70-00-0000195	10	45.7	1.09	0.43	Categoria 1	0.087	F_6520-006
B_SE18-20_4.16kV	4.16	91.4	0.886406	0.753	Categoria 1	0.136	IN_SE18-20
N_SE27-20_4.16kV_TR01	4.16	91.4	0.792448	0.701	Categoria 1	0.117	I1-10-36
B_SE52-10_4.16kV	4.16	91.4	0.728491	0.665	Categoria 1	0.142	F_SE44-10
B_SE45-30_4.16kV	4.16	91.4	0.646898	0.616	Categoria 1	0.111	IN_SE45-30

TABLA XXI

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 10

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE25-10_10kV_TR02	10	91.4	0.625171	0.603	Categoria 1	0.085	Fuse122
B_SE04_I11-4.16-36	4.16	91.4	0.546691	0.554	Categoria 1	0.11	I1-10-36
B_SE35-20_I2-10-35	10	91.4	0.544221	0.552	Categoria 1	0.06	I2-10-35
B_SE04_I2-10-36	10	91.4	0.448893	0.488	Categoria 1	0.06	I2-10-36
B_SE04_I1-10-36	10	91.4	0.448893	0.488	Categoria 1	0.06	I1-10-36
B_SE02_I1-10-34	10	91.4	0.410671	0.461	Categoria 1	0.092	F_6520-006
B_SE35-10_I3-10-35	10	91.4	0.322592	0.395	Categoria 1	0.036	I3-10-35
N_SE46-30_4.16kV_TR05	4.16	45.7	0.282731	0.175	Categoria 1	0.037	F_Sup_S.E N°05A
N_SE46-20_4.16kV_TR07	4.16	45.7	0.282731	0.175	Categoria 1	0.037	F_Sup_S.E N°05A
N_SE46-10_4.16kV	4.16	45.7	0.282731	0.175	Categoria 1	0.037	F_Sup_S.E N°05A
N_SE43-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.280602	0.174	Categoria 1	0.035	F_Sup_S.E N°05A
N_SE43-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.280602	0.174	Categoria 1	0.035	F_Sup_S.E N°05A
N_SE29-20_4.16kV_TR2015	4.16	45.7	0.276546	0.172	Categoria 1	0.038	F_Sup_S.E N°05A
N_SE29-10_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.276546	0.172	Categoria 1	0.038	F_Sup_S.E N°05A
N_SE30-30_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.276363	0.173	Categoria 1	0.031	F_Sup_S.E N°05A
N_SE30-20_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.276363	0.173	Categoria 1	0.031	F_Sup_S.E N°05A
N_SE30-10_4.16kV_TR09	4.16	45.7	0.276363	0.173	Categoria 1	0.031	F_Sup_S.E N°05A
N_SE08-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.273355	0.171	Categoria 1	0.035	F_Sup_S.E N°05A
N_SE08-10_4.16kV_TR2012	4.16	45.7	0.273355	0.171	Categoria 1	0.035	F_Sup_S.E N°05A
N_SE37-30_4.16kV_TR2010	4.16	45.7	0.273074	0.171	Categoria 1	0.027	F_Sup_S.E N°05A
N_SE37-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.273074	0.171	Categoria 1	0.027	F_Sup_S.E N°05A

TABLA XXII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 11

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE37-10_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.273074	0.171	Categoria 1	0.027	F_Sup_S.E N°05A
N_SE42-30_4.16kV_TR06	4.16	45.7	0.272792	0.171	Categoria 1	0.026	F_Sup_S.E N°05A
N_SE42-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.272792	0.171	Categoria 1	0.026	F_Sup_S.E N°05A
N_SE42-10_4.16kV_TR09	4.16	45.7	0.272792	0.171	Categoria 1	0.026	F_Sup_S.E N°05A
N_SE16-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.272328	0.171	Categoria 1	0.024	F_Sup_S.E N°05A
N_SE07-10_4.16kV	4.16	45.7	0.270576	0.17	Categoria 1	0.025	F_Sup_S.E N°05A
N_SE15-10_4.16kV	4.16	45.7	0.263577	0.167	Categoria 1	0.031	F_Sup_S.E N°05A
N_SE09-10_4.16kV-TR02	4.16	45.7	0.263288	0.167	Categoria 1	0.028	F_Sup_S.E N°05A
N_SE31-30_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.257296	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE31-20_4.16kV_146823	4.16	45.7	0.257296	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE31-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.257296	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE39-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.254571	0.163	Categoria 1	0.041	I2-10-34
N_SE39-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.254571	0.163	Categoria 1	0.041	I2-10-34
B_SE02_I2-10-34	10	91.4	0.160784	0.254	Categoria 1	0.036	I2-10-34
B_SE02_I21-4.16-34	4.16	91.4	0.158511	0.251	Categoria 1	0.036	I2-10-34
N_SE10-10_4.16kV	4.16	91.4	0.157386	0.25	Categoria 1	0.029	F_Sup_S.E N°05A
B_SE16-30_4.16kV	4.16	91.4	0.14194	0.234	Categoria 1	0.022	F_Sup_S.E N°05A
B_ SE16-20_4.16kV_INCB7	4.16	91.4	0.14194	0.234	Categoria 1	0.022	F_Sup_S.E N°05A
B_4.16kv SE 05A-37A	4.16	91.4	0.140942	0.233	Categoria 1	0.021	F_Sup_S.E N°05A
B_4.16kv SE 05A-37	4.16	91.4	0.140942	0.233	Categoria 1	0.021	F_Sup_S.E N°05A

TABLA XXIII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO – PARTE 12

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE06A-10_4.16kV_IN038A	4.16	91.4	0.139002	0.231	Categoria 1	0.024	F_Sup_S.E N°05A
B_SE06A-10_4.16kV_IN038	4.16	91.4	0.139002	0.231	Categoria 1	0.024	F_Sup_S.E N°05A
B_SE01-10_4.16kV_TR03	4.16	91.4	0.138731	0.231	Categoria 1	0.037	I2-10-34
B_SE05A-20_10kV	10	91.4	0.110294	0.199	Categoria 1	0.014	F_Sup_S.E N°05A

3.4.4 Resultado del análisis con ajustes propuestos

La Tabla nos muestra los valores de energía incidente (cal/cm²) que se han obtenido para las diferentes barras analizadas empleando una distancia de trabajo típica de acuerdo al nivel de tensión y reajustando los ajustes de protección, así mismo se indica la AFB (Arc Flash Bondary), la categoría de riesgo conforme a lo indicado en la Noma NFPA 70E-2018 (ver Anexo 1 para los EPP mínimo recomendados de acuerdo a la categoría de riesgo).

En las tablas XXIV - XXXVII los valores de energía incidente disminuyen considerablemente si reemplazamos los seccionadores Cut Out a uno de menor capacidad (100K).

Los ajustes realizados a los dispositivos de protección para disminuir la Energía Incidente se muestran en el Anexo 1 y deberán ser implementados para que se pueda cumplir los cálculos de arco eléctrico.

La alta energía incidente en las barras de la tabla XII - XVI (Texto en rojo), es debido a los tiempos de actuación de los relés de protección, y al sobredimensionamiento de los seccionadores tipo Cut Out.

Se deben actualizar los ajustes de los dispositivos de protección de acuerdo a lo propuesto en el Anexo 1, para reducir los altos valores de energía incidente que superan los 12cal/cm2 y los valores establecidos en la norma NFPA 70E (40cal/cm2) de acuerdo a lo mostrado en la tabla XII - XVI (Texto en rojo).

Se debe cambiar la capacidad de los seccionadores Cut Out en interior mina por estar sobredimensionados, ya que no cumplen con la protección de la curva de daño del transformador.

Se recomienda la implementación de una zona delimitada en cada subestación definida por la Distancia de trabajo propuesta en el presente estudio de arco eléctrico

Se recomienda adquirir los EPP adecuados para la categoría de riesgo y valor de energía incidente conforme a los establecido en la norma NFPA 70E – 2018 (Tabla XXXVIII).

Se recomienda realizar las pruebas eléctricas a los Relés de protección e interruptores para corroborar su tiempo de actuación de actuación en el tiempo de recomendado según la curva de ajuste que actualmente tienen implementado.

Se recomienda realizar la actualización del Estudio de Arco Eléctrico como máximo en 3 años y/o cuando se realicen modificaciones siginificativas a la topología de la red eléctrica, se hagan actualizaciones de la Coordinación de protección, se realice el aumento o disminución de carga y/o exista algún cambio significativo en la normatividad vigente.

Se recomienda realizar el entrenamiento al personal electricista en la lectura de las etiquetas que se implementaran en las subestaciones de interior mina.

Para el cálculo de la Energía Total (cal/cm²)

La Energía Total, también conocida como Energía Incidente, se refiere a la cantidad de energía térmica que un trabajador puede recibir en un área específica de su cuerpo (normalmente la cara y el pecho) durante un evento de arco eléctrico. La energía incidente se mide en calorías por centímetro cuadrado (cal/cm²). Este valor es crucial para determinar la categoría de riesgo y el equipo de protección personal (EPP) necesario.

La fórmula para calcular la Energía Incidente varía dependiendo de las normativas y métodos específicos utilizados, como IEEE 1584. A continuación, se presenta una fórmula simplificada basada en el método IEEE 1584-2002:

$$E = \frac{4.184 \times CF \times E_m \times t \times (D_f)^{-x}}{610^x}$$

E = Energía Incidente (cal/cm²)

CF = Factor de Corrección

Em = Energía Media de Arco (Joules)

t = Tiempo de Falla (segundos)

Df = Distancia del Arco (mm)

x = Exponente, generalmente 1.473 para distancias en mm y energías en Joules

Frontera de Aproximación de Arco Eléctrico (AFB)

La Frontera de Aproximación de Arco Eléctrico (AFB) es la distancia a partir de la cual la Energía Incidente es de 1.2 cal/cm², que es el umbral para una quemadura de segundo grado. Determinar la AFB es crucial para establecer las zonas de seguridad alrededor de equipos energizados.

$$AFB = \sqrt{\frac{4.182 \times CF \times E_m \times t}{1.2 \times 610^x}}$$

AFB = Frontera de Aproximación de Arco Eléctrico (mm)

El resto de los parámetros son los mismos que los definidos anteriormente.

Tiempo Final de Extinción de la Falla (FCT)

El tiempo final de extinción de la falla (FCT) es el tiempo total que tarda el dispositivo de protección (como un interruptor automático o un relé) en detectar y despejar la falla de arco. Este tiempo es crítico para determinar la energía incidente.

Para determinar el FCT se debe obténer las características de tiempo-corriente de los dispositivos de protección (relés, interruptores automáticos). Estos datos suelen estar disponibles en las hojas técnicas de los dispositivos o en estudios de coordinación de protección.

Utiliza las curvas de tiempo-corriente para determinar el tiempo de despeje basado en la corriente de falla. Por ejemplo, si un interruptor está configurado para despejar una falla de 10 kA en 0.5 segundos, ese será tu FCT.

Utiliza software especializado como ETAP. El software puede simular diferentes escenarios de falla y proporcionar el tiempo exacto de despeje de cada dispositivo de protección.

Integración de resultados finales

Utilizando tanto el valor de la corriente de cortocircuito como el tiempo de despeje determinado, podemos calcular la energía incidente y establecer las medidas de protección adecuadas. Con este proceso, se puede determinar tanto el nivel de energía incidente como el tiempo final de extinción de la falla, asegurando que se tomen las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores y los equipos en el sistema eléctrico.

Finalmente el resultado del análisis del estudio de arco eléctrico con ajustes propuestos, se adjunta en las siguientes tablas.

TABLA XXIV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 01

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE05A-11_0.48kV_Compr.	0.48	61	13.74	2.802	Categoria 3	0.406	F_I2-10-33
B_SE28-21_0.48kV_125.18	0.48	61	12.48	2.638	Categoria 3	1.162	F_SE28-20
05-920-6151-014	0.48	45.7	12.34	1.965	Categoria 3	0.325	IN 6110-038
B_SE52-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	10.83	1.811	Categoria 3	0.541	IN_SE52-10
B_SE25-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	10.56	1.782	Categoria 3	0.157	IN 05-920-8612-021
B_SE52-12_0.48kV_TD02	0.48	45.7	10.39	1.764	Categoria 3	0.549	IN_SE52-10
B_SE35-13_0.48kV_Vent125	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE35-12_0.48kV_Master	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE35-11_0.48kV_Reserva	0.48	61	8.64	2.095	Categoria 3	0.44	I3-10-35
B_SE46-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	7.6	1.451	Categoria 2	0.565	F_SE46-10
B_SE35-31_I1-4.16-35	4.16	91.4	7.46	2.929	Categoria 2	1.11	IN 6110-001-B6
B_SE35-21_0.48kV_Ventil	0.48	61	7.29	1.885	Categoria 2	0.258	I2-10-35
B_SE48-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	6.97	1.374	Categoria 2	0.424	F_SE48-10
B_SE27-11_0.48kV_100.5/6	0.48	45.7	6.92	1.368	Categoria 2	0.344	F_SE27-10
B_SE23-13_0.48kV_Nv.1820	0.48	45.7	6.88	1.363	Categoria 2	0.425	F_SE23-10
B_SE45-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	6.82	1.355	Categoria 2	0.318	F_SE45-10
B_SE17-21_0.48kV_Avances	0.48	45.7	6.71	1.342	Categoria 2	0.437	F_SE17-20
B_SE51-13_0.48kV_TD01	0.48	45.7	6.52	1.317	Categoria 2	0.333	F_SE51-10

TABLA XXV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 02

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE42-11_0.48kV_TG01	0.48	45.7	6.36	1.298	Categoria 2	0.441	F_SE42-10
B_SE16-11_0.48kV	0.48	45.7	6.17	1.274	Categoria 2	0.287	F_SE16-10
B_SE15-12_0.48kV_TD02	0.48	45.7	6.17	1.273	Categoria 2	0.384	F_SE15-10
B_SE45-21_0.48kV_TD02	0.48	45.7	6.11	1.266	Categoria 2	0.315	F_SE45-20
B_SE29-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	6.11	1.266	Categoria 2	0.396	F_SE29-10
B_SE27-21_0.48kV_125.1	0.48	45.7	5.99	1.25	Categoria 2	0.336	F_SE27-20
B_SE08-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.94	1.243	Categoria 2	0.358	F_SE08-20
B_SE07-12_0.48kV_TG	0.48	45.7	5.88	1.235	Categoria 2	0.339	F_SE07-10
B_SE51-21_0.48kV_TD02	0.48	45.7	5.86	1.233	Categoria 2	0.321	F_SE51-20
B_SE15-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.82	1.228	Categoria 2	0.358	F_SE15-10
B_SE19-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	5.73	1.216	Categoria 2	0.316	F_SE19-30
B_SE30-11_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.7	1.212	Categoria 2	0.339	F_SE30-10
B_SE30-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	5.62	1.202	Categoria 2	0.35	F_SE30-30
B_SE19-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.59	1.196	Categoria 2	0.299	F_SE19-20
B_SE37-31_0.48kV_TD02	0.48	45.7	5.53	1.189	Categoria 2	0.312	F_SE32-30
B_SE37-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.49	1.183	Categoria 2	0.322	F_SE37-20
B_SE44-31_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.48	1.182	Categoria 2	0.306	F_SE44-30
B_SE42-21_0.48kV_TG02	0.48	45.7	5.38	1.169	Categoria 2	0.308	F_SE42-20

TABLA XXVI

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 03

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	0.48	61	5.38	1.558	Categoria 2	0.719	F_SE07-10
B_SE22-23_0.48kV_TD01	0.48	45.7	5.32	1.161	Categoria 2	0.302	F_SE22-20
B_SE06-14_0.48kV_OB2	0.48	65	5.23	1.632	Categoria 2	0.698	F_SE06-10
B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	0.48	65	5.23	1.632	Categoria 2	0.698	F_SE06-10
B_SE50-12_0.48kV_Vent	0.48	61	5.19	1.523	Categoria 2	0.704	F_SE50-10
B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	0.48	61	4.93	1.476	Categoria 2	0.475	F_SE04-10
B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	0.48	61	4.93	1.476	Categoria 2	0.475	F_SE04-10
B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	0.48	61	4.77	1.446	Categoria 2	0.563	F_SE46-20
B_SE46-21_0.48kV_RP051	0.48	61	4.77	1.446	Categoria 2	0.563	F_SE46-20
B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	0.48	61	4.71	1.434	Categoria 2	0.543	F_SE46-10
B_SE46-12_0.48kV_Compres	0.48	61	4.71	1.434	Categoria 2	0.543	F_SE46-10
B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	0.48	61	4.67	1.425	Categoria 2	0.459	F_SE17-30
B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	0.48	61	4.55	1.404	Categoria 2	0.465	F_SE23-10
B_SE23-11_0.48kV_Compres	0.48	61	4.55	1.404	Categoria 2	0.465	F_SE23-10
B_SE17-31_0.48kV_OB7	0.48	61	4.53	1.399	Categoria 2	0.459	F_SE17-30
B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	0.48	61	4.52	1.398	Categoria 2	0.451	F_SE17-10
B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	0.48	61	4.52	1.398	Categoria 2	0.451	F_SE17-10
B_SE51-12_0.48kV_Compres	0.48	61	4.47	1.387	Categoria 2	0.372	F_SE51-10

TABLA XXVII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 04

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE51-11_0.48kV_Extract	0.48	61	4.47	1.387	Categoria 2	0.372	F_SE51-10
B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	0.48	61	4.41	1.376	Categoria 2	0.443	F_SE06-10
B_SE21-14_0.48kV_Tab1	0.48	61	4.36	1.366	Categoria 2	0.493	F_SE21-10
B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	0.48	61	4.36	1.366	Categoria 2	0.493	F_SE21-10
B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	0.48	61	4.28	1.35	Categoria 2	0.41	F_SE43_20
B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	0.48	61	4.28	1.35	Categoria 2	0.41	F_SE43_20
B_SE29-22_0.48kV_Compres	0.48	61	4.09	1.313	Categoria 2	0.405	F_SE29-20
B_SE29-21_0.48kV_Bomba	0.48	61	4.09	1.313	Categoria 2	0.405	F_SE29-20
B_SE28-12_0.48kV_123.14	0.48	61	4.06	1.306	Categoria 2	0.363	F_SE28-10
B_SE28-11_0.48kV_125.15	0.48	61	4.06	1.306	Categoria 2	0.363	F_SE28-10
B_SE43-12_0.48kV_Cx121	0.48	61	4	1.293	Categoria 1	0.397	F_SE43-10
B_SE43-11_0.48kV_Cx041	0.48	61	4	1.293	Categoria 1	0.397	F_SE43-10
B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	0.48	65	3.98	1.376	Categoria 1	0.443	F_SE06-10
B_SE30-22_0.48kV_Tab03	0.48	61	3.96	1.287	Categoria 1	0.4	F_SE30-20
B_SE30-21_0.48kV_Tab02	0.48	61	3.96	1.287	Categoria 1	0.4	F_SE30-20
B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	3.95	1.284	Categoria 1	0.376	F_SE08-20
B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	3.95	1.283	Categoria 1	0.396	F_SE08-10
B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	0.48	61	3.95	1.283	Categoria 1	0.396	F_SE08-10

TABLA XXVIII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 05

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	0.48	61	3.94	1.282	Categoria 1	0.309	F_SE19-10
B_SE39-11_0.48kV_TD02	0.48	45.7	3.93	0.96	Categoria 1	0.258	I2-10-34
B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	0.48	61	3.92	1.279	Categoria 1	0.334	F_SE46-30
B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	0.48	61	3.92	1.279	Categoria 1	0.334	F_SE46-30
B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	0.48	61	3.92	1.279	Categoria 1	0.334	F_SE46-30
B_SE39-21_0.48kV_TD01	0.48	45.7	3.92	0.958	Categoria 1	0.256	I2-10-34
B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	0.48	61	3.88	1.27	Categoria 1	0.334	F_SE25-10
B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	0.48	61	3.88	1.27	Categoria 1	0.334	F_SE25-10
B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	3.88	1.27	Categoria 1	0.335	F_SE18-50
B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	3.88	1.27	Categoria 1	0.335	F_SE18-50
B_Celda11.1.2	10	91.4	3.88	1.931	Categoria 1	0.201	IN 6110-042
B_SE49-13_0.48kV_TG01	0.48	61	3.84	1.262	Categoria 1	0.322	F_SE49-10
B_SE49-12_0.48kV_TG02	0.48	61	3.84	1.262	Categoria 1	0.322	F_SE49-10
B_SE49-11_0.48kV_TG03	0.48	61	3.84	1.262	Categoria 1	0.322	F_SE49-10
B_SE38-22_0.48kV_Tab04	0.48	61	3.82	1.257	Categoria 1	0.348	F_SE38-20
B_SE38-21_0.48kV_Tab03	0.48	61	3.82	1.257	Categoria 1	0.348	F_SE38-20
B_SE22-21_0.48kV_Tab01	0.48	61	3.79	1.251	Categoria 1	0.31	F_SE22-20
B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	0.48	61	3.75	1.242	Categoria 1	0.338	F_SE42-30

TABLA XXIX

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 06

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE42-31_0.48kV_Compres	0.48	61	3.75	1.242	Categoria 1	0.338	F_SE42-30
B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	0.48	61	3.75	1.243	Categoria 1	0.343	F_SE09-10
B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	0.48	61	3.75	1.243	Categoria 1	0.343	F_SE09-10
B_SE32-13_0.48kV_125.12	0.48	61	3.74	1.241	Categoria 1	0.311	F_SE32-10
B_SE32-12_0.48kV_125.16	0.48	61	3.74	1.241	Categoria 1	0.311	F_SE32-10
B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	0.48	61	3.74	1.241	Categoria 1	0.311	F_SE32-10
B_SE25-12_0.48kV_Compres	0.48	61	3.73	1.239	Categoria 1	0.325	F_SE25-10
B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	0.48	61	3.73	1.239	Categoria 1	0.325	F_SE25-10
B_SE41-12_0.48kV_100.7	0.48	61	3.72	1.237	Categoria 1	0.315	F_SE41-10
B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	0.48	61	3.72	1.237	Categoria 1	0.315	F_SE41-10
B_SE44-22_0.48kV_Ventil	0.48	61	3.68	1.228	Categoria 1	0.32	F_SE44-20
B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	0.48	61	3.68	1.228	Categoria 1	0.32	F_SE44-20
B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	0.48	61	3.66	1.224	Categoria 1	0.34	F_SE40-10
B_SE40-11_0.48kV_V100.6	0.48	61	3.66	1.224	Categoria 1	0.34	F_SE40-10
B_SE22-22_0.48kV_Tab02	0.48	61	3.64	1.221	Categoria 1	0.31	F_SE22-20
B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.308	F_SE18-50
B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.308	F_SE18-50
B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.332	F_SE13-20

TABLA XXX

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 07

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.332	F_SE13-20
B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.332	F_SE13-10
B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	0.48	61	3.64	1.22	Categoria 1	0.332	F_SE13-10
B_SE38-12_0.48kV_Tab01	0.48	61	3.61	1.215	Categoria 1	0.327	F_SE38-10
B_SE38-11_0.48kV_Tab02	0.48	61	3.61	1.215	Categoria 1	0.327	F_SE38-10
B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	0.48	61	3.61	1.215	Categoria 1	0.331	F_SE37-10
B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	0.48	61	3.61	1.215	Categoria 1	0.331	F_SE37-10
B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	0.48	61	3.61	1.214	Categoria 1	0.326	F_SE22-10
B_SE22-11_0.48kV_Tab03	0.48	61	3.61	1.214	Categoria 1	0.326	F_SE22-10
B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	0.48	61	3.6	1.211	Categoria 1	0.323	F_SE18-40
B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	0.48	61	3.6	1.211	Categoria 1	0.323	F_SE18-40
B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	0.48	61	3.57	1.206	Categoria 1	0.32	F_SE21-10
B_SE21-11_0.48kV_Compres	0.48	61	3.57	1.206	Categoria 1	0.32	F_SE21-10
B_SE50-11_0.48kV_MASTER	0.48	61	3.53	1.197	Categoria 1	0.334	F_SE50-10
B_SE40-22_0.48kV_Vent	0.48	61	3.52	1.194	Categoria 1	0.331	F_SE40-20
B_SE40-21_0.48kV_Cx650	0.48	61	3.52	1.194	Categoria 1	0.331	F_SE40-20
B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	0.48	61	3.5	1.191	Categoria 1	0.328	F_SE50-20
B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	0.48	61	3.42	1.174	Categoria 1	0.309	F_SE19-10

TABLA XXXI

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 08

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE38-32_0.48kV_Tab06	0.48	61	3.15	1.114	Categoria 1	0.235	F_SE38-30
B_SE38-31_0.48kV_Tab05	0.48	61	3.15	1.114	Categoria 1	0.235	F_SE38-30
B_SE02_I11-4.16-34	4.16	91.4	2.49	1.454	Categoria 1	0.578	I11-4.16-34
B_14-70-00-0000195	10	45.7	2.49	0.728	Categoria 1	0.198	Fuse105
B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	0.48	61	2.38	0.936	Categoria 1	0.27	I2-10-34
B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	0.48	61	2.38	0.936	Categoria 1	0.27	I2-10-34
B_SE01-12_0.48kV_Atlas	0.48	61	2.36	0.93	Categoria 1	0.247	I2-10-34
B_SE01-11_0.48kV_Nv.1770	0.48	61	2.36	0.93	Categoria 1	0.247	I2-10-34
B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	0.48	61	2.31	0.919	Categoria 1	0.252	I2-10-34
B_SE31-11_0.48kV_Taller	0.48	61	2.31	0.919	Categoria 1	0.252	I2-10-34
B_4.16kv SE 05A-37	4.16	91.4	2.3	1.383	Categoria 1	0.339	I1-10-33
B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	0.48	65	2.14	0.933	Categoria 1	0.267	I2-10-34
B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	0.48	65	2.14	0.933	Categoria 1	0.267	I2-10-34
B_SE18-10_4.16kV	4.16	91.4	2.14	1.321	Categoria 1	0.329	IN_SE18_10
B_SE35-30_I1-10-35	10	45.7	2.02	0.638	Categoria 1	0.091	IN 11.1.1
N_SE05-10_4.16kV	4.16	45.7	1.97	0.629	Categoria 1	0.291	F_SE05-10
B_SE06A-10_4.16kV_IN038A	4.16	91.4	1.95	1.246	Categoria 1	0.337	IN 6110-038A
N_SE10-10_4.16kV	4.16	91.4	1.69	1.137	Categoria 1	0.315	IN 6110-037A

TABLA XXXII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 09

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE19_Celda de Barras	4.16	91.4	1.43	1.02	Categoria 1	0.235	I2-10-36
B_SE06A-10_4.16kV_IN038	4.16	91.4	1.43	1.02	Categoria 1	0.247	IN 6110-038
N_SE44-10_4.16kV_SE52	4.16	45.7	1.35	0.491	Categoria 1	0.134	F_SE44-10
B_SE04_I2-4.16-36	4.16	91.4	1.32	0.971	Categoria 1	0.203	I2-10-36
N_SE41-20_4.16kV_SE32	4.16	45.7	1.28	0.473	Categoria 1	0.114	F_SE41-20
B_SE16-30_4.16kV	4.16	91.4	1.21	0.919	Categoria 1	0.196	IN 6110-037A
B_ SE16-20_4.16kV_INCB7	4.16	91.4	1.21	0.919	Categoria 1	0.196	IN 6110-037A
B_4.16kv SE 05A-37A	4.16	91.4	1.1	0.867	Categoria 1	0.166	IN 6110-037A
B_SE18-20_4.16kV	4.16	91.4	0.89	0.753	Categoria 1	0.136	IN_SE18-20
N_SE28-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.8	0.347	Categoria 1	0.094	F_SE28-20
N_SE18-30_4.16kV_SE13	4.16	45.7	0.75	0.333	Categoria 1	0.063	F_SE18-30
B_SE52-10_4.16kV	4.16	91.4	0.73	0.665	Categoria 1	0.142	F_SE44-10
B_SE02_I2-10-34	10	91.4	0.72	0.661	Categoria 1	0.16	I2-10-34
B_Celda11.1.1	10	91.4	0.69	0.645	Categoria 1	0.036	IN 11.1.1
B_SE25-10_10kV_TR02	10	91.4	0.63	0.603	Categoria 1	0.085	Fuse122
B_SE05A-20_10kV	10	91.4	0.6	0.588	Categoria 1	0.078	F_Sup_S.E N°05A
B_SE02_I1-10-34	10	91.4	0.59	0.579	Categoria 1	0.13	I1-10-34
B_SE04_I11-4.16-36	4.16	91.4	0.55	0.554	Categoria 1	0.11	I1-10-36

TABLA XXXIII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 10

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
B_SE35-20_I2-10-35	10	91.4	0.54	0.552	Categoria 1	0.06	I2-10-35
N_SE22-30_4.16kV_SE45	4.16	45.7	0.51	0.257	Categoria 1	0.045	F_SE22-30
N_SE51-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.47	0.243	Categoria 1	0.045	F_SE51-10
N_SE27-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.46	0.241	Categoria 1	0.052	F_SE27-10
N_SE48-10_4.16kV-TR02	4.16	45.7	0.46	0.239	Categoria 1	0.073	F_SE48-10
N_SE45-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.45	0.24	Categoria 1	0.043	F_SE45-10
N_SE23-10_4.16kV	4.16	45.7	0.45	0.239	Categoria 1	0.065	F_SE23-10
B_SE04_I2-10-36	10	91.4	0.45	0.488	Categoria 1	0.06	I2-10-36
B_SE04_I1-10-36	10	91.4	0.45	0.488	Categoria 1	0.06	I1-10-36
N_SE21-10_4.16kV	4.16	45.7	0.45	0.237	Categoria 1	0.041	F_SE21-10
N_SE25-10_4.16kV	4.16	45.7	0.45	0.236	Categoria 1	0.042	F_SE25-10
N_SE41-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.45	0.236	Categoria 1	0.039	F_SE41-10
N_SE49-10_4.16kV_TR06	4.16	45.7	0.45	0.236	Categoria 1	0.042	F_SE49-10
N_SE18-50_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.236	Categoria 1	0.037	F_SE18-50
N_SE16-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.44	0.236	Categoria 1	0.039	F_SE16-10
N_SE19-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.44	0.236	Categoria 1	0.04	F_SE19-20
N_SE19-30_4.16kV_T1	4.16	45.7	0.44	0.236	Categoria 1	0.04	F_SE19-30
N_SE45-20_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.44	0.236	Categoria 1	0.042	F_SE45-20

TABLA XXXIV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 11

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE32-10_4.16kV	4.16	45.7	0.44	0.235	Categoria 1	0.04	F_SE32-10
N_SE18-40_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.44	0.235	Categoria 1	0.037	F_SE18-40
N_SE22-20_4.16kV	4.16	45.7	0.44	0.235	Categoria 1	0.039	F_SE22-20
N_SE17-10_4.16kV_TR2014	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.069	F_SE17-10
N_SE22-10_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.039	F_SE22-10
N_SE17-30_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.068	F_SE17-30
N_SE13-20_4.16kV_TR14353	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.04	F_SE13-20
N_SE13-10_4.16kV_TR2016	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.04	F_SE13-10
N_SE38-30_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.041	F_SE38-30
N_SE38-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.041	F_SE38-10
N_SE38-20_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.041	F_SE38-20
N_SE07-10_4.16kV	4.16	45.7	0.44	0.234	Categoria 1	0.041	F_SE07-10
N_SE17-20_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.068	F_SE17-20
N_SE51-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.043	F_SE51-20
N_SE28-10_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.051	F_SE28-10
N_SE42-20_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE42-20
N_SE42-10_4.16kV_TR09	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE42-10
N_SE42-30_4.16kV_TR06	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE42-30

TABLA XXXV

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 12

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE44-20_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE44-20
N_SE19-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.039	F_SE19-10
N_SE37-10_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE37-10
N_SE37-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE37-20
N_SE44-30_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE44-30
N_SE37-30_4.16kV_TR2010	4.16	45.7	0.43	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE32-30
N_SE46-10_4.16kV	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-10
N_SE50-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.04	F_SE50-10
N_SE46-30_4.16kV_TR05	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-30
N_SE43-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.053	F_SE43-10
N_SE46-20_4.16kV_TR07	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-20
N_SE43-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.053	F_SE43_20
N_SE29-20_4.16kV_TR2015	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.059	F_SE29-20
N_SE30-20_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.049	F_SE30-20
N_SE08-10_4.16kV_TR2012	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.054	F_SE08-10
N_SE40-20_4.16kV_TR08	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.044	F_SE40-20
N_SE40-10_4.16kV_TR05	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.044	F_SE40-10
N_SE08-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.054	F_SE08-20

TABLA XXXVI

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 13

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE44-20_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE44-20
N_SE19-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.039	F_SE19-10
N_SE37-10_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE37-10
N_SE37-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE37-20
N_SE44-30_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.44	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE44-30
N_SE37-30_4.16kV_TR2010	4.16	45.7	0.43	0.233	Categoria 1	0.042	F_SE32-30
N_SE46-10_4.16kV	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-10
N_SE50-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.04	F_SE50-10
N_SE46-30_4.16kV_TR05	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-30
N_SE43-10_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.053	F_SE43-10
N_SE46-20_4.16kV_TR07	4.16	45.7	0.43	0.232	Categoria 1	0.055	F_SE46-20
N_SE43-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.053	F_SE43_20
N_SE29-20_4.16kV_TR2015	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.059	F_SE29-20
N_SE30-20_4.16kV_TR04	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.049	F_SE30-20
N_SE08-10_4.16kV_TR2012	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.054	F_SE08-10
N_SE40-20_4.16kV_TR08	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.044	F_SE40-20
N_SE40-10_4.16kV_TR05	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.044	F_SE40-10
N_SE08-20_4.16kV_TR2013	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.054	F_SE08-20

TABLA XXXVII

VALORES DE ENERGÍA INCIDENTE Y FRONTERA DE ARCO ELÉCTRICO CON AJUSTES PROPUESTOS – PARTE 14

ID	kV Nominal (kV)	Distancia de Trabajo LL (cm)	Energía Total (cal/cm²)	AFB Frontera o Límite de Aproximación de Arco Eléctrico (m)	Nivel de Energía	Final FCT (sec)	Source PD ID
N_SE09-10_4.16kV-TR02	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.046	F_SE09-10
N_SE15-10_4.16kV	4.16	45.7	0.43	0.231	Categoria 1	0.051	F_SE15-10
N_SE30-30_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.43	0.23	Categoria 1	0.048	F_SE30-30
N_SE30-10_4.16kV_TR09	4.16	45.7	0.43	0.23	Categoria 1	0.048	F_SE30-10
N_SE29-10_4.16kV_TR2011	4.16	45.7	0.43	0.23	Categoria 1	0.059	F_SE29-10
N_SE04-10_4.16kV_T3	4.16	45.7	0.39	0.218	Categoria 1	0.063	F_SE04-10
N_SE06-10_4.16kV	4.16	45.7	0.39	0.215	Categoria 1	0.064	F_SE06-10
N_SE50-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.37	0.21	Categoria 1	0.04	F_SE50-20
N_SE27-20_4.16kV_TR01	4.16	91.4	0.33	0.399	Categoria 1	0.049	F_SE27-20
B_SE35-10_I3-10-35	10	91.4	0.32	0.395	Categoria 1	0.036	I3-10-35
B_SE45-30_4.16kV	4.16	91.4	0.27	0.349	Categoria 1	0.045	F_SE22-30
N_SE31-30_4.16kV_TR03	4.16	45.7	0.26	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE31-20_4.16kV_146823	4.16	45.7	0.26	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE31-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.26	0.164	Categoria 1	0.037	I2-10-34
N_SE39-20_4.16kV_TR01	4.16	45.7	0.25	0.163	Categoria 1	0.041	I2-10-34
N_SE39-10_4.16kV_TR02	4.16	45.7	0.25	0.163	Categoria 1	0.041	I2-10-34
B_SE02_I21-4.16-34	4.16	91.4	0.16	0.251	Categoria 1	0.036	I2-10-34
B_SE01-10_4.16kV_TR03	4.16	91.4	0.14	0.231	Categoria 1	0.037	I2-10-34

Desarrollo Tabla de Equipo de Protección Personal (EPP) para Arco Eléctrico

La tabla XXXVIII proporciona una guía detallada sobre el equipo de protección personal (EPP) requerido para cuatro categorías de riesgo de arco eléctrico, basadas en la calificación mínima de arco en calorías por centímetro cuadrado (cal/cm²).

Categoría 1: Requiere ropa con una calificación de arco mínima de 4 cal/cm², incluyendo camisa de manga larga y pantalones o overol con calificación de arco, escudo facial o capucha de traje de arco, y otros equipos como casco, gafas de seguridad, protección auditiva, guantes de cuero de alta resistencia y calzado de cuero según necesidad.

Categoría 2: Aumenta la calificación mínima a 8 cal/cm² e incluye una capucha de traje de arco o escudo facial con balaclava, además de chaqueta, parka, ropa de lluvia o forro de casco, junto con el equipo de protección estándar como casco, gafas de seguridad, protección auditiva, guantes de cuero y calzado de cuero.

Categoría 3: Requiere una calificación de arco mínima de 25 cal/cm², incluyendo camisa de manga larga, pantalones, overol, chaqueta de traje de arco, pantalones de traje de arco, capucha de traje de arco y guantes con calificación de arco, además del equipo de protección estándar.

Categoría 4: La calificación mínima es de 40 cal/cm² e incluye el mismo tipo de ropa y equipo que la Categoría 3, asegurando una protección máxima contra la energía incidente de arco eléctrico.

Cada categoría especifica el EPP necesario para proteger a los trabajadores de los riesgos de arco eléctrico, asegurando que se utilicen los equipos adecuados según el nivel de riesgo identificado.

TABLA XXXVIII

TABLA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) PARA ARCO ELÉCTRICO

Categoría de EPP para Arco Eléctrico	Ropa con Calificación de Arco, Calificación mínima (cal/cm²)	Ropa con Calificación de Arco	Equipo de Protección
1	4 cal/cm² (16.75 J/cm²)	Camisa de manga larga y pantalones con calificación de arco o overol con calificación de arco, Escudo facial con calificación de arco o capucha de traje de arco, Chaqueta, parka, ropa de lluvia o forro de casco con calificación de arco (según necesidad)	Casco, Gafas de seguridad o gafas de protección (selección requerida), Protección auditiva (tapones para los oídos), Guantes de cuero de alta resistencia, Calzado de cuero (según necesidad)
2	8 cal/cm² (33.5 J/cm²)	Camisa de manga larga y pantalones con calificación de arco o overol con calificación de arco, Capucha de traje de arco con calificación de arco o escudo facial con calificación de arco y balaclava con calificación de arco, Chaqueta, parka, ropa de lluvia o forro de casco con calificación de arco (según necesidad)	Casco, Gafas de seguridad o gafas de protección (selección requerida), Protección auditiva (tapones para los oídos), Guantes de cuero de alta resistencia, Calzado de cuero
3	25 cal/cm² (104.7 J/cm²)	Camisa de manga larga con calificación de arco, Pantalones con calificación de arco, Overol con calificación de arco, Chaqueta de traje de arco con calificación de arco, Pantalones de traje de arco con calificación de arco, Capucha de traje de arco con calificación de arco, Guantes con calificación de arco, Chaqueta, parka, ropa de lluvia o forro de casco con calificación de arco (según necesidad)	Casco, Gafas de seguridad o gafas de protección (selección requerida), Protección auditiva (tapones para los oídos), Calzado de cuero
4	40 cal/cm² (167.5 J/cm²)	Camisa de manga larga con calificación de arco, Pantalones con calificación de arco, Overol con calificación de arco, Chaqueta de traje de arco con calificación de arco, Pantalones de traje de arco con calificación de arco, Capucha de traje de arco con calificación de arco, Guantes con calificación de arco, Chaqueta, parka, ropa de lluvia o forro de casco con calificación de arco (según necesidad)	Casco, Gafas de seguridad o gafas de protección (selección requerida), Protección auditiva (tapones para los oídos), Calzado de cuero

A continuación se muestra el registro fotográfico en la etapa de levantamiento de información de campo en la unidad minera cerro lindo.

Fig. 7. Visita de campo para levantamiento de información – parte 01

Fig. 8. Visita de campo para levantamiento de información – parte 02

Fig. 9. Visita de campo para levantamiento de información – parte 03

Fig. 10. Visita de campo para levantamiento de información – parte 04

CAPÍTULO IV: REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

4.1. Análisis crítico de resultados.

El estudio de arco eléctrico para la Unidad Minera Cerro Lindo es un paso crucial hacia la mejora de la seguridad eléctrica en la mina. Aunque el estudio es riguroso y completo, siempre hay espacio para mejorar la precisión de los datos, la frecuencia de las actualizaciones y la viabilidad de la implementación. Los conocimientos en ingeniería mecánica eléctrica aportan un valor significativo, permitiendo optimizar la coordinación de protecciones, mejorar la fiabilidad de los equipos, diseñar zonas seguras efectivas, innovar en el EPP y mejorar los programas de capacitación. Estos aportes no solo mejoran la seguridad, sino que también contribuyen a una operación más eficiente y sostenible de la mina.

El estudio de arco eléctrico realizado para la Unidad Minera Cerro Lindo representa un esfuerzo significativo para mejorar la seguridad eléctrica en un entorno industrial de alta complejidad. La metodología utilizada, basada en las normativas IEEE 1584 – 2018 y NFPA 70E – 2018, y la aplicación del software ETAP 19.0.1, proporciona una base sólida para la evaluación y mitigación de riesgos asociados con el arco eléctrico. Sin embargo, una discusión crítica del estudio debe considerar varios aspectos clave, tanto positivos como áreas de mejora.

La utilización de normativas internacionales y software especializado asegura que los cálculos de energía incidente y distancias de seguridad sean precisos y confiables. El estudio abarca todas las áreas críticas de la mina, incluyendo barras A y B de 10kV, proporcionando una evaluación exhaustiva del sistema eléctrico. Las recomendaciones para actualizar los ajustes de dispositivos de protección, adquirir EPP adecuado, y establecer zonas delimitadas son prácticas y directamente aplicables, lo que facilita su implementación en el campo. La inclusión de programas de capacitación para el personal electricista asegura que las medidas de seguridad se comprendan y se apliquen correctamente, aumentando la efectividad del estudio.

La precisión de los resultados depende en gran medida de la calidad y disponibilidad de la información sobre los ajustes de los dispositivos de protección y las características del sistema eléctrico. La falta de datos precisos puede afectar la exactitud de los cálculos. Aunque se recomienda actualizar el estudio cada 3 años, cambios más frecuentes en la infraestructura o en los equipos pueden requerir revisiones más regulares para mantener la seguridad. La implementación de todas las recomendaciones puede requerir inversiones significativas en equipos y capacitación. Es necesario evaluar la viabilidad económica y logística de estas recomendaciones para asegurar su sostenibilidad.

Los aportes realizados al estudio basados en la formación profesional adquirida en la universidad es la optimización en la configuración de los dispositivos de protección para reducir los tiempos de despeje de fallas, minimizando así la energía incidente y mejorando la seguridad. Aplicando conocimientos en diseño de sistemas eléctricos, se pueden diseñar e implementar zonas seguras y sistemas de alerta que mejoren la protección del personal y reduzcan la exposición a riesgos eléctricos.

CONCLUSIONES

- Primera: Se identificaron altos valores de energía incidente en varias barras del sistema eléctrico de Cerro Lindo, especialmente debido a los tiempos de actuación de los relés de protección y al sobredimensionamiento de los seccionadores tipo Cut Out. Es crucial actualizar los ajustes de los dispositivos de protección conforme a lo propuesto para reducir los altos valores de energía incidente que superan los 12 cal/cm² y cumplir con los valores establecidos en la norma NFPA 70E (40 cal/cm²). Los seccionadores Cut Out en interior mina están sobredimensionados y no protegen adecuadamente la curva de daño del transformador, por lo que deben ser reemplazados por seccionadores de menor capacidad.
- Segunda: La implementación de las recomendaciones propuestas mejorará significativamente la seguridad eléctrica, reduciendo el riesgo de incidentes de arco eléctrico en la mina, el equipo de protección personal (EPP) necesario para cuatro categorías de riesgo de arco eléctrico, clasificadas según la calificación mínima de arco requerida (4 cal/cm², 8 cal/cm², 25 cal/cm² y 40 cal/cm²). Cada categoría especifica el uso de ropa con calificación de arco, incluyendo camisas de manga larga, pantalones, overoles y capuchas de traje de arco, así como equipo adicional como cascos, gafas de seguridad, protección auditiva, guantes de cuero de alta resistencia y calzado de cuero. La tabla también incluye notas sobre la selección y uso del equipo, destacando la importancia de adaptar la protección a las condiciones específicas de trabajo y las normativas de seguridad aplicables.

RECOMENDACIONES

Primera: Se identificaron altos valores de energía incidente en varias barras del sistema eléctrico de Cerro Lindo, especialmente debido a los tiempos de actuación de los relés de protección y al sobredimensionamiento de los seccionadores tipo Cut Out. Es crucial actualizar los ajustes de los dispositivos de protección conforme a lo propuesto para reducir los altos valores de energía incidente que superan los 12 cal/cm² y cumplir con los valores establecidos en la norma NFPA 70E (40 cal/cm²). Los seccionadores Cut Out en interior mina están sobredimensionados y no protegen adecuadamente la curva de daño del transformador, por lo que deben ser reemplazados por seccionadores de menor capacidad.

Segunda: La implementación de las recomendaciones propuestas mejorará significativamente la seguridad eléctrica, reduciendo el riesgo de incidentes de arco eléctrico en la mina, el equipo de protección personal (EPP) necesario para cuatro categorías de riesgo de arco eléctrico, clasificadas según la calificación mínima de arco requerida (4 cal/cm², 8 cal/cm², 25 cal/cm² y 40 cal/cm²). Cada categoría especifica el uso de ropa con calificación de arco, incluyendo camisas de manga larga, pantalones, overoles y capuchas de traje de arco, así como equipo adicional como cascos, gafas de seguridad, protección auditiva, guantes de cuero de alta resistencia y calzado de cuero. La tabla también incluye notas sobre la selección y uso del equipo, destacando la importancia de adaptar la protección a las condiciones específicas de trabajo y las normativas de seguridad aplicables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. Huaynate Sanchez, A. J., & Nova Diaz, A. A. (2020). “Estudio de arco eléctrico en los centros de control de motores de una planta concentradora de 140000 tn/dia ubicado a 4200 msnm, para la implementación de medidas de seguridad del personal y equipos”.

[2]. Alvarado Diaz, E. F., & Merma Morocco, C. A. (2023). “Implementación de un sistema de alerta para la reducción del riesgo de arco eléctrico causado por las energías residuales de las líneas eléctricas trifásicas (R, S y T); en la subestación eléctrica de la empresa JJ EXEIM SAC, Arequipa 2021”.

ANEXOS

Anexo 01: Ajustes actuales vs Ajustes propuestos de los relés de protección, interruptores y fusibles Cut Out.

Anexo 02: Resultados del modelamiento de la red eléctrica de Cerro Lindo para las condiciones actuales de operación – ETAP. (solo resultados).

Anexo 03: Diagrama Unifilar con resultados de Arco Eléctrico.

Anexo 04: Interruptores con Ajustes Típicos.

ANEXO 01: Ajustes actuales vs Ajustes propuestos de los relés de protección, interruptores y fusibles Cut Out.

Protective Device Settings - Low Voltage Circuit Breaker with Thermal-Magnetic Trip Device									
Escenario	LVCB ID	Barra / Nodo	Manufacturer	Breaker		Thermal		Magnetic (Inst.)	
				Model	Size	Setting	Trip (Amps)	Setting	Trip (Amps)
Base	IN_SE07-11	B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	Cutler-Hammer	KD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE07-11	B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	Cutler-Hammer	KD	400	Fixed	400.000	5	2000.000
Base	IN_SE09-11	B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE09-11	B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE09-12	B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	Cutler-Hammer	LGE	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE09-12	B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE42-31	B_SE42-31_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE42-31	B_SE42-31_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE42-32	B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE42-32	B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE37-11	B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE37-11	B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE37-12	B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE37-12	B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE43-11	B_SE43-11_0.48kV_Cx041	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE43-11	B_SE43-11_0.48kV_Cx041	Cutler-Hammer	HKD	250	Fixed	250.000	5	1250.000
Base	IN_SE43-12	B_SE43-12_0.48kV_Cx121	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE43-12	B_SE43-12_0.48kV_Cx121	Cutler-Hammer	HKD	250	Fixed	250.000	5	1250.000
Base	IN_SE43-22	B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE43-22	B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	Cutler-Hammer	HKD	250	Fixed	250.000	5	1250.000
Base	IN_SE43-21	B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	Cutler-Hammer	LGS	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE43-21	B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	Cutler-Hammer	LGS	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE30-21	B_SE30-21_0.48kV_Tab02	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE30-21	B_SE30-21_0.48kV_Tab02	Cutler-Hammer	HKD	250	Fixed	250.000	5	1250.000
Base	IN_SE08-11	B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE08-11	B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE08-12	B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGE	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE08-12	B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE08-22	B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE08-22	B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE29-22	B_SE29-22_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	10X	2500.000
Prop.	IN_SE29-22	B_SE29-22_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE29-21	B_SE29-21_0.48kV_Bomba	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE29-21	B_SE29-21_0.48kV_Bomba	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000

Base	IN_SE46-13	B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE46-13	B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE46-21	B_SE46-21_0.48kV_RP051	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE46-21	B_SE46-21_0.48kV_RP051	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE46-22	B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE46-22	B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE46-31	B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE46-31	B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE46-32	B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	Cutler-Hammer	LGS	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE46-32	B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	Cutler-Hammer	LGS	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE46-33	B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	Cutler-Hammer	LGS	400	Fixed	400.000	5X	2000.000
Prop.	IN_SE46-33	B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	Cutler-Hammer	LGS	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE30-22	B_SE30-22_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE30-22	B_SE30-22_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	HKD	250	Fixed	250.000	5	1250.000
Base	IN_SE16-11	B_SE16-11_0.48kV	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE16-11	B_SE16-11_0.48kV	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE23-12	B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE23-12	B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE04-11	B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE04-11	B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE04-12	B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE04-12	B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE06-11	B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE06-11	B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE06-12	B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE06-12	B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE06-13	B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE06-13	B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE06-14	B_SE06-14_0.48kV_OB2	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE06-14	B_SE06-14_0.48kV_OB2	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-21	B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-21	B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-22	B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-22	B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-32	B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-32	B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-31	B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-31	B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE17-12	B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE17-12	B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	Cutler-Hammer	LGH	350	Fixed	350.000	5X	1750.000

Base	IN_SE17-11	B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE17-11	B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE17-31	B_SE17-31_0.48kV_OB7	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE17-31	B_SE17-31_0.48kV_OB7	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE17-32	B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE17-32	B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-11	B_SE31-11_0.48kV_Taller	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-11	B_SE31-11_0.48kV_Taller	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE31-12	B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE31-12	B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE23-11	B_SE23-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE23-11	B_SE23-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE13-11	B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE13-11	B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE22-12	B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE22-12	B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-22	B_SE38-22_0.48kV_Tab04	Cutler-Hammer	KD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE38-22	B_SE38-22_0.48kV_Tab04	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-31	B_SE38-31_0.48kV_Tab05	Cutler-Hammer	HKD	400	Fixed	400.000	10	4000.000
Prop.	IN_SE38-31	B_SE38-31_0.48kV_Tab05	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE51-12	B_SE51-12_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE51-12	B_SE51-12_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE51-11	B_SE51-11_0.48kV_Extract	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE51-11	B_SE51-11_0.48kV_Extract	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE13-12	B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE13-12	B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE13-21	B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE13-21	B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE13-22	B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE13-22	B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE18-51	B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-51	B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE18-52	B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-52	B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE18-53	B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-53	B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE18-54	B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-54	B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE18-41	B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-41	B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000

Prop.	IN_SE18-41	B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
c	IN_SE18-42	B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE18-42	B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE22-11	B_SE22-11_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE22-11	B_SE22-11_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-11	B_SE38-11_0.48kV_Tab02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE38-11	B_SE38-11_0.48kV_Tab02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-12	B_SE38-12_0.48kV_Tab01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE38-12	B_SE38-12_0.48kV_Tab01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-21	B_SE38-21_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE38-21	B_SE38-21_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE38-32	B_SE38-32_0.48kV_Tab06	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE38-32	B_SE38-32_0.48kV_Tab06	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE44-21	B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE44-21	B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE44-22	B_SE44-22_0.48kV_Ventil	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE44-22	B_SE44-22_0.48kV_Ventil	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE21-13	B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE21-13	B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE32-13	B_SE32-13_0.48kV_125.12	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE32-13	B_SE32-13_0.48kV_125.12	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE32-12	B_SE32-12_0.48kV_125.16	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE32-12	B_SE32-12_0.48kV_125.16	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE41-11	B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE41-11	B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE41-12	B_SE41-12_0.48kV_100.7	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE41-12	B_SE41-12_0.48kV_100.7	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE28-12	B_SE28-12_0.48kV_123.14	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE28-12	B_SE28-12_0.48kV_123.14	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE28-11	B_SE28-11_0.48kV_125.15	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE28-11	B_SE28-11_0.48kV_125.15	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE49-13	B_SE49-13_0.48kV_TG01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE49-13	B_SE49-13_0.48kV_TG01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE25-11	B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE25-11	B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE25-12	B_SE25-12_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE25-12	B_SE25-12_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE25-14	B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE25-14	B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE25-13	B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE25-13	B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000

Base	IN_SE21-12	B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE21-12	B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE21-11	B_SE21-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE21-11	B_SE21-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE19-12	B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE19-12	B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE19-11	B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE19-11	B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE40-12	B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE40-12	B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE40-11	B_SE40-11_0.48kV_V100.6	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE40-11	B_SE40-11_0.48kV_V100.6	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE40-21	B_SE40-21_0.48kV_Cx650	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE40-21	B_SE40-21_0.48kV_Cx650	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE40-22	B_SE40-22_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE40-22	B_SE40-22_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE50-11	B_SE50-11_0.48kV_MASTER	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE50-11	B_SE50-11_0.48kV_MASTER	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE50-13	B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE50-13	B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE32-11	B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE32-11	B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE21-14	B_SE21-14_0.48kV_Tab1	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE21-14	B_SE21-14_0.48kV_Tab1	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE50-12	B_SE50-12_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE50-12	B_SE50-12_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE49-11	B_SE49-11_0.48kV_TG03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE49-11	B_SE49-11_0.48kV_TG03	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000
Base	IN_SE49-12	B_SE49-12_0.48kV_TG02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
Prop.	IN_SE49-12	B_SE49-12_0.48kV_TG02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	5X	1250.000

Protective Device Settings - Low Voltage Circuit Breaker with Solid State / Microprocessor Trip Device																			
									Long Time				Short-Time / Ground					Inst. / Maintenanc	
									Pickup		Delay		Pickup		Delay			Pickup	
Escenario	LVCB ID	Barra	Manufacturer	Breaker Model	Trip Device Model	Sensor/ Frame	Rating Plug	Function	Setting	Trip (Amps)	Curve	Band	Setting	Trip (Amps)	Curve	Band	I^2t	Setting	Trip (Amps)
Base	IN_SE15-12	B_SE15-12_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	630	Phase	Fixed	630		Fixed	8X	5040		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE15-12	B_SE15-12_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	500	Phase	Fixed	500		Fixed	3X	1500		Fixed	IN		
Base	IN_SE42-21	B_SE42-21_0.48kV_TG02	Cutler-Hammer	NGS	RMS 310 N (LSG)	800	630	Phase	Fixed	630		Fixed	5X	3150		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE42-21	B_SE42-21_0.48kV_TG02	Cutler-Hammer	NGS	RMS 310 N (LSG)	800	630	Phase	Fixed	630		Fixed	2X	1260		Fixed	IN		
Base	IN_SE37-31	B_SE37-31_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	630	Phase	Fixed	630		Fixed	8X	5040		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE37-31	B_SE37-31_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	500	Phase	Fixed	500		Fixed	3X	1500		Fixed	IN		
Base	IN_SE37-21	B_SE37-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	7X	5600		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE37-21	B_SE37-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	500	Phase	Fixed	500		Fixed	3X	1500		Fixed	IN		
Base	IN_SE30-31	B_SE30-31_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	ND	RMS 310 N (LSG)	800	600	Phase	Fixed	600		Fixed	4X	2400		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE30-31	B_SE30-31_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	ND	RMS 310 N (LSG)	800	400	Phase	Fixed	400		Fixed	4X	1600		Fixed	IN		
Base	IN_SE08-21	B_SE08-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGS	RMS 310 N (LSG)	1250	1250	Phase	Fixed	1250		Fixed	3X	3750		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE08-21	B_SE08-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGS	RMS 310 N (LSG)	1250	600	Phase	Fixed	600		Fixed	2X	1200		Fixed	IN		
Base	IN_SE46-11	B_SE46-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	630	Phase	Fixed	630		Fixed	8X	5040		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE46-11	B_SE46-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	700	Phase	Fixed	700		Fixed	2X	1400		Fixed	IN		
Base	IN_SE39-11	B_SE39-11_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	8X	6400		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE39-11	B_SE39-11_0.48kV_TD02	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	600	Phase	Fixed	600		Fixed	2X	1200		Fixed	IN		
Base	IN_SE39-21	B_SE39-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	8X	6400		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE39-21	B_SE39-21_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	600	Phase	Fixed	600		Fixed	2X	1200		Fixed	IN		
Base	IN_SE01-12	B_SE01-12_0.48kV_Atlas	Schneider Electric	NSX400 - H	Micrologic 2.3 (NSX)	400	400	Phase	Fine Adj. 1	400	Fixed		10 x Ir	4000		Fixed		Fixed	4800
Prop.	IN_SE01-12	B_SE01-12_0.48kV_Atlas	Schneider Electric	NSX400 - H	Micrologic 2.3 (NSX)	250	70	Phase	Fine Adj. 1	70	Fixed		10 x Ir	700		Fixed		Fixed	3000
Base	IN_SE17-21	B_SE17-21_0.48kV_Avances	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	8X	6400		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE17-21	B_SE17-21_0.48kV_Avances	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	600	Phase	Fixed	600		Fixed	2X	1200		Fixed	IN		
Base	IN_SE48-11	B_SE48-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	400	Phase	Fixed	400		Fixed	8X	3200		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE48-11	B_SE48-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	2X	1600		Fixed	IN		
Base	IN_SE22-23	B_SE22-23_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	8X	6400		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE22-23	B_SE22-23_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	800	Phase	Fixed	800		Fixed	2X	1600		Fixed	IN		
Base	IN_SE45-11	B_SE45-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	400	Phase	Fixed	400		Fixed	8X	3200		Fixed	IN		
Prop.	IN_SE45-11	B_SE45-11_0.48kV_TD01	Cutler-Hammer	NGH	RMS 310 N (LSG)	800	400	Phase	Fixed	400		Fixed	4X	1600		Fixed	IN		

ANEXO 02: Resultados del modelamiento de la red eléctrica de Cerro Lindo para las condiciones actuales de operación – ETAP. (solo resultados).

Bus Incident Energy Summary

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
05-920-6151-014	0.480	MCC	22.676	15.443	4.224	2.361	0.70	Categoria 1
B_ SE16-20_4.16kV_INCB7	4.160	Switchgear	5.942	5.240	1.349	0.142	0.23	Categoria 1
B_4.16kv SE 05A-37	4.160	Switchgear	6.397	5.636	1.248	0.141	0.23	Categoria 1
B_4.16kv SE 05A-37A	4.160	Switchgear	6.397	5.636	1.248	0.141	0.23	Categoria 1
B_14-70-00-0000195	10.000	Other	3.889	3.660	5.197	1.091	0.43	Categoria 1
B_Celda11.1.1	10.000	Switchgear	17.755	16.151	12.083	3.879	1.93	Categoria 1
B_Celda11.1.2	10.000	Switchgear	17.755	16.151	12.083	3.879	1.93	Categoria 1
B_SE01-10_4.16kV_TR03	4.160	Switchgear	3.504	3.105	2.196	0.139	0.23	Categoria 1
B_SE01-11_0.48kV_Nv.1770	0.480	Switchboard	10.609	8.076	11.711	2.109	0.87	Categoria 1
B_SE01-12_0.48kV_Atlas	0.480	Switchboard	10.609	8.076	11.711	2.109	0.87	Categoria 1
B_SE02_I1-10-34	10.000	Switchgear	3.886	3.529	5.525	0.411	0.46	Categoria 1
B_SE02_I2-10-34	10.000	Switchgear	3.884	3.572	2.138	0.161	0.25	Categoria 1
B_SE02_I11-4.16-34	4.160	Switchgear	4.075	3.535	29.781	2.135	1.32	Categoria 1
B_SE02_I21-4.16-34	4.160	Switchgear	4.135	3.660	2.138	0.159	0.25	Categoria 1
B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	0.480	Switchboard	11.475	8.754	120.000	23.535	3.92	Categoria 3
B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	0.480	Switchboard	11.475	8.754	120.000	23.535	3.92	Categoria 3
B_SE04_I1-10-36	10.000	Switchgear	6.566	6.030	3.606	0.449	0.49	Categoria 1
B_SE04_I2-4.16-36	4.160	Switchgear	6.240	5.390	12.205	1.320	0.97	Categoria 1
B_SE04_I2-10-36	10.000	Switchgear	6.566	6.030	3.606	0.449	0.49	Categoria 1
B_SE04_I11-4.16-36	4.160	Switchgear	4.719	4.089	6.618	0.547	0.55	Categoria 1
B_SE05A-11_0.48kV_Compr.	0.480	Switchboard	32.005	20.334	3.301	1.862	0.80	Categoria 1
B_SE05A-20_10kV	10.000	Switchgear	6.884	6.321	0.847	0.110	0.20	Categoria 1
B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	0.480	Switchboard	11.049	8.421	120.000	22.586	3.82	Categoria 3
B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	0.480	Switchboard	11.049	8.421	120.000	22.586	3.82	Categoria 3
B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	0.480	Switchboard	9.339	7.079	120.000	18.797	3.41	Categoria 3
B_SE06-14_0.48kV_OB2	0.480	Switchboard	9.339	7.079	120.000	18.797	3.41	Categoria 3
B_SE06A-10_4.16kV_IN038	4.160	Switchgear	5.424	4.788	1.442	0.139	0.23	Categoria 1
B_SE06A-10_4.16kV_IN038A	4.160	Switchgear	5.424	4.788	1.442	0.139	0.23	Categoria 1
B_SE07-11_0.48kV_Nv.1830	0.480	Switchboard	8.500	5.636	34.425	4.294	1.35	Categoria 2
B_SE07-12_0.48kV_TG	0.480	MCC	12.094	8.322	16.228	4.691	1.07	Categoria 2
B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	0.480	Switchboard	11.032	7.382	19.386	3.216	1.13	Categoria 1
B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	0.480	Switchboard	11.032	7.382	19.386	3.216	1.13	Categoria 1
B_SE08-21_0.48kV_TD01	0.480	MCC	11.593	7.969	17.476	4.825	1.09	Categoria 2
B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	0.480	Switchboard	11.593	7.768	18.399	3.222	1.13	Categoria 1
B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	0.480	Switchboard	12.035	8.071		2.241	0.90	Categoria 1

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	0.480	Switchboard	12.035	8.071	12.292	2.241	0.90	Categoria 1
B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	0.480	Switchboard	12.043	9.199	120.000	24.802	4.05	Categoria 3
B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	0.480	Switchboard	12.043	9.199	120.000	24.802	4.05	Categoria 3
B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	0.480	Switchboard	12.043	9.199	120.000	24.802	4.05	Categoria 3
B_SE13-22_0.48kV_Nv1710	0.480	Switchboard	12.043	9.199	120.000	24.802	4.05	Categoria 3
B_SE15-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	11.409	7.839	12.811	3.476	0.89	Categoria 1
B_SE15-12_0.48kV_TD02	0.480	MCC	11.279	7.748	13.711	3.674	0.92	Categoria 1
B_SE16-11_0.48kV	0.480	Switchboard	13.547	9.104	14.018	2.904	1.06	Categoria 1
B_SE16-30_4.16kV	4.160	Switchgear	5.942	5.240	1.349	0.142	0.23	Categoria 1
B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	0.480	Switchboard	11.095	8.457	120.000	22.689	3.83	Categoria 3
B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	0.480	Switchboard	11.095	8.457	120.000	22.689	3.83	Categoria 3
B_SE17-21_0.48kV_Avances	0.480	MCC	10.820	8.455	120.000	34.805	3.76	Categoria 4
B_SE17-31_0.48kV_OB7	0.480	Switchboard	10.958	8.350	120.000	22.385	3.80	Categoria 3
B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	0.480	Switchboard	10.958	8.350	120.000	23.049	3.87	Categoria 3
B_SE18-10_4.16kV	4.160	Switchgear	6.254	5.402	11.228	1.217	0.92	Categoria 1
B_SE18-20_4.16kV	4.160	Switchgear	6.249	5.398	8.185	0.886	0.75	Categoria 1
B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	0.480	Switchboard	12.221	9.337	120.000	25.198	4.09	Categoria 4
B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	0.480	Switchboard	12.221	9.337	120.000	25.198	4.09	Categoria 4
B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	0.480	Switchboard	12.947	9.903	120.000	26.820	4.26	Categoria 4
B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	0.480	Switchboard	12.947	9.903	120.000	26.820	4.26	Categoria 4
B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	0.480	Switchboard	12.679	9.695	120.000	26.221	4.20	Categoria 4
B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	0.480	Switchboard	12.679	9.695	120.000	26.221	4.20	Categoria 4
B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	0.480	Switchboard	12.152	9.284	107.592	22.456	3.81	Categoria 3
B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	0.480	Switchboard	12.152	9.284	107.592	25.859	4.16	Categoria 4
B_SE19-21_0.48kV_TD01	0.480	MCC	12.969	8.936	120.000	37.416	3.93	Categoria 4
B_SE19-31_0.48kV_TD02	0.480	MCC	12.606	9.888	106.445	36.453	3.87	Categoria 4
B_SE19_Celda de Barras	4.160	Switchgear	5.827	5.037	14.094	1.427	1.02	Categoria 1
B_SE21-11_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	12.253	9.362	106.565	22.440	3.81	Categoria 3
B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	0.480	Switchboard	12.253	9.362	106.565	22.440	3.81	Categoria 3
B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	0.480	Switchboard	9.907	7.525	120.000	20.053	3.55	Categoria 3
B_SE21-14_0.48kV_Tab1	0.480	Switchboard	9.907	7.525	120.000	20.053	3.55	Categoria 3
B_SE22-11_0.48kV_Tab03	0.480	Switchboard	12.169	9.297	120.000	25.083	4.08	Categoria 4
B_SE22-12_0.48kV_Nv.1740	0.480	Switchboard	12.169	9.297	120.000	25.083	4.08	Categoria 4
B_SE22-21_0.48kV_Tab01	0.480	Switchboard	12.854	9.831	120.000	27.659	4.34	Categoria 4
B_SE22-22_0.48kV_Tab02	0.480	Switchboard	12.854	9.831	120.000	26.611	4.24	Categoria 4
B_SE22-23_0.48kV_TD01	0.480	MCC	12.283	9.630	120.000	39.956	4.10	Categoria 4
B_SE23-11_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	10.867	8.278		22.181	3.78	Categoria 3

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	0.480	Switchboard	10.867	8.278	120.000	22.181	3.78	Categoria 3
B_SE23-13_0.48kV_Nv.1820	0.480	MCC	11.337	8.870	120.000	36.622	3.88	Categoria 4
B_SE25-10_10kV_TR02	10.000	Switchgear	6.523	5.915	5.117	0.625	0.60	Categoria 1
B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	0.480	Switchboard	12.590	9.625	107.632	23.339	3.90	Categoria 3
B_SE25-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	38.446	27.311	34.071	38.204	3.98	Categoria 4
B_SE25-12_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	12.590	9.625	107.632	23.339	3.90	Categoria 3
B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	0.480	Switchboard	12.726	9.731	109.754	24.077	3.98	Categoria 3
B_SE25-14_0.48kV_Nv1880	0.480	Switchboard	12.726	9.731	109.754	24.077	3.98	Categoria 3
B_SE27-11_0.48kV_100.5/6	0.480	MCC	13.875	9.569	101.124	33.907	3.70	Categoria 4
B_SE27-21_0.48kV_125.1	0.480	MCC	12.396	8.534	107.230	31.838	3.56	Categoria 4
B_SE28-11_0.48kV_125.15	0.480	Switchboard	12.287	8.244	119.390	22.265	3.79	Categoria 3
B_SE28-12_0.48kV_123.14	0.480	Switchboard	12.287	8.244	119.390	22.265	3.79	Categoria 3
B_SE28-21_0.48kV_125.18	0.480	Switchboard	11.831	7.931	120.000	21.481	3.71	Categoria 3
B_SE29-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	10.867	8.493	71.698	20.894	2.73	Categoria 3
B_SE29-21_0.48kV_Bomba	0.480	Switchboard	11.201	8.540	71.985	13.752	2.80	Categoria 3
B_SE29-22_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	11.201	8.540	71.985	13.752	2.80	Categoria 3
B_SE30-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	11.754	8.083	17.260	4.837	1.09	Categoria 2
B_SE30-21_0.48kV_Tab02	0.480	Switchboard	10.994	7.356	20.287	3.353	1.16	Categoria 1
B_SE30-22_0.48kV_Tab03	0.480	Switchboard	10.994	7.356	20.287	3.353	1.16	Categoria 1
B_SE30-31_0.48kV_TD02	0.480	MCC	11.278	7.747	17.852	4.783	1.09	Categoria 2
B_SE31-11_0.48kV_Taller	0.480	Switchboard	10.244	7.790	11.925	2.067	0.86	Categoria 1
B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	0.480	Switchboard	10.244	7.790	11.925	2.067	0.86	Categoria 1
B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	0.480	Switchboard	9.937	7.548	12.622	2.116	0.87	Categoria 1
B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	0.480	Switchboard	9.937	7.548	12.622	2.116	0.87	Categoria 1
B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	0.480	Switchboard	9.877	7.502	12.764	2.126	0.87	Categoria 1
B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	0.480	Switchboard	9.877	7.502	12.764	2.126	0.87	Categoria 1
B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	0.480	Switchboard	13.145	8.830	120.000	24.069	3.98	Categoria 3
B_SE32-12_0.48kV_125.16	0.480	Switchboard	13.145	8.830	120.000	24.069	3.98	Categoria 3
B_SE32-13_0.48kV_125.12	0.480	Switchboard	13.145	8.830	120.000	24.069	3.98	Categoria 3
B_SE35-10_I3-10-35	10.000	Switchgear	8.031	7.367	2.138	0.323	0.40	Categoria 1
B_SE35-11_0.48kV_Reserva	0.480	Switchboard	20.937	13.970	26.427	8.638	2.10	Categoria 3
B_SE35-12_0.48kV_Master	0.480	Switchboard	20.937	13.970	26.427	8.638	2.10	Categoria 3
B_SE35-13_0.48kV_Vent125	0.480	Switchboard	20.937	13.970	26.427	8.638	2.10	Categoria 3
B_SE35-20_I2-10-35	10.000	Switchgear	8.031	7.367	3.606	0.544	0.55	Categoria 1
B_SE35-21_0.48kV_Ventil	0.480	Switchboard	26.259	17.194	15.504	7.294	1.88	Categoria 2
B_SE35-30_I1-10-35	10.000	Other	7.906	7.516	3.606	1.347	0.49	Categoria 1
B_SE35-31_I1-4.16-35	4.160	Switchgear	6.470	5.586		1.233	0.93	Categoria 1

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
B_SE37-11_0.48kV_Tabl.01	0.480	Switchboard	12.011	8.055	16.251	2.957	1.07	Categoria 1
B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	0.480	Switchboard	12.011	8.055	16.251	2.957	1.07	Categoria 1
B_SE37-21_0.48kV_TD01	0.480	MCC	11.888	8.177	15.807	4.485	1.04	Categoria 2
B_SE37-31_0.48kV_TD02	0.480	MCC	12.328	8.486	15.362	4.534	1.05	Categoria 2
B_SE38-11_0.48kV_Tab02	0.480	Switchboard	12.146	9.279	120.000	25.030	4.08	Categoria 4
B_SE38-12_0.48kV_Tab01	0.480	Switchboard	12.146	9.279	120.000	25.030	4.08	Categoria 4
B_SE38-21_0.48kV_Tab03	0.480	Switchboard	12.063	9.214	120.000	24.846	4.06	Categoria 3
B_SE38-22_0.48kV_Tab04	0.480	Switchboard	12.063	9.214	120.000	24.846	4.06	Categoria 3
B_SE38-32_0.48kV_Tab06	0.480	Switchboard	14.507	9.755	120.000	26.754	4.25	Categoria 4
B_SE39-11_0.48kV_TD02	0.480	MCC	9.875	7.694	12.193	3.200	0.84	Categoria 1
B_SE39-21_0.48kV_TD01	0.480	MCC	9.905	7.718	12.125	3.193	0.84	Categoria 1
B_SE40-11_0.48kV_V100.6	0.480	Switchboard	11.850	9.048	115.296	23.416	3.91	Categoria 3
B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	0.480	Switchboard	11.850	9.048	115.296	23.416	3.91	Categoria 3
B_SE40-21_0.48kV_Cx650	0.480	Switchboard	11.726	8.951	112.952	22.680	3.83	Categoria 3
B_SE40-22_0.48kV_Vent	0.480	Switchboard	11.726	8.951	112.952	22.680	3.83	Categoria 3
B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	0.480	Switchboard	12.929	8.683	120.000	23.644	3.93	Categoria 3
B_SE41-12_0.48kV_100.7	0.480	Switchboard	12.929	8.683	120.000	23.644	3.93	Categoria 3
B_SE42-11_0.48kV_TG01	0.480	MCC	10.208	6.991	21.654	5.203	1.14	Categoria 2
B_SE42-21_0.48kV_TG02	0.480	MCC	12.179	8.382	15.002	4.370	1.03	Categoria 2
B_SE42-31_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	12.182	8.172	16.545	3.057	1.09	Categoria 1
B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	0.480	Switchboard	12.182	8.172	16.545	3.057	1.09	Categoria 1
B_SE43-11_0.48kV_Cx041	0.480	Switchboard	11.143	7.458	20.244	3.395	1.17	Categoria 1
B_SE43-12_0.48kV_Cx121	0.480	Switchboard	11.143	7.458	20.244	3.395	1.17	Categoria 1
B_SE43-21_0.48kV_Tab.B	0.480	Switchboard	11.525	7.721	20.923	3.640	1.22	Categoria 1
B_SE43-22_0.48kV_Nv.1640	0.480	Switchboard	11.525	7.721	20.923	3.640	1.22	Categoria 1
B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	0.480	Switchboard	12.586	9.622	120.000	26.012	4.18	Categoria 4
B_SE44-22_0.48kV_Ventil	0.480	Switchboard	12.586	9.622	120.000	26.012	4.18	Categoria 4
B_SE44-31_0.48kV_TD01	0.480	MCC	12.475	9.783	120.000	40.633	4.14	>Max.
B_SE45-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	14.723	11.570	120.000	48.564	4.63	>Max.
B_SE45-21_0.48kV_TD02	0.480	MCC	13.404	10.524	120.000	43.910	4.35	>Max.
B_SE45-30_4.16kV	4.160	Switchgear	5.573	4.820	6.670	0.647	0.62	Categoria 1
B_SE46-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	9.584	7.459	107.781	27.372	3.23	Categoria 4
B_SE46-12_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	9.725	6.481	120.000	17.349	3.24	Categoria 3
B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	0.480	Switchboard	9.725	6.481	120.000	17.349	3.24	Categoria 3
B_SE46-21_0.48kV_RP051	0.480	Switchboard	9.524	7.224	108.265	17.326	3.24	Categoria 3
B_SE46-22_0.48kV_Tabl E	0.480	Switchboard	9.524	7.224	108.265	17.326	3.24	Categoria 3
B_SE46-31_0.48kV_Tab.A	0.480	Switchboard	12.850	8.629		18.123	3.33	Categoria 3

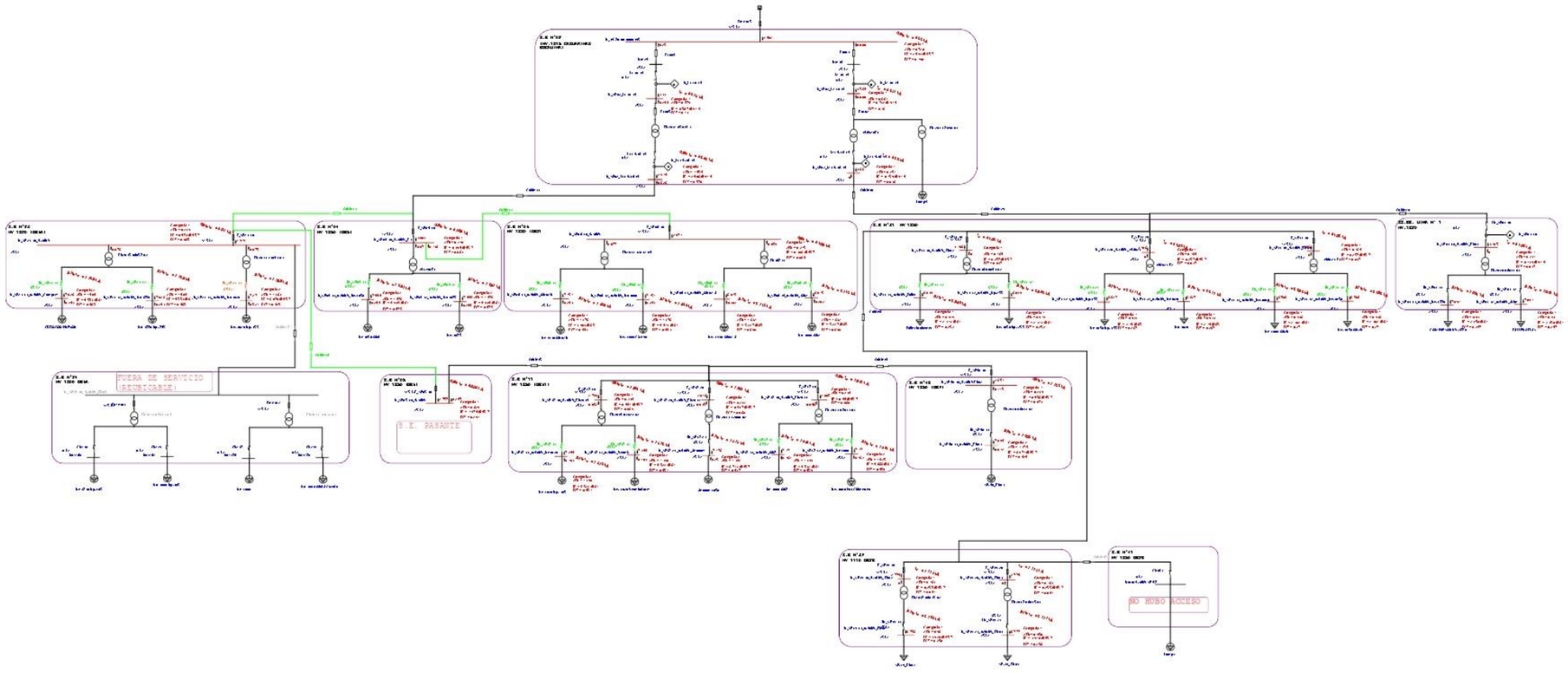
Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
B_SE46-32_0.48kV_Tab.B	0.480	Switchboard	12.850	8.629	92.587	18.123	3.33	Categoria 3
B_SE46-33_0.48kV_Tab.C	0.480	Switchboard	12.850	8.629	92.587	18.123	3.33	Categoria 3
B_SE48-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	11.502	9.003	120.000	37.203	3.92	Categoria 4
B_SE49-11_0.48kV_TG03	0.480	Switchboard	13.058	9.989	106.999	24.133	3.99	Categoria 3
B_SE49-12_0.48kV_TG02	0.480	Switchboard	13.058	9.989	106.999	24.133	3.99	Categoria 3
B_SE49-13_0.48kV_TG01	0.480	Switchboard	13.058	9.989	106.999	24.133	3.99	Categoria 3
B_SE50-11_0.48kV_MASTER	0.480	Switchboard	11.658	8.897	113.865	22.718	3.84	Categoria 3
B_SE50-12_0.48kV_Vent	0.480	Switchboard	8.375	6.321	120.000	16.678	3.16	Categoria 3
B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	0.480	Switchboard	11.783	8.995	112.216	22.649	3.83	Categoria 3
B_SE51-11_0.48kV_Extract	0.480	Switchboard	13.133	10.047	117.992	26.778	4.25	Categoria 4
B_SE51-12_0.48kV_Compres	0.480	Switchboard	13.133	10.047	117.992	26.778	4.25	Categoria 4
B_SE51-13_0.48kV_TD01	0.480	MCC	13.512	9.316	120.000	39.107	4.04	Categoria 4
B_SE51-21_0.48kV_TD02	0.480	MCC	12.688	9.953	115.530	39.842	4.09	Categoria 4
B_SE52-10_4.16kV	4.160	Switchgear	4.895	4.240	8.511	0.728	0.66	Categoria 1
B_SE52-11_0.48kV_TD01	0.480	MCC	12.320	9.659	42.826	14.306	2.16	Categoria 3
B_SE52-12_0.48kV_TD02	0.480	MCC	11.678	9.145	43.532	13.721	2.10	Categoria 3
N_SE04-10_4.16kV_T3	4.160	Open Air	3.869	3.208	14.917	1.552	0.54	Categoria 1
N_SE05-10_4.16kV	4.160	Open Air	3.688	3.004	17.451	1.974	0.63	Categoria 1
N_SE06-10_4.16kV	4.160	Open Air	3.748	3.108	15.218	1.531	0.53	Categoria 1
N_SE07-10_4.16kV	4.160	Open Air	5.562	4.601	1.523	0.271	0.17	Categoria 1
N_SE08-10_4.16kV_TR2012	4.160	Open Air	4.227	3.441	2.094	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE08-20_4.16kV_TR2013	4.160	Open Air	4.227	3.441	2.094	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE09-10_4.16kV-TR02	4.160	Open Air	4.938	4.089	1.680	0.263	0.17	Categoria 1
N_SE10-10_4.16kV	4.160	MCC	4.634	4.016	1.756	0.157	0.25	Categoria 1
N_SE13-10_4.16kV_TR2016	4.160	Open Air	5.693	4.625	7.252	1.295	0.48	Categoria 1
N_SE13-20_4.16kV_TR14353	4.160	Open Air	5.693	4.625	7.252	1.295	0.48	Categoria 1
N_SE15-10_4.16kV	4.160	Open Air	4.484	3.715	1.861	0.264	0.17	Categoria 1
N_SE16-10_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	5.942	4.913	1.430	0.272	0.17	Categoria 1
N_SE17-10_4.16kV_TR2014	4.160	Open Air	3.500	2.851	16.981	1.817	0.60	Categoria 1
N_SE17-20_4.16kV_TR2011	4.160	Open Air	3.500	2.851	16.794	1.798	0.59	Categoria 1
N_SE17-30_4.16kV_TR2013	4.160	Open Air	3.500	2.851	16.918	1.811	0.59	Categoria 1
N_SE18-30_4.16kV_SE13	4.160	Open Air	6.249	5.073	6.344	1.249	0.47	Categoria 1
N_SE18-40_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	6.216	5.046	6.321	1.238	0.46	Categoria 1
N_SE18-50_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	6.216	5.046	6.388	1.251	0.47	Categoria 1
N_SE19-10_4.16kV_TR04	4.160	Open Air	5.827	4.733	6.913	1.265	0.47	Categoria 1
N_SE19-20_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	5.827	4.733	7.128	1.304	0.48	Categoria 1
N_SE19-30_4.16kV_T1	4.160	Open Air	5.827	4.733		1.304	0.48	Categoria 1

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
N_SE21-10_4.16kV	4.160	Open Air	5.672	4.608	7.501	1.334	0.49	Categoria 1
N_SE22-10_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	5.872	4.769	6.918	1.276	0.47	Categoria 1
N_SE22-20_4.16kV	4.160	Open Air	5.872	4.769	6.959	1.283	0.47	Categoria 1
N_SE22-30_4.16kV_SE45	4.160	Open Air	5.872	4.769	8.722	1.609	0.55	Categoria 1
N_SE23-10_4.16kV	4.160	Open Air	3.769	3.070	15.732	1.821	0.60	Categoria 1
N_SE25-10_4.16kV	4.160	Open Air	5.524	4.489	7.812	1.351	0.49	Categoria 1
N_SE27-10_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	4.647	3.780	7.587	1.094	0.43	Categoria 1
N_SE27-20_4.16kV_TR01	4.160	Cable Bus	4.647	3.951	7.045	0.792	0.70	Categoria 1
N_SE28-10_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	4.554	3.706	7.862	1.110	0.43	Categoria 1
N_SE28-20_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	4.554	3.706	7.862	1.110	0.43	Categoria 1
N_SE29-10_4.16kV_TR2011	4.160	Open Air	3.950	3.217	2.274	0.277	0.17	Categoria 1
N_SE29-20_4.16kV_TR2015	4.160	Open Air	3.950	3.217	2.274	0.277	0.17	Categoria 1
N_SE30-10_4.16kV_TR09	4.160	Open Air	4.659	3.859	1.874	0.276	0.17	Categoria 1
N_SE30-20_4.16kV_TR04	4.160	Open Air	4.659	3.859	1.874	0.276	0.17	Categoria 1
N_SE30-30_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	4.659	3.859	1.874	0.276	0.17	Categoria 1
N_SE31-10_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	3.746	3.106	2.195	0.257	0.16	Categoria 1
N_SE31-20_4.16kV_146823	4.160	Open Air	3.746	3.106	2.195	0.257	0.16	Categoria 1
N_SE31-30_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	3.746	3.106	2.195	0.257	0.16	Categoria 1
N_SE32-10_4.16kV	4.160	Open Air	5.800	4.711	7.128	1.298	0.48	Categoria 1
N_SE37-10_4.16kV_TR2011	4.160	Open Air	5.365	4.439	1.597	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE37-20_4.16kV_TR2013	4.160	Open Air	5.365	4.439	1.597	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE37-30_4.16kV_TR2010	4.160	Open Air	5.365	4.439	1.597	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE38-10_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.580	4.534	7.473	1.307	0.48	Categoria 1
N_SE38-20_4.16kV_TR04	4.160	Open Air	5.580	4.534	7.468	1.306	0.48	Categoria 1
N_SE38-30_4.16kV_TR2013	4.160	Open Air	5.580	4.534	7.474	1.307	0.48	Categoria 1
N_SE39-10_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	3.344	2.774	2.448	0.255	0.16	Categoria 1
N_SE39-20_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	3.344	2.774	2.448	0.255	0.16	Categoria 1
N_SE40-10_4.16kV_TR05	4.160	Open Air	5.183	4.214	8.278	1.339	0.49	Categoria 1
N_SE40-20_4.16kV_TR08	4.160	Open Air	5.183	4.214	8.278	1.339	0.49	Categoria 1
N_SE41-10_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.964	4.843	6.872	1.288	0.48	Categoria 1
N_SE41-20_4.16kV_SE32	4.160	Open Air	5.964	4.843	6.823	1.279	0.47	Categoria 1
N_SE42-10_4.16kV_TR09	4.160	Open Air	5.484	4.537	1.559	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE42-20_4.16kV_TR03	4.160	Open Air	5.484	4.537	1.559	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE42-30_4.16kV_TR06	4.160	Open Air	5.484	4.537	1.559	0.273	0.17	Categoria 1
N_SE43-10_4.16kV_TR04	4.160	Open Air	4.324	3.520	2.098	0.281	0.17	Categoria 1
N_SE43-20_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	4.324	3.520	2.098	0.281	0.17	Categoria 1
N_SE44-10_4.16kV_SE52	4.160	Open Air	5.383	4.375		1.354	0.49	Categoria 1

Bus			Total Fault Current (kA)		Arc-Flash Analysis Results			
ID	Nom. kV	Type	Bolted	Arcing	FCT (cycles)	Incident E (cal/cm²)	AFB (m)	Energy Level
N_SE44-20_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	5.383	4.375	7.883	1.327	0.48	Categoria 1
N_SE44-30_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.383	4.375	7.850	1.322	0.48	Categoria 1
N_SE45-10_4.16kV_TR04	4.160	Open Air	5.573	4.528	7.954	1.389	0.50	Categoria 1
N_SE45-20_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	5.573	4.528	7.646	1.335	0.49	Categoria 1
N_SE46-10_4.16kV	4.160	Open Air	4.150	3.378	2.208	0.283	0.18	Categoria 1
N_SE46-20_4.16kV_TR07	4.160	Open Air	4.150	3.378	2.208	0.283	0.18	Categoria 1
N_SE46-30_4.16kV_TR05	4.160	Open Air	4.150	3.378	2.208	0.283	0.18	Categoria 1
N_SE48-10_4.16kV-TR02	4.160	Open Air	3.395	2.766	18.753	1.944	0.62	Categoria 1
N_SE49-10_4.16kV_TR06	4.160	Open Air	5.523	4.488	7.803	1.350	0.49	Categoria 1
N_SE50-10_4.16kV_TR02	4.160	Open Air	5.604	4.553	7.332	1.287	0.48	Categoria 1
N_SE50-20_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.604	4.636	7.137	1.095	0.43	Categoria 1
N_SE51-10_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.363	4.359	7.953	1.334	0.49	Categoria 1
N_SE51-20_4.16kV_TR01	4.160	Open Air	5.363	4.359		1.334	0.49	Categoria 1

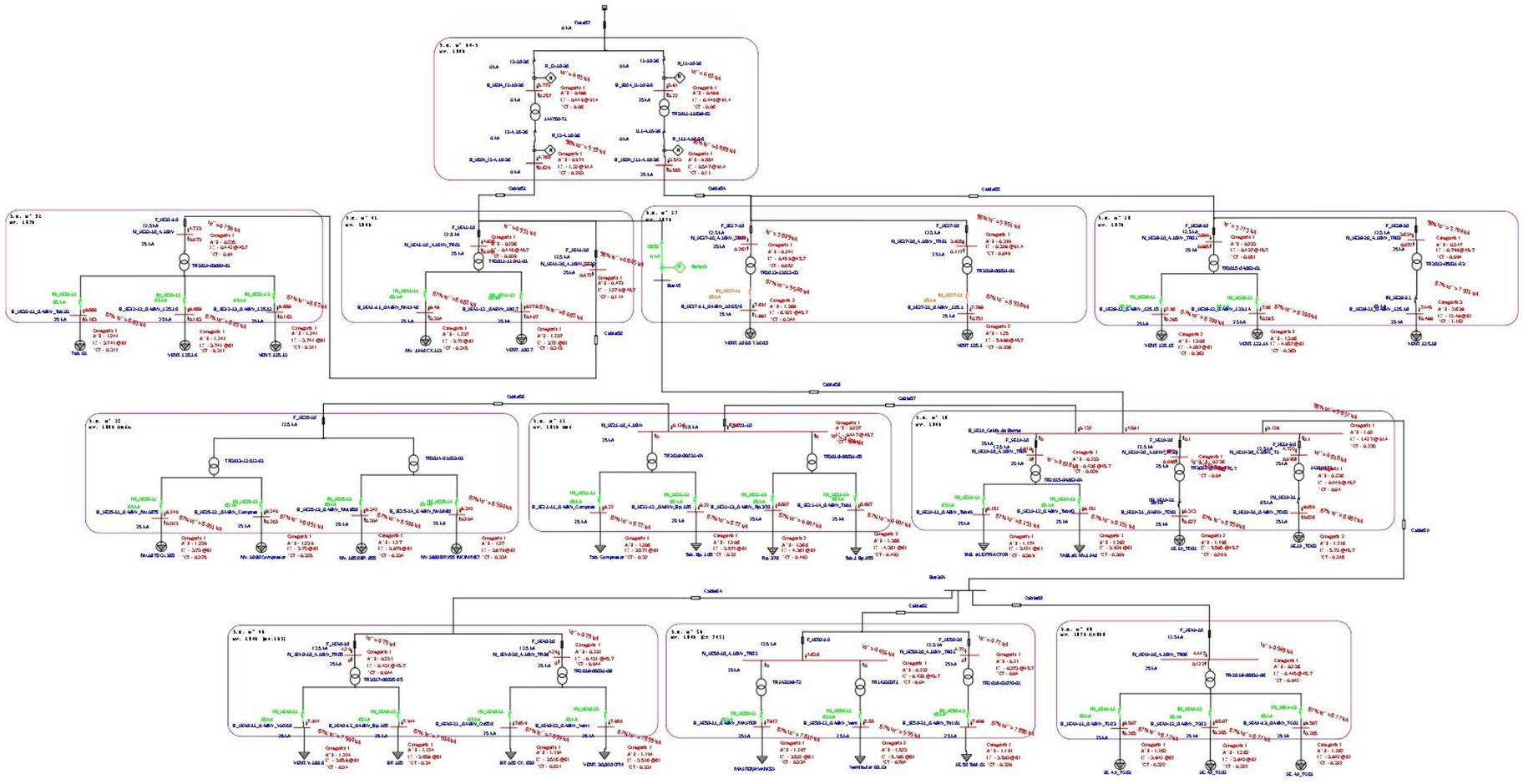
ANEXO 03: Diagrama Unifilar con resultados de Arco Eléctrico

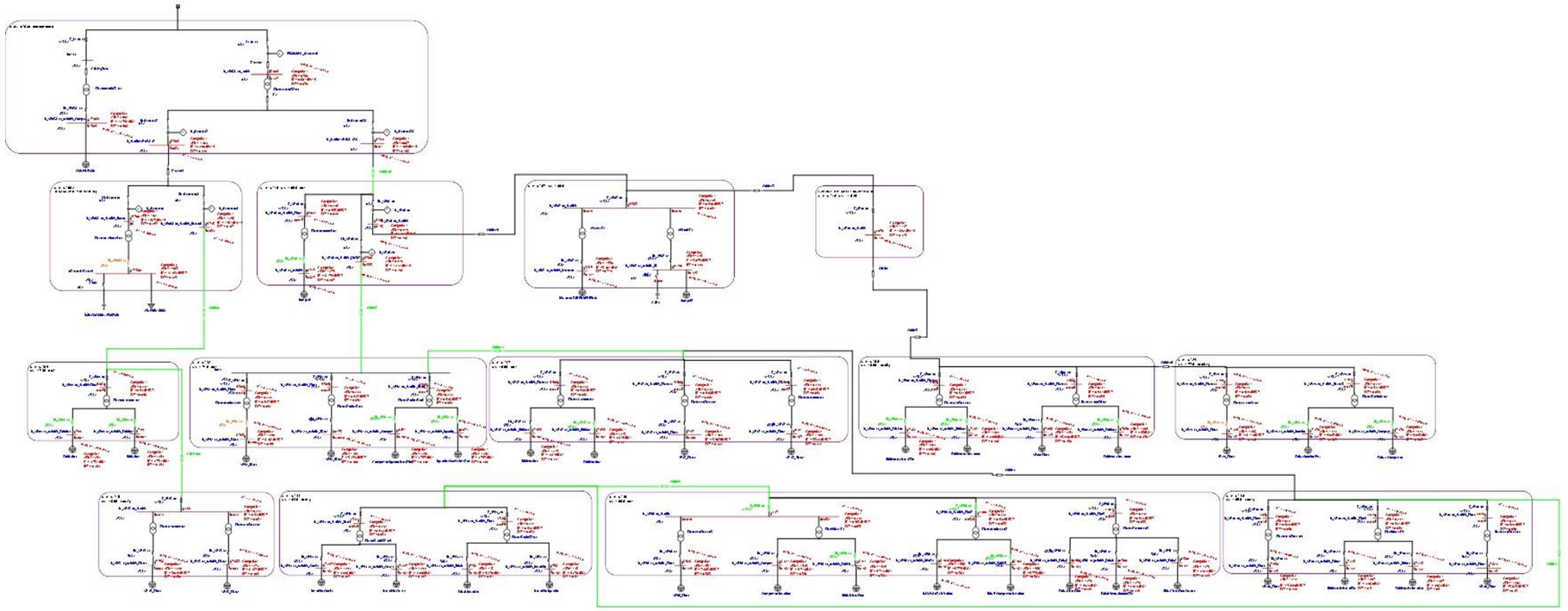
One-Line Diagram - OLV1=>S.E. N°02 NV. 1875 (Arc Flash)

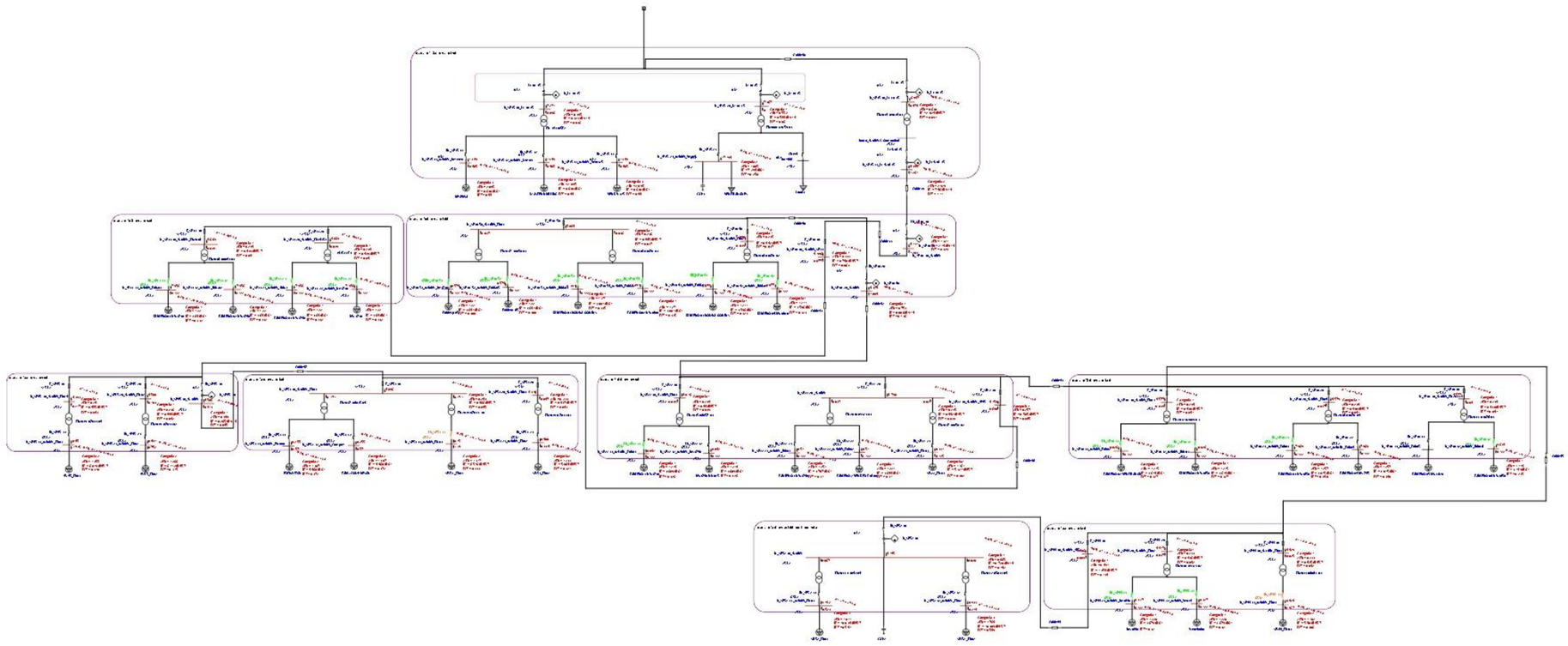


page 1 11:47:06 Oct. 30, 2020 Project File: CerroLindo_Int.Mina

One-Line Diagram - OLV1=>S.E. N°04-S NV. 1940 (Arc Flash)







ANEXO 04: Interruptores con Ajustes Típicos.

Ajustes de Interruptores Típicos - Low Voltage Circuit Breaker with Thermal-Magnetic Trip Device								
LVCB ID	Barra	Manufacturer	Breaker		Thermal		Magnetic (Inst.)	
			Model	Size	Setting	Trip (Amps)	Setting	Trip (Amps)
IN_SE16-11	B_SE16-11_0.48kV	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE29-21	B_SE29-21_0.48kV_Bomba	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE08-22	B_SE08-22_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE08-12	B_SE08-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE08-11	B_SE08-11_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	2000.000
IN_SE37-12	B_SE37-12_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE42-32	B_SE42-32_0.48kV_Bp.860	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE42-31	B_SE42-31_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE09-12	B_SE09-12_0.48kV_Tab#02	Cutler-Hammer	LGH	250	Fixed	250.000	10X	2500.000
IN_SE09-11	B_SE09-11_0.48kV_Tab#01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE46-13	B_SE46-13_0.48kV_Tabl H	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE46-22	IN_SE46-22	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE23-11	B_SE23-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE23-12	B_SE23-12_0.48kV_Nv.1770	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE04-11	B_SE04-11_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE04-12	B_SE04-12_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE06-11	B_SE06-11_0.48kV_OB02 B	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE06-12	B_SE06-12_0.48kV_Nv.1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE06-13	B_SE06-13_0.48kV_OB02 A	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE06-14	B_SE06-14_0.48kV_OB2	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-11	B_SE31-11_0.48kV_Taller	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-12	B_SE31-12_0.48kV_Bp.255	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-21	B_SE31-21_0.48kV_Bp.355	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-22	B_SE31-22_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-31	B_SE31-31_0.48kV_Nv.1800	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE31-32	B_SE31-32_0.48kV_Nv.1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE17-32	B_SE17-32_0.48kV_Nv1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE17-31	B_SE17-31_0.48kV_OB7	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE17-12	B_SE17-12_0.48kV_Ventil.	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE17-11	B_SE17-11_0.48kV_Nv1820	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE32-11	B_SE32-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE32-12	B_SE32-12_0.48kV_125.16	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE32-13	B_SE32-13_0.48kV_125.12	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000

IN_SE41-11	B_SE41-11_0.48kV_Nv1940	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE41-12	B_SE41-12_0.48kV_100.7	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE28-11	B_SE28-11_0.48kV_125.15	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE28-12	B_SE28-12_0.48kV_123.14	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE25-11	B_SE25-11_0.48kV_Nv.1875	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE25-12	B_SE25-12_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE25-13	B_SE25-13_0.48kV_Nv1850	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE25-14	B_SE25-14_0.48kV_NV1880	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE21-11	B_SE21-11_0.48kV_Compres	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE21-12	B_SE21-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE21-13	B_SE21-13_0.48kV_Rp.370	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE21-14	B_SE21-14_0.48kV_Tab1	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE19-11	B_SE19-11_0.48kV_Tab#1	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE19-12	B_SE19-12_0.48kV_Tab#2	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE40-11	B_SE40-11_0.48kV_V100.6	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE40-12	B_SE40-12_0.48kV_Bp.105	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE40-21	B_SE40-21_0.48kV_Cx650	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE40-22	B_SE40-22_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE50-11	B_SE50-11_0.48kV_MASTER	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE50-12	B_SE50-12_0.48kV_Vent	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE50-13	B_SE50-21_0.48kV_Tbl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE49-11	B_SE49-11_0.48kV_TG03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE49-12	B_SE49-12_0.48kV_TG02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE49-13	B_SE49-13_0.48kV_TG01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE13-11	B_SE13-11_0.48kV_Tab.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE13-12	B_SE13-12_0.48kV_Tab.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE13-21	B_SE13-21_0.48kV_Tab.3	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE13-22	B_SE13-22_0.48kV_NV1710	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-51	B_SE18-51_0.48kV_Nv1710	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-52	B_SE18-52_0.48kV_Tabl.05	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-53	B_SE18-53_0.48kV_Tabl.01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-54	B_SE18-54_0.48kV_Tabl.02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-41	B_SE18-41_0.48kV_Tabl.03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE18-42	B_SE18-42_0.48kV_Tabl.04	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE22-11	B_SE22-11_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE38-11	B_SE38-11_0.48kV_Tab02	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	2000.000
IN_SE38-12	B_SE38-12_0.48kV_Tab01	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE38-21	B_SE38-21_0.48kV_Tab03	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE38-32	B_SE38-32_0.48kV_Tab06	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE44-21	B_SE44-21_0.48kV_Nv1640	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	4000.000
IN_SE44-22	B_SE44-22_0.48kV_Ventil	Cutler-Hammer	LGH	400	Fixed	400.000	10X	2000.000