

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Supervisión de instalación de equipos de protección y
maniobra en los sistemas eléctricos rurales de
Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica en la
empresa Electrocentro S. A.**

Fernando Zósimo Vila La Serna

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Joel Contreras Núñez
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 28 de Mayo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

SUPERVISIÓN DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS RURALES DE HUÁNUCO, PASCO, AYACUCHO, JUNÍN, HUANCAMELICA EN LA EMPRESA ELECTROCENTRO S.A.

Autor:

Fernando Zósimo Vila La Serna – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 28 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

Ing. Joel Contreras Núñez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Continental, mi familia,
amigos y a la plana docente de la carrera de
Ingeniería Eléctrica.

DEDICATORIA

A Dios, mis hijos, por su apoyo leal, mi esposa, y amigos, por sus recomendaciones en cada momento para seguir adelante y ser un buen profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Asesor	iv
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria	vi
Índice de contenidos.....	vii
Lista de tablas.....	xi
Lista de figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Introducción	xiv
Capítulo I.....	15
Aspectos generales	15
1.1. Datos generales	15
1.2. Actividades principales	15
1.3. Breve historia de la empresa Electrocentro S. A.....	15
1.4. Esquema de la entidad Electrocentro S. A.	19
1.5. Misión y Visión de Electrocentro S. A.	19
1.5.1. Visión.....	19
1.5.2. Misión.....	19
1.5.3. Valores	20
1.6. Marco normativo.....	20
1.6.1. Estatuto de Electrocentro S. A.	20
1.7. Especificaciones del puesto y de los compromisos del egresado en la entidad	21
Capítulo II	22
Generalidades del proyecto.....	22
2.1. Análisis contextual del proyecto	22
2.2. Acreditación coyuntural en campo del trabajo profesional.....	26
2.3. Objetivos de la actividad profesional	27
2.3.1. Objetivo general.....	27
2.3.2. Objetivos específicos	27
2.4. Argumentación de la actividad profesional.....	27
2.4.1. Hipotético.....	27
2.4.2. Rentabilidad	27
2.4.3. Resultados esperados	27
Capítulo III.....	29
Marco teórico	29

3.1. Introducción	29
3.2. Fundamentos teóricos de las funciones realizadas	29
3.2.1. Parámetros eléctricos	29
3.2.1.1. Tensión	29
3.2.1.2. Corriente.....	29
3.2.1.3. Potencia	30
3.2.1.4. Frecuencia.....	30
3.2.2. Definiciones	30
3.2.2.1. Reconectador	30
3.2.2.2. Equipos de protección.....	30
3.2.2.3. Tiempo de reinicio de AR	31
3.2.2.4. Tiempo de reanudar fallas	31
3.2.2.5. Bloqueo	31
3.2.2.6. Prueba de operación de protección / solicitud de disparo.....	31
3.2.2.7. Conteo de seccionador	31
3.2.2.8. Pararrayos	31
3.2.2.9. Seccionadores cut out.....	31
3.2.2.10. Sistema de puesta a tierra	31
3.2.2.11. Seccionador.....	32
3.3. Interruptores de recierre automático (recloser)	32
3.3.1. Suministro principal.....	32
3.3.2. Características del interruptor automático de recierre (recloser)	32
3.3.2.1. Principio de operación	32
3.3.2.2. Elementos de conducción de corriente	32
3.3.2.3. Mecanismo de interrupción del arco	32
3.3.2.4. Mecanismo de apertura.....	32
3.3.2.5. Mecanismo de cierre	33
3.3.2.6. Aislamiento	33
3.3.2.7. Contactos auxiliares.....	33
3.3.2.8. Conectores terminales.....	33
3.3.2.9. Resistencia mecánica	33
3.3.2.10. Pruebas de rutina	34
3.4. Seccionalizador monopolar programable.....	34
3.4.1. Pruebas de rutina.....	34
3.5. Seccionalizador fusible tipo cut out	34
3.5.1. Particularidades generales.....	34

3.5.2. Requisitos estructurales	35
3.5.3. Accesorios.....	35
3.5.4. Pruebas.....	35
3.5.4.1. Pruebas tipo.....	35
3.5.4.2. Pruebas de conformidad.....	36
3.5.4.3. Pruebas de aceptación.....	36
3.6. Pararrayos.....	36
3.6.1. Condiciones ambientales	36
3.6.2. Condiciones de operación	36
3.6.3. Características generales	37
3.6.4. Características eléctricas	37
3.7. Seccionador trifásico bajo carga	37
3.7.1. Pruebas.....	37
3.8. Regulador de tensión de distribución	38
3.8.1. Recomendaciones de instalación	38
3.9. Seccionalizador monopolar de 38 kV, 27 kV – 150 kVp.....	39
3.9.1. Pruebas.....	39
Capítulo IV	40
Detalle de las funciones de la profesión.....	40
4.1. Detalle de las funciones de la profesión.....	40
4.1.1. Función 1: Determinación de la red eléctrica examinada	40
4.1.2. Función 2: Verificación de los documentos en los reportes de Electrocentro	40
4.1.3. Función 3: Descripción del interruptor de recierre automático	41
4.1.4. Función 4: Descripción del montaje del indicador de falla.....	41
4.1.5. Función 5: Descripción del seccionador bajo carga.....	41
4.1.6. Función 6: Descripción del regulador de tensión.....	42
4.1.7. Función 7: Descripción del cut-out.....	42
4.1.8. Condiciones de operación del sistema	42
4.1.9. Respaldo de repuestos.....	42
4.1.10. Actividad 8: Descripción de fusibles tipo K	43
4.1.11. Condiciones de operación del sistema	43
4.2. Enfoque de las actividades profesionales.....	43
4.2.1. Extensión de las funciones en el ámbito profesional	44
4.2.2. Suministro de las labores profesionales	44
4.3. Datos técnicos de la labor profesional.....	44
4.3.1. Estrategia, métodos e instrumentos.....	44
4.3.1.1. Estrategia inductiva	44

4.3.1.2. Estrategia de investigación.....	44
4.3.1.3. Alcance del trabajo	45
4.3.2. Métodos	45
4.3.2.1. Método de visualización	45
4.3.2.2. Método de planificación.....	45
4.3.2.3. Instrumentos.....	45
4.3.3. Equipamiento y materiales aplicados en la ejecución de mis actividades	45
4.4. Programación de las labores profesionales	46
4.4.1. Cumplimiento de las labores realizadas.....	46
4.4.1.1. Informe de las interrupciones por falta de protección en las estructuras..	46
Capítulo V.....	48
Logros	48
5.1. Logros finales de las labores realizadas	48
5.1.1. Instalación de los equipos de protección.....	49
5.1.1.1. Interruptor de recierre automático (recloser).....	49
5.1.1.2. Seccionador monopolar programable y tipo cut out.....	51
5.1.1.3. Pararrayos	53
5.1.1.4. Indicadores de falla.....	53
5.1.1.5. Seccionador trifásico bajo carga.....	55
5.1.1.6. Regulador de tensión de distribución.....	55
5.1.2. Aplicación de coordinación de protecciones	56
5.2. Resultados alcanzados.....	59
5.2.1. En la optimización de la confiabilidad de los alimentadores	59
5.2.2. En el campo de la profesión.....	59
5.2.3. En el campo personal	59
5.3. Infortunios encontrados.....	59
5.3.1. Avance de mejoras	60
5.4. Contribuciones del egresado en la entidad	60
5.4.1. En la dimensión cognoscitiva	60
5.4.2. En la dimensión actitudinal.....	60
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Lista de referencias.....	63
Anexos	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Equipos de protección, maniobra y gestión para instalar.....	25
Tabla 2. Cuadro de muestreo	43
Tabla 3. Consideraciones del reporte de fallas elaborado por CCO (centro de control de operaciones de Electrocentro)	47
Tabla 4. Características técnicas del seccionalizador	52
Tabla 5. Reporte de cortocircuito A4353.....	56
Tabla 6. Resultado de cortocircuito A4113	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de concesión de Electrocentro S. A.....	18
Figura 2. Esquema de Electrocentro S. A.	19
Figura 3. Alimentador A4017 -Ayacucho– recloser trifásico	23
Figura 4. Pararrayos de línea en sistema eléctrico rural Huancavelica norte – derivación Mosoccancha	23
Figura 5. Seccionalizador defectuoso en derivación a Acochacan	24
Figura 6. Vista de terminales del regulador de tensión instalado en SER San Francisco.....	24
Figura 7. Recloser automático OSM.....	30
Figura 8. Regulador del tipo B.....	38
Figura 9. Diseño topológico de la estructura 15 del recloser trifásico Schneider instalado en Quinbalate a inmediaciones de Lircay.....	41
Figura 10. Empaques de los equipos de protección	48
Figura 11. Embalaje de los equipos de protección.....	49
Figura 12. Recloser trifásico montado en S.E.T. Charpin con todo su equipamiento	50
Figura 13. Recloser trifásico montado en inmediaciones en la localidad de Urpay – Salcahuasi	50
Figura 14. Comparativa antes y después de la instalación del reconectador monofásico rec_002 alimentador A4029, subestación San Francisco, localidad de Monterrico .51	51
Figura 15. Comparativa antes y después del izado y presentación del reconectador rec_004 alimentador A4027, subestación San francisco, localidad de Mantaro	51
Figura 16. Comparativa antes y después de la instalación de seccionalizador SECC-02 A4802	53
Figura 17. Comparativa antes y después de la instalación de pararrayos y seccionadores cut- out instalados en el centro poblado de Las Palmas	53
Figura 18. Comparativa antes y después del montaje de los indicadores de falla ind_002 en el alimentador A4030, subestación San Francisco, localidad de San José.....	54
Figura 19. Comparativa antes y después del montaje de indicadores de falla alimentador A4006, subestación Ayacucho, localidad de Chungui	54
Figura 20. Antes y después de la instalación de seccionador bajo carga para maniobras de alimentadores A4113 Huancavelica norte y A4124 SER Rumichaca.....	55
Figura 21. Descargo de reguladores de tensión, subestación San Francisco – localidad de Kimbiri minicentral San Francisco.....	55
Figura 22. Perfil de cortocircuito A4353	57
Figura 23. Perfil de cortocircuito A4113	58

RESUMEN

El informe de experiencia profesional trata sobre la ejecución de la obra «Montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección y maniobra en los sistemas eléctricos rurales de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica – Electrocentro S. A.» que tiene como objetivo la instalación de equipos de automatización en las redes primarias de 10 y 22.9 kV, estos dispositivos tales como el *recloser* o reconectador permite que el sistema pueda aislar fallas de forma inmediata y a su vez intentar reconectar el sistema pasado unos milisegundos para poder verificar si la falla que empezó dicha desconexión era transitoria y de ese modo reconectar el sistema, caso contrario, de tratarse de una falla permanente, este puede mantenerse desconectado, del mismo modo, en la ejecución de este proyecto se ha instalado seccionadores que en coordinación con el *recloser* permiten aislar de forma más específica.

En el presente trabajo detallo mi participación en esta obra, desde mi puesto en la concesionaria, detallando la utilización de los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera en la Universidad Continental.

INTRODUCCIÓN

El informe trata sobre la ejecución de la obra: Montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección y maniobra en los sistemas eléctricos rurales de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica – Electrocentro S. A., que se llevó a cabo gracias a la empresa Electrocentro S. A. que viene ejecutando proyectos registrados en su plan estratégico de su desarrollo, que es financiado únicamente por el Ministerio de Finanzas del Estado y agencias estatales.

En el capítulo I se detallan las características básicas del proyecto tal como sus antecedentes, objetivos, fuentes de información, descripciones del área del proyecto y las ciudades que fueron beneficiarias.

En el capítulo II se detallan el diagnóstico situacional del proyecto, el objetivo del proyecto, los alcances del proyecto y logros.

En el capítulo III se especifican las características de todos los equipos de protección, los estudios y ejecución por tener en cuenta para un montaje correcto.

En el capítulo IV se describe la ejecución del proyecto aplicando herramientas y determinando los parámetros eléctricos de operación e instalación de los equipos para la planificación de las tareas por ejecutar.

En el capítulo V se describen los impactos, logros y la instalación de los equipos de protección conforme a obra.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Datos generales

- Razón social: Electrocentro S. A.
- RUC: 20129646099
- Dirección: Av. Huancavelica 2735, Huancayo – El Tambo
- Teléfono: 064-481300

1.2. Actividades principales

Es una empresa pública distribuidora de energía eléctrica, actualmente con más de 900 mil clientes en la macrorregión centro del Perú.

1.3. Breve historia de la empresa Electrocentro S. A.

Electrocentro, fue establecido en 1984, y se ocupa de la distribución y venta de energía eléctrica. Efectúa negociaciones en siete áreas diferentes del Perú: Ayacucho, Cusco (parte de la Convención), Huánuco, Junín, Huancavelica, Lima (Yauyos, Huarochirí), Tarma, Selva central y Pasco. Asimismo, esta entidad pertenece al grupo Distriluz.

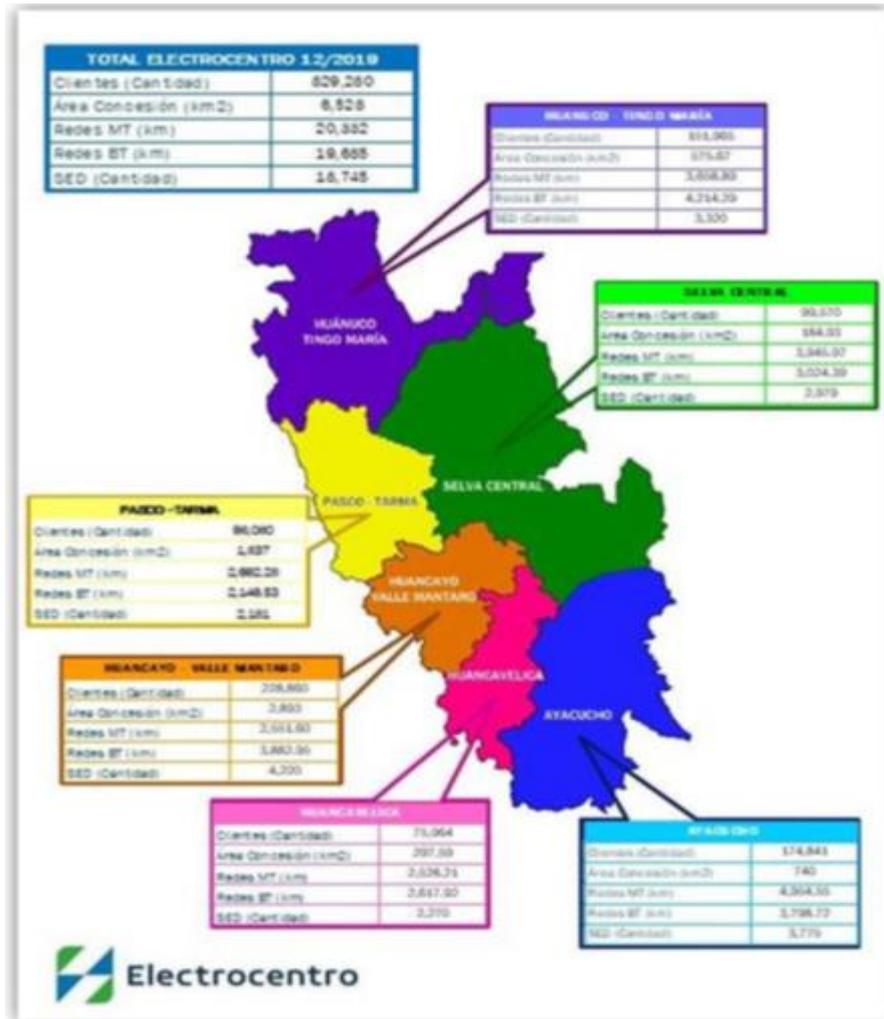
El Ministerio de Energía y Minas (Minem) otorgó la autorización para operar a Electrocentro S. A. el 21 de diciembre de 1983, tras la fusión de la Empresa Sociedad Industrial de Huancayo del Grupo OGEM S. A. y la Unidad Operativa Región Centro de Electroperú S. A., que empezó a funcionar el 1 de julio de 1984. Registrado en el tomo 26 de Sociedades Mercantiles, asiento N.º 1, hojas 194. El domicilio legal se encuentra en el jirón Amazonas N.º 641, Huancayo, departamento de Junín. Su principal actividad es la distribución y

comercialización de energía eléctrica dentro del área de sus concesiones autorizadas. En 1998, las acciones clase A, que representaban el 60 % del capital social de la empresa, las acciones clase B, que representaban el 40 % y las acciones clase C, que representaban el 0.004 %. Según el acuerdo Copri-207-98 del 24 de julio de 1998, la Compañía está sujeta al régimen de la actividad privada desde la transferencia de las acciones mencionadas anteriormente. Como resultado, ha dejado de participar en las operaciones comerciales del Estado. En el Concurso Público Internacional para la venta de la empresa, José Rodríguez Banda S. A. ganó en noviembre de 1998. El 22 de diciembre de 1998, también se acordó transferir el 30 % del capital, que representa el 50 % de las acciones clase A. Se acordó que, si el grupo Gloria no ejercía su derecho de propiedad, el Estado podría vender las acciones no adquiridas a terceros no accionistas al precio y condiciones que se decida, si José Rodríguez Banda S. A. no ejercía su derecho de compra antes de ese plazo. Esta empresa recibió una prórroga de 60 días para ejercer esta opción de compra el 6 de febrero de 2001. Según el contrato de fideicomiso firmado el 22 de diciembre de 1998, la Corporación Financiera de Desarrollo, también conocida como Cofide, es designada como fiduciaria del saldo de las acciones de la categoría A. Para garantizar la gestión privada de la empresa, Cofide será responsable de votar en la Junta General de Accionistas para elegir la empresa compradora en los casos especificados en el contrato.

En diciembre de 2000, se acordó la transferencia de posiciones contractuales entre José Rodríguez Banda S. A. y JORBSA Eléctrica S. A. C., con la colaboración del Fonafe. En el transcurso del contrato de transferencia de acciones mencionado, surgieron diversas discrepancias entre JORBSA Eléctrica S. A. C. y Fonafe, lo que ha llevado a la apertura de diversos procesos judiciales y arbitrales. Con el objetivo de solucionar definitivamente las disputas existentes, estas organizaciones firmaron un contrato el 13 de diciembre de 2001 que incluía el reconocimiento de obligaciones, la dotación de pago, la transacción, la extinción de derechos y obligaciones, así como, otros pactos. Además, este acuerdo anuló cualquier demanda judicial y arbitral en curso. Además, se comprometieron a entregar el 30 % de las acciones adquiridas a JORBSA Eléctrica S. A. C. También se tomó la decisión de que JORBSA Eléctrica S. A. C. asumiera la gestión y administración de la compañía a partir del 15 de agosto de 2001. Se estableció un Comité Especial para la Promoción de la Inversión Privada en Activos, según la Resolución del Consejo Supremo N.º 444-2001-EF de fecha 14 de septiembre de 2001. Las compañías estatales, después de haber logrado la inversión privada vergonzosa, están utilizando los procedimientos y mecanismos establecidos en la Opinión Legislativa N.º 674 y normas adicionales, lo que afortunadamente forma un grupo similar para el desarrollo de las compañías distribuidoras de electricidad regionales. Además, esta decisión finaliza las responsabilidades de Cepri. El Fonafe es la persona jurídica de jurisdicción encargada de regular y gestionar la influencia empresarial del Estado, teniendo en cuenta su estatus, de

conformidad con la Ley N.º 27170 y su reglamento aprobado por Decreto Supremo N.º 072-2000-EF. El área de influencia de las empresas cuyo patrimonio pertenece completamente al Estado, con ejercicio y estímulo directo, así como, aquellas en las que el Estado tenga participación mayoritaria.

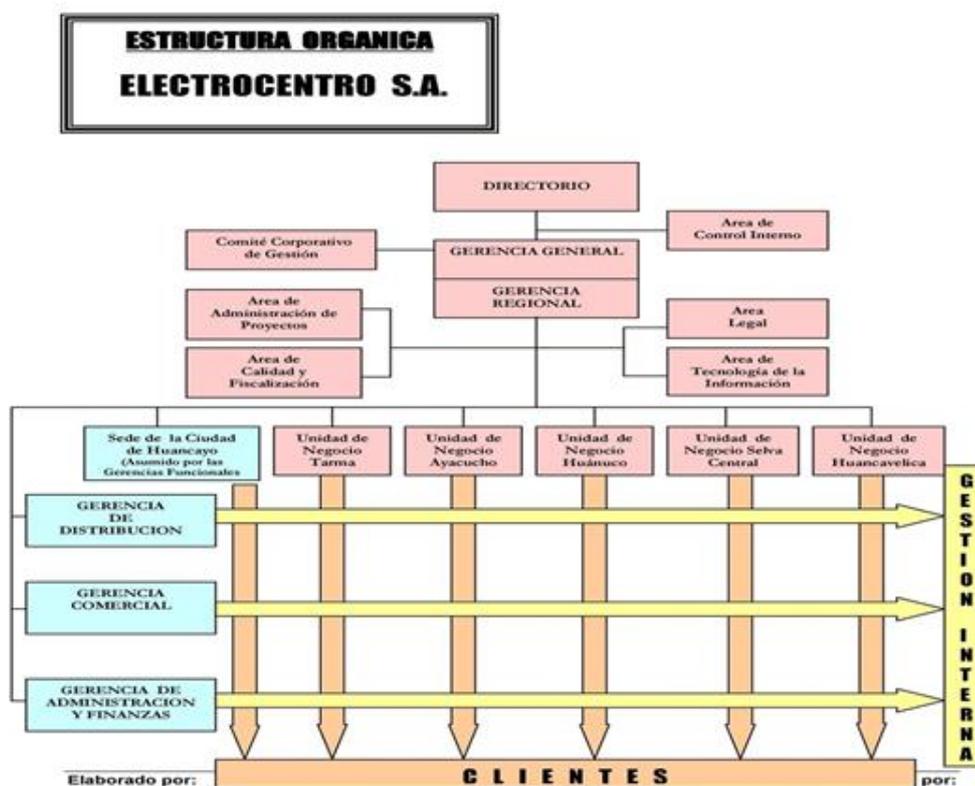
El Consejo de Promoción de la Inversión Privada (Copri) aprobó el reglamento Copri, contrato N.º 363-01-2001, después de que las empresas eléctricas se involucraran en el desarrollo de la inversión privada de acuerdo con la decisión final del Copri N.º 355-92-PCM. En el periódico oficial «El Peruano» del 16 de enero de 2002, se confirmó que las compañías de energía seguirán siendo sujetas al sistema energético privado sin otras limitaciones que las establecidas por el Fonafe y siempre y cuando no se opongan. Las normas complementarias y reguladoras establecidas por la Ley N.º 764. Según la Ley de Promoción de la Inversión Privada en las Empresas Públicas, Decreto Legislativo N.º 674, el acuerdo Copri establece que las empresas eléctricas no están sujetas a las restricciones impuestas por el Fonafe a las empresas estatales. Actividades gubernamentales, excepto aquellas claramente anunciadas por el Fonafe y siempre que no entren en conflicto con el proceso de promoción de la inversión privada. En este sentido, Fonafe informó a las empresas eléctricas mediante oficio N.º 185-2002/DE-Fonafe sobre el Contrato Gubernamental N.º 016-2001/020-Fonafe, mediante el cual autoriza a su dirección a fundar Fonafe. Se aplican las reglas basadas en la compañía eléctrica. La vigencia del registro continuó el 31 de diciembre de 2008 según acuerdo N.º 261-01-2008-Proinversión en el marco de la Ley 25.604 Empresas estatales del sector eléctrico, que están sujetas a inversión privada como parte del proceso de privatización.



*Figura 1. Zona de concesión de Electrocentro S. A.
Tomada de la Memoria Anual 2021 – Electrocentro*

1.4. Esquema de la entidad Electrocentro S. A.

ELECTROCENTRO S.A.	MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES - MOF	Fecha : 24-05-2002 Revisión: 01 Página : 9 de 50
---------------------------	---	--



*Figura 2. Esquema de Electrocentro S. A.
Tomada de la Memoria Anual 2021 – Electrocentro*

1.5. Misión y Visión de Electrocentro S. A.

1.5.1. Visión

Consolidarnos como empresa de distribución eléctrica moderna, eficiente y reconocida por brindar servicios de calidad responsable.

1.5.2. Misión

Somos una empresa de distribución eléctrica que brinda servicios de calidad con excelente trato y oportuna atención, para incrementar la satisfacción y generación de valor económico, social y ambiental en los grupos de interés, contribuyendo al desarrollo de las áreas de influencia y la mejora continua de la gestión, con tecnología, seguridad y talento humano comprometido, que hace uso de buenas prácticas de gestión.

1.5.3. Valores

- Ética
- Cumplimiento

1.6. Marco normativo

1.6.1. Estatuto de Electrocentro S. A.

Electrocentro S. A. es una empresa pública del sector eléctrico que forma parte del grupo Distriluz; Se regenta por el derecho privado y pertenece a las empresas del Fondo Financiero Nacional para las Empresas del Estado (Fonafe).

La Ley General de Electricidad N.º 23406 y su D. S. Bien. 031-82-EM/VM del 4 de octubre de 1982, junto con la Resolución Ministerial N.º 319-83-EM/DGE del 21 de diciembre de 1983, establecieron su regulación. La siguiente es una descripción del campo en el que me desempeñé profesionalmente:

Como supervisor de campo en Electrocentro S. A., realicé las siguientes tareas:

- Conformidad de los protocolos de pruebas (trafos, *recloser*, seccionador, concentradores, detectores de falla, reguladores, pararrayos, *cutout*, seccionador bajo carga y medición de puesta a tierra).
- Supervisión del montaje de los equipos.
- Validación e implementación del estudio de coordinación y protección a los equipos de protección (*recloser*).

Estas funciones cuentan con un reglamento legal para su ejecución, el cual es controlado y verificado por la entidad Electrocentro S. A.

En el puesto de Supervisor de Campo, mi trabajo consistía en organizar, dirigir, planificar, coordinar y evaluar las tareas del proyecto «Montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección y maniobra en los sistemas eléctricos rurales de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín y Huancavelica – Electrocentro S. A.» con el objetivo de tener mejores resultados en la configuración, montaje y operación de los equipos de protección a nivel; así que apliqué los conocimientos adquiridos en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental.

1.7. Especificaciones del puesto y de los compromisos del egresado en la entidad

En mis funciones en la empresa Electrocentro S. A. me desarrollé en el puesto de Supervisor de Campo, donde mi compromiso era lo siguiente:

- Revisión de la planificación de cortes para instalación de equipos de protección.
- Revisión de informes conforme a obra.
- Validación e implementación del estudio de coordinación y protección a los equipos de protección (*recloser*).
- Revisión del detalle de los armados para una correcta instalación de los equipos.
- Realización del metrado conforme a obra.
- Ajustes y configuración de los equipos para instalar.
- Verificación de los planos de las estructuras.
- Verificación de la valorización del cierre de obra.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1. Análisis contextual del proyecto

Como miembro del grupo Distriluz, Electrocentro S. A. se encarga principalmente de la transmisión y distribución de energía eléctrica en la región central del país, por lo que es fundamental conocer y evaluar los dispositivos de protección relacionados con las redes y tendidos eléctricos de media tensión.

Gran número de alimentadores de media tensión que tienen adheridos sistemas eléctricos rurales ejecutados por la Dirección General de Electricidad (DGER) del Ministerio de Energía y Minas, no contaban con el equipamiento de protección adecuado en el punto de conexión con el alimentación de media tensión, necesarios para la detección y eliminación de fallas causadas por desprendimiento de cables, contactos de una o varias fases a estructura, descargas atmosféricas, etc. Los equipos de protección existentes en la actualidad son reconectores, seccionalizadores, fusibles, etc. que tenían el cumplimiento total de los requisitos de transacción especificados en las normas vigentes (Código Nacional de Suministro Eléctrico, Normas Técnicas de Calidad del Servicio Eléctrico Rural, etc.), cuyo objetivo principal es que cada sistema eléctrico deba comunicarse con los sistemas de protección necesarios. Evitar lesiones al cuerpo humano y deterioro de la infraestructura energética. Los dispositivos (fusibles) calculados anteriormente limitaban la capacidad de mejorar la coordinación de la protección con los dispositivos aguas arriba y aguas abajo debido a sus características de curva de corriente individuales, y los cortes eran prolongados, a pesar de que en muchos casos los transitorios debidos a descargas atmosféricas son la causa de muchos largos – requisitos de interrupción temporal.

El 26 de noviembre del 2014 se optó por firmar un contrato con el consorcio Chinchaysuyo para la realización del servicio de montaje, pruebas y puesta en servicio de equipos de protección y maniobra en los sistemas eléctricos rurales de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica – Electrocentro S. A., para garantizar la protección de los alimentadores en media tensión (MT) en las unidades de concesión de la entidad teniendo en cuenta el estado actual de los alimentadores para así evaluar su función y argumentos de este costoso equipamiento de protección.



Figura 3. Alimentador A4017 -Ayacucho– recloser trifásico



Figura 4. Pararrayos de línea en sistema eléctrico rural Huancavelica norte – derivación Mosoccancha



Figura 5. Seccionalizador defectuoso en derivación a Acochacan

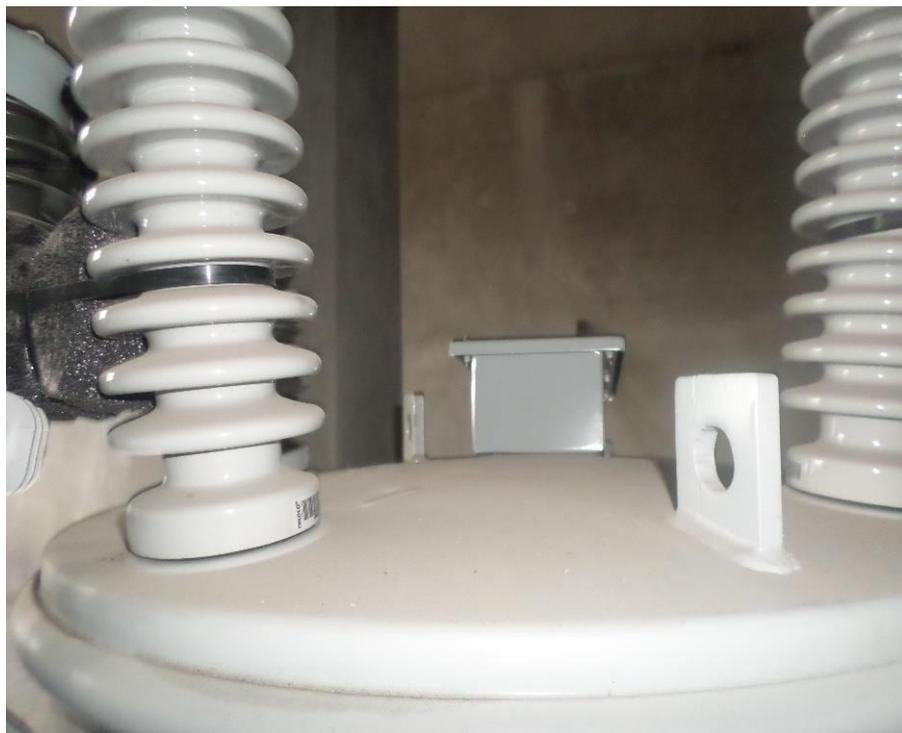


Figura 6. Vista de terminales del regulador de tensión instalado en SER San Francisco

Por motivos de recorte en el metrado para la aprobación de la adenda 2, el consorcio Chinchaysuyo entregó suministro de materiales a Electrocentro S. A. para que ellos se encarguen de realizar 133 puestas a tierra tipo SPAT-3 (para *recloser*, seccionalizadores, seccionadores *cut-out*, pararrayos de línea, seccionadores bajo carga), 8 puestas a tierra tipo

SPAT-2 (para reguladores de tensión), montaje de 10 *recloser* en las subestaciones de Chaprin (3), Llusita (1), La Unión (4), Tingo María (2).

Tabla 1. Equipos de protección, maniobra y gestión para instalar

ITEM	ALM.	RECLOSER	MODEM GPRS	SECCIONALIZADOR	SECCIONALIZADOR	CONCENTRADOR DE DATOS	INDICADOR	CONCENTRADOR	CUTOUT	REGULADOR DE	SECCIONADOR	PARARRAYOS
				TIPO SEN Y SIN COMUNICACION	TIPO SPN Y CON COMUNICACION	PARA SECCIONALIZADORES SPN	DE FALLAS	DE DATOS PARA IND. DE FALLA		TENSION	BAJO CARGA	DE LINEA
1	A4802	2	2	8	0	0	15	0	6	0	0	0
2	A4803	4	4	10	0	0	35	0	3	0	0	0
3	A4842	7	7	16	0	0	22	1	0	0	0	0
4	A4843	8	8	18	0	0	29	0	7	0	0	0
5	A4859	4	4	10	0	0	20	0	0	0	0	0
6	A4860	5	5	18	9	3	46	0	1	0	0	0
7	A4954	3	3	21	0	0	28	0	0	0	0	0
8	A4952	1	1	6	0	0	9	0	0	0	0	0
9	A4955	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0
10	A4981	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
11	A4943	1	1	3	0	0	18	0	3	0	0	0
12	A4941	3	3	4	0	0	44	0	9	0	0	0
13	A4944	2	2	3	0	0	14	0	4	0	0	0
14	A4258	4	4	5	2	1	27	0	0	0	0	0
15	A4268	7	7	16	4	2	27	0	2	0	0	0
16	A4269	4	4	14	3	1	28	0	0	0	0	0
17	A4270	2	2	2	0	0	5	0	0	0	0	0
18	A4896	3	3	8	0	0	11	0	0	0	0	0
19	A4898	1	1	3	0	0	7	0	0	0	0	0
20	A4822	1	1	6	0	0	20	0	0	0	0	0
21	A4827	2	2	6	0	0	17	0	3	0	0	0
22	A4832	1	1	9	0	0	15	0	0	0	0	0
23	A4833	3	3	16	6	2	28	0	2	0	0	0
24	A4951	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0
25	A493	3	3	10	0	0	24	0	3	0	1	33
26	A492	1	1	3	0	0	7	0	5	0	0	18
27	A424	5	5	18	0	0	34	0	7	0	0	42
28	A426	1	1	3	2	1	11	0	2	0	0	0
29	A4021	0	0	6	3	1	9	0	0	0	0	0
30	A4023	1	1	8	3	1	14	0	0	0	0	0
31	A4020	2	2	15	3	1	17	0	0	0	0	0
32	A409	2	2	16	0	0	19	0	1	0	0	0
33	A4704	0	0	21	3	1	40	0	4	0	0	0
34	A4703	3	3	24	0	0	51	0	0	0	0	0
35	A404	1	1	3	3	1	4	0	0	0	0	0
36	A405	1	1	0	0	0	5	0	1	0	0	0
37	A4B1	2	2	7	0	0	5	0	1	0	0	0
38	A4006	7	7	6	3	1	9	1	3	0	0	0
39	A4007	5	5	17	6	2	20	0	10	0	0	0
40	A4008	2	2	8	0	0	7	0	1	0	0	0
41	A4111	7	7	14	3	1	17	0	15	0	1	37
42	A4113	5	5	4	0	0	9	0	12	0	1	20
43	A4027	10	10	7	11	5	9	0	0	6	0	0
44	A4028	2	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0
45	A4029	2	2	7	0	0	12	0	0	0	0	0
46	A4030	1	1	8	0	0	11	0	0	0	0	0
	Total	133	133	410	64	24	813	2	105	6	3	150

Fuente: Informe final de instalación

Por lo tanto, considerando las condiciones de falla previamente analizadas, es imperativo realizar la investigación y revisión de este conjunto, que forma la manipulación de retroalimentación mecánica, así como, la comunicación dirigida con este equipo

predeterminado para completar el ensamblaje del equipo para la reconexión correspondiente, por ello se tomaron como base los consecuentes criterios:

- Analizar las condiciones manuales y de operación del reconector automático y los parámetros de voltaje aplicados al alimentador.
- Previo al envío a cada almacén de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín y Huancavelica, se realizaron pruebas de los equipos utilizando maletas de prueba de inyección de corriente secundaria y primaria para determinar su funcionamiento para las funciones de protección en su planta. Además, implementar las modificaciones de seguridad según el informe proporcionado por Electrocentro S. A.
- El personal designado por la empresa Electrocentro S. A. recibió capacitación teórica y práctica sobre la instalación, operación y mantenimiento de los re conectadores, así como, información técnica en español concisa y práctica relacionada con la operación y mantenimiento que es utilizada por los operadores. El personal aprende sobre los equipos instalados todos los días.
- Determinar la cantidad de cortes por solicitar a la concesionaria para la ejecución del montaje. Asimismo, los cortes se realizaron en frío y los costos de los cortes programados por el contratista estuvieron a cargo de la empresa concesionaría.

2.2. Acreditación coyuntural en campo del trabajo profesional

Como acreditación de coyuntura se considera dos puntos esenciales:

- Es esencial para Electrocentro S. A. garantizar la continuidad del suministro eléctrico y, al mismo tiempo, implementar un plan de contingencia para proteger los equipos de protección, con el fin de aumentar la confiabilidad y estabilidad del sistema eléctrico.
- La creciente necesidad de energía en las diversas unidades de negocios de Electrocentro ha llevado a obras de inversión y reestructuración de los equipos de protección de las redes secundarias y primarias con el fin de mejorar la calidad y la continuidad. Garantiza el acceso universal al suministro eléctrico.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

Acrescentar el nivel de selectividad y confiabilidad de los equipos de protección de los alimentadores en media tensión mediante la implementación de reconectores, reguladores de tensión y seccionalizadores de última generación.

2.3.2. Objetivos específicos

- Disminuir la cifra y duración de interrupciones mejorando la confiabilidad y el suministro del servicio de energía eléctrica, reduciendo las compensaciones por LCE (Ley de Concesiones Eléctricas) y NTCSE (Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos).
- Reducción de costos operativos (reducción de fusión de fusibles, reclamos, atención de emergencias, operación de seccionamiento, etc.), acrescentar la imagen empresarial.

2.4. Argumentación de la actividad profesional

2.4.1. Hipotético

Los sistemas garantizados de media tensión (MT) tienen como objetivo dar la continuidad del servicio eléctrico conforme a la norma técnica de calidad del suministro eléctrico (NTCSE). Es importante examinar que algunas interrupciones en el suministro que afectan la continuidad no se pueden prevenir ni desde otra perspectiva económica ni eléctrica, en virtud de lo cual se deba disminuir estas perturbaciones y restablecer el servicio en un lapso de tiempo razonable. En algunos casos una falla significa pérdida de ganancias, y es aquí donde se aprecia la facilidad de uso de equipos que mejoran la continuidad del servicio de energía eléctrica, y es donde los equipos de protección, medición y control de equipos automáticos cumplen con su deber.

2.4.2. Rentabilidad

La razón detrás de los beneficios para las empresas eléctricas es la pérdida económica provocada por fallas temporales, que terminan afectando al cliente. Por lo que el presente trabajo se justifica en un marco económico, ya que permitirá optimizar el tiempo operativo, reducir las pérdidas por problemas de seguridad y en definitiva la imagen comercial de la unidad Electrocentro S. A. debería ser mejorado.

2.4.3. Resultados esperados

Evaluación de los medios de protección Electrocentro S. A. y comederos en diferentes lugares. Se incrementa la vida útil de los equipos eléctricos conectados a la red, así como, los siguientes aspectos que se describen en las siguientes líneas:

- Mejorar la continuidad de servicio de los alimentadores y redes de media tensión, mejorando así el tiempo de operación y sus características.
- Evitar el envejecimiento de la infraestructura eléctrica y reducir el cambio de fusibles fusionados por fallas transitorias.
- Evitar accidentes por falta de una adecuada protección de fallas a tierra.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción

Este capítulo presenta las bases matemáticas, empíricas y teóricas utilizadas en el montaje, prueba y puesta en servicio de equipos de protección de acuerdo con el Decreto de la Ley de Concesión Eléctrica 25844 y sus normas aplicables. Además, también se destacan los conocimientos teóricos aplicados y aprendidos en la universidad Continental, que se explican con más detalle en las siguientes líneas.

3.2. Fundamentos teóricos de las funciones realizadas

3.2.1. Parámetros eléctricos

3.2.1.1. Tensión

Es aquella magnitud física que consolida la potencia entre dos puntos diferentes. A su vez, también se puede concebir como el trabajo por unidad de carga que ejerce el campo eléctrico en una partícula concreta suspendida entre dos posiciones.

La tensión eléctrica es medida con un voltímetro y su unidad en el famoso Sistema Internacional de Unidades (también conocido como SI), es el conocido voltio (V).

3.2.1.2. Corriente

Es un continuo movimiento de partículas minúsculas denominadas electrones que atraviesan materiales conductores durante un lapso específico, tal como ocurre en los cables presentes en los electrodomésticos.

Para cuantificar este flujo, se emplea una medida conocida como Amperio (A), que indica la cantidad de electrones que atraviesan el material conductor en un instante dado.

3.2.1.3. Potencia

Es un parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumidor por unidad de tiempo y se representa con el símbolo (W).

3.2.1.4. Frecuencia

Es la medida del número de veces que se repite un fenómeno por unidad de tiempo y se representa como la unidad de Hertz (Hz).

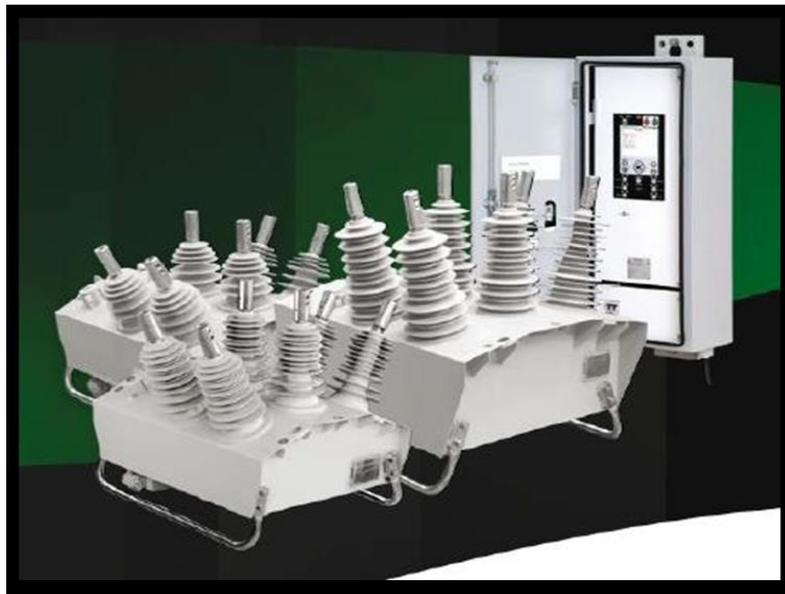
3.2.2. Definiciones

3.2.2.1. Reconectador

Un reconectador es un interruptor con función de reinicio automático, preferiblemente instalado en líneas de distribución. Se trata de un dispositivo de protección que detecta sobrecorriente, la corta y se enciende automáticamente para restablecer la energía a la línea.

3.2.2.2. Equipos de protección

Un sistema de protección es un dispositivo que sirve para evitar el fallo o destrucción de un sistema eléctrico en caso de un cambio en su funcionamiento o un error de conexión.



*Figura 7. Recloser automático OSM
Fuente: <https://www.nojapower.es/>*

3.2.2.3. Tiempo de reinicio de AR

Esto se describe como la duración de reinicio AR. Esto representa el lapso posterior al cierre hasta que el elemento AWE (AR) esté listo para concluir la secuencia completa.

3.2.2.4. Tiempo de reanudar fallas

Tiempo de reinicio de falla, definido como el tiempo después de que no hay una operación de inicio activa hasta que se reinicia el temporizador de protección.

3.2.2.5. Bloqueo

Cuando se abre un dispositivo, se considera bloqueado y no se pueden realizar acciones de reinicio automático.

3.2.2.6. Prueba de operación de protección / solicitud de disparo

Solicitud de prueba/disparo de la función de protección. Cuando un equipo de protección detecta una falla, se considera una solicitud o prueba de disparo y se produce su activación. Si el fallo persiste una vez transcurrido el tiempo de protección, se activan medidas de protección como disparos y alarmas.

3.2.2.7. Conteo de seccionador

Si el dispositivo espera una falla de energía (LSD) antes de incrementar el contador de secuencia, esto se considera un contador de desconexión.

En este caso, el error se detecta y se «cuenta», pero el dispositivo no se abre.

3.2.2.8. Pararrayos

Son elementos destinados a disipar la energía que ingresa a la red eléctrica a través de descargas atmosféricas directas o indirectas.

3.2.2.9. Seccionadores *cut out*

Dispositivo de seguridad que se utiliza en redes de distribución eléctrica para aislar una sección de la red antes de llevar a cabo reparaciones o mantenimiento.

3.2.2.10. Sistema de puesta a tierra

Los dispositivos de seguridad son parte de un sistema eléctrico que desvía la corriente eléctrica a tierra y evita que los usuarios entren en contacto con la corriente.

3.2.2.11. Seccionador

Es un dispositivo de seguridad eléctrica capaz de interrumpir la continuidad de la energía a un circuito, red o sistema eléctrico.

3.3. Interruptores de recierre automático (*recloser*)

3.3.1. Suministro principal

Es un interruptor de reconexión completo consta de un interruptor de reconexión automático que interrumpe el circuito principal. Gabinete que contiene un sistema de control electrónico con fuente de alimentación autónoma (sin fuente de alimentación auxiliar) que halla el exceso de energía y acciona un interruptor. Es un cable de control que permite una enlace entre un interruptor y un cuadro de mandos.

3.3.2. Características del interruptor automático de recierre (*recloser*)

3.3.2.1. Principio de operación

Un disyuntor de recierre utiliza un transformador de corriente instalado en los terminales del lado de suministro para provocar que una corriente de falla exceda un valor de disparo mínimo preprogramado para una o más fases a través de una señal emitida por el sistema que puede ser detectado. La centralita electrónica activa las funciones de disparo y cierre del interruptor automático. La apertura y cierre de los contactos principales se realiza mediante un accionamiento magnético con alimentación autónoma.

3.3.2.2. Elementos de conducción de corriente

Los componentes conductores pueden soportar la corriente nominal a la frecuencia de funcionamiento sin un mantenimiento excesivo; la conexión entre terminales y componentes debe diseñarse para garantizar una reducción constante de la resistencia de contacto.

3.3.2.3. Mecanismo de interrupción del arco

El interruptor automático de apertura puede interrumpir la continuidad de la corriente de falla desde cero hasta su capacidad de corte nominal en intervalos de tiempo de hasta cuatro secuencias predeterminadas hasta que finalmente se abra. La corriente de falla desaparece en el vacío.

3.3.2.4. Mecanismo de apertura

Los interruptores de cierre automático son del tipo de disparo libre. El mecanismo de apertura estaba diseñado para garantizar la apertura en un tiempo determinado si se recibía un impulso de disparo en posiciones total o parcialmente cerradas. La bobina de liberación debe poder abrir el contacto dentro del rango de tensión auxiliar especificado.

3.3.2.5. Mecanismo de cierre

Es diseñado para no obstaculizar el mecanismo de disparo. Cuando se completa la operación, el mecanismo de bloqueo debería apagarse automáticamente. Si el disyuntor no suministra energía a la bobina de cierre, también se puede utilizar una herramienta de cierre manual.

3.3.2.6. Aislamiento

El aislador de contacto de cierre automático está hecho de caucho de resina de silicona para que el contacto permanezca en la posición «abierto» o «cerrado», incluso en caso de una descarga de falla a tierra por sobretensión, no se descargará al exterior y no debe descargarse al exterior. Está diseñado para descargarse en agujeros en el interior de piezas internas o en aislamiento. También se ha tenido en cuenta el diseño para instalaciones exteriores y ambientes contaminados, con una distancia de fuga mínima de 25 mm/kV.

De manera similar, tiene suficiente resistencia mecánica para soportar cargas de conmutación, cargas moderadas en conectores y conductores, fluctuaciones rápidas de temperatura y cargas sísmicas. El aislador puede soportar la tensión máxima de trabajo de forma indefinida.

3.3.2.7. Contactos auxiliares

El interruptor de recierre está equipado de diez contactos auxiliares:

- Cinco contactos normalmente abiertos
- Cinco contactos normalmente cerrados

3.3.2.8. Conectores terminales

Los terminales son compatibles con corona y tienen una capacidad de corriente que excede la clasificación del enchufe al que están conectados. Las superficies de contacto pueden evitar el calentamiento. El aumento de temperatura no debe exceder los 30 °C.

3.3.2.9. Resistencia mecánica

El interruptor de reconexión está diseñado mecánicamente para soportar, entre otras cosas, tensiones causadas por:

- Carga de viento
- Fuerzas electrodinámicas causadas por cortocircuitos

- Fuerzas de tracción en la dirección más desfavorable en uniones horizontales y verticales.

Además, también apoyan las fuerzas que provocan los sismos.

3.3.2.10. Pruebas de rutina

Las pruebas de rutina fueron las siguientes:

- Calibración de los recierres y el disparo por sobrecorriente
- Inspección del mando de control, cables de conexión y dispositivos accesorios
- Comprobación de tensión de continua a frecuencia industrial, en seco
- Comprobación de las funciones de operación mecánica

3.4. Seccionalizador monopolar programable

3.4.1. Pruebas de rutina

Todos los seccionalizadores suministrados deberán estar sujetos a todas las pruebas, controles, inspecciones necesarias o haber recibido el certificado.

Las pruebas por realizar son:

- Comprobar los tiempos de carga de los condensadores del seccionalizador
- Tensión resistida en seco a frecuencia industrial, según IEC 694
- Medición de la resistencia óhmica del contactor del circuito de potencia según IEC 694
- Ensayo de operación
- Control de la operación de la apertura y cierre, según ANSI C 37.63
- Ciclo de trabajo
- Los dispositivos empleados en las mediciones y evaluaciones deben contar con un certificado de calibración actualizado otorgado por una entidad de supervisión debidamente autorizada.

3.5. Seccionalizador fusible tipo *cut out*

3.5.1. Particularidades generales

Los seccionadores fusibles tipo descarga es unipolar, apto para instalación exterior sobre travesaño, instalación vertical y funcionamiento a través de poste.

3.5.2. Requisitos estructurales

Los aisladores de soporte están hechos de porcelana. Tiene suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos como apertura/cierre y terremotos. La distancia mínima de fuga entre fase y tierra es de 25 mm/kV.

El seccionador fusible estaba equipado con una abrazadera ajustable para montaje en una viga de tabla. Son del tipo B conforme a la Norma ANSI C37.42

El portafusibles deberá poder plegarse y separarse automáticamente de la base por la acción del elemento fusible. La bisagra tiene guías dobles. Este terminal es adecuado para cables de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm² y es una barra paralela bimetálica.

Los fusibles son de tipo «T» y «K» y tienen la capacidad especificada en el plano y dimensiones.

3.5.3. Accesorios

Los seccionadores-fusibles incluyen los siguientes accesorios:

- Terminal de tierra
- Accesorios para fijación en cruceta de madera: tipo B (según la Norma ANSI C37.42)
- La placa de características deberá contener la siguiente información mínima:
 - Nombre o símbolo del fabricante
 - Año de fabricación
 - Código o serie del equipo
 - Tensión nominal del equipo, kV rms

3.5.4. Pruebas

Los seccionadores-fusibles tipo salida han sido sometidos a las pruebas tipo, de rutina y de conformidad.

3.5.4.1. Pruebas tipo

La prueba de tipo tiene como objetivo verificar las principales características del interruptor automático y, por lo tanto, debe estar respaldada por tres juegos de certificados e informes de prueba emitidos por un organismo independiente reconocido en el país de origen. El proveedor certifica que el disyuntor ha completado satisfactoriamente estas pruebas. El

diseño del interruptor fusible y sus requisitos de prueba son exactamente los recomendados; de lo contrario, la falla en la prueba de tipo corre a cargo del proveedor.

Las pruebas tipo, se han de realizar de acuerdo con la norma ANSI C37.42-1989.

3.5.4.2. Pruebas de conformidad

Las pruebas efectuadas fueron:

- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal a tierra
- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal y terminal
- Longitud de línea de fuga (fase-tierra)

3.5.4.3. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación fueron las siguientes:

- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal a tierra
- Prueba de sostenimiento a la frecuencia industrial entre terminal y terminal
- Longitud de línea de fuga (fase-tierra)

3.6. Pararrayos

3.6.1. Condiciones ambientales

Los pararrayos fueron colocados en áreas que presentaban las siguientes condiciones climáticas:

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4500 m s. n. m.
- Humedad relativa entre 40 y 85 %
- Temperatura ambiental entre -10 °C y 40 °C
- Contaminación ambiental leve a medio

3.6.2. Condiciones de operación

La red eléctrica donde operan los pararrayos tiene las siguientes características:

- Tipo de conexión: fase a tierra
- Tensión de servicio de la red: 33 kV, 22.9 kV, 13.2 kV
- Tensión máxima de servicio: 38 kV, 27 kV y 15 kV
- Frecuencia de la red: 60 Hz

- Naturaleza del neutro: efectivamente puesto a tierra
- Nivel isocerámico de la zona del proyecto: entre 15 y 60
- Equipo por proteger: equipos de control, protección y tramos de líneas primarias

3.6.3. Características generales

El pararrayos es un tipo de resistencia no lineal fabricada en óxido metálico sin explosivos, para uso en exteriores, a prueba de explosiones, con conexión a tierra entre fases.

Los postes están fabricados en porcelana o materiales poliméricos. Están diseñados para entornos moderadamente contaminados.

Las características de los pararrayos no cambian incluso después de muchos años de uso. Los componentes del sello están destinados para evitar la entrada de agua.

Un pararrayos contiene un elemento que libera gases resultantes de un arco generado internamente cuando la presión alcanza un valor que pone en peligro la estructura del pararrayos.

3.6.4. Características eléctricas

Las características eléctricas son las siguientes:

- Tensión de servicio de la red: 33 kV, 22.9 kV y 13.2 kV
- Tensión nominal del pararrayo (U_r): 38 kV, 27 kV y 15 kV
- Características del aislador
- Material: porcelana o goma silicona
- Longitud de línea de fuga unitaria: ≥ 25 mm/kV

3.7. Seccionador trifásico bajo carga

3.7.1. Pruebas

Sin perjuicio de los controles del fabricante durante la fase de producción, al momento de la recepción de los equipos se realizaron las siguientes pruebas:

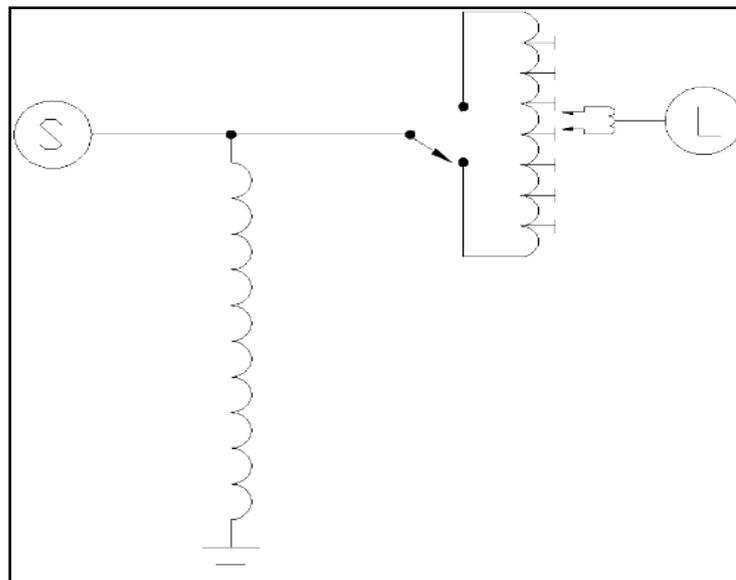
- Control visual y dimensional de pedidos, planos y modelos
- Verificación de los recubrimientos de acuerdo con las recomendaciones de las normas ASTM B499 o ASTM E376, según corresponda en versiones métricas
- Prueba de operación

- Resistencia de los contactos
- Prueba de tensión en seco
- Verificación de los recubrimientos según recomendaciones de la norma ASTM B499 o ASTM E376. Si el estándar tiene una versión métrica, se utiliza esa en lugar de la versión en inglés.
- Adhesión de pintura según norma ASTM-D-4541
- Controlar el líquido dieléctrico (si está presente)

La densidad, la tensión de rotura, la tensión superficial y el color cumplen con las normas ASTM. Los límites de tolerancia y las unidades de medida para cada una de estas funciones se especifican en la tabla 4 de la guía IEEE C57.106. Si la prueba fallaba, el fabricante cubriría el costo de reprocesamiento o reemplazo del aceite.

3.8. Regulador de tensión de distribución

El regulador por instalar fue del tipo «B», según lo definido en ANSI C57.15, como se indica en la figura.



*Figura 8. Regulador del tipo B
Fuente: ANSI C57.15*

3.8.1. Recomendaciones de instalación

- a. La base debe tener rieles
- b. El estanque está equipado con dos mochilas a una distancia de 600 mm o 900 mm
- c. El equipo conectado según la red eléctrica (delta abierta, cerrada y estrella aterrizada)

- d. El equipo se coloca sobre una media loza sostenida por dos postes. Por lo tanto, el suministro incluyó todas las piezas necesarias para este efecto, excepto herramientas. La estructura de montaje fue hecha por el fabricante.
- e. El equipo debe adaptarse a las condiciones de trabajo a las que están destinados a ser utilizados en áreas agresivas o de gran altitud.
- f. Los recubrimientos deben ser adecuados para las condiciones de funcionamiento especificadas de trabajo para el equipo. El fabricante indicó el mantenimiento necesario durante la vida útil del equipo.
- g. Todos los *bushings* deben ser de la misma clase de aislamiento. No se aceptaron dispositivos o equipos en que un *bushing* tenga clase de aislamiento inferior.
- h. El equipo incluía un descargador en serie apropiado para el nivel de voltaje al que utilizará el equipo. Los pararrayos no deben ser gaseosos (cualquier forma que produzca chispas) ni carburo de silicio.

3.9. Seccionalizador monopolar de 38 kV, 27 kV – 150 kVp

Durante el proceso de fabricación, se realizaron comprobaciones de idoneidad para cada uno de los seccionalizadores. Los resultados satisfactorios de estas pruebas han sido confirmados mediante la presentación de tres conjuntos de certificados y los correspondientes informes del fabricante que afirman que todo el suministro cumple satisfactoriamente todas las pruebas requeridas.

3.9.1. Pruebas

Las pruebas efectuadas fueron:

- Verificación de los tiempos de carga de los condensadores del seccionalizador
- Tensión resistida en seco a frecuencia industrial, según la norma IEC 694
- Medición de la resistencia óhmica de contacto del circuito de potencia según la norma IEC 694
- Ensayo de operación
- Control de la operación de la apertura y cierre, según la norma ANSI C 37.63
- Ciclo de trabajo

CAPÍTULO IV

DETALLE DE LAS FUNCIONES DE LA PROFESIÓN

4.1. Detalle de las funciones de la profesión

4.1.1. Función 1: Determinación de la red eléctrica examinada

En este trabajo, en mi puesto de supervisor de campo de la entidad Electrocentro S. A., para este efecto, considerando el propósito de evaluar y determinar los aspectos básicos de ejecución e instalación del equipo, se sugiere verificar y obtener la siguiente información:

- ✓ Cantidad final de equipos y materiales (se presentó un metrado inicial que diferencie los mayores y menores metrados por existir).
- ✓ Validación de la correcta instalación de los dispositivos de protección y control, con base en los valores de resistividad del terreno obtenidos por las mediciones y los criterios definidos en la investigación final.
- ✓ Información sobre las protecciones instaladas (verificadas por reportes fotográficos guardados en el listado de los registros de fallas).

4.1.2. Función 2: Verificación de los documentos en los reportes de Electrocentro

Esta sección contiene información recabada por el contratista respecto de datos de las áreas de negocio de Electrocentro S. A. Los siguientes elementos corresponden a la extracción de datos:

- Datos sobre los equipos de las protecciones

- Datos sobre la composición topológica de las estructuras instaladas en las diferentes localidades.



Figura 9. Diseño topológico de la estructura 15 del recloser trifásico Schneider instalado en Quinbalate a inmediaciones de Lircay

4.1.3. Función 3: Descripción del interruptor de recierre automático

Como supervisor de campo, se analizó la evidencias técnicas e instructivos para interruptores de recierre automático. En esta parte se verificó el montaje e instalación de equipos de cada tipo de interruptor de recierre automático según el plano del proyecto. El interruptor de reinicio automático fue levantado por una grúa o torre de excavación y fijado a la estructura con perfiles angulares y pernos. El interruptor de reinicio automático está instalado de modo que no cambie incluso cuando se vea afectado por la vibración.

4.1.4. Función 4: Descripción del montaje del indicador de falla

Como supervisor de campo, se verificó el montaje de los indicadores de falla, según los planos de la obra ejecutada. La instalación fue realizada en la red energizada y con la ayuda de pértigas especiales para el montaje de indicadores de falla. Los indicadores se montaron de manera que la luz de señalización sea visible.

4.1.5. Función 5: Descripción del seccionador bajo carga

El seccionador bajo carga fue izado mediante tecele, y se fijó a las estructuras mediante perfiles angulares y pernos. Se examinó que el funcionamiento del seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes del seccionador bajo carga, ni a los conductores de conexionado. Las puertas de los tableros de control están orientadas hacia la calle.

**4.1.6. Función 6: Descripción del regulador de tensión 22.9 kV, 500 A, C/REG.
+-10*1 % [1000-2500] m s. n. m.**

Los reguladores de tensión en cuestión son reguladores monofásicos. Los seccionadores fusibles se montaron en crucetas de madera o perfiles siguiendo las instrucciones del fabricante. Se comprobó que la instalación del seccionador no perjudique mecánicamente a los postes, a los bornes de los reguladores, ni a los dispositivos de conexionado.

Los seccionadores-fusibles después de la instalación y conexión a la línea de 22,9 kV y al regulador, el interruptor fusible permanecerá en la posición «abierto» hasta que se complete la prueba de voltaje de la red. La conexión de los cables de 22,9 kV se realiza mediante abrazaderas de presión y se fija con tuercas y contratueras.

4.1.7. Función 7: Descripción del *cut-out*

Los seccionadores fusibles tipo expulsión se instalaron en las estructuras de los postes de la empresa de Electrocentro, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : -10 °C a 40 °C
- Humedad relativa : 10 % a 95 %
- Altura máxima : 4500 m s. n. m.

4.1.8. Condiciones de operación del sistema

Las características técnicas de la red, son las siguientes:

- Tensión nominal del sistema: 22.9, 13.2 y 10 kV
- Frecuencia de servicio: 60 Hz

Todas las pruebas, inspecciones y controles fueron documentados y monitoreados mediante protocolos de control.

4.1.9. Respaldo de repuestos

El proveedor y fabricante garantizan la disponibilidad y entrega de todos los repuestos y materiales suministrados para la descarga de interruptores fusibles durante al menos 10 años.

Tabla 2. Cuadro de muestreo

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	N.º Máximo de unidades defectuosas para aceptación	N.º Máximo de unidades defectuosas para rechazo
2 a 8	2	0	1
9 a 15	3	0	1
16 a 25	5	0	1
26 a 50	8	0	1
51 a 90	13	0	1
91 a 150	20	0	1
151 a 280	32	1	2
281 a 500	50	1	2

4.1.10. Actividad 8: Descripción de fusibles tipo K

Los fusibles tipo K se instalaron en los sistemas eléctricos de las empresas de distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente: -10 °C a 40 °C
- Humedad relativa: 10 % a 95 %

4.1.11. Condiciones de operación del sistema

Los detalles técnicos del sistema, son las líneas siguientes:

- Tensión nominal del sistema: 33, 22.9, 13.2 y 10 KV
- Frecuencia de servicio: 60 Hz.

4.2. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades especializadas realizadas incluyen el montaje, prueba e implantación de dispositivos de protección (*reclosers*, seccionadores, indicadores de falla, reguladores de voltaje, disyuntores de sobrecarga) y su conexión en sistemas eléctricos locales; y conexiones a los mismos de acuerdo con la normatividad aplicable.

Por ello, se analizaron las fallas de diversas estructuras que carecen de protección eléctrica, como la Ley de Concesión Eléctrica y las disposiciones legales del Osinergmin. Del mismo modo, estos objetivos se logran mediante la comprensión y aplicación de las teorías aprendidas en la universidad para asegurar, corregir y compensar posibles fracasos. En el lugar de trabajo se combinan el aprendizaje experiencial y el teórico, y el aprendizaje profesional potencia por separado a cada aspecto.

4.2.1. Extensión de las funciones en el ámbito profesional

El ámbito de mi actividad profesional es a nivel nacional, involucrando a 46 alimentadores en las ciudades de Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho, cuya base legal es la ley del Ministerio de Energía y Minas y del Gobierno General, Dirección General de Electricidad, Osinergmin, etc. Estos son de cumplimiento obligatorio para todas las empresas de energía eléctrica a nivel nacional. En este sentido, las medidas que se adopten en este sentido permitirán optimizar el uso de recursos, equipos y dispositivos que mejorarán la protección de todas las partes del sistema nacional conectado y fortalecerán su funcionamiento, importante en todo este tipo de trabajos. También, contribuir a la mejora continua y monitoreo de la red eléctrica, que es parte necesaria del desarrollo energético del Perú.

4.2.2. Suministro de las labores profesionales

En el cumplimiento de mis labores profesionales se tuvo la siguiente organización de entrega documentaria.

- Entregable 1: Informes de flujo de carga y corto circuito.
- Entregable 2: Cálculos justificativos de los equipos de protección.
- Entregable 3: Planos de desmontaje de las zonas de Huánuco, Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica.
- Entregable 4: Protocolos de medición de puesta a tierra.
- Entregable 5: Protocolos de pruebas de los equipos de protección.

4.3. Datos técnicos de la labor profesional

4.3.1. Estrategia, métodos e instrumentos

Las estrategias utilizadas para el cumplimiento de mis labores profesionales son las siguientes:

4.3.1.1. Estrategia inductiva

Los resultados encontrados en la ejecución de mis labores fueron replicados y enviados a los trabajadores de campo para fortalecer, integrar y coordinar el trabajo en equipo.

4.3.1.2. Estrategia de investigación

El estudio presente apuesta por la sistematización de los métodos de investigación cuantitativa debido al uso de los números y su primacía en los resultados.

4.3.1.3. Alcance del trabajo

El alcance del trabajo de investigación se definió como un estudio descriptivo. Se define como el alcance de un trabajo de investigación porque su enfoque está en explicar, definir y posteriormente completar un fenómeno o evento.

4.3.2. Métodos

Los métodos que he utilizado en el desempeño de mis labores profesionales son los siguientes:

4.3.2.1. Método de visualización

Consistió en la observación detallada de eventos, contextualización del método y se aplicó durante visitas al sitio y monitoreo visual del estado de los equipos de protección.

4.3.2.2. Método de planificación

Se estableció una serie de actividades que es necesario realizar para tener un propósito y un proceso que refuerce las metas y estrategias que, en relación con mi trabajo como profesional, es asegurar la continuidad en el campo de la energía eléctrica y el funcionamiento de los sistemas en base de los cálculos y normativas vigentes.

4.3.2.3. Instrumentos

El siguiente equipamiento se utilizó para combinar el trabajo de campo necesario para completar el presente trabajo con los instrumentos siguientes:

- ✓ Documentos de *archive*
- ✓ Planos de estructuras.
- ✓ Monitoreo e inspección visual

4.3.3. Equipamiento y materiales aplicados en la ejecución de mis actividades

El equipo aplicado en la ejecución de las labores profesionales es el siguiente:

- Una PC o Laptop
- Maleta de pruebas
- Telurómetro
- Planos
- Manuales de operación y mantenimiento
- Lámparas o reflector

- Impresora o *scanner*

4.4. Programación de las labores profesionales

4.4.1. Cumplimiento de las labores realizadas

4.4.1.1. Informe de las interrupciones por falta de protección en las estructuras

El registro de las fallas e interrupciones que elabora el centro de control de operaciones de Electrocentro que, como parte de la inspección en campo, amerita al centro de control de Electrocentro otorgar a los supervisores para que puedan subsanar e implementar equipos de protección para evitar las fallas eléctricas en las estructuras.

Tabla 3. Consideraciones del reporte de fallas elaborado por CCO (centro de control de operaciones de Electrocentro)

INTERRUPCIONES POR FALLA														CODIGO	PDC14R02D						
FECHA: mar. 28 Nov														REVISION	04						
														FECHA	28/02/2023						
UUNV / SE	SFD / Sec.	AM	CH / SE / L	Cod. CH / SE / L	Instalación	Hora Inicio	Hora Final	Demanda (MW)	Cientes N°	Corriente Falla I	Is	R	In	Equipo afectado	Nivel	Lugares afectados	Descripción	Motivo	Tipo	Maniobra	Duración
Huancayo	A4212		SE Parque Industrial	P402		01:08:07	01:09:30	2.30	6,700					Interruptor	10.0	Hospital Mariscal	Regional	Desconexión Manual del interruptor del alimentador A4212 para realizar cierre de Secc. Cui. Out del Reclosor de Enlace H02285(Enlace NA A4206 SE Salesianos- A4212 SE Parque Industrial) Maniobras de desenergización: - A 01:08:07 h se apertura el interruptor del alimentador A4212 - Se cierra en vacío los Secc. del Reclosor H02285. - A 01:09:30 h se cierra el interruptor del alimentador A4212 restableciendo el suministro eléctrico al 100%. Detalles: Se realizaron intentos de cierre del Reclosor H02285(Enlace NA) con resultado fallido. No se logró realizar la transferencia de carga del alimentador A4205 de SE Salesianos al alimentador A4212 de SE Parque Industrial REG074 (20234097) MAH Por seguridad	Otros	FAIL	00:01:23
Selva Central	H18041	A4804	SE Renovables	P4702		01:43:59	01:44:01	0.62	6,941	214				Reclosor	22.9	Luz María, Pichinchi, Marankari, Esperanza y aldeños		Desconexión automática de Reclosor H18041, ocasionado por contacto de animal rocnomo con línea MT en la estructura 45P47071 en la localidad de Boca Pumpunari. Se registra falla monofásica a tierra (R=214 A y N=196 A). A 01:44:01 h opera función recierre restableciendo el suministro eléctrico al 100%.	Otros	Recierre	00:00:02
Selva Central	H18041	A4804	SE Renovables	P4702		01:44:01	01:44:03	0.62	6,941	232				Reclosor	22.9	Luz María, Pichinchi, Marankari, Esperanza y aldeños		Desconexión automática de Reclosor H18041, ocasionado por contacto de animal rocnomo con línea MT en la estructura 45P47071 en la localidad de Boca Pumpunari. Se registra falla monofásica a tierra (R=232 A y N=202 A). A 01:44:03 h opera función recierre restableciendo el suministro eléctrico al 100%.	Otros	Recierre	00:00:02
Selva Central	H18041	A4804	SE Renovables	P4702		01:44:04	02:40:54	0.62	6,941	219				Reclosor	22.9	Luz María, Pichinchi, Marankari, Esperanza y aldeños		Desconexión automática de Reclosor H18041, ocasionado por contacto de animal rocnomo con línea MT en la estructura 45P47071 en la localidad de Boca Pumpunari. Se registra falla monofásica a tierra (R=219 A y N=189 A). Para restablecer el suministro eléctrico: - Se apertura en vacío el Reclosor H15231 (Puchairini Interconexión). - A 02:40:54 h se cierra el Reclosor H18041 energizando hasta el Reclosor H18531 (Puchairini Interconexión). - Se realiza inspección y se apertura los Secc. H06572 (Dere. Río Amarillo) e H06571 (Dere. Río Amarillo). - A 02:59:52 h se apertura en vacío el Reclosor H18279 (Cocharcas). - A 03:00:52 h se cierra el Secc. H06487 (Virgen de las Mercedes), energizando hasta el Reclosor H18279 (Cocharcas). - A 03:35:58 h se cierra el Reclosor H18279 (Cocharcas) energizando hasta los Secc. H06572 (Dere. Kiviraki) e H06571 (Dere. Río Amarillo). - A 04:53:00 h se cierra el Secc. H16572 (Dere. Kiviraki). - A 04:54:17 h se cierra el Secc. H16571 (Dere. Río Amarillo) ocasionando un recierre y posterior apertura del Reclosor H18279 (Cocharcas) a 04:54:20 h. Se registra falla monofásica a tierra (S= 238 A y N=216 A). - A 04:54:22 se apertura en vacío el Secc. H16571 (Dere. Río Amarillo). - A 04:54:32 h se cierra el Reclosor H18279 (Cocharcas) energizando hasta el Secc. H16571 (Dere. Río Amarillo). - Se libera falla y a 05:30:10 h se cierra el Secc. H16571 (Dere. Río Amarillo) restableciendo el suministro eléctrico al 100%. Maniobras para retorno a su topología original del Alimentador A4802 de SE Pichanaki al Alimentador A4804 de SE Renovables: - A 16:33:17 h se apertura el Reclosor H18279 (Cocharcas). - A 16:33:28 h se apertura el Secc. H06487 (Virgen de las Mercedes). - A 16:33:39 h se cierra el Reclosor H18531 (Puchairini Interconexión). - A 16:34:16 h se cierra el Reclosor H18279 (Cocharcas) restableciendo el suministro eléctrico al 100%. REG074 (20234095) AZL	Otros	SCADA	00:56:50
Huancayo			SE Salesianos	P401		01:56:00	01:58:50	6.00	29,646					Interruptor	60.0	Leoncio Prado, Jacinto Ibarra, Breña, Giráldez, Amazonas, Procces, Yansara, S de Diciembre y aldeños		Desconexión Manual del los Alimentadores A4201, A4206, A4205 SE Salesianos para realizar maniobras de Retorno de carga al transformador de 14 MVA (4-TP-008). Maniobras de Desenergización y Energización: - Se culminan los trabajos de rehabilitación del transformador de 14 MVA por parte de transmisión. - A 01:56:00 h se apertura el Interruptor del Alimentador A4205. - A 01:56:05 h se apertura el Interruptor del Alimentador A4201. - A 01:56:09 h se apertura el Interruptor del Alimentador A4204. - A 01:56:15 h se apertura el Interruptor de acople 4N-010-060, Barra B4017. - A 01:56:20 h se apertura el Interruptor de acople 4N-010-046 Barra B4018. - A 01:56:25 h se cierra el Seccionador SD-060-011 de Barra 60kV. - A 01:57:00 h se cierra el Interruptor 4N-060-028 de 60 kV energizando el Transformador 4-TP-009 de 14 MVA. - A 01:58:01 h se cierra el Interruptor 4N-010-030 de Barra 10 kV. - A 01:58:11 h se cierra el Interruptor del Alimentador A4204. - A 01:58:20 h se cierra el Interruptor del Alimentador A4205. - A 01:58:32 h se cierra el Interruptor del Alimentador A4201. - A 01:58:50 h se cierra el Interruptor del Alimentador A4206 restableciendo el suministro eléctrico al 100%. - A 01:59:00 h se cierra el Interruptor del Banco de Capacitores. Detalles: El A4206 se encontraba aperturado al inicio de las maniobras. REG074 (20234094) AZL	Otros	OPER	00:02:50
Ayacucho	A4031		SE San Francisco	P4116		02:58:54	03:00:46	0.79	7,734	195				Interruptor	22.9	Localidades de Lobo		Desconexión automática del Interruptor del Alimentador A4031, ocasionado por contacto de animal rocnomo con línea MT en la localidad de Los Angeles. Se registra falla monofásica a tierra (S=195 A y N=172 A). A 03:00:46 h se cierra el Interruptor del A4031 restableciendo el suministro eléctrico al 100%.	Otros	OPER	00:01:52
Ayacucho	H11031	A4023	SE Cangallo	P467		06:52:50	08:05:00	0.24	897					Seccionador	22.9	Chalco, Sachabamba, Castañayuzc y anexas		Desconexión por falla del Secc. H11031 ocasionado por caída de rama de árbol sobre cruzeta de la estructura 4A-P07568 quedando incrustada debido a fuertes vientos en la localidad de Putacca. Se libera falla y a 08:05:00 h se cierra el Secc. H11031 restableciendo el suministro eléctrico.	FeNat	PerDist	01:12:10
Selva Central	H18928	A4891	SE Ciudad Constitución	P4146		07:46:00	09:26:00	0.04	621					Fusible	33.0	Ohonillos, Izozacán, San Luis, Pizazo, Codo de Putuzo y pueblos aldeños		Fuente de fusible de la fase S del Secc. H18928 ocasionado por descargas atmosféricas en la localidad de Conesa - Izozacán. Se cambia fusible de 3 A en la fase S del Secc. H18928 y a 09:26:00 h se cierra la fase S del Secc. H18928 restableciendo el suministro eléctrico al 100%.	Descg	PerDist	01:40:00
Selva Central	H18284	A4842	SE Pichanaki	P4118		09:25:43	09:25:45	0.03	510	248				Reclosor	22.9	Huacamayo, Alto Huacamayo, Churungabani, Zitari y aldeños		Desconexión automática del Reclosor H18284, ocasionado por desenergización. Se registra falla monofásica a tierra (R= 248 A y N= 242 A). A 09:25:45 h opera función recierre restableciendo el suministro eléctrico al 100%. Desenergización Ing. Alvaro Chiriboga	x99Pnd	Recierre	00:00:02
Valle del Mantaro	H04932	A4602	SE Yauca	P404		14:17:14	14:17:17	0.28	2,842	528				Reclosor	13.9	Av. Ricardo Palma y aldeños		Desconexión automática del Reclosor H04932 ocasionado por desenergización. Se registra falla monofásica a tierra (R= 528 A y N= 503 A). A 14:17:17 h opera función recierre restableciendo el suministro eléctrico al 100%. Desenergización Ing. Alvaro Chiriboga	x99Pnd	Recierre	00:00:03

CAPÍTULO V

LOGROS

5.1. Logros finales de las labores realizadas

Con base en lo dicho en las líneas anteriores y considerando la necesidad de utilizar dispositivos de protección como interruptor de recierre automático, indicador de falla seccionador bajo carga, regulador de tensión 22.9 kV, *cut-out*, fusibles tipo K, entre otros, y con base en la información anterior, continuamos perfeccionando los resultados de la evaluación de la calidad de la red y la instalación de dispositivos de protección electrónica. La conclusión es que realiza funciones de protección e interceptación relacionadas con las fases de configuración e instalación.



Figura 10. Empaques de los equipos de protección



Figura 11. Embalaje de los equipos de protección

5.1.1. Instalación de los equipos de protección

5.1.1.1. Interruptor de recierre automático (*recloser*)

Un reconectador completo consta del propio reconectador automático, que interrumpe el circuito principal; un gabinete con un sistema de control electrónico autónomo (sin fuente de alimentación adicional) que detecta el exceso de corriente y activa el interruptor; y un sistema que proporciona conexiones entre el interruptor y el cable de control del gabinete de control.

A través de un transformador de corriente instalado en la toma fuente, el reconectador detecta una corriente de falla mayor al valor mínimo de disparo preprogramado para una o más fases e inicia el disparo del disyuntor mediante una señal enviada al sistema electrónico de control del funciones de apertura y cierre. La apertura y cierre de los contactos principales se realiza mediante un actuador magnético, que estará equipado con una fuente de alimentación autónoma.

Esta es la primera parte de los logros confiables, ya que, en mi cargo de supervisor de labores en campo, fue indispensable constatar la aptitud y honradez del equipo, por ello, se muestra el siguiente reporte fotográfico.



Figura 12. Recloser trifásico montado en S.E.T. Charpin con todo su equipamiento



Figura 13. Recloser trifásico montado en inmediaciones en la localidad de Urpay – Salcahuasi



Figura 14. Comparativa antes y después de la instalación del reconector monofásico rec_002 alimentador A4029, subestación San Francisco, localidad de Monterrico



Figura 15. Comparativa antes y después del izado y presentación del reconector rec_004 alimentador A4027, subestación San Francisco, localidad de Mantaro

5.1.1.2. Seccionalizador monopolar programable y tipo cut out

Se verificó que las características técnicas cumplan con la tabla 4 indicada por la entidad Electrocentro S. A.

Tabla 4. Características técnicas del seccionalizador

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido	Valor garantizado
1	Datos generales			
1.01	País de procedencia	-	-	España
1.02	Fabricante	-	-	INAEL
1.03	Modelo	-	-	SPIN 36
1.04	Norma de fabricación	-	ANSI C37.63 IEC 265	IEC62271-102 actual (reemplaza a la IEC 265), IEC 255, IEC 60068-2, IEC 61000
1.05	Tipo	-	Exterior	Exterior
1.07	Sistema	-	Unipolar	Unipolar
1.07	Tipo de operación		Automática y manual	Automática y manual
1.08	Altitud de instalación	m s. n. m.	0 - 4500	0 – 4500
2	Características soporte de seccionalizador			
2.1	Frecuencia nominal	Hz	60	60
2.2	Características de tensión			
	Tensión nominal sistema	kV	33	33
	Tensión máxima equipo	kV	38	36
2.3	Nivel de aislamiento			
	Tensión nominal	kV	38	36
	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	60	70
	Tensión de sostenimiento al impulso tipo rayo 1.2/50 µSeg	kV	150	170
	Línea de fuga específica	mm/kV	25 a 31 (*)	27 (890 mm)
2.4	Características de corriente			
	Corriente nominal	A	≥ 100 (*)	≥ 100
	Corriente nominal de cierre / Corriente de interrupción simétrica	kA	4	8 (simétrico)
	Valor pico de la corriente de falla.	kA	10	12 (asimétrico)
2.5	Características de fabricación			
	Material aislante de recubrimiento.	-	Porcelana o goma siliconada	Goma silicona
	Rango de sección de los conductores	mm ²	35 a 120	35 a 120
	Material conductor admisible (Cu-Al/Cu/Al).	-	Cu - Al	Cu – Al



Figura 16. Comparativa antes y después de la instalación de seccionizador SECC-02 A4802

5.1.1.3. Pararrayos

Los pararrayos cuentan con un elemento que libera gases creados por el arco que se origina en el interior, cuando su presión alcanza un valor que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.



Figura 17. Comparativa antes y después de la instalación de pararrayos y seccionadores cut-out instalados en el centro poblado de Las Palmas

5.1.1.4. Indicadores de falla

Los Indicadores de falla aéreos para uso exterior del objeto se destinaron para la instalación en redes de distribución de energía eléctrica, los cuales tienen las siguientes características:

- Nivel de tensión: 33 kV, 22.9 kV y 13.2 kV
- Frecuencia de operación: 60 Hz



Figura 18. Comparativa antes y después del montaje de los indicadores de falla ind_002 en el alimentador A4030, subestación San Francisco, localidad de San José



Figura 19. Comparativa antes y después del montaje de indicadores de falla alimentador A4006, subestación Ayacucho, localidad de Chungui

5.1.1.5. Seccionador trifásico bajo carga

Los equipos fueron adecuados para funcionar en circunstancias normales de servicio descritas en la sección 2 de acuerdo con la norma IEC 60265 en el caso de los seccionadores trifásicos bajo carga.



Figura 20. Antes y después de la instalación de seccionador bajo carga para maniobras de alimentadores A4113 Huancavelica norte y A4124 SER Rumichaca

5.1.1.6. Regulador de tensión de distribución

Los equipos son adecuados para trabajar en los aspectos normales de servicio para redes de distribución.



Figura 21. Descarga de reguladores de tensión, subestación San Francisco – localidad de Kimbiri minicentral San Francisco

5.1.2. Aplicación de coordinación de protecciones

En esta sección se configuró la coordinación de la protección en media tensión (MT), para dispositivos existentes y propuestos. Esto incluye dispositivos de protección como el *recloser*, relé y fusibles en la red de distribución 22.9 kV de los alimentadores de la subestación Tingo María 22.9 kV (AMT A4351, A4352, A4353 y A4354), Chalhuamayo (A4822, A4827, A4832 y A4833), San Francisco (AMT A4027, A4028, A4029, A4030), Ayacucho en 22.9 kV (A4006, A4007, A4008), Cangallo (Alimentadores A4014, A4015, A4019, A4020, A4021, A4023), Ninatambo (AMT A4703, A4704), Huancavelica (subestación Caudalosa 22.9 kV), Chanchamayo (Alimentador A4802, A4803), Huancavelica norte (Alimentadores A4111 y A4113), Pichanaki (Alimentadores A4842 y A4843), Rumichaca (Alimentadores A4124 y A4126).

Seguidamente, se evidencian algunos ejemplos de los resultados de cortocircuito de algunos alimentadores:

Subestación Tingo María AMT A4353

Tabla 5. Reporte de cortocircuito A4353

Subestación/Barra	kA_3ph	MVA_3ph	kA_1ph	MVA_1ph
SE TINGO MARIA 10kV	3.153	54.62	4.621	26.67
SED E422010 (3Ph)	1.341	23.22	1.049	6.06
Extremo Remoto SED E422393 (1Ph)	--	--	0.383	2.21

Seguidamente, se demuestra una gráfica donde se puede constatar el comportamiento de varios tipos de cortocircuitos en el tramo de todo el alimentador.

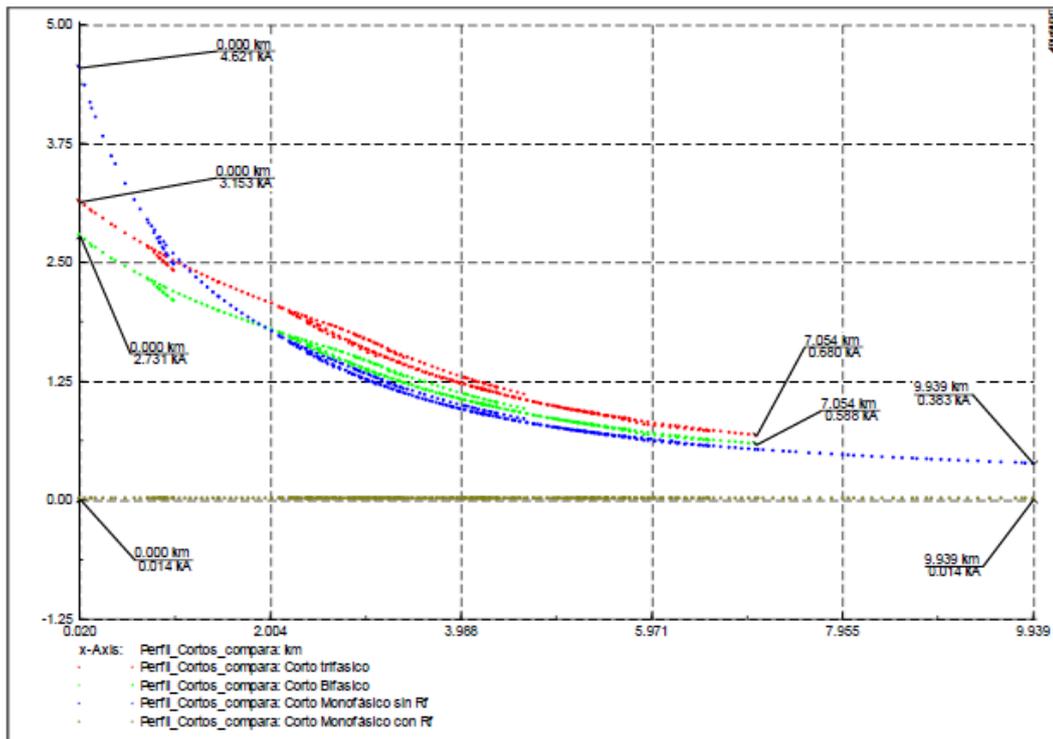


Figura 22. Perfil de cortocircuito A4353

Del diagrama se muestra que el corto monofásico tiene una magnitud máxima de 4.621 kA y va disminuyendo a lo largo del alimentador hasta un valor de 0.383 kA; el corto trifásico tiene un valor máximo de 3.153 kA y disminuye hasta un valor de 0.680 kA.

Los cortos monofásicos con una impedancia de contacto de 400 Ohm tienen una tendencia continua a lo largo del alimentador y su valor es de 0.014 kA.

Subestación Huancavelica norte – AMT A4113

Tabla 6. Resultado de cortocircuito A4113

Subestación/Barra	kA_3ph	MVA_3ph	kA_1ph	MVA_1ph
SE HUANCAVELICA NORTE 22.9kV	0.848	33.64	0.944	12.49
SED E403604 (3Ph)	0.339	13.45	0.280	3.70
Extremo Remoto SED E432455 (1Ph)	--	--	0.228	3.02

Inmediatamente, se detalla la gráfica y se verifica la actuación de varios tipos de cortocircuitos en el tramo de todo el alimentador.

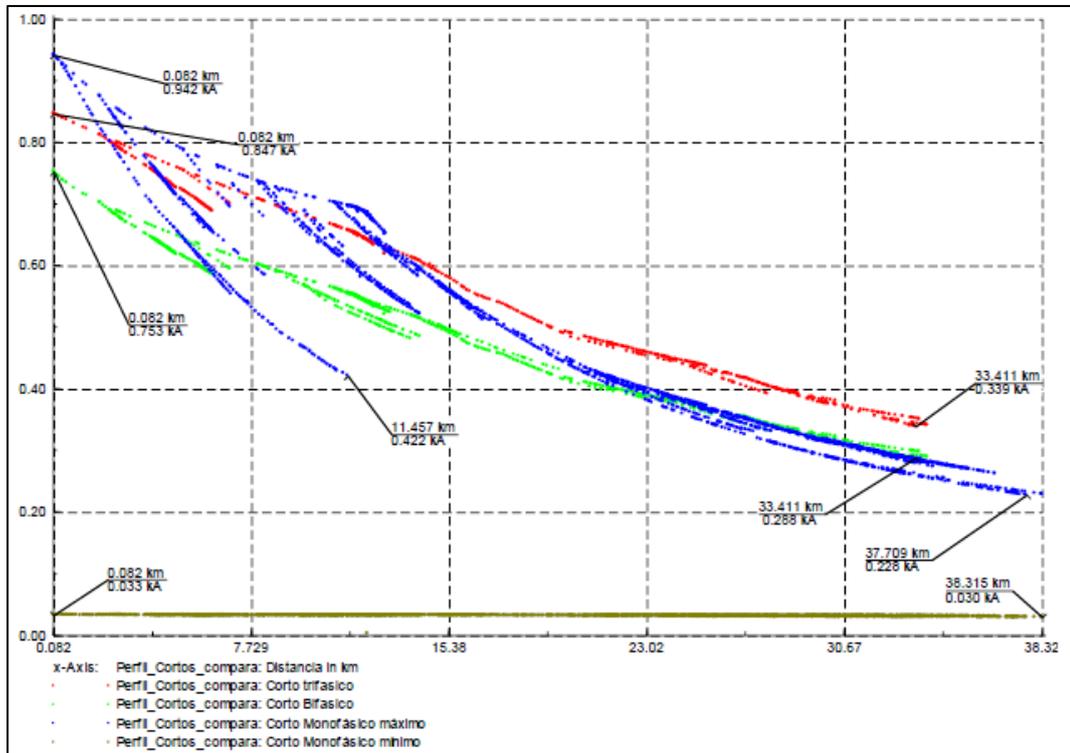


Figura 23. Perfil de cortocircuito A4113

De la gráfica se muestra que el corto monofásico presenta una magnitud máxima de 0.942 kA y va disminuyendo en el todo el tramo del alimentador hasta un valor de 0.228 kA; el corto trifásico presenta un valor máximo de 0.847 kA y disminuye hasta un valor de 0.339 kA.

Los cortos monofásicos con una impedancia de contacto de 400 Ohm tienen una tendencia continua a lo largo del alimentador y su valor oscila entre 0.033 y 0.030 kA.

Selección de fusibles para transformadores de distribución

Se debe tener en cuenta los siguientes factores al seleccionar los fusibles recomendados para su instalación en transformadores y derivaciones que alimentan un solo transformador:

- La corriente nominal
- La corriente de la fuente de alimentación
- La curva de daño térmico del transformador

5.2. Resultados alcanzados

5.2.1. En la optimización de la confiabilidad de los alimentadores

Respecto al análisis de la confiabilidad de los alimentadores basados en los equipos de protección se pueden realizar los ajustes necesarios para incrementar la confiabilidad en los diferentes alimentadores de las zonas de concesión de la empresa Electrocentro S. A., y considerando esto, es necesario poder asegurar los sistemas de media tensión (MT) y protección, extendiendo así el ciclo vital de los equipos, lo que se refleja en la lectura continua de la comunicación.

5.2.2. En el campo de la profesión

Con respecto al campo profesional la ejecución de mis labores profesionales en la entidad Electrocentro S. A. me concedió el entendimiento indispensable para el procesamiento de los datos y la importancia de contar con los equipos de protección en la red eléctrica ante alguna interrupción eléctrica ocasionada por alguna falla o agente externo.

Además, gracias a la experiencia adquirida en mi lugar de trabajo, puedo gestionar la información y proponer un plan de respaldo que cumpla con la normativa vigente, cuyo objetivo final es asegurar la continuidad de energía eléctrica a todos los usuarios.

5.2.3. En el campo personal

En el campo personal, el trabajo cooperativo con diversos integrantes de la empresa Electrocentro S. A. me dio la perspectiva y experiencia diferente en las resoluciones de problemas no solo en cuanto a los equipos de protección, sino también en las personas y motivaciones, lo que ayudó a enriquecer mi comportamiento frente a los percances, no solo es el motivo del trabajo, por otro lado, también es de origen social y emocional.

5.3. Infortunios encontrados

Las obstaculizaciones que surgieron están relacionadas con la falta de personal capacitado para manejar los datos obtenidos del cálculo de los equipos de protección y la tendencia a la razón empírica de los métodos de prueba y error. Asimismo, la gestión de la información es predecir acciones futuras para poder organizar todos los recursos disponibles.

Trabajar bajo presión realmente limita la toma de decisiones, especialmente para los empleados que no están permanentemente en la industria eléctrica, la presión de las interrupciones inoportunas de los clientes es un factor abrumador en la elección de decisiones.

5.3.1. Avance de mejoras

El desarrollo previsto para el progreso continuo de toda la obra de la empresa Electrocentro S. A. incluyen la formación continua para actualizar la información antigua y nueva información para un proceso continuo de retroalimentación y transferencia de conocimiento unificado.

La implementación del reglamento y métodos relacionados con el sistema de la red de transmisión y distribución garantizada está estrechamente relacionada con la gestión de la información administrada, porque otorga información gestionada con el sistema de energía antes y después de la falla. Por ello, se recomienda realizar un entrenamiento estadístico inferencial para evitar futuros cambios repentinos en la red eléctrica.

5.4. Contribuciones del egresado en la entidad

5.4.1. En la dimensión cognoscitiva

Se brindó los conocimientos de los logros ejecutados en el campo en las disciplinas de la Universidad Continental como son:

- Gestión de Proyectos en Ingeniería
- Sistemas Eléctricos de Potencia 1
- Sistemas Eléctricos de Potencia 2

5.4.2. En la dimensión actitudinal

Se contribuyó con los principios obtenidos en la carrera de Ingeniería Eléctrica como:

- Honestidad
- Compromiso
- Generosidad
- Ayuda mutua
- Compañerismo

CONCLUSIONES

1. Las acciones tomadas como supervisor de campo fueron favorables para la integración de los resultados empíricos y prácticos en la evaluación de los equipos de protección a niveles de voltaje operacional y se logró la evaluación de las pruebas de cortocircuito, flujo y programación, así como, la instalación de diferentes equipos de protección y en su configuración a la red del sistema eléctrico de Electrocentro S. A.
2. La instrucción y la obtención previa del software para la configuración de los dispositivos de protección es indispensable para el pronunciamiento de decisiones y planificación de acciones en caso de fallas y cortes del sistema eléctrico, ya que afecta las configuraciones de los umbrales de disparo y la protección del sistema eléctrico.
3. La red de media tensión siempre enfrenta crisis internas como desbordes y sobrecargas, principalmente por el correspondiente aumento de la demanda y los tiempos meteorológicos u otro ocasionados por vientos huracanados, lluvias, tormentas, factores eléctricos, huaycos u otro agente externo que se enfrentan constantemente a crisis internas como desbordes y sobrecargas, por ello, es necesario añadir y mejorar pruebas externas de elementos que mantengan la confiabilidad de la red en todo momento.
4. Es importante comprar dispositivos de protección que aseguren la confiabilidad de la red eléctrica, porque la red eléctrica es un indicador importante de los factores económicos de un país tanto desde el punto de vista macro- como micro-, y los clientes también se ven afectados. Indicadores que calculan confiabilidad y actualizaciones tanto para redes primarias como secundarias.

RECOMENDACIONES

1. El ascenso constante de la tecnología hace factible obtener cada vez equipos de protección con mayor eficacia ya que controlan, miden y protegen los alimentadores y redes de media tensión que garantizan la confiabilidad del sistema. Los equipos de protección y seccionamiento en media tensión hoy en día se encuentran homologados en las concesionarias eléctricas peruanas, por ello es importante contar con estos equipos.
2. Contar con protecciones en redes de media tensión es de suma importancia por diversas razones clave: Ayudan a prevenir importantes daños en las instalaciones eléctricas ante fallas en el circuito eléctrico como cortocircuitos y sobrecargas eléctricas y detectar y aislar rápidamente las fallas, se disminuye el riesgo de posibles daños a las instalaciones.
3. Se deben utilizar implementos de trámite de datos para el tratamiento continuo de componentes de energía y otras para el modelado predictivo de la red eléctrica y, asimismo, se deben realizar las pruebas correspondientes a los equipos de protección para su correcto funcionamiento del equipo.
4. Realizar un mantenimiento preventivo a los equipos de protección de la empresa Electrocentro S. A. ayudará a detectar con antelación determinadas ineficiencias que se corregirá con anticipación y así seguir obteniendo una confiabilidad estable en la red eléctrica de la empresa Electrocentro S. A.

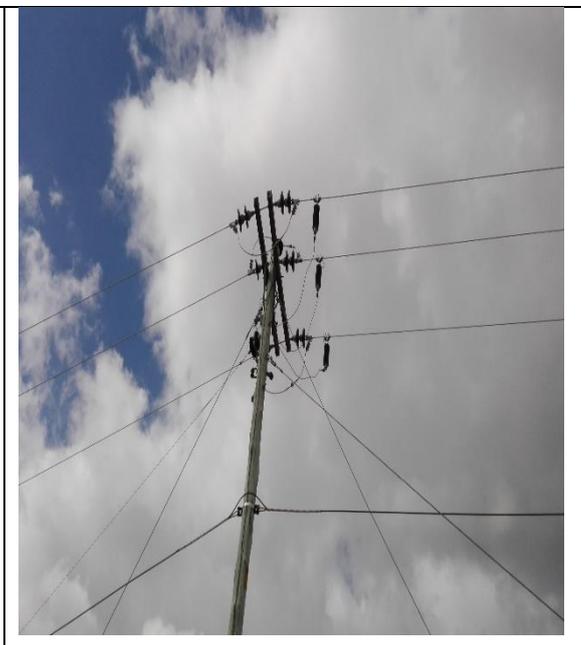
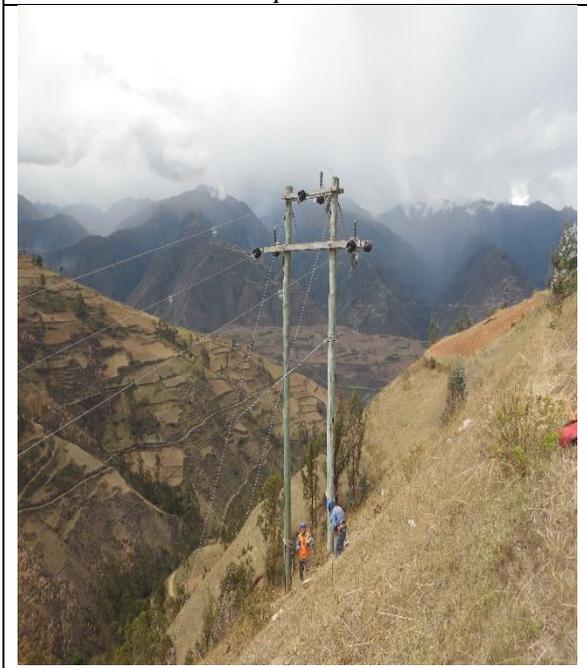
LISTA DE REFERENCIAS

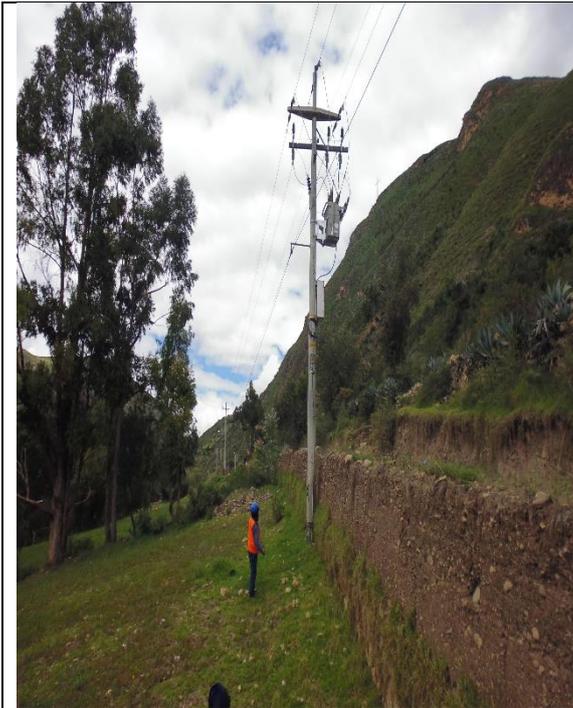
1. **Electrocentro.** *Memoria anual 2021 de la empresa Electrocentro S. A.* Reporte 10 de marzo de 2023. 2023.
2. _____. Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), *Parte 1. reglas para la instalación y mantenimiento de estaciones de suministro eléctrico y equipos.* 2012.
3. _____. **Manual del Equipos de Protección Indicador de Falla**, *Manual del usuario del indicador de fallas Four-Faith JYZ-HW-GSM* Read more: <https://manuals.plus/es/four-faith/jyz-hw-gsm-fault-indicator-anual#ixzz8OQFmBwuP>. 2012.
4. **SOSA CASTRO, José Javier; RIMAPA REQUEJO, Elmer Elí.** *Implementación de protección eléctrica en Media Tensión 10/22.9 kV. Para prevenir fallas en campo de simulación UCV-Chiclayo.* 2019. Tesis de grado.
5. **BERNILLA REYES, Jeyser Antony.** *Modelamiento de un sistema de protección eléctrica en media tensión 13,8 – 22,9 kV para la empresa Agrobananas del Perú S. R. L. aplicando el software Digsilent.* 2022. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tesis de grado.
6. **VALLADOLID PAITAN, Jhoseff Briams.** *Mejoramiento de las protecciones para garantizar la continuidad del servicio eléctrico en media tensión del sistema eléctrico Machacuay.* 2021. Universidad continental. Tesis de grado.
7. **MAYTA, Alberto Carlos.** *Protección del sistema eléctrico de distribución y su efecto en la calidad de producto del servicio de energía en el alimentador A4502 de la unidad del valle del Mantaro.* Tesis. 2019.
8. **QUINTANA QUINTANA, C.** *Optimización de la protección eléctrica para minimizar las interrupciones en el tramo del eje Matahuasi - Quebrada Honda.* 2021.
9. **MUCHA CANALES, José Rubén.** *Coordinación de protección para el sistema eléctrico Trujillo Sur, El Porvenir, Moche y Salaverry.* Universidad Nacional del Centro del Perú. 1995.
10. **COES SINAC.** *Criterios de ajuste y coordinación del SEIN.* 2014. págs. 1–87.

ANEXOS

Anexo 1

Reporte fotográfico del montaje de equipos de protección de línea en sistema eléctrico rural Huancavelica Norte - ejecución de actividades

	
<p><i>Montaje de pararrayos de línea en sistema eléctrico rural Huancavelica norte - Matipaccana</i></p>	<p><i>Montaje de pararrayos de línea en sistema eléctrico rural Huancavelica norte - derivación Mosoccancha</i></p>
	
<p><i>Montaje de seccionadores e indicadores de falla en derivación a Huaribamba</i></p>	<p><i>Montaje de seccionador bajo carga para maniobras de alimentadores A4113 Huancavelica norte y A4124 SER Rumichaca.</i></p>



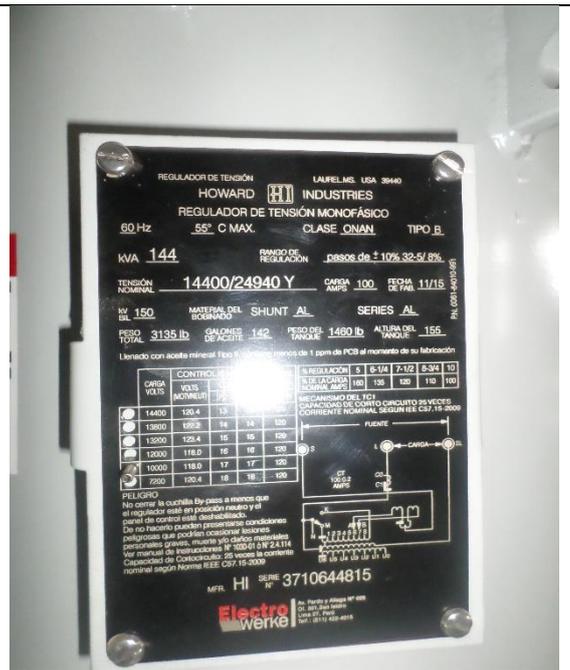
Recloser trifásico Schneider instalado en Quinbalate a inmediaciones de Lircay-Rumichaca A4124



Recloser trifásico instalado en Paucará - Huancavelica norte A4113



Vista de terminales del regulador de tensión instalado en SER San Francisco.



Placa de características técnicas de los reguladores de tensión instalados en SER San Francisco



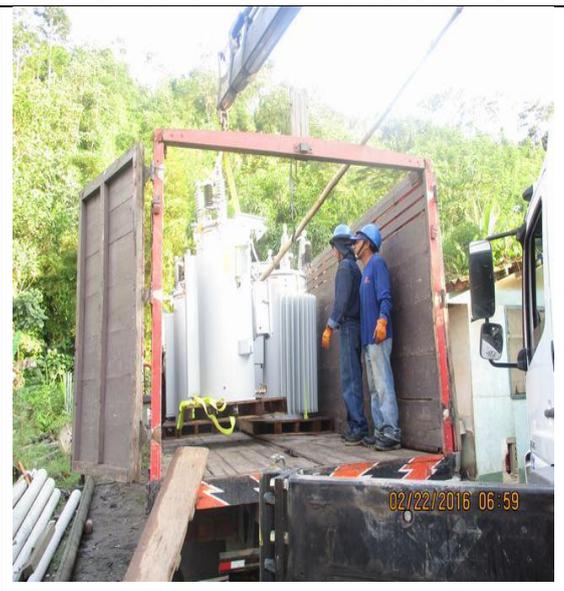
Instalación de indicadores de falla ind_002 en el alimentador A4030 servicio eléctrico San Francisco -localidad de San José



Instalación de indicadores de falla ind_003 en el alimentador A4030 servicio eléctrico San Francisco – localidad de Marintari



Descarguío de reguladores de tensión servicio eléctrico San Francisco – localidad de Kimbiri-minicentral San Francisco.



Descarguío de reguladores de tensión servicio eléctrico San Francisco – localidad de Kimbiri – minicentral San Francisco.

Anexo 3

Supervisión de trabajos en el desarrollo de la obra



Anexo 4

Inspección de la ejecución de la normativa del proyecto



Anexo 5

Configuración de los equipos de protección en campo



Anexo 6

Plano de detalle de armado

