



Transformamos la energía,
en equilibrio con el planeta, para
impulsar tus proyectos y sueños.

MANUAL DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA



ÍNDICE

1	ALCANCE Y PROPÓSITO	4
2	PRINCIPIOS Y CONTROLES DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA	4
2.1	Principios	4
2.2	Controles	4
3	NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA	6
3.1	Normativa Nacional	6
3.2	Normativa Internacional	6
3.3	NORMATIVA COLBUN	6
4	DEFINICIONES (NFPA 70E, IEC, ESTÁNDARES)	7
5	RESPONSABILIDADES	12
6	REQUISITOS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	14
6.1	Personal Calificado (personal propio y de contratistas)	14
6.1.1	Capacitación del Personal Calificado	14
6.1.2	Validación de competencias técnicas	16
6.2	Personal No Calificado	16
7	PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL TRABAJO	17
7.1	Sesión Informativa del Trabajo	18
7.1.1	Reunión previa al desarrollo de la actividad.	18
7.1.2	CAMBIOS EN EL ALCANCE	18
7.2	Trabajo desenergizado	18
7.3	APLICACIÓN DE LAS 5 Reglas de oro	18
7.4	Bloqueo y etiquetado	21

8	TRABAJO ENERGIZADO	21
8.1	Permiso de Trabajo Eléctrico Energizado (PTEE)	22
8.2	Justificación para trabajos Energizados	23
8.3	Identificación de peligros y evaluación de riesgo del trabajo en o cerca de partes energizadas expuestas	24
8.3.1	Evaluación de riesgo de choque eléctrico	25
8.3.2	Evaluaciones de Riesgo de Relámpago de Arco	38
8.4	Error Humano	46
8.5	Jerarquía de los métodos de control de riesgo	46
8.6	Señales de Seguridad	46
8.7	Ejemplos de trabajos energizados	48
8.8	Ejemplo de aplicación trabajos energizados	49
9	REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE COLBUN	50
9.1	Requisitos asociado al desarrollo de las actividades (ECF-10 trabajos en Instalaciones eléctricas)	50
9.2	Mantenimiento	51
9.3	Iluminación	52
9.4	Tableros eléctricos	52
9.5	Espacios de Trabajo	53
9.6	Sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías.	53
10	REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA EN INSTALACIONES	55
10.1	Trabajos en tensión	55
11	EMERGENCIAS DE ORIGEN ELÉCTRICO	57
11.1	Protección contra incendios eléctricos	57
11.2	Rescate en accidentes eléctricos	58
11.3	Metodología e investigación de incidentes eléctricos	58
12	AUDITORÍAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA Y MEJORA CONTINUA	59

1 ALCANCE Y PROPÓSITO

El presente Programa de Seguridad Eléctrica (PSE) se aplica a todos los trabajadores de COLBÚN S.A., filiales y a sus Empresas Contratistas.

El propósito del presente programa es establecer los requisitos mínimos de Seguridad y Salud Ocupacional en trabajos con electricidad, con el fin que el personal que desarrolle trabajos en las instalaciones de COLBUN S.A. no se exponga a riesgos no controlados, tal como lo declara la Política de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Su alcance es para las áreas de la Gerencia de Ingeniería y Proyectos, Gerencia de Generación, Gerencia de Soluciones Energéticas y cualquier otra Gerencia que realice actividades en instalaciones eléctricas.

2 PRINCIPIOS Y CONTROLES DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

2.1 PRINCIPIOS:

- Desenergizar, excepto en los casos señalados en el punto 8.2 del presente programa de seguridad eléctrica (punto 130.2 NFPA 70E 2021).
- Identificar los peligros eléctricos y reducir los riesgos asociados.
- Inspeccionar y evaluar los equipos eléctricos.
- Mantener la integridad del aislamiento de los equipos eléctricos y del envolvente.
- Planificar cada uno de los trabajos y documentar los procedimientos.
- Anticipar posibles eventos no esperados.
- Proteger a los trabajadores contra: choque, quemadura, ráfaga y otros peligros causados por el medio ambiente del trabajo.
- Usar las herramientas correctas para el trabajo.
- Evaluar las habilidades de las personas.
- Auditar estos principios.

2.2 CONTROLES:

- Los trabajadores deben aplicar y cumplir los programas y procedimientos desarrollados por Colbún S.A.
- Los trabajadores son entrenados a fin de calificarlos para el trabajo en un entorno influenciado por la presencia de energía eléctrica.
- Los procedimientos se utilizan como herramienta a fin de identificar los peligros y para desarrollar planes de seguridad en el trabajo, para eliminar esos peligros o para controlar el riesgo asociado para aquellos peligros que no pueden ser eliminados.

- Todos los conductores o partes de circuitos eléctricos se consideran energizados hasta que se demuestre lo contrario.
- Desenergizar un conductor eléctrico o pieza de circuito y volverlos seguros para trabajar en ellos es, en sí misma, **una tarea potencialmente peligrosa**.
- Las tareas que se van a llevar a cabo dentro de la frontera de aproximación limitada o la frontera de relámpago de arco de conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos tienen que ser identificadas y categorizadas.
- Se deben determinar y emplear precauciones apropiadas para el entorno de trabajo.
- Se deben utilizar las metodologías estandarizadas, y vigentes, en Colbún S.A. para determinar el riesgo potencial asociado a cada tarea y sus respectivas medidas de control.

3 NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA

3.1 NORMATIVA NACIONAL

- Decreto N° 109: Reglamento de Seguridad de las Instalaciones Eléctricas; y Pliegos técnicos aplicables RPTD, en el siguiente link:
<https://www.sec.cl/centro-de-descargas/#64-287-decreto-109>
- Decreto N° 08: Reglamento de seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica; y Pliegos técnicos aplicables RIC, en los siguientes links:
<https://www.sec.cl/centro-de-descargas/#64-469-wpfd-reglamento-de-seguridad-decreto-08>
- Decreto 92: Reglamento de instaladores eléctricos en el siguiente link:
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=9058&idVersion=2002-02-07>

3.2 NORMATIVA INTERNACIONAL

- NFPA 70E ed. 2021, Norma de Seguridad Eléctrica en los Lugares de Trabajo.
- OSHA 1910.269 Electric power generation, transmission, and distribution.
- IEEE 3007.1 Ed 2010 "Prácticas recomendadas para la operación y mantenimiento de sistemas de potencia industriales y comerciales"
- IEEE 3007.2 Ed 2012 "Prácticas recomendadas para la operación y mantenimiento de sistemas de potencia industriales y comerciales"
- IEEE 3007.3 Ed 2010 "Prácticas recomendadas para la operación y mantenimiento de sistemas de potencia industriales y comerciales"
- IEEE 1584 Ed 2018, "Guía para elaboración de cálculos de riesgo por relámpago de arco"

3.3 NORMATIVA COLBUN

- Estándar Cero Fatalidad N° 0.
- Estándar Cero Fatalidad N° 1.
- Estándar Cero Fatalidad N° 10.
- Estándar Permiso de Trabajo.
- PO.07 Procedimiento Bloqueo de Energías.
- Reglamento Interno de Orden, Higiene y Seguridad COLBUN S.A.
- Reglamento empresas Contratistas y Subcontratistas.
- Manual de Herramientas Preventivas
- Otros que la Compañía determine para el desarrollo de trabajos eléctricos.

4 DEFINICIONES (NFPA 70E, IEC, ESTÁNDARES)

- **Aislamiento:** Es el conjunto de aislantes aplicados alrededor de los conductores y destinados a aislarlos eléctricamente.
- **Aislador:** Material aislante de una forma diseñada para soportar físicamente un conductor y separarlo eléctricamente de otros conductores u objetos.
- **Arc Gap:** Distancia o largo de arco (cm o pulgadas). La distancia entre los electrodos de arco. Se supone que el arco es vertical y recto y no consume los electrodos, por lo que el espacio del arco se mantiene constante durante la duración del arco.
- **ATPV:** El ATPV para una prenda de vestir es la energía térmica incidente mínima que causa la aparición de una quemadura de segundo grado basada en la curva Stoll y la energía transferida a través de la ropa.
- **Banco de ductos:** Canalización eléctrica que se desarrolla entre dos puntos comunes y que posee dos o más ductos.
- **Cable:** Un conductor con aislamiento, o un conductor con varios hilos trenzados, con o sin aislamiento y otras cubiertas (cable monopolar o unipolar) o una combinación de conductores aislados entre sí (cable de múltiples conductores o multipolar).
- **Cable apantallado o blindado:** Conductor recubierto por una malla o un tubo metálico, que actúa de jaula de Faraday para evitar el acople de ruidos y otras interferencias, tanto del entorno hacia el cable, como del cable al entorno.
- **Cable subterráneo:** Conductor aislado, con una o más cubiertas, instalado bajo el nivel del terreno, en un ducto o directamente enterrado.
- **Cable retardante de llama:** Cable cuya aislación podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas se extinguen por sí solas en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de ignición.
- **Cable no propagador de incendio:** Cable cuya aislación podría quemarse al estar en contacto con fuego directo, pero en el cual las llamas no se propagan y se extinguen por sí solas en un tiempo determinado después de ser retirada la fuente de ignición.
- **Cable resistente al fuego:** Cable conductor que podría quemarse al estar en contacto con fuego directo y que, a pesar de esto, mantiene la integridad del circuito durante un periodo de tiempo suficiente para mantener operativos los sistemas de seguridad para la evacuación de personas.
- **Canalización:** Conjunto formado por conductores eléctricos, elementos que los soportan y accesorios que aseguran su fijación y protección mecánica.
- **Central productora de energía eléctrica:** Conjunto de instalaciones y equipos diseñados para producir energía eléctrica a partir de las diversas fuentes de energías primarias disponibles.
- **Centro de control de motores (CCM):** Es una envolvente común de una o varias secciones verticales u horizontales (cubículos o gavetas), desde donde se conectan, protegen y se controlan motores.
- **Circuito:** Un conductor o sistema de conductores concebido para que a través de ellos pueda circular una corriente eléctrica.
- **Condición de Trabajo Eléctricamente Segura (CEST):** Un estado en el que el conductor o una parte del circuito en el que se va a trabajar o próximo al mismo, se ha desconectado de partes

energizadas, bloqueando/ etiquetando de acuerdo con las normas establecidas, probando para asegurar la ausencia de voltaje y puesto a tierra, si se determina que es necesario.

Nota informativa: Una condición de trabajo eléctricamente segura no es un procedimiento, es un estado en el que todos los conductores eléctricos o partes de circuitos peligrosos, con tensiones iguales o mayores a 50V para corriente continua y alterna, a los que un trabajador podría estar expuesto se mantienen en un estado desenergizado con el fin de eliminar temporalmente riesgos eléctricos durante el período de tiempo durante el cual se mantiene el estado.

- **Conductor:** Material, usualmente en forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir corriente eléctrica.
- **Conductor aislado:** Conductor cubierto con un material dieléctrico diferente al aire y que tiene un nivel de aislamiento igual o superior al voltaje nominal de la línea o circuito eléctrico donde es utilizado.
- **Conductor protegido:** Conductor que tiene un nivel de aislamiento inferior a la tensión del circuito en el cual es utilizado.
- **Conexión equipotencial:** Conexión permanente de baja impedancia, de partes metálicas normalmente no energizadas, para formar una vía eléctricamente conductiva que asegure continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente impuesta.
- **Coordinador:** Coordinador independiente del sistema eléctrico nacional al que se refiere el Título VI bis de la Ley.
- **Desconector:** Dispositivo mecánico de conexión y desconexión utilizado para cambiar las conexiones de un circuito, o para aislar un circuito o equipo de la fuente de alimentación.
- **Diagrama unifilar (Single-Line Diagram):** Un diagrama que muestra por medio de líneas sencillas y símbolos gráficos, el curso de un circuito eléctrico sistema de circuitos y los dispositivos o partes componentes utilizados en el circuito o sistema.
- **Distancia de trabajo:** La distancia radial desde el centro de la columna de arco vertical a la superficie que recibe el flujo de calor. Para el caso de seguridad, aquella distancia desde el punto de falla a la cara y pecho del trabajador. Esta distancia también se utiliza para escalar los gráficos de calor o flujo de calor. Se puede utilizar para especificar una zona amplia o para ampliar un área de interés
- **Distancia mínima de aproximación (DMA):** La distancia más cercana a la que un trabajador calificado se le permite acercarse a un objeto energizado puesto a tierra, según corresponda al método de trabajo utilizado. En el estándar NFPA 70E esta distancia es referida como la “Frontera de aproximación restringida”, mientras que en el RPTD N°15 (Operación y Mantenimiento) se define como “Frontera de aproximación prohibida”.
- **Energizado:** Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra. Sinónimo: vivo.
- **Equipo eléctrico:** Término que incluye aparatos, artefactos, dispositivos, instrumentos, maquinaria, materiales, etc., que son usados como partes en la generación, transformación, transmisión, distribución o utilización de un sistema de energía eléctrica; y, sin ninguna restricción en general; lo precedente incluye cualquier ensamble o combinación de materiales o cosas que puedan ser

utilizadas o adaptadas para cumplir o ejecutar algún propósito particular o función, cuando se emplean en una instalación eléctrica.

- **Equipo de Protección Personal (EPP):** Son dispositivos, materiales e indumentaria, específicos, destinados a cada trabajador, de uso obligatorio para protegerlo de uno o varios riesgos presentes en el trabajo que puedan amenazar su seguridad y salud.
- **Espacio libre (distancias):** La distancia de separación entre dos objetos medidos de superficie a superficie.
- **Estructura:** Todo aquello que puede ser construido o edificado. Puede ser fija o móvil, estar en el aire, sobre o bajo la tierra o en el agua.
- **Estructura de soporte:** La unidad principal de soporte (usualmente un poste, una torre o un pedestal).
- **Etiquetado:** Equipos o materiales a los que se ha colocado una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación aceptado por el organismo, y que se ocupa de la evaluación de productos, realiza inspecciones periódicas de la producción de equipos o materiales etiquetados, y por cuyo etiquetado el fabricante indica que cumple de manera específica con las normas o características de funcionamiento específicas.
- **Expuesto,** aplicable a partes vivas (como se aplica a conductores eléctricos o partes de circuitos energizados): Capaz de ser tocado en forma inadvertida o aproximarse al mismo a distancia menor que la de seguridad; esto es aplicable a partes que no han sido adecuadamente cubiertas, separadas o aisladas.
- **Falla:** Alteración de la capacidad de un sistema, o de sus componentes, para cumplir una función requerida, sea esta intencional o fortuita o por degradación de sus elementos.
- **Fase** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico, que va a estar energizado durante el servicio normal.
- **Flujo de calor ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{s}$ o W/cm^2):** La intensidad térmica del arco indicada por la cantidad de energía transmitida por unidad de área y por unidad de tiempo.
- **Franja de seguridad:** Área de exclusión, de una línea eléctrica, de edificios u otras construcciones o plantaciones fuera de norma o antirreglamentarias, cuyo fin es garantizar que no existan riesgos para la seguridad tanto de las personas como de las instalaciones que conforman dicha línea, durante la operación y mantención de ésta.
- **Frontera de Aproximación Limitada (FAL):** Un límite de aproximación a una distancia desde un conductor expuesto o parte del circuito energizado dentro de la cual aumenta el peligro de choque. Las personas no calificadas deben encontrarse fuera de esta zona, a menos que se encuentren con una persona calificada y que ésta le haya instruido sobre los peligros.
- **Frontera de Aproximación Restringida (FAR):** Un límite de aproximación a una distancia desde un conductor expuesto o parte del circuito energizado dentro de la cual aumenta la probabilidad de choque eléctrico, debido al arco eléctrico ocasionado por movimientos involuntarios, para personal que trabaja cerca del conductor eléctrico o parte de circuito energizado. Al cruzar esta frontera, el trabajo se considera como un trabajo energizado, donde son necesarios todos los EPP para choque y arco eléctrico, según sea requerido.
- **Frontera de Relámpago de Arco (FRA):** Cuando existe un peligro de relámpago de arco, el límite de aproximación a una distancia desde la fuente potencial de arco, dentro de la cual una persona puede recibir una quemadura de segundo grado si ocurriera un relámpago de arco eléctrico.

Nota informativa: Es posible sufrir una quemadura de segundo grado por exposición de la piel no protegida a un relámpago de arco eléctrico por encima del nivel de energía incidente de 1.2 cal/cm^2 .

- **Fusible** Elemento cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está inserto.
- **GIS:** Un Switchgear Aislado en Gas es un dispositivo compuesto encapsulado en una estructura de metal sólido que alberga diferentes dispositivos eléctricos como disyuntores, barras, transformadores, interruptores de tierra, pararrayos, etc. Todos estos dispositivos están sumergidos en gas hexafluoruro de azufre (SF_6) en su interior. compartimentos blindados que están bordeados por dispositivos de barrera.
- **Línea aérea:** Línea eléctrica elevada sobre el suelo, soportada en postes u otro tipo de estructuras, con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.
- **Línea eléctrica:** Conjunto de conductores, materiales aislantes y accesorios utilizados para transferir electricidad entre dos puntos de una red.
- **Malla de puesta a tierra:** Sistema de electrodos de tierra interconectados, compuesto de un número de conductores desnudos enterrados, que proporciona una base de potencial común de conexión a tierra para los dispositivos eléctricos o estructuras metálicas, para obtener una medida de protección adicional, minimizando el peligro a la exposición a altos voltajes de paso o de contacto.
- **Maniobra** Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.
- **Mantenimiento** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.
- **Pararrayos:** Equipo de Protección utilizado para controlar sobrevoltaje transitorio (proveniente de la caída de un rayo atmosférico o de una maniobra), en equipos e instalaciones eléctricas.
- **Peligro de choque:** Una condición peligrosa asociada con el paso de corriente por el cuerpo, causada por el contacto o aproximación con conductores o partes del circuito eléctrico energizado.
- **Peligro de Relámpago de Arco (Arc Flash):** Condición peligrosa asociada con la posible liberación de energía causada por un arco eléctrico.
- **Persona Calificada:** trabajador que ha demostrado habilidades y conocimiento relacionados con la construcción y el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos y que ha recibido capacitación en seguridad para identificar los peligros y evitar los riesgos asociados.
- **Persona habilitada** Persona calificada, que por la naturaleza de sus obligaciones u ocupaciones debe aproximarse o manipular equipos eléctricos, o persona que, habiendo sido advertida de los peligros involucrados, ha sido instruida y autorizada por alguien que tiene autoridad para dar instrucciones y autorización (Anexo N° 1).
- **Persona No calificada:** Una persona que no cumple con los requerimientos de persona calificada.
- **Puesta a tierra:** Toma o conexión que permite el establecimiento de un circuito de retorno a tierra y el mantenimiento de su potencial de tierra.
- **Puesta a tierra temporal:** Puesta a tierra provisional de las líneas de transmisión, de distribución sin electricidad y de diversos equipos eléctricos que se utilizan con la finalidad de proteger a los linieros u operarios, mientras se ejecutan los trabajos de construcción o de mantención de estas instalaciones. Es la acción de conectar, transitoriamente, a una malla de tierra, las partes que habitualmente están con tensión (conducen la electricidad) y que se van a intervenir, de una instalación o equipo eléctrico, para controlar el riesgo de shock eléctrico ante la aparición de

tensiones peligrosas para las personas. La puesta a tierra temporal deberá aplicarse en todo tipo de sistemas eléctricos:

- Sistemas eléctricos AT (patios SSEE, Equipos primarios Salas de fuerza, Centros de generación, entre otros)
- Sistemas Eléctricos BT y MT, industriales, tales como Centro de control de motores, salas eléctricas, generadores, motores, barras, celdas, tableros BT, sistemas de almacenamiento de energía, entre otros.
- **Programa de Seguridad eléctrica:** Un sistema documentado que consiste en principios, políticas, procedimientos y procesos de seguridad eléctrica que rige las actividades apropiadas para el riesgo asociado a los principios eléctricos
- **Relámpago de Arco:** Liberación de energía causada por un arco eléctrico.
- **Señales de seguridad:** Indicaciones, letreros o rótulos, que contienen mensajes de prevención, prohibición o información, para evitar riesgo eléctrico u otros peligros, cuyo cumplimiento ayuda al desarrollo de las actividades con mayor seguridad.
- **Sistema de Distribución o Red de Distribución:** Conjunto de instalaciones de tensión nominal igual o inferior a 23 kV, según lo establecido en la Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución o las disposiciones que la reemplacen.
- **Sobretensión:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.
- **Subestación eléctrica:** Conjunto de equipos eléctricos, elementos y obras complementarias, destinadas a la transferencia, rectificación y/o transformación de la energía eléctrica.
- **Switchgear:** Tablero totalmente encerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto aberturas de ventilación y ventanas de inspección) y que contiene principalmente dispositivos de desconexión o de interrupción de circuitos primarios, de potencia, o ambos, con barras conductoras y conexiones. El ensamble puede incluir dispositivos de control y auxiliares. El acceso al interior de la envolvente está dado por puertas, cubiertas removibles o ambas. Puede ser del tipo resistente al arco o no resistente al arco.
- **Tablero o Panel de Distribución:** Panel o conjunto de paneles diseñados para constituir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de sobrecorriente, y con o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado y fuerza; construidos para su colocación en un gabinete adosado empotrado en la pared y accesible solo por un frente.
- **Tensión:** La diferencia de potencial eficaz entre dos conductores cualquiera entre un conductor y la tierra. Las tensiones están expresadas en valores nominales a menos que se indique lo contrario. La tensión nominal de un sistema o circuito es el valor asignado al sistema o circuito para una clase dada de tensión con el fin de tener una designación adecuada. La tensión de operación del sistema puede variar por encima o por debajo de este valor.
 1. Baja tensión (BT): Voltaje comprendido entre 0 y 1.000 V A.C.
 2. Media Tensión (MT): Voltaje comprendido entre 1.000 y 23.000 V A.C.
 3. Alta Tensión (AT): Voltaje comprendido entre 23.000-220.000 V A.C.
 4. Extra Alta Tensión (EAT): Voltaje mayor a 230.000 V A.C.
- **Tensión de contacto:** Diferencia de potencial entre el aumento de potencial de tierra y el potencial de superficie en el punto en que una persona está de pie, mientras que al mismo tiempo tiene una mano en contacto con una estructura conectada a tierra.

- **Tensión de paso:** Diferencia de potencial que experimenta una persona con una separación de 1 metro entre sus pies, sin tocar ningún objeto conectado a tierra.
- **Tensión de seguridad:** se considerarán como máximos valores de tensión de seguridad, a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50 V en corriente alterna y corriente continua.
- **Tensión peligrosa** se entiende valores mayores a las tensiones de seguridad.
- **Tensión nominal:** Valor convencional de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo, y para el que ha sido previsto su funcionamiento.
- **Traje de protección contra Relámpago de Arco (Arc Flash Suit):** Sistema completo de vestimenta y equipo resistente al arco que cubre todo el cuerpo, a excepción de las manos y pies.
- **Transformador:** Dispositivo eléctrico que por inducción electromagnética transfiere energía eléctrica de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia, usualmente aumentado o disminuyendo los valores de tensión y corriente eléctricas.

5 RESPONSABILIDADES

Gerencias: Otorgan los recursos para la implementación y aplicación del o los procedimientos que se emitan a partir de este Programa de Seguridad Eléctrica (PSE). Además, se encargan de verificar el cumplimiento del PSE y de los documentos que se emitan o asocien a partir de este.

Comité Técnico de Estándares de Operación (o Comité de Seguridad Eléctrica): Define las directrices necesarias para estandarizar la estructura de los documentos que se emitan o asocien al presente PSE. Esta mesa técnica estará integrada por representantes de la GIP, GSSO y GGEN. De ser necesario, se solicitará la participación de otras gerencias de la compañía.

Jefe de Instalación: Asegura la aplicación y cumplimiento del programa de seguridad eléctrica (PSE) y de los documentos que se emitan o asocian a este, gestionando los recursos necesarios para su cumplimiento.

Jefe o Supervisor de Operación: Asegura que la instalación cuente con Órdenes o Instrucciones de operación que considere situaciones anormales de equipos o sistemas, y las acciones a seguir para la normalización o llevarlo a una condición segura y estable. Así como también, realizar regularmente la identificación y planificación de la capacitación y entrenamiento del personal de operaciones. Además, vela y verifica que los procedimientos que se realicen sean concordantes al PSE y a las diversas normativas a las cuales éste se encuentra asociado.

Personal de Operaciones/Personal de Mantenimiento/Personal de Ingeniería y Proyectos /Personal de Soluciones Energéticas/Personal de otras áreas que intervengan equipos eléctricos: Cumplen con los procedimientos y protocolos que sean definidos en función de este PSE, siguiendo los procedimientos e instrucciones de operación para condiciones anormales. Además, deben participar activamente de los procesos e implementación de controles cuando sea necesario, e informar si algún control de riesgo o

medida no ha sido aplicada o implementado bajo los criterios de este PSE o de los documentos que se asocien o emitan a partir de éste.

Empresas Contratistas y sus trabajadores: Aplican y cumplen los controles y acciones definidas en los estándares, procedimientos, mecanismos, protocolos u otro documento que establezca este PSE. Participan activamente de los procesos e implementación de controles cuando sea requerido y además, acuerdan y cumplen con el administrador de contrato COLBÚN S.A. los planes de acción que permitan cerrar las brechas que se presenten en relación a lo declarado en este PSE.

Administrador del contrato o servicio de Colbún: El Administrador de contrato de Colbún será responsable de:

- Informar los peligros eléctricos que estén relacionados con el trabajo contratado, y que podrían no ser reconocidos por el Contratista o sus trabajadores.
- Informar sobre las instalaciones de Colbún que el Contratista necesite conocer para realizar las evaluaciones requeridas según es presente documento.
- Reportar al Contratista respecto a las violaciones relacionadas con la norma por parte de los trabajadores del contratista.
- Controlar que el contratista cumpla las normas y procedimientos que COLBUN S.A. tiene definidos para trabajos con energía eléctrica.

Representante Legal empresa Contratista: El Contratista deberá:

- Garantizar que sus trabajadores están instruidos acerca de los peligros por parte de personal Colbún S.A. Estas instrucciones, deben ser adicionales a la capacitación básica requerida sobre esta norma.
- Garantizar que cada uno de sus trabajadores sigue las prácticas de trabajo requeridas por este documento y las reglas relacionadas con la seguridad requerida por Colbún.
- Notificar a Colbún:
 - a. Cualquier peligro particular que presente el trabajo del contratista.
 - b. Cualquier peligro que se identifique durante el trabajo que realiza el contratista, que Colbún no haya mencionado
 - c. Cualquier incidente/accidente que tuvo o podría haber tenido consecuencias graves o fatales.
 - d. Las medidas que el contratista haya tomado para corregir las violaciones reportadas por Colbún y para prevenir que estas violaciones vuelvan a ocurrir en el futuro.

6 REQUISITOS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

La gestión administrativa para la solicitud de capacitaciones, para trabajadores COLBUN S.A. se deberá realizar de acuerdo al procedimiento PRO.156 "Gestión de Capacitación".

6.1 PERSONAL CALIFICADO (PERSONAL PROPIO Y DE CONTRATISTAS)

Un personal calificado es una persona que ha demostrado habilidades, tanto prácticas como teóricas, relacionadas a la construcción y al funcionamiento de las instalaciones y de los equipos eléctricos, además de haber recibido capacitación en seguridad para identificar los peligros y evitar los riesgos asociados. Además, sus competencias deben ser oficialmente confirmadas y autorizadas por una certificación de capacitación, periódicamente actualizada y verificada [Art. 100, NFPA 70E, ed. 2021].

En este sentido, los requisitos básicos para determinar la calificación del personal son:

- Profesional titulado, como mínimo egresado como técnico superior de Institución avalada en las carreras de electricidad, electrónica, electromecánica o carreras afines. y/o personal con experiencia debidamente demostrada de al menos 3 años.
- Tener aprobado el programa de formación en riesgos eléctricos, detallado en el ítem **6.1.1 Capacitación del Personal Calificado**.

Adicionalmente a los requisitos listados anteriormente, se deberá completar el registro de habilitación anual (Anexo 1) firmado por la Jefatura de Planta, Supervisor MASSO y Supervisor Directo como mínimo (en correlación a NFPA 70E, Art.110.6).

6.1.1 Capacitación del Personal Calificado

Todo personal calificado que trabaja en COLBÚN S.A. (trabajadores propios), debe completar el siguiente programa de formación:

Entrenamiento mínimo para personal calificado:

N°	Curso	Contenido
1	NFPA 70E Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer la construcción y operación de equipos ▪ Técnicas de prevención especiales; procedimientos y políticas eléctricas aplicables, EPP, materiales aislantes y de blindaje y herramientas aislantes y equipos de prueba. ▪ Técnicas necesarias para distinguir entre conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos y otras partes de equipos eléctricos. ▪ Las distancias de aproximación y las tensiones correspondientes a las que la persona calificada estará expuesta.

2	Requisitos para emergencias de origen eléctrico. Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peligros eléctricos. ▪ Actuación en caso de accidentes eléctricos ▪ Rescate y soporte vital básico para accidentes eléctricos. ▪ Primera respuesta en incendios en instalaciones eléctricas. ▪ Planes de emergencias en instalaciones eléctricas.
3	ECF N°1 “Bloqueo de Energías” Mínimo 4 horas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aislamiento y bloqueo de energías ▪ Cumplimiento de las normativas SEC ▪ Cumplimiento de las “5 reglas de oro” para trabajos en circuitos eléctricos y equipos mecánicos.
4	ECF N°10 “Trabajos en Instalaciones eléctricas”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requisitos asociados a las personas ▪ Requisitos asociados a los equipos e instalaciones ▪ Requisitos asociados al desarrollo de la actividad ▪ Registros.
5	Requisitos mantenimiento NFPA 70B Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la norma NFPA 70B. ▪ Conceptos de Mantenimiento eléctrico preventivo. ▪ Frecuencias de mantenimiento e Indicadores. ▪ Estudios sistémicos ▪ Tipos de mantenimiento
6	Seguridad en la operación y maniobras de equipos de potencia Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Configuración típica de un sistema eléctrico de potencia. ▪ Equipos de maniobra. ▪ Medidas de seguridad en la operación. ▪ Revisión de planos unilineales
7	Normas técnicas Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ● Decreto N° 08 y Pliegos técnicos asociados. ● Decreto N° 109 y Pliegos técnicos asociados.
8	Seguridad eléctrica para lavados de aislación (cuando aplique según si se realiza la actividad en Centrales o instalaciones) Mínimo 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> ● Requisitos de seguridad eléctrica para lavados de aisladores. ● Contaminación y perturbación en líneas eléctricas. ● Técnicas de lavado con líneas energizadas. ● Prácticas de trabajo seguro.

Nota:

- Entrenamiento sobre Peligros Eléctricos para la Persona Calificada cada 3 años. Base de norma NFPA 70E edición vigente
- Rescate y Resucitación cardiopulmonar (CPR) sobre una base anual. Este entrenamiento es proporcionado por un tercero.
- Respecto a requisitos técnicos legales será responsabilidad del propietario u operador de la respectiva instalación eléctrica entregar instrucciones claras y precisas a todas las personas respecto de la labor que se debe ejecutar y sus riesgos asociados. Además, será responsabilidad del propietario u operador de la respectiva instalación eléctrica la adecuada supervisión de todas

las labores que se ejecutan en las instalaciones. Las normas exigen que el propietario u operador de la instalación eléctrica sea el responsable de la supervisión, lo que implica que debe poseer las competencias para tal efecto. El responsable electricista de la instalación y/o actividad, debe contar con credencial y acreditación de acuerdo a lo establecido por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) en alguna de las categorías dispuesta en el D.S. 92. Éste responsable deberá ser definido por cada instalación.

- Para el caso de los trabajadores de empresas contratistas, deben acreditar haber aprobado un programa de formación similar al señalado en el punto 6.1.1. En lo que respecta a los ECF N°1 y N° 10, deberán acreditar conocimiento de éstos. El administrador del contrato es responsable informar de este requisito en el proceso de licitación y verificar su cumplimiento, a través de documentación que lo respalde

6.1.2 Validación de competencias técnicas

- Para completar el proceso de habilitación de personal calificado, cada instalación, deberá generar una pauta de evaluación de competencias técnicas, de acuerdo con rol del trabajador y lo señalado en el formulario **Anexo 1 Habilidad Personal Calificado Trabajos Eléctricos, de este documento.**

6.2 PERSONAL NO CALIFICADO

Una persona no calificada es aquella que no tiene los requisitos de la Persona calificada y que puede estar expuesta al trabajar indirectamente o visitar un ambiente con peligro de choque eléctrico y/o relámpago de arco. Todas las personas no calificadas deben encontrarse bajo la supervisión y observación directa de una persona o trabajador calificado mientras se encuentren al interior del límite de la Frontera de Aproximación Limitada o dentro de recintos eléctricos, subestaciones, salas eléctricas o similares, incluyendo visitas técnicas o trabajos no eléctricos dentro de instalaciones eléctricas. Obligatoriamente todo personal no calificado que ingrese a recintos eléctricos donde existe el riesgo de relámpago de arco, deberá usar EPP categoría 2 (8 cal/cm²). Es fundamental aclarar que lo anterior se clasifica bajo ciertas tareas, es decir, un trabajador puede estar calificado para ciertos trabajos eléctricos, mientras que para otros no lo está.

Todos los trabajadores no calificados que trabajan en COLBÚN S.A. deben completar un Entrenamiento Anual de seguridad eléctrica básico para la Persona No Calificada.

Todo personal que no cumpla con las definiciones de este programa (calificado y no calificado) y que, por motivos de sus funciones, deba ingresar a instalaciones eléctricas (por ej. visitas por caminata de seguridad gerencial, procesos de licitación, otros), deberá hacerlo en compañía de personal calificado quien deberá darle a conocer los riesgos de las instalaciones y las medidas de control. Además, deberá hacer uso de los epp que correspondan para el tipo de instalación.

Para el caso de trabajadores de empresas contratistas, que por motivo de sus funciones debe exponerse a riesgos eléctricos, deberán acreditar haber aprobado un curso de contenido similar al del personal COLBUN S.A. El administrador del contrato es responsable informar de este requisito en el proceso de licitación y verificar su cumplimiento, a través de documentación que lo respalde

Es importante mencionar que la definición de personal no calificado engloba a personas que de alguna u otra forma puede quedar expuesto a peligros eléctricos debido a la naturaleza de su trabajo, sea el trabajador perteneciente al rubro eléctrico o a otra especialidad. (IEEE 3007.3-2012)

El entrenamiento básico, deberá tener una duración como mínimo de 4 horas.

Entrenamiento mínimo para personal No Calificado:

N°	Curso	Contenido
1	Seguridad eléctrica para personal No Calificado Mínimo 4 horas	<p>Electricidad básica</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Parámetros eléctricos ▪ Ley de ohm ▪ Voltajes peligrosos <p>Riesgos eléctricos y medidas de control</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contactos directos ▪ Contactos indirectos ▪ Fallas eléctricas a nivel usuario ▪ Riesgos de incendio al manipular incorrectamente aparatos eléctricos <p>Restricciones para personal No Calificado</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Restricciones a instalaciones eléctricas ▪ Permisos de trabajo ▪ Autorizaciones y requisitos mínimos de EPP <p>Distancias de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Frontera Limitada para líneas y equipos eléctricos ▪ Interpretación de la distancia de seguridad ▪ Trabajo con maquinaria y equipos de levante cerca de instalaciones eléctricas <p>Uso de herramientas eléctricas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de herramientas ▪ Tierra de protección ▪ Inspección de herramientas <p>Requisitos de seguridad eléctrica en instalaciones de consumo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado de enchufes (tomacorrientes) ▪ Protecciones eléctricas (termomagnéticos y protecciones diferenciales) ▪ Tierra de protección ▪ Tableros eléctricos de faena

En el campus Colbún se encuentra una capacitación para el personal No Calificado.

7 PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL TRABAJO

El plan de seguridad del trabajo debe ser acorde a los siguientes requisitos:

- Ser completado por una persona calificada.
- Ser documentado, de corresponder indicar el N° de PT.
- De incluir, a lo menos, la siguiente información:
 - a) Una descripción del trabajo y las tareas individuales.
 - b) Justificación del porque no puede realizarse el trabajo desenergizado
 - c) Identificación de los peligros eléctricos asociados con cada tarea.
 - d) Una evaluación del riesgo de choque y de relámpago de arco.
 - e) Procedimientos de trabajo involucrados, precauciones especiales, y controles de fuente de energía.
- Ser difundido a todo el personal que intervenga en la actividad a realizar.

7.1 SESIÓN INFORMATIVA DEL TRABAJO

7.1.1 Reunión previa al desarrollo de la actividad.

Para actividades de Operación, Mantenimiento; Proyectos y otras que involucren trabajos con equipos eléctricos, se deberá efectuar al menos una reunión de planificación de la o las actividades donde participarán todas las áreas de la compañía, que tienen injerencia en la actividad, o personal externo que intervengan en esta.

Esta sesión de trabajo debe ser liderada por personal calificado, debe ser documentada y cubrir al menos el plan de seguridad del trabajo, y la información sobre el permiso de trabajo energizado o desenergizado, de acuerdo con lo indicado en el ECF N°10.

Esta sesión de trabajo debe ser respaldada en la plataforma del permiso de trabajo correspondiente, en el punto N° 8.

7.1.2 CAMBIOS EN EL ALCANCE

Se deben realizar reuniones informativas del trabajo y planificación, además de evaluar los riesgos adicionales que se podrían producir por los cambios durante el curso del trabajo que podrían afectar la seguridad de los empleados. El cambio de alcance debe ser validado por el responsable electricista de la instalación y/o actividad, documentado y respaldado en la plataforma del permiso de trabajo correspondiente, previo aviso al Área de Operaciones o quien lidere el trabajo energizado.

7.2 TRABAJO DESENERGIZADO

Todo trabajo eléctrico en COLBÚN S.A., se debe ejecutar en primera instancia, bajo la condición de trabajo desenergizado. Los trabajos en instalaciones eléctricas deberán ser ejecutados de manera que se evite todo peligro para las personas y no ocasionen daños a terceros, a la misma instalación o al medio ambiente.

7.3 APLICACIÓN DE LAS 5 REGLAS DE ORO

Son la maniobras u operaciones para establecer una condición de trabajo eléctricamente seguro (Las “5 reglas de oro para la seguridad eléctrica”). Estas deben ser aplicadas por el responsable de la intervención o quien este designe.

1. **Abrir los dispositivos de conexión de la fuente de energía:** Determine las posibles fuentes de suministro de energía eléctrica al equipo específico. Revise los planos actualizados, diagramas y rótulos de identificación. Siempre que sea posible, verifique visualmente que todos los contactos de los dispositivos de desconexión estén completamente abiertos o que los interruptores automáticos extraíbles se encuentren en la posición de desconexión total.

Notas:

- Antes de operar cualquier dispositivo de desconexión, se debe verificar si el dispositivo es capaz de abrir la corriente de carga.
 - Cuando la clasificación de un dispositivo de desconexión no es suficiente para interrumpir la corriente de carga, la carga debe interrumpirse por otra acción antes de abrir el dispositivo. De lo contrario, el dispositivo de desconexión podría ser destruido, iniciando una falla significativa que podría escalar a una falla de arco eléctrico dentro del equipo.
 - Incluso cuando el equipo tiene una carga nominal, la interrupción de grandes corrientes de plena carga puede reducir la vida útil del dispositivo de desconexión.
 - Considerar la posibilidad de que ocasionalmente hay múltiples fuentes, tales como condensadores utilizados para la corrección del factor de potencia o para regulación de tensión, generadores de emergencia u otras fuentes de energía.
 - Siempre se debe considerar que los dispositivos de desconexión ocasionalmente fallan y no abren todos los conductores de fase cuando se operan.
 - El trabajador debe ver los contactos de los dispositivos y observar la apertura física en cada uno de éstos. Cuando no se posible verificar físicamente se deberá observar las indicaciones de apertura de cada dispositivo .
 - En esta operación, el trabajador debe estar protegido de los peligros eléctricos con el EPP adecuado, para protección contra choque eléctrico y relámpago de arco.
2. **Instalar los elementos de bloqueo de energía (candado/etiqueta), y dispositivos de ser necesarios, de acuerdo con los procedimientos específicos definidos por COLBUN S.A. y guías de maniobras asociadas.**

Notas:

- Se deberá liberar la energía almacenada y bloquear la fuente de alimentación de estas. La energía eléctrica se puede almacenar en baterías, condensadores, bobinas u otros dispositivos similares.
 - Se deberá verificar la efectividad del bloqueo, asegurando que los equipos no puedan ser operados (vía remota, a pie de equipo, etc.)
3. **Comprobación de ausencia de energía:** Utilice un detector de tensión, con el adecuado valor nominal de tensión y una categoría de prueba acorde al lugar en que se mide, para probar cada conductor o parte del circuito, con el fin de comprobar que se encuentran desenergizados. Probar

cada conductor de fase, o parte del circuito, tanto fase a fase como fase a tierra. Antes y después de cada prueba, verificar que el detector de tensión esté operando satisfactoriamente. Para esto, se debe utilizar el verificador de tensión en un punto energizado y luego en el punto en donde se requiere verificar la ausencia de tensión, para finalmente verificar otra vez en un punto energizado y de esta manera, asegurar el correcto funcionamiento del equipo y poder asegurar la ausencia de tensión en el punto a intervenir.

Notas:

- Esta actividad se considera **trabajo energizado**, por lo tanto, implica protección completa para choque y arco eléctrico, según las características eléctricas del equipo a intervenir.
- Para sistemas de Baja tensión se recomiendan detectores de contacto (multi tester o similares para este fin).
- Para sistemas MT y AT se debe utilizar instrumentos inductivos o capacitivos (medidores a distancia).
- Los equipos de medición y seguridad deben tener su calibración vigente.

4. **Poner a tierra los conductores de fase o partes de circuitos antes de intervenir el equipo o línea:**

Cuando se advierta que los conductores o partes de circuitos que se encuentran desenergizados eventualmente puedan hacer contacto con otros conductores o partes energizadas, se deberán instalar dispositivos de conexión a tierra de acuerdo con los valores nominales de falla previsto según sea cada caso.

Notas:

- Esta actividad se considera **trabajo energizado**, por lo tanto, implica protección completa para choque y arco eléctrico.
- Si para la ejecución de trabajos en partes de instalaciones desconectadas se requiere que el personal opere apoyado en estructuras metálicas, éstas deberán conectarse a la misma puesta a tierra de las partes conductoras de la instalación intervenida.
- No se deberá volver a energizar la instalación sino después de haberse asegurado que el personal, herramientas y puestas a tierra respectivas se hayan retirado del sector de la instalación que haya sido intervenida y que no existe ningún peligro. Los momentos de desconexión y de re-energización se confirmará por comunicación directa entre las personas responsables de la operación, y del trabajo.
- Todo trabajo de mantenimiento debe considerar la instalación obligatoria de tierras provisionales, en la proximidad del equipo a intervenir.

5. **Delimitar la zona de trabajo sin tensión e identificar claramente el área energizada colindante, si existiera:** Además, se debe considerar la demarcación de equipos parecidos o similares (gemelos), con el fin de evitar una posible confusión al momento de intervenir en los equipos. Adicionalmente se debe tener presente evitar condiciones climáticas adversas, que pueden dar paso a descargas atmosféricas sobre estructuras conductoras que no se encuentren debidamente aterrizadas.

Notas:

- Hasta y durante la atención o reparación del equipo o sistema eléctrico, se debe proteger ante el peligro de falla inminente del equipo, mediante barreras duras, conos, cadenas, estructuras u otros medios la delimitación de la zona de trabajo, considerando siempre la máxima distancia que estará determinada por la Frontera de Aproximación Limitada (FAL) o la Frontera de Relámpago de Arco (FRA). Se delimitará la mayor de estas dos fronteras.

7.4 BLOQUEO Y ETIQUETADO

COLBÚN S.A. cuenta con un procedimiento denominado **PO.07 “Procedimiento de bloqueo de energías”**, el cual establece las tareas y las medidas de control necesarias para realizar los bloqueos y los etiquetados a todas las fuentes de energía que sean necesarias, asegurando así el cumplimiento del Estándar Cero Fatalidad ECF N°1, “Bloqueo de energías”.

Ambos documentos son aplicables de manera obligatoria, y no tiene excepciones, a todos los trabajos de intervención de maquinarias, equipos, instalaciones o circuitos de proceso en actividades de mantención, reparación e inspección que requieran procedimientos de bloqueo, tanto del personal de Colbún como de sus contratistas.

En aquellas instalaciones operadas por terceros deben hacerse todas las coordinaciones para realizar los respectivos procedimientos de bloqueo y etiquetado que permitan trabajar en condiciones eléctricamente seguras.

8 TRABAJO ENERGIZADO

Todo trabajo realizado mientras se está expuesto a riesgos eléctricos (choque eléctrico y/o relámpago de arco) en equipos o líneas energizadas, o que eventualmente podrían estarlo, debe ser considerado: “Trabajo Energizado” bajo las siguientes condiciones:

i) **El trabajador se encuentra dentro de las fronteras de aproximación restringida** (choque eléctrico): En este caso el personal debe estar calificado y estar provistos de los elementos de protección personal necesarios para efectuar trabajos con energía de acuerdo con el valor de la energía incidente en el punto de intervención.

ii) **Peligro de relámpago de arco**: El trabajador interactúa con equipos en los que los conductores o partes de circuitos no están expuestos, pero existe un aumento de las probabilidades de heridas provocadas por exposición a relámpago de arco.

8.1 PERMISO DE TRABAJO ELÉCTRICO ENERGIZADO (PTEE)

El Estándar de Permiso de Trabajo para instalaciones de Generación MOC-5.06, es un documento destinado a autorizar y regular las acciones y condiciones originadas por la ejecución de trabajos que afecten a las instalaciones de generación, que están bajo la responsabilidad del personal de Operación.

El Permiso de Trabajo se usará en todas circunstancias en que deban realizarse trabajos que consideren las siguientes condiciones:

- Instalación Desenergizada
- Instalación Energizada
- Próximo a Instalación Energizada
- Instalaciones en proceso de construcción donde exista el riesgo de choque y/o relámpago de arco.

Los trabajos asociados a instalaciones eléctricas energizadas deben ser ejecutados por personal eléctrico calificado, debiendo utilizar prácticas de trabajo seguro, EPP según la evaluación de riesgo eléctrico y se deberá considerar el PT como Permiso de Trabajo Eléctrico Energizado (PTEE), de acuerdo con lo indicado por el presente programa de seguridad eléctrica. Este permiso, debe estar validado y aprobado por el responsable electricista de la instalación y/o actividad, de acuerdo con la categoría señalada en el DS N° 92.

Si el circuito o equipo donde se va a trabajar no se encuentra en una condición de trabajo eléctricamente segura (Desenergizado), por existir justificaciones operativas: por razones de peligros mayores o adicionales o por ser impráctico, el trabajo que se efectuará será en o cerca de partes energizadas expuestas, además de las consideraciones señaladas en el punto anterior, será requerida una autorización a través de un **Permiso de Trabajo**, el cual debe incluir los siguientes puntos a considerar (Art 7.3.7, IEEE-3):

- Descripción del circuito y equipo a trabajar y su ubicación.
- Justificación de por qué el trabajo debe realizarse en condición energizada.
- Una descripción de las prácticas seguras de trabajo que se emplearán.
- Resultados del análisis de riesgo de choque.
- Determinación de los límites de protección contra choques.
- Resultados del análisis de riesgo de relámpago.
- Determinación de la frontera de arco eléctrico.
- El EPP necesario para realizar con seguridad la tarea asignada.
- Medios empleados para restringir el acceso de personas no calificadas del área de trabajo.
- Kit de emergencia requerido al ejecutar la actividad

- Evidencia de haber completado una sesión informativa sobre el trabajo, incluida una discusión sobre cualquier peligro específico del trabajo.
- Aprobación de Trabajo Energizado (jefe de instalación y/o proyecto)

Además de lo anterior, el estándar de permiso de trabajo para instalaciones de Generación MOC-5-06, declara que el jefe de Faena indicará en el PT claramente y en forma detallada las condiciones que requiere para intervenir un equipo. Además, el planificador de maniobras podrá, de ser necesario, adicionar otras condiciones que se requieran para la intervención segura del o los equipos.

8.2 JUSTIFICACIÓN PARA TRABAJOS ENERGIZADOS

Colbún S.A. solo permitirá trabajos energizados si se demuestra que:

- Existen peligros adicionales o aumento del riesgo al desenergizar un equipo.
- La tarea es inviable en estado desenergizado.
- En equipos que funcionen a menos de 50 V AC y 50 V DC y que la energía incidente ante una eventual falla no genera una exposición a quemadura o explosiones eléctricas debido a arcos eléctricos.
- Cuando el equipo se encuentre en operación normal, considerando que:
 - i. El equipo está instalado apropiadamente, en concordancia con las recomendaciones del fabricante y legislación nacional.
 - ii. El equipo está mantenido apropiadamente, en concordancia con las recomendaciones del fabricante y legislación nacional.
 - iii. Las puertas del equipo están cerradas y aseguradas.
 - iv. Todas las tapas del equipo están en su lugar y aseguradas.
 - v. No existe evidencia de falla inminente, vale decir que no existen evidencias tales como deformaciones, sobrecalentamiento, ruidos fuera de lo común, partes del equipo sueltas o amarradas, daño visible o deterioro.
 - vi. Deben existir planos y/o la adecuada identificación de circuitos con sus niveles de tensión.

Nota: Operaciones y maniobras se refieren a actividades de apertura o cierre de interruptores, sean estos de BT, MT y/o AT.

Nota 2: serán considerados trabajos energizados las pruebas con equipamiento de media tensión y baja tensión sobre 50 V, todas las previsiones a realizar deben ser documentadas en procedimiento específico.

Este tipo de trabajo deberá ser desarrollado por personal electricista calificado. Previo a la actividad, se deberá contar con la evaluación de relámpago de arco, la evaluación de riesgo de choque eléctrico y las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad de las personas. Se deberá considerar los siguientes puntos antes de intervenir en un sistema energizado:

- a) Se debe completar un “permiso de trabajo eléctrico energizado”. Este permiso debe incluir la justificación y aprobación del responsable de la instalación (central o proyecto) para trabajar en o cerca de conductores eléctricos o partes de circuitos mientras están energizados.
- b) Se deberá contar con un procedimiento detallado de la actividad a realizar, según lo indicado en punto 7, de este documento (Planificación de la Seguridad del Trabajo).

- c) Para todo trabajo energizado se deberá evaluar la cantidad de personas a participar en la actividad, de acuerdo al nivel de riesgo asociado y evaluado en la respectiva MIPER.
- d) Asegúrese de realizar un análisis de peligros y riesgos en el trabajo (AST).
- e) Conocer y mantener distancias seguras de aproximación a las partes energizadas expuestas.
- f) Detener el trabajo (**Aplicación de Negativa Responsable**) en caso de existir una modificación en la planificación descrita en el procedimiento o cuando exista algún riesgo a las personas no evaluado previamente, en tal caso se deberá realizar lo indicado en punto 7.1.2 Cambios en el alcance.
- g) Use EPP adecuado para la protección de peligro de relámpago y/o de choque eléctrico.
- h) Identificar equipos o sistemas eléctricos energizados mediante señales de seguridad específicas para este fin. Se delimitará el área mediante barricadas para el ingreso solo a personal calificado al área con sus respectivos EPP de choque eléctrico y de relámpago de arco.
- i) En ausencia de la evaluación de relámpago de arco y la evaluación de riesgo de choque eléctrico, en caso de que se deba intervenir un equipo energizado, se deberá recurrir a la información que indica NFPA 70E 2021, en:
 - I. la Tabla 130.4 (E) (a) o Tabla 130.4 (E) (b) del punto anexos, cuando se trate de límites de aproximación en partes energizadas (corriente alterna o corriente continua, según corresponda).
 - II. Tabla 130.7 (C) (15) (a) o 130.7 (C) (15) (b), del punto anexos, cuando se trate de seleccionar EPP para relámpago de arco y conocer fronteras de equipos energizados (corriente alterna o continua, según corresponda)

8.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGO DEL TRABAJO EN O CERCA DE PARTES ENERGIZADAS EXPUESTAS

La evaluación de riesgo incluye una revisión integral de los peligros eléctricos, las probables tareas asociadas y las medidas de protección que se requieren para mantener un nivel de riesgo tolerable, incluyendo lo siguiente:

1. Identificación de peligros y evaluación de riesgos eléctricos (choque y relámpago de arco).
2. Identificación de las tareas que se van a llevar a cabo (procedimientos).
3. Documentación de los peligros asociados con cada una de las tareas.
4. Se debe establecer potenciales errores típicos de las tareas en evaluación.
5. Estimación del riesgo para cada peligro/tarea.
6. Determinación de las medidas de protección apropiadas necesarias para reducir suficientemente el nivel de riesgo.

Para lo anterior se utilizará la herramienta de gestión de riesgos AST (Análisis de Seguridad del Trabajo). Además, las matrices de riesgos deben incorporar la gestión de riesgos eléctricos, estableciendo controles para peligros de choque eléctrico y relámpago de arco. Estas matrices deben levantarse en relación con los procesos y actividades en cada sitio de COLBÚN S.A., lo anterior de acuerdo al PA.12 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

Las inspecciones visuales constituyen parte de las tareas de evaluación de riesgos. El objetivo es verificar que los equipos y/o sistemas eléctricos cumplen con requisitos técnicos de instalaciones, es decir, con Reglamentos eléctricos vigentes.

8.3.1 Evaluación de riesgo de choque eléctrico

La evaluación de choque eléctrico se determina a partir de los Voltajes de los sistemas eléctricos que se intervienen, cuyo fin es determinar:

- a) **Estimación de probabilidad y gravedad:** La estimación de la probabilidad de que se produzcan lesiones o daños a la salud deberá tener en cuenta todo lo siguiente:
 1. El diseño del equipo eléctrico.
 2. El estado de funcionamiento del equipo eléctrico y el estado de mantenimiento.
- b) **Determinar si se requieren medidas de protección adicionales, incluido el uso de EPP:** Si se requieren medidas de protección adicionales, las mismas deben seleccionarse e implementarse de acuerdo con la jerarquía de control de riesgos declarada en el **PA.12 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos**. Cuando las medidas de protección adicionales incluyen el uso de EPP, se debe determinar lo siguiente:
 1. La tensión a la cual estará expuesto el personal.
 2. Los requisitos de frontera limitada y restringida.
 3. EPP y otros equipos requeridos por esta norma para proteger contra el peligro de choque.
- c) **Fronteras de protección contra choque:** Las fronteras de protección contra choque identificadas como fronteras de aproximación limitada y frontera de aproximación restringida deben ser aplicadas donde el personal que se aproxima está expuesto a conductores eléctricos o partes de circuitos energizados.

Además de lo anterior, los puntos a considerar al momento de realizar la evaluación de choque eléctrico son:

- (i) Determinar el nivel de tensión.
- (ii) Requisitos de la frontera de aproximación limitada: Toda persona no-calificada debe permanecer fuera de esta frontera a menos que sea escoltada por una persona calificada.
- (iii) Requisitos de la frontera de aproximación restringida: Las personas calificadas pueden trabajar hasta la frontera de aproximación restringida sin otros requerimientos de seguridad. Trabajar dentro de la frontera de aproximación restringida requiere de prácticas de seguridad adicionales, se considera Trabajo Energizado.
- (iv) Determinación del EPP aislante de acuerdo con el nivel de tensión y condiciones del equipo a intervenir.

8.3.1.1 Voltajes normalizados

Se debe establecer en primer lugar un listado de los voltajes normalizados en COLBÚN S.A., tanto en corriente alterna (CA) como corriente continua (CC). Una vez obtenido el voltaje de los equipos o instalaciones a intervenir se establecen las correspondientes Fronteras de choque eléctrico (DISTANCIAS DE SEGURIDAD).

Tabla Listado de Voltajes normalizados en COLBÚN S.A. (Voltaje fase-fase)

Voltaje	CA o CC (CD)
12	CC
24	CC
110	CA
125	CC
220	CA
380	CA
2.400	CA
6.600	CA
12.000	CA
13.200	CA
13.800	CA
23.000	CA
33.000	CA
44.000	CA
110.000	CA
220.000	CA

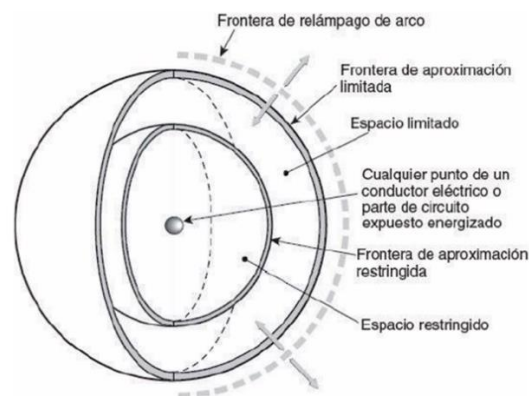
8.3.1.2 Distancias de Seguridad Operacionales. Fronteras de choque (Limitada y Restringida)

Un medio efectivo para mantener la seguridad eléctrica es procurar conservar una distancia segura de aproximación a los conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos. En la medida en que disminuye la distancia entre la persona y los conductores o partes de circuitos energizados expuestos, aumenta el potencial de accidentes eléctricos. Las fronteras de protección contra choque identificadas como fronteras de aproximación limitada (FAL) y frontera de aproximación restringida (FAR) deben ser aplicadas donde el personal que se aproxima está expuesto a conductores eléctricos o partes de circuitos energizados.

Las personas no calificadas están seguras siempre y cuando mantengan una determinada distancia de los conductores y partes de circuitos energizados expuestos, incluyendo el objeto conductor más largo que se esté manipulando (escaleras portátiles, varas, herramientas, etc.), de tal manera que ellos no puedan tener contacto o entrar en la distancia de aislamiento de aire especificada para los conductores o partes de circuitos eléctricos energizados. Esta distancia segura de aproximación es la **frontera de aproximación limitada (FAL)**. Además, las personas no deben cruzar la frontera de relámpago de arco (FRA) a menos que lleven consigo indumentaria con protección para arco eléctrico y se encuentren bajo la estricta supervisión

de una persona calificada. Esta última distancia (Frontera de Relámpago de Arco) se debe estimar mediante cálculos o métodos normalizados a partir de la energía incidente del sistema a intervenir. Las personas no calificadas pueden cruzar la frontera de aproximación limitada únicamente cuando se encuentran continuamente escoltadas por una persona calificada. En ninguna circunstancia una persona no calificada debería cruzar la frontera de aproximación restringida (FAR).

Es importante mencionar que en el Artículo 7.5 del Pliego Técnico RPTD N° 15, se declara que la distancia de seguridad para los trabajos en o en proximidad de instalaciones y/o líneas energizadas debe considerar la mayor tensión de impulso de maniobra a la cual puede estar expuesta una persona, en cualquier sistema, en el cual el medio aislante sea el aire y a la mayor tensión indicada en la tabla que se presenta a continuación, la cual se define de acuerdo con los lineamientos de NFPA 70E. Además, de que la distancia de cualquier parte del cuerpo del operador incluidas las herramientas y/o instrumentos que utilice a la instalación y/o línea deberá ser igual o mayor a los valores que se presentan a continuación.



Ejemplo de Límites de aproximación indicadas en Norma NFPA 70E

Tabla Fronteras de aproximación a partes energizadas para protección contra choque eléctrico (Voltaje AC). Base NFPA 70E.

	FAL Frontera de Aproximación Limitada (m)		FAR Frontera Aproximación Restringida [m]
Voltaje [V]	Móvil (Líneas aéreas)	Fijo (Tableros, CCM, Switchgear)	

110	3,1	1	Evitar contacto
220	3,1	1	0,3
380	3,1	1	0,3
2.400	3,1	1,5	0,7
6.600	3,1	1,5	0,7
12.000	3,1	1,5	0,7
13.200	3,1	1,5	0,7
13.800	3,1	1,5	0,7
23.000	3,1	1,8	0,8
33.000	3,1	1,8	0,8
44.000	3,1	2,5	0,8
110.000	3,3	2,5	1,2
220.000	4	4	2,1

Nota: Para los límites de aproximación a los conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos de corriente continua, verificar distancias en tabla 130.4 (E)(b) de NFPA 70E edición 2021.

8.3.1.3 EPP para choque eléctrico

El equipamiento de protección personal para choque eléctrico provee protección aislante principalmente a través de elementos diseñados con propiedades aislantes, siempre y cuando se mantengan en condiciones seguras, limpias y confiables y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En este sentido, la norma NFPA 70 E, ed 2021, menciona en su artículo 130.7 que los empleados expuestos al peligro eléctrico, cuando el riesgo asociado con ese peligro no es reducido adecuadamente mediante los requisitos de instalación eléctrica aplicables, deben ser provistos y deben utilizar, equipos de protección diseñados y elaborados para la parte específica del cuerpo que van a proteger y para el trabajo que se va a realizar.

Se debe conocer todos los elementos de seguridad esenciales para el trabajador electricista, su selección, el uso y advertencias acerca de los cuidados que se debe tomar al utilizarlos. Algunos de los elementos de seguridad son para realizar tareas, por ejemplo, los detectores de voltaje, las pértigas y las herramientas aisladas. Otros elementos son estrictamente para proteger a las personas durante el desempeño de sus labores, como, por ejemplo; guantes aislantes, cascos aislantes y zapatos para riesgo eléctrico, entre otros.

Equipo Protección Personal (EPP)	Peligros que controlan	Normativa	Recomendaciones
Casco aislante	Golpes y contacto eléctrico. Ensayo casco clase A hasta 30 kV.	NCh 461-2001 ANSI/ISEA Z89.1	Sin cubre casco, limpio sin compuestos contaminantes, correcto estado de arnés.
Calzado aislante	Exposición a choque eléctrico hasta 600 V, golpeado por y golpeado con.	NCH 2147/2 Of.93 ASTM F 2413 EN ISO 20345:2011	Considerar como protección secundaria para sistemas BT
Calzado dieléctrico	Exposición a Voltajes de paso y contacto, Sistemas MT.	ASTM F117	Considerar como protección secundaria para sistemas MT y AT. Calzado y cubrecalzado con especificación para voltajes mayores a 1 kV.
Guante aislante	Contactos eléctricos (choque eléctrico) en sistemas BT y MT.	NCh 1668-2005 ASTM D-120 IEC-EN 60903	Considerarlo como aislación primaria cuando se entra en contacto con instalaciones con tensión. Además, considerar que los guantes tienen fecha de ensayo dieléctrico cada 6 meses. Utilizar con guante de cuero protector.

8.3.1.4 Elementos de seguridad eléctrica para choque (pértigas, mantas aisladas, equipamiento general)

Elementos de seguridad eléctrica para choque	Clasificación de los elementos	Tipos de implementos	Frecuencia de mantenimiento y/o certificación	Normativa	Recomendaciones
Herramientas aisladas	<p>Para trabajos en baja tensión, hasta 1500 VDC y 1000 VAC.</p> <p>Para mayores niveles de tensión, las herramientas deben estar clasificadas para rangos mayores de tensión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alicates universales aislados. - Alicates de corte aislado. - Alicates de punta larga aislados. - Destornillador de estrella aislado. - Alicates extensibles aislados. 	<p>Inspección/Limpieza: Mensualmente o cuando se usa</p> <p>-</p> <p>Lubricación: según el fabricante</p> <p>-</p> <p>Prueba eléctrica: Trimestralmente</p>	<p>IEC 60900-2012</p> <p>ASTM F1505</p> <p>NFPA 70E-2021</p> <p>NFPA 70B-2016</p>	<p>(1) Realizar inspección visual de las herramientas.</p> <p>(2) Siempre utilizar la herramienta correspondiente al trabajo.</p> <p>(3) Evitar distracciones, para prevenir todo tipo de accidente.</p> <p>(4) Terminando el trabajo, verificar que las herramientas y/o tornillería sean retiradas de los equipos, con el fin que no tenga contacto con</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Destornillador es de punta plana aislados. - Destornillador es de punta cuadrada aislados. - Entre otros. 			<p>zonas energizadas, ya que estas podrían poner en peligro a los trabajadores y sistemas.</p> <p>(5) Guardar herramientas en sus estuches correspondientes.</p> <p>(6) No mojar las herramientas aisladas</p>
Pértigas	<p>Para baja tensión existen diversos calibres y configuraciones dependiendo si el conjunto es para barras o líneas aéreas.</p> <p>En el caso de conjuntos de puesta a tierra, comúnmente se encuentran disponibles en cables de diámetro AWG 2/0 clasificación IEC 60855 (15 ciclos) 22kA y AWG 4/0 clasificación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pértiga de Rescate. - Pértiga de Maniobra. - Pértiga Telescópica. - Pértiga Desconector a de fusibles. - Pértiga de Puesta a Tierra 	<p>Prueba dieléctrica: Como máximo cada dos años</p> <p><i>No deben utilizarse pértigas que no han sido revisadas en los últimos 6 años.</i></p>	<p>ASTM F-855 ASTM F2249 ASTM-F711 IEC 60832-1 <i>NFPA 70E-2021</i></p>	<p>(1) Al momento de armar la pértiga considerar la distancia a la que se desea realizar la maniobra, para evitar todo tipo de peligro.</p> <p>(2) El uso de la pértiga no exime del uso del equipo de protección personal.</p> <p>(3) Una vez asegurado el conjunto de puesta a tierra, bajar la pértiga para guardarla en su estuche.</p>

	<p>IEC 60855 (15 ciclos) 35kA.</p>			<p>(4) Luego de finalizar el trabajo se debe proceder a retraer la pértiga, verificar su integridad, realizar su limpieza y guardar los equipos en sus respectivas maletas.</p> <p>(5) En el caso de encontrar algún desperfecto en la pértiga, esto debe ser informado a la supervisión.</p> <p>(6) El uso de las pértigas en diversos ambientes de trabajo deben ser concordantes con las características de la herramienta.</p> <p>(7) Las pértigas y puestas a tierra DEBEN ser mantenidas en un ambiente seco libre de humedad e incluso con aplicación de calor para evitar humedad.</p> <p>También deben contar con probador de pértigas.</p>
--	--	--	--	--

<p>Detectores de voltaje</p>	<p>El detector de voltaje puede ser fijo o con graduación en escalas de 240V, 2kV, 6kV, 11kV, 22kV, 33kV, 132kV y 275 kV. Para sistemas BT, se recomiendan detectores o instrumentos de contacto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Detectores de voltaje con contacto. - Detectores de voltaje por aproximación (inductivos o capacitivos). 	<p>Inspección visual: cada vez que vaya a usarse</p> <p>Ensayos de laboratorio: Anualmente</p> <p><i>Si existen dudas de que el aparato no está en buen estado, este debe ser retirado y enviado al fabricante para su reparación o eliminación.</i></p>	<p>IEC 61243-1 IEC 61243-2 IEC 61243-3 IEC 61010-1 <i>NFPA 70E-2021</i></p>	<p>(1) Considere que, en primera instancia, todos los equipos se encuentran energizados hasta que se demuestre lo contrario.</p> <p>(2) Verificar las características del fabricante, ya que existen distintos tipos de detectores de voltaje para diversas condiciones.</p> <p>(3) Al momento de utilizar un detector de voltaje es importante utilizar los EPP considerando los equipos energizados.</p> <p>(4) Verificar que las baterías del aparato se encuentren cargadas, para un buen funcionamiento de este.</p>

<p>Banqueta Aislante</p>	<p>En función del nivel de aislamiento, las banquetas se distinguen en siete clases diferenciadas también por su color:</p> <p>Clase 0: Se puede utilizar para tensiones de hasta 1 kV en alterna y 1.5 kV en continua</p> <p>Clase 1: 7.5 kV en alterna y 11.25 kV en continua</p> <p>Clase 2: 17 kV en alterna y 25.5 kV en continua</p> <p>Clase 3: 26.5 kV en alterna y 39.75 kV en continua</p> <p>Clase 4: 36 kV en alterna y 54 kV en continua</p> <p>Clase 5: 45 kV en alterna y 67.5 kV en continua</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Banqueta clase 0 (color rojo). - Banqueta clase 1 (color blanco). - Banqueta clase 2 (color amarillo). - Banqueta clase 3 (color verde). - Banqueta clase 4 (color naranja). - Banqueta clase 5 (color azul). - Banqueta clase 6 (color negro). 	<p>Inspección visual: Anualmente</p> <p>Ensayo de Laboratorio: Anualmente</p>	<p>UNE 204001</p> <p><i>NFPA 70E-2021</i></p>	<p>(1) Seleccione y utilice el banco adecuado según el trabajo a realizar, considerando la tensión y superficie de apoyo (interior o exterior).</p> <p>(2) Realizar inspección para asegurar que el banco asiente correctamente antes de subirse y de ejecutar la maniobra.</p> <p>(3) Luego de realizar la maniobra, considere bajarse con cuidado, y luego realice una inspección / mantenimiento y regréselo a su lugar predeterminado.</p>

	Clase 6: 66 kV en alterna y 99 kV en continua				
Puesta a Tierra Temporal	<p>Para la selección del equipo de puesta a tierra temporal es fundamental considerar las siguientes características de la instalación eléctrica, con el fin de asegurar la efectividad del equipo de protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de instalación • Nivel de tensión sobre el cual se trabajará. • Corriente máxima de cortocircuito • Tipo y composición de la estructura a intervenir 	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta a tierra BT para líneas desnudas. - Puesta a tierra MT tripolar. - Puesta a tierra AT monopolar. 	<p>Inspección visual: Anualmente</p> <p>Revisión del apriete de conexiones: 1-2 años</p> <p>Prueba eléctrica: 3 años</p>	<p>NFPA 70E-2021</p> <p>ASTM F 855-04</p> <p>ASTM F2249-03</p> <p>NESC-2017</p>	<p>(1) Verifique la ausencia de tensión de los equipos a intervenir mediante un detector de tensión. Recuerde considerar todos los equipos como energizados hasta que demuestre de primera mano lo contrario.</p> <p>(2) Se recomienda la utilización de pértigas de maniobra para la elevación de las grapas de fases, y de esta manera, efectuar la conexión con las fases correspondientes.</p> <p>(3) Solamente después de haber realizado la instalación de la puesta a tierra, el electricista puede tener acceso a los conductores.</p> <p>(4) Considere, que pueden ocurrir arcos eléctricos al momento</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Distancias entre fases y fases a tierra 				<p>de la conexión o desconexión de la puesta a tierra temporal. Por ende, el uso de otros implementos de seguridad es indispensable.</p>
--	---	--	--	--	--

8.3.1.5 Requisitos de ensayos para principales equipos aislantes de uso común en COLBUN S.A.

Los requisitos de ensayos y sus correspondientes certificaciones deben considerar como mínimo los siguientes detalles en conformidad con NFPA 70E:

Equipo aislante	Cuando hacer la prueba	Norma de referencia
Mantas aislantes	Antes del primer uso; después, cada 12 meses *	ASTM D1048
Cubierta aislante	Si el estado físico del equipo es dudoso	ASTM D1049
Guantes aislantes	Antes del primer uso; después, cada 6 meses *	ASTM D 120 ASTM F496
Manguera cubre-línea	Si el estado físico del equipo es dudoso	ASTM D1049
Mangas o manguillas aislantes	Antes del primer uso; después, cada 12 meses *	ASTM D 1051

- **Nota:** no se permite poner en servicio equipos aislantes nuevos, a menos que estos hayan sido probados eléctricamente dentro de los últimos 12 meses previos. El equipo aislante que se ha emitido para el servicio ya no es nuevo y se requiere volver a probarlo de acuerdo con los intervalos de la tabla.
- Esta información debe estar disponible para ser verificada.

8.3.2 Evaluaciones de Riesgo de Relámpago de Arco

La evaluación de relámpago de arco determina los niveles de exposición de energía incidente en caso de fallas de cortocircuito en sistemas eléctricos energizados, cuyo fin es:

- a) **Determinar la probabilidad y severidad.** La estimación de la probabilidad de que ocurra una lesión o daño a la salud y la posible gravedad de la lesión o daño a la salud, deben tomar en consideración lo siguiente:
 1. El diseño del equipo eléctrico, incluido su dispositivo de protección contra sobrecorriente y su tiempo de funcionamiento.
 2. Las condiciones de funcionamiento del equipo eléctrico y sus condiciones de mantenimiento. **Nota: debe establecerse pruebas efectivas de protecciones eléctricas, documentadas para verificar que se encuentran operativas y que las fallas se despejan en los tiempos estimados en los estudios sistémicos de cortocircuito, coordinación de protecciones y arco eléctrico.**

- b) **Determinar medidas de protección adicionales.** Si se requieren medidas de protección adicionales, las mismas deben seleccionarse e implementarse de acuerdo con la jerarquía de control de riesgos declarada en el artículo 110.5 (H)(3) de la NFPA 70E, ed. 2021. Cuando las medidas de protección adicionales incluyen el uso de EPP, se debe determinar lo siguiente:
 1. Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad.
 2. Frontera de relámpago de arco.
 3. EPP que se utilizará dentro de la frontera de relámpago de arco.

Además de lo anterior, el Artículo 130.5 de la NFPA 70E, ed. 2021, establece las siguientes directrices a considerar para la evaluación del relámpago de arco:

1. **Documentar** los resultados de la evaluación de riesgo de relámpago de arco. Esta evaluación se obtiene del estudio de energía incidente (Arc Flash) de las instalaciones eléctricas evaluadas.
2. **Frontera de relámpago de arco**, debe ser igual a la distancia en la que la energía incidente equivale a $1,2 \text{ cal/cm}^2$.

Nota: en caso de no contar con el respectivo estudio de relámpago de arco, utilizar la tabla 130.5(C) NFPA 70E 2021 la probabilidad de ocurrencia de un relámpago de arco, como también los límites y clase EPP según 130.7 (C)(15)(a) o 130.7 (C)(15)(a) en caso de un equipo eléctrico no evaluado o no considerado en el estudio.

En el ECF N° 10 se establece que para celdas de switchgear, tableros de distribución y/o control, centros de control de motores asociados a instalaciones industriales, que ocasionalmente requieren ser revisados, ajustados, reparados o mantenidos mientras están energizados, deben tener un letrero o etiqueta que contenga la siguiente información en conformidad con lo declarado en el Artículo 130.5 letra C de la NFPA 70E, ed. 2021:

- i. Peligro de contacto o shock eléctrico y de arco eléctrico.
- ii. Tensión nominal del equipo/sistema (V).

- iii. Frontera de Relámpago de Arco Eléctrico (m).
- iv. Nivel de Energía Incidente de Arco Eléctrico (cal/cm²).
- v. Mínima categoría de EPP requerida para trabajos dentro de la Frontera de Relámpago de Arco Eléctrico.
- vi. Frontera de Aproximación Limitada (m) y Frontera de Aproximación Restringida (m).

8.3.2.1 Evaluación cuantitativa y cualitativa de riesgo de relámpago de arco

a) Directrices de evaluación

Fuentes de arcos eléctricos. Se debe considerar las posibles fuentes de arcos eléctricos, que incluyen:

- Partes del circuito energizadas no protegidas o aisladas
- Dispositivos de conmutación que producen arcos eléctricos en funcionamiento normal
- Piezas deslizantes que podrían fallar durante el funcionamiento (por ejemplo, interruptores con sistema de carro extraíble)
- Equipo eléctrico energizado que podría fallar (por ejemplo, equipo eléctrico con aislamiento dañado o con evidencia de arco o sobrecalentamiento)

Exposición a las llamas. El arco eléctrico puede llegar a alcanzar una temperatura cercana a 20.000 °C (35.000 °F), para lo cual la OSHA 1910.269(l)(6)(iii) dictamina que el empleador indique que los empleados que estén expuestos a llamas o arcos eléctricos usen sólo ropa que no aumente la gravedad de las lesiones que puedan llegar a darse por la exposición a tales temperaturas. Para esto, debe considerarse:

- La proximidad de los trabajadores a las llamas abiertas
- Apartar material inflamable en el área de trabajo, si existe una probabilidad razonable de que un arco eléctrico o una llama abierta puedan encender el material.

Probabilidad de que se produzca un arco eléctrico. Se debe listar a trabajadores o cargos expuestos a riesgos de arco eléctrico. Se considerará a un empleado expuesto a riesgos de arco eléctrico si existe una probabilidad razonable de que ocurra un arco eléctrico en el área de trabajo del trabajador, en otras palabras, si la probabilidad de tal evento es mayor de lo que es para el funcionamiento normal de los equipos cerrados. Los factores a considerar incluyen:

- Para las partes del circuito energizadas que no están protegidas ni aisladas, si los objetos conductores pueden acercarse demasiado o caer sobre las partes energizadas
- Para partes expuestas de circuitos energizados, si el empleado está más cerca de la parte que la distancia de aproximación mínima establecida por (Frontera Aproximación Restringida).
- Si la operación de equipos eléctricos con partes deslizantes que podrían fallar durante la operación es parte de la operación normal del equipo u ocurre durante el servicio o mantenimiento
- Para equipos eléctricos energizados, si hay evidencia de falla inminente, como evidencia de arco o sobrecalentamiento.

Por último, es importante mencionar que la peligrosidad de un arco eléctrico no se relaciona directamente con el voltaje del sistema eléctrico, pues su energía depende de la cantidad de corriente de cortocircuito

disponible y la cantidad de tiempo antes de que la falla que originó el arco sea eliminado por los elementos de protección, tales como los disyuntores o fusibles.

Ejemplos (Ref. OSHA 1910.269)

La Tabla siguiente proporciona ejemplos basados en tareas de evaluaciones de exposición.

Nº	TAREA		¿Está el trabajador expuesto a llamas o peligro de arco eléctrico?
1	Operación normal de equipos cerrados, como cerrar o abrir un interruptor.	El empleador instala y mantiene adecuadamente el equipo cerrado y no hay evidencia de falla inminente.	No
		Hay evidencia de formación de arco o sobrecalentamiento.	Sí
		Las partes del equipo están sueltas o sobrepuestas, o el equipo muestra signos de falta de mantenimiento.	Sí
2	Mantenimiento de equipos eléctricos, como colocar un disyuntor o reemplazar un interruptor		Sí
3	Inspección de equipos eléctricos con partes energizadas expuestas.	El empleado no está sosteniendo objetos conductores y permanece fuera de la distancia mínima de acercamiento (Frontera de Aproximación Restringida)	No
		El empleado sostiene un objeto conductor, como una linterna, que podría caerse o entrar en contacto con partes energizadas (independientemente de si el empleado mantiene la distancia mínima de acercamiento).	Sí
		El empleado está más cerca que la distancia de aproximación mínima establecida	Sí

8.3.2.2 Definiciones de tareas críticas y Categoría de EPP para tareas críticas (método de tablas de NFPA 70E)

Generalidades

Para definir las especificaciones de EPP y Frontera de relámpago de arco, aparte de la evaluación de energía incidente del sistema eléctrico, también se puede utilizar el criterio definido en la norma de referencia NFPA 70E Ed. 2021, junto con las evaluaciones básicas de riesgo. En este sentido, en base a una lista de tareas, se define la Categoría de EPP para relámpago de arco, junto con los requisitos referidos a la protección de choque eléctrico.

Tabla 1. Clasificación de EPP Arco resistente

CATEGORÍA DE EPP	Exposición a la energía incidente	VESTIMENTA PROTECTORA Y EPP	
		Protección para arco eléctrico	Protección para choque
1	<p>> 1,2 a 4 cal/cm²</p> <p>Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente determinada</p>	<p>ATPV >8 cal/cm²</p> <ul style="list-style-type: none"> Ropa con clasificación de arco mayor que 8 cal/cm², Camisa de manga larga y pantalones, Protector facial con clasificación de arco eléctrico Ropa de abrigo con clasificación para arco eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> Guantes aislantes de acuerdo con el nivel de voltaje con cubre-guante Casco de seguridad Gafas de seguridad Protección auditiva Calzado de cuero
2	<p>> 4 a 8 cal/cm²</p> <p>Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente determinada</p>	<p>ATPV >8 cal/cm²</p> <ul style="list-style-type: none"> Ropa con clasificación de arco mayor que 8 cal/cm², Camisa de manga larga y pantalones, Protector facial con clasificación de arco eléctrico Ropa de abrigo con clasificación para arco eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> Guantes aislantes de acuerdo con el nivel de voltaje con cubre guante Casco de seguridad Gafas de seguridad Protección auditiva Calzado de cuero

4	<p>> 8 cal/cm² y < 39 cal/cm²</p> <p>Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente determinada.</p>	<p>ATPV. >40 cal/cm²</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ropa con clasificación de arco mayor que 40 cal/cm², Traje más capucha y Jardinera con clasificación de arco eléctrico ▪ Ropa de abrigo con clasificación para arco eléctrico ▪ Ropa de primera capa de categoría 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guantes aislantes de acuerdo con el nivel de voltaje con cubreguante ▪ Casco de seguridad ▪ Gafas de seguridad ▪ Protección auditiva ▪ Calzado de cuero
5	<p>> 40 y < 75 cal/cm²</p> <p>Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente determinada.</p>	<p>ATPV > 100 cal/cm²</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ropa con clasificación de arco mayor que 100 cal/cm², Traje más capucha y Jardinera con clasificación de arco eléctrico ▪ Ropa de abrigo con clasificación para arco eléctrico ▪ Ropa de primera capa de categoría 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guantes aislantes de acuerdo al nivel de voltaje con cubre guante ▪ Casco de seguridad ▪ Gafas de seguridad ▪ Protección auditiva ▪ Calzado de cuero

Nota 1. La aplicación de esta tabla se restringe a especificaciones de distancia de trabajo mínimas, corriente de cortocircuito máxima y tiempos máximos de despeje de falla, de acuerdo a lo indicado en NFPA 70E ed. 2021, criterio de Estándar Canadiense CSA Z462:21, OSHA 1910.269 y NESC (National Electric Safety Code).

Nota 2: La norma NFPA 70E establece que deberá utilizarse el criterio de Energía incidente ó Categoría de EPP. Sin embargo, de manera de estandarizar los criterios uniformes para todas las áreas, se establece lo siguiente:

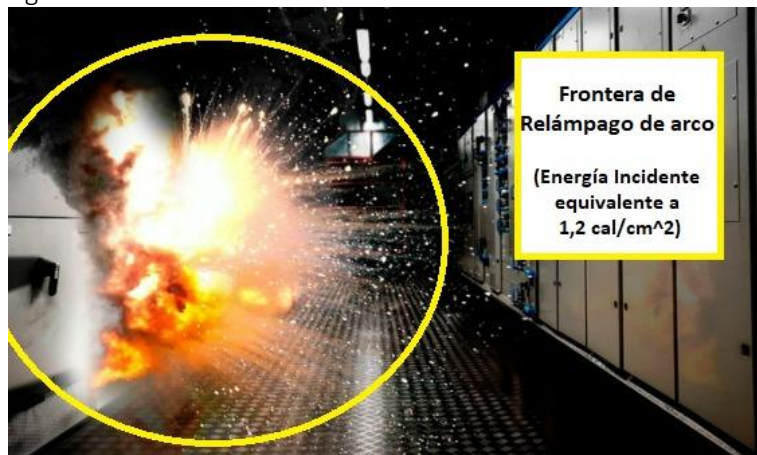
- a) **Resultados con niveles de energía menores a 4 cal/cm².** Se establece la utilización de la **Categoría de EPP 1** (EPP y visor de protección facial mayor a 8 cal/cm², sin el uso de esclavina o pasamontaña).
- b) **Resultados con niveles de energía mayores a 4 cal/cm² y menores a 8 cal/cm².** Se establece la utilización de la **Categoría de EPP 2** (EPP con ATPV mayor a 8 cal/cm², con el uso de esclavina y visor de protección facial con igual nivel de protección).

- c) **Resultados con niveles de energía mayores a 8 cal/cm² y menores a 39 cal/cm².** Se establece la utilización de la **Categoría de EPP 4** (EPP con ATPV mayor a 40 cal/cm², con el uso de capucha de protección con igual nivel de protección).
- d) **Resultados con niveles de energía mayores a 40 cal/cm².** Se establece la utilización de la **Categoría de EPP 5** (EPP con ATPV mayor a 100 cal/cm², con el uso de capucha de protección con igual nivel de protección). La categoría 5 se encuentra definida en Estándar Canadiense CSA Z462:21, y es utilizada para definir EPP mayor a 75 cal/cm².

Nota: El EPP de uso diario es un conjunto Categoría 2, como mínimo 8 cal/cm²; para actividades en instalaciones eléctricas en COLBUN S.A. La primera capa y ropa interior debe ser ropa como mínimo de algodón.

8.3.2.3 Fronteras de Relámpago de Arco

La frontera de Relámpago de Arco determina a qué distancia de partes energizadas, se debe utilizar EPP arco resistente (AR). Bajo la norma NFPA 70E, la frontera de relámpago se establece a partir de que la energía incidente sobre la piel de una persona sea de 1,2 cal/cm² (5 J/cm²) en relación con los puntos energizados del equipo, puesto que este valor causaría una quemadura de segundo grado en la piel expuesta en menos de un segundo.



Ejemplo de Frontera de Relámpago de Arco

Un incidente de falla de arco puede suceder como resultado de un evento al aire libre. Sin embargo, los eventos de fallas de arco suceden con mayor frecuencia dentro de los recintos de equipos eléctricos, y un gabinete puede concentrar un evento de arco eléctrico. Usualmente, un evento de falla de arco ocurre como resultado de algún movimiento, como cuando un interruptor de circuito de potencia es insertado o apagado, cuando se abre una puerta de equipo o se quita una cubierta exponiendo conductores energizados, cuando un conductor está suelto (no conectado a un terminal), se cae una herramienta, un animal entra en contacto con una parte del circuito energizado, se abre o cierra una desconexión, entre varias otras causas. La mayoría de las fallas de arco se inician como resultado de la interacción humana.

8.3.2.4 EPP para Relámpago de Arco

El equipamiento de protección personal para relámpago de arco eléctrico provee protección termal principalmente. Para una protección adecuada cuando existe la posibilidad de que se produzcan fallos graves, se debe considerar el siguiente equipamiento:

- Guantes de cuero o clasificados para arco.
- Gafas de seguridad con clasificación ultravioleta (UV).
- Casco no conductor.
- Protección auditiva (inserciones del canal auditivo).
- Pasamontañas con clasificación de arco.
- Protector facial con clasificación de arco y/o capucha con clasificación de arco.
- Ropa con clasificación de arco o cubierta sobre ropa inflamable que no se derrita o ropa de uso diario con clasificación de arco.
- Mayor separación del personal por herramientas y escudos de línea viva más largos.
- Prohibición de trabajar dentro de las distancias peligrosas de combustión de las partes vivas al requerir la desenergización de estas partes antes de comenzar el trabajo.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Actividad	Peligros eléctricos	Requisito NFPA 70E	Recomendaciones
Operaciones en CCM BT/Chequeo implementos de seguridad eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ● Relámpago de arco ● Choque eléctrico ● Espacios de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 120.1-120.4 ▪ 120.5 ▪ 120.6 ▪ 130.4 ▪ 130.5 ▪ 130.7 ▪ 130.8 	<ul style="list-style-type: none"> ● Requisitos de evaluación de riesgos ● Requisitos técnicos de instalaciones ● Bloqueo/etiquetado ● Condición de trabajo eléctricamente segura

Equipo Protección Personal (EPP)	Peligros que controlan	Normativa	Recomendaciones
Careta facial	Exposición a relámpago de arco en la zona de la cara, proyección de partículas y gases a alta temperatura	ASTM F 2178	Para todos los trabajos dentro de subestaciones y salas eléctricas en que se realicen maniobras en equipos energizados en baja y alta tensión.
Lentes de Seguridad	Exponerse a proyección de partículas.	ANSI Z87.1	Lentes de seguridad claros u oscuros según corresponda. También con protección lateral o lentes ópticos de seguridad.
Indumentaria resistente al arco (antiflama o ignifugo)	Exposición a relámpago de arco, quemaduras	ASTM F1506	Para todos los trabajos dentro de subestaciones y salas eléctricas en que se realicen maniobras en equipos energizados en baja y alta tensión.

8.4 ERROR HUMANO

El procedimiento de evaluación de riesgo abordará el potencial de error humano y sus consecuencias negativas en las personas, procesos, el entorno de trabajo y el equipo, en relación con los riesgos eléctricos en lugares de trabajo.

Nota: El potencial de error humano varía con factores tales como tareas y el ambiente de trabajo. Ver anexo informativo Q de norma NFPA 70E-2021.

8.5 JERARQUÍA DE LOS MÉTODOS DE CONTROL DE RIESGO

El procedimiento de evaluación de riesgos debe requerir que los métodos de control preventivo y de protección contra el riesgo sean implementados de acuerdo con lo indicado en procedimiento PA-12 Procedimiento de identificación de peligros y evaluación de riesgos:

- 1) Eliminación
- 2) Sustitución
- 3) Controles de Ingeniería
- 4) Controles administrativos
- 5) EPP

8.6 SEÑALES DE SEGURIDAD

Donde sea necesario advertir a los empleados sobre riesgos eléctricos que puedan ponerlos en peligro, se deben utilizar señales de seguridad, símbolos de seguridad o etiquetas de prevención de accidentes. En este sentido, el Artículo 5 del pliego técnico RPTD N° 09 declara que tales señales se clasifican en informativas, de advertencia y de obligación y prohibición, las cuales, según su tipo y significado, deberán aplicar las formas geométricas y los colores establecidos en las normas Nch 1411/1.Of 78, Parte 1, Nch 1411/2.Of 78, Parte 2, Nch 1411/3.Of 78, Parte 3, Nch 1411/4.Of 78, Parte 4, Nch 1410.Of 78, o ISO 3864-1, 2, 3 y 4, además de llevar pictogramas en su interior. Sumado a lo anterior, las señales pueden obedecer su vez, a normativa internacional (ejemplo: norma ANSI Z535¹, Señales y etiquetas de seguridad de los productos). Las señales de seguridad se deben disponer en tableros eléctricos, acceso a salas eléctricas, subestaciones de poder y cualquier instalación que represente peligros eléctricos. La señalética deberá estar en idioma español.





Sumado a lo anterior, COLBÚN S.A. establece los siguientes principios a considerar en la instalación de las señales de seguridad:





- Se colocarán señales o símbolos de seguridad, cinta demarcadora de zonas de riesgo o rótulos de prevención de accidentes donde sea necesario para advertir a los empleados de los posibles riesgos a los que están expuestos.

¹ANSI Z535 es un estándar estadounidense que establece un sistema para presentar información de seguridad y prevención de accidentes. Corresponde a la norma internacional ISO 3864.

- Se deberán usar barreras en conjunto con señales de seguridad donde sea necesario, a fin de prevenir o restringir el acceso a zonas de trabajo en las que los empleados pudiesen estar expuestos a conductores o componentes de circuitos energizados sin aislamiento.
- Se deben considerar señales específicas claramente identificables con tamaño y colores de manera tal de advertir los siguientes casos:
 - Equipos parecidos, similares o gemelos,
 - Tensión de retorno,
 - Alimentación de equipos por el lado carga,
 - Doble alimentador en un punto,
 - Otras consideraciones específicas.
- No deberán usarse barreras que **contengan alguna parte metálica** que pudiera causar algún incidente eléctrico.
- Cuando existan trabajos, y en el caso que las señales y barreras no fueran suficientes desde el punto de vista de advertencia y protección, se deberá establecer un Observador de Seguridad para advertir y proteger al personal que circunstancialmente pudiera transitar por el lugar.

A continuación, se indican señales, símbolos y su significado.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGOS ELÉCTRICOS O PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE		
RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS		

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	SEÑAL DE SEGURIDAD
ATENCIÓN RIESGOS ELÉCTRICOS O PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE		
SUSTANCIAS O MATERIAS TÓXICAS O PELIGRO A MUERTE		

8.7 EJEMPLOS DE TRABAJOS ENERGIZADOS

<i>Listado de trabajos realizados en condición energizado</i>	
1.	Se considera trabajo energizado todo tipo de maniobras en BT, MT y AT, que implique cambiar el estado de los circuitos: ENERGIZADO-DEENERGIZADO.
2.	Todo trabajo cerca de conductores o circuitos energizados expuestos, dentro de la Frontera de Aproximación Restringida (FAR).
3.	Operación normal de interruptores de circuitos, interruptores, contactores, o arrancadores (equipo instalado y mantenido apropiadamente).
4.	Trabajo en conductores y partes de circuitos eléctricos energizados, incluyendo pruebas de ausencia de tensión o voltaje.
5.	Trabajo en conductores y partes de circuitos eléctricos energizados, incluyendo la instalación de instrumentos para medición de variables eléctricas (ejemplo: calidad de energía, descargas parciales, medición de voltaje y corriente).
6.	Retiro o instalación de interruptores de circuitos
7.	Retiro o instalación de cubiertas para equipos tales como canalizaciones de cables, cajas de empalme, y bandejas porta cables que no exponen conductores o partes de circuitos eléctricos energizados desnudos.

8.	Retiro de tapas atornilladas (para exponer conductores y partes de circuitos eléctricos energizados desnudos). Para sistemas C.C. (corriente continua), esto incluye tapas atornilladas, tales como cubiertas de terminales de baterías.
9.	Apertura de puerta(s) o cubierta(s) con bisagras (para exponer conductores y partes de circuitos eléctricos energizados desnudos).
10.	Aplicación de los equipos de protección de puesta a tierra temporal, luego de la prueba de ausencia de tensión.

8.8 EJEMPLO DE APLICACIÓN-TRABAJOS ENERGIZADOS

Actividad	Peligros eléctricos		Recomendaciones
Operación y maniobras en CCM 400 V	<ul style="list-style-type: none"> ● Relámpago de arco ● Choque eléctrico ● Manipulación de cargas ● Otros inherentes al proceso 		<ul style="list-style-type: none"> ● Requisitos de evaluación de riesgos ● Requisitos de EPP para choque y relámpago de arco ● Fronteras de aproximación (distancias de seguridad) ● Trabajo energizado ● Referencia de seguridad eléctrica ACHS ● Requisitos NFPA 70E ● Requisitos Pliegos Técnicos Normativos SEC
Requisitos de seguridad eléctrica operacional y de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> ● Relámpago de arco ● Choque eléctrico ● Espacios de trabajo ● Incendios 		<ul style="list-style-type: none"> ● Requisitos de espacios de trabajo ● Requisitos de Protección contra incendio ● Programa Bloqueo de energías peligrosas LOTO. ● Trabajo de Operación y Maniobras ● Referencia de seguridad eléctrica ACHS ● Requisitos NFPA 70E ● Requisitos Pliegos Técnicos Normativos SEC ●

9 REQUISITOS GENERALES DE SEGURIDAD ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE COLBUN

9.1 REQUISITOS ASOCIADO AL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES (ECF-10 TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS)

Se deberá realizar la sesión informativa del trabajo según lo indicado en el punto 7.1.

El desarrollo de las actividades (Diseño, Puesta en Servicio, Operación, Mantenimiento y Desmantelamiento), deberán cumplir con la normativa legal aplicable y considerar los siguientes requisitos:

- Toda instalación de energía eléctrica nueva, ampliación o remodelación debe ser verificada mediante inspección, probada y ensayada antes de su puesta en servicio o energización.
- Se deben tomar todas las precauciones para evitar que el proceso de verificación, en particular el de prueba y ensayo, constituya algún peligro para las personas y provoque daños a los bienes y equipos o cosas, incluso si la instalación eléctrica en revisión presentara defectos.
- Todas las verificaciones deberán ser realizadas por un instalador eléctrico autorizado por la SEC, de la clase correspondiente al tipo de instalación.
- La inspección inicial deberá preceder a las pruebas y ensayos y se efectuará antes de alimentar eléctricamente la instalación. Dicha inspección debe incluir, a lo menos la comprobación de las siguientes condiciones:
 - La existencia de medidas de protección contra las descargas o choques eléctricos, incluyendo la verificación de las distancias de seguridad, por ejemplo, en lo que concierne a la protección por barreras o envoltentes, por obstáculo o por alejamiento.
 - La presencia y correcta elección, instalación y regulación de todos los dispositivos de protección y control.
 - La presencia de esquemas tales como, rotulado de tableros, diagrama unilineal, señalética de emergencia si corresponde, carteles de aviso e informaciones análogas acordes a las condiciones ambientales donde se encuentren.
 - La adecuada accesibilidad para la cómoda operación y mantenimiento de la instalación y la verificación de las distancias de seguridad de la instalación.

Deberán efectuarse las pruebas y ensayos, según se establece en las normas referidas en los pliegos técnicos normativos de los DS-109 y DS-08.

En toda instalación se deberá contar con elementos de seguridad, rescate y primeros auxilios para la atención de una emergencia de origen eléctrico. Los elementos mínimos para considerar son los siguientes:

- 1 alfombra aislante
- 1 banqueta aislante
- 1 botiquín de primeros auxilios que incluya elementos tales como: apósitos estériles, esparadrapo, boquilla de reanimación boca a boca con caja de plástico (RCP), guantes de nitrilo o látex, suero fisiológico, pomada o spray para quemaduras, solución antiséptica y termómetro.
- 1 camilla.

- 1 conjunto de puesta a tierra con la respectiva certificación nacional.
- 1 cubre calzado con su respectiva certificación nacional.
- 1 detector de tensión óptico y acústico acorde a los niveles de voltaje presentes en las instalaciones.
- EPP Arc Flash, tal como: Careta Arc Flash y Esclavina, cuya categoría depende de los niveles de energía incidente de los equipos eléctricos presentes en la instalación.
- 1 gancho de salvamento con cabeza universal.
- 1 inmovilizador de cuello.
- 1 linterna frontal para colocar en el casco dieléctrico.
- 1 manta ignífuga y un kit de pinzas para la sujeción de estas.
- 1 manta térmica de choque de accidente.
- 1 par de guantes dieléctricos cuya clase sea acorde a los niveles de tensión presentes en las instalaciones.
- 1 pértiga certificada según norma aplicable tales como ASTM 855, ASTM F2249, ASTM-F711, NFPA 70E en su última versión.
- 1 pipeta de respiración.
- 1 probador de guantes portátiles que incluya una funda de protección.
- Desfibrilador Externo Automático (DEA). Este deberá estar en terreno, cada vez que se realicen trabajos donde exista riesgo de choque eléctrico y/o relámpago de arco. Esto debe ser evaluado en la respectiva MIPER de la tarea a realizar.

En actividades que se realicen en lugares donde no se cuente con gabinetes fijos, se deberá contar con maletas portátiles con elementos de rescate eléctrico.

Se deberá contar con personal entrenado en rescate y Primeros Auxilios para el uso de estos equipos.

9.2 MANTENIMIENTO

Según el artículo 205 de la NFPA 70E-2021 se deben considerar los siguientes requisitos al momento de realizar el mantenimiento de los equipos eléctricos:

- Se deberá realizar el mantenimiento a los distintos sistemas de acuerdo con lo establecido en los manuales del fabricante y/o en procedimientos internos de Colbún, con el fin de minimizar el riesgo al personal y la infraestructura.
- Los trabajadores de Colbún y contratistas encargados de realizar los mantenimientos a los equipos eléctricos, deben ser personas designadas como calificadas y además, estar entrenados y familiarizados con los procedimientos a realizar.
- El jefe de instalación de Colbún, o quien este designe, es responsable del mantenimiento de los equipos eléctricos y de la documentación.
- Cada instalación de Colbún debe disponer de un Diagrama unifilar actualizado donde se proporcione información del sistema eléctrico.
- Cada instalación de Colbún debe asegurar:
 - i. El espacio alrededor de los equipos eléctrico según normativa
 - ii. Acceso despejado al espacio de trabajo y vías de escape

- iii. Identificación de componentes eléctricos
 - iv. Señales de prevención.
 - v. Identificación de circuitos.
- Cada instalación de Colbun debe dar cumplimiento al mantenimiento de los siguientes equipos:
- i. Dispositivos de protección contra sobrecorriente.
 - ii. Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.
 - iii. Protección de conductores y partes de circuitos energizados.
 - iv. Equipos de seguridad como dispositivos de enclavamiento y bloqueo
 - v. Conductores y cables
 - vi. Cordones y cables flexibles
 - vii. Líneas aéreas

Nota: El mantenimiento, las pruebas e inspecciones deben ser documentadas.

9.3 ILUMINACIÓN

Colbún S.A. deberá proveer iluminación adecuada en las áreas de trabajo. Además, de proporcionar una iluminación a prueba de explosiones en lugares en donde exista el riesgo, tales como: salas de baterías; lugares con líquidos inflamables, vapores explosivos, lugares de manipulación y/o almacenamiento de combustibles; salas de pintura, etc.

Dado lo anterior, los trabajadores no deben ingresar a espacios en donde existan peligros eléctricos a menos que se proporcione con una adecuada iluminación para poder realizar los trabajos.

Es importante mencionar que la iluminación portátil que es utilizada en lugares expuestos a caídas de agua debe operar con un voltaje menor a 50 V con el fin de minimizar los riesgos a la integridad de las personas circundantes a dicha iluminación y, además, reducir los riesgos a las diversas instalaciones aledañas. Otro requisito complementario es utilizar equipos de doble aislación o componentes con baterías portátiles.

9.4 TABLEROS ELÉCTRICOS

Un tablero eléctrico es uno de los componentes principales de una instalación eléctrica, puesto que en este se protegen, supervisan y controlan, los distintos circuitos que conforman los sistemas eléctricos, mediante el uso de fusibles, disyuntor diferencial, interruptores termomagnéticos, relés, entre otros.

Es importante mencionar que los tableros eléctricos deben seguir ciertas normas para su correcto funcionamiento y uso. De esta manera, es indispensable que todos los tableros, deben llevar un estampado visible y legible que indique la marca de fabricación, el nombre del tablero, la tensión de servicio, corriente nominal y número de fases.

Es indispensable que todo tablero eléctrico posea una conexión a tierra que sea permanente, continua, efectiva, local y visible. Ahora bien, las tapas de material no conductor poseen los tableros deben conectarse a tierra, debido a que, en caso de una posible energización de este elemento, el personal puede

quedar expuesto a un choque eléctrico por contactos indirectos. En esto último, solamente se exceptúan aquellas tapas que no son conductoras dado su material de construcción.

Además, es importante mencionar que aquellos interruptores que puedan ser operados por personal no calificado y autorizado por Colbún, deben contar con algún elemento que permita su accionar desde afuera del tablero eléctrico con la puerta cerrada, con el fin de evitar la exposición a un posible arco eléctrico que se origine al interior del equipo.

Cabe destacar que sólo personal calificado y autorizado por Colbún S.A., el cual disponga del correspondiente EPP, puede tener acceso a su interior, en caso contrario la persona no puede tener contacto con el tablero eléctrico puesto que se pondría en riesgo.

Por último, es indispensable que los tableros eléctricos reciban la correcta mantención de sus sistemas, ya que en caso contrario se podrían generar fallas en estos. Ahora bien, al momento de realizar las mantenciones, todos los circuitos deben estar aislados y bloqueados, si esto no llegara a pasar el personal calificado deberá realizar una correcta planificación del trabajo, con la ayuda de una matriz de riesgo, procedimientos específicos y equipo de protección arco resistente según el nivel de energía incidente.

Todos los tableros eléctricos deberán estar señalizados, indicando el riesgo de choque eléctrico y/o relámpago de arco (de corresponder).

9.5 ESPACIOS DE TRABAJO

Alrededor de los equipos eléctricos se debe establecer, mantener e indicar una delimitación visible que garantice un espacio de trabajo alrededor de dichos equipos para su operación y mantenimiento. Dicho espacio de trabajo debe ser mantenido de tal forma de no obstaculizar el acceso a este, como por ejemplo colocando instrumentos dentro de él ajenos a la operación a realizar. Además de lo anterior, el espacio de trabajo debe ser capaz de garantizar una apertura de 90° de las puertas de los equipos eléctricos.

Es importante mencionar que, para el caso de las salas eléctricas, éstas además deben tener un piso antideslizante y una iluminación correspondiente, lo anterior en conformidad con el Pliego Técnico Normativo RIC N°08.

9.6 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE BATERÍAS.

Los sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS) están normados por el RGR 6 (2021), el cual establece que estos sistemas deberán instalarse siguiendo las instrucciones de instalación, la información sobre los peligros indicados en las fichas de datos de seguridad y la puesta en marcha y mantenimiento indicados por el fabricante con el fin de no afectar de forma adversa a los componentes del sistema de almacenamiento:

[RGR N 06-2021 V09-2021: Superintendencia de Electricidad y Combustibles \(sec.ci\)](#)

Además, de que para el diseño e instalación de un BESS se deberá tener en consideración los siguientes factores:

- a) Tensión nominal del sistema de baterías.
- b) Clasificación y configuración de los Equipos de Conversión de Energía (PCE).
- c) Conexiones de puesta a tierra del sistema de baterías y PCE.
- d) Corriente de cortocircuito/corriente de falla prospectiva de la batería.
- e) Capacidad del sistema de baterías.
- f) Química del sistema de baterías.
- g) Disponibilidad de acceso al sistema de baterías.
- h) Requerimientos de la instalación que será alimentada total o parcialmente por el BESS.
- i) Rango de temperaturas ambiente de la ubicación del Sistema de Baterías (BS).

10 REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA EN INSTALACIONES

10.1 TRABAJOS EN TENSIÓN

Por trabajo energizado, se entiende todo tipo de trabajo durante el cual una persona toca con partes de su cuerpo o con herramientas, componentes de un sistema eléctrico que se encuentran con energía (o potencialmente energizado), o se aproxima a componentes que se encuentran energizados (dentro de la Mínima Distancia de Aproximación - MDA).

Nota: en NFPA 70E esta distancia es la Frontera de Aproximación Restringida

Todo trabajo energizado en sistemas de media y alta tensión deberá realizarse en conformidad con La guía IEEE 516 “Guía para Métodos de Mantenimiento en Líneas Eléctricas Energizadas”.

En la frontera de aproximación prohibida sólo se podrá realizar trabajos por personal calificado y provisto de equipo y elementos de protección personal necesarios para efectuar trabajos con energía viva en conformidad a las disposiciones del Pliego RPTD N°17 (SGIIE), en algunos de los tres métodos existentes: a potencial, a contacto (aislado) o a distancia (mediante el uso de pértigas).

La zona de espacio prohibido, que en determinadas normas es denominada “zona de trabajo en tensión” o MAD, es aquella que se encuentra alrededor de un conductor energizado y en la que la protección contra un choque eléctrico sólo puede ser garantizada tomando medidas adicionales de seguridad, por ejemplo, uso de EPP y equipamiento aislante. Algunos ejemplos de trabajos energizados son:

- Trabajos energizados en líneas aéreas con todos sus métodos de trabajo (utilizando herramientas y pértigas aislantes -trabajo a distancia-, empleo de guantes aislantes o de goma -trabajo en contacto-, trabajo a potencial, lavado de equipos con líneas energizadas).
- Trabajos de corte y reposición de cables en baja tensión.
- Pruebas de diagnóstico y verificación en instalaciones y equipos energizados.
- Conexión de nuevas instalaciones a otras ya existentes con energía.
- Pruebas eléctricas (localización de fallas, diagnóstico, líneas de producción, verificación, etc.)
- Pruebas de comisionamiento (puesta en servicio).

Lavado de aislación

Todo trabajo de lavado de aislación sobre sistemas eléctricos energizados deberá efectuarse con procedimientos basados en la norma IEEE 957 (Guide for Cleaning Insulators). Los aspectos mínimos para considerar son:

- Tipos de contaminación de aisladores
- Frecuencia de limpieza
- Técnicas de lavado
- Lavado de aisladores con agua
- Características del agua de lavado

- Resistividad del agua
- Corrientes de fuga
- Equipotencialidad de los equipos de lavado

Nota: todo trabajo en líneas energizadas en media y alta tensión, la empresa y los trabajadores que participen de éstos, deberán acreditar experiencia en trabajos similares de a lo menos 10 años. El administrador del contrato es responsable informar de este requisito en el proceso de licitación y verificar su cumplimiento, a través de documentación que lo respalde.

11 EMERGENCIAS DE ORIGEN ELÉCTRICO

11.1 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ELÉCTRICOS

Toda instalación eléctrica de Colbún S.A. debe estar provista de señalética y facilidades para efectuar la evacuación del personal que se encuentre en la instalación al momento de una emergencia. Para ello deben contar con puertas de acceso, siempre despejadas y las mismas deben abrirse en todo momento desde el interior con facilidad, privilegiando el uso de cerraduras antipánico y abrirse desde el exterior con una llave maestra o sistema de tarjeta electrónica. Todo personal electricista calificado deberá tener una copia de esta llave. Las puertas de acceso, rejas o portones deben estar permanentemente cerradas con llave. Se debe contar con equipos de extinción, tanto portátiles (extintores) o de extinción automática con elementos específicos para instalaciones eléctricas.

Las subestaciones, sala de tableros, salas de control o salas eléctricas, deben estar libres de materiales o de cajas de embalaje o de cualquier material combustible, salvo que estos se fueran a emplear en forma inmediata.

Para nuevos proyectos, todas las instalaciones eléctricas deben contar con un sistema de detección y extinción de incendios. Los Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendios, deberán cumplir con los requerimientos del código NFPA 72 (Punto 6.4, RPTD N° 8). En los lugares con presencia permanente de personas se usarán sistemas que no afecten a estas o será inhibida su operación hasta que estas se hayan retirado.

Las centrales y subestaciones deberán contar con cercos, rejas, tabiques o muros, perimetrales y/o por áreas, para evitar la entrada de personas no autorizadas o la intromisión de estas personas en el equipo. Los accesos que no queden a la vista del personal autorizado deberán mantenerse cerrados con llave. Se colocarán avisos visibles prohibiendo la entrada de personal no autorizado.

No se podrá instalar transformadores con aceite en salas eléctricas debido a que cuando pierden su aislamiento, pueden explotar y provocar grandes incendios, en su reemplazo se debe usar transformadores refrigerados como líquido aislante silicona y/o aceites vegetales o transformadores secos.

En recintos cerrados se deben instalar transformadores tipo seco. Sin embargo, en caso contrario deberán evaluarse medidas como la separación de áreas adyacentes por barreras de incendio con resistencia al fuego como mínimo 3 hrs (F180). Cuando un transformador está instalado a menos de la distancia mínima, el edificio deberá estar construido con paredes resistentes al fuego.

Los principales requisitos de protección contra incendios de RPTD 8 "PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS" son:

Requisito 5.1. Para nuevas subestaciones, los transformadores de poder de capacidad mayor de 10 MVA, deberán estar a no menos de 6 m de cualquier edificación y de 9 m de otro transformador del mismo tipo.

Requisito 5.2. Para el caso que no se cumpla con las distancias señaladas en 5.1, se deberá construir un muro cortafuego con resistencia al fuego de al menos 2 horas (F120), siendo el diseño del muro validado por un estudio de carga combustible.

Requisito 5.3. La altura del muro cortafuego deberá ser de al menos 0,30 m por encima de la altura del depósito de aceite lleno del transformador y su conservador de aceite (si es aplicable). El muro deberá extenderse por lo menos 0,6 m horizontalmente más allá de la línea de visión entre todos los puntos de transformadores adyacentes o de acuerdo con lo señalado por la norma NFPA 850 "Recommended practice for fire protection for electric generating plants and high voltage direct current converter stations".

11.2 RESCATE EN ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Para la atención de una emergencia de origen eléctrico, se deberá cumplir, a lo menos, con lo siguiente:

- Mantener en condición y disponibles los elementos de seguridad para rescate y primeros auxilios en el lugar de trabajo (fijos o portátiles).
- El personal entrenado deberá liberar a las víctimas del contacto con conductores eléctricos expuestos o partes de circuitos energizados y entregar primeros auxilios, respuesta de emergencias y reanimación.

Todo lo anterior en concordancia con los respectivos planes de emergencias de la instalación.

11.3 METODOLOGÍA E INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES ELÉCTRICOS

Los diversos incidentes eléctricos (accidentes, casi-pérdidas, incendios de origen eléctrico), deben ser investigados según el procedimiento PRO168 Registro e Investigación Incidentes. No deben limitarse a situaciones en las que un trabajador se lesiona y requiere atención médica. Se debe motivar a los trabajadores a informar cualquier posible situación que puede derivar en una lesión.

La investigación debe realizarse con el objetivo de:

- Prevenir los accidentes futuros eliminando las causas de los accidentes.
- Reunir evidencia durante la investigación que podría ser requerida en aspectos legales.

12 AUDITORÍAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA Y MEJORA CONTINUA

- a) **Programa de seguridad eléctrica.** El programa de seguridad eléctrica debe ser auditado para verificar que los principios y procedimientos del programa de seguridad eléctrica cumplan con lo establecido por el presente estándar. Las auditorías deben realizarse en intervalos que no excedan de 3 años.
- b) **Trabajo de campo (actividades en terreno).** El trabajo de campo debe ser auditado para verificar que se estén siguiendo los requisitos contenidos en los procedimientos del programa de seguridad eléctrica. Cuando la auditoría determina que no se están siguiendo los principios y procedimientos del programa de seguridad eléctrica, deben realizarse las modificaciones adecuadas al programa de entrenamiento o procedimientos. Las auditorías deben realizarse en intervalos que no excedan de 1 año.
- c) **Procedimiento de bloqueo/etiquetado.** El procedimiento de bloqueo de energías peligrosas debe auditarse con una frecuencia anual como mínimo. Esta auditoría estará a cargo de una persona calificada y debe cubrir como mínimo un bloqueo/etiqueta en progreso y los detalles del procedimiento. La auditoría debe diseñarse para corregir deficiencias en el procedimiento de bloqueo/etiquetado eléctrico establecido o en el entrenamiento del trabajador.
- d) **Documentación.** Las auditorías deben documentarse y establecerse un equipo interno o externo de auditores, con competencias en SSO y sistemas eléctricos de potencia.

Anexo 1

REGISTRO HABILITACIÓN PERSONAL CALIFICADO COLBÚN

	REGISTRO HABILITACIÓN PERSONAL CALIFICADO COLBÚN
Versión 1 y fecha: 30/04/2024	Página 1 de 2

Habilitación Personal Calificado Trabajos Eléctricos

Fecha de autorización: ____/____/____	Válida hasta ____/____/____
--	--------------------------------

Sr./Sra. |
Cargo:

Requerimientos Capacitación	ECF – Estándares Cero Fatalidad			Plan Seguridad			
	N° 01 Bloqueo de Energías	N° 05 Equipos y herramientas portátiles	N° 10 Instalaciones eléctricas	Primeros auxilios y uso DEA.	Plan de Emergencia	Manejo y uso de extintores.	Riesgos eléctricos - NFPA 70E
Fecha Vencimiento Entrenamiento:							

Requerimientos Técnicos	Evaluación Competencias Cargo				Evaluación Desempeño Práctico		
	Norma NFPA 70B	Mantenimientos Predictivos	Técnica General	Protecciones y Fallas	Específicas de la Central	Seguridad	Técnica
Resultado Evaluación							

Esta autorización es válida mientras estos ítems no hayan sido modificados o hasta el tiempo que COLBUN S.A. tenga definido realizar el ~~re-entrenamiento~~, de acuerdo a lo establecido en el Programa de Seguridad Eléctrica. Una desviación a los Estándares de Cero Fatalidad, un desempeño practico no aceptable o una capacitación vencida o no aprobada, si corresponde, deja sin validez la presente habilitación.

Al realizar cualquier trabajo usted es responsable de realizar una adecuada planificación de la actividad, que considera el análisis seguro de trabajo, no debiendo llevar a cabo ninguna actividad para la cual no esté autorizado o no se sienta totalmente seguro.

Esta habilitación no considera la intervención en equipos o sistemas implementados posterior a la fecha de autorización.

Firma Personal Calificado	Firma Supervisor Eléctrico y I&C	Firma Supervisor MASSO	Firma Jefe Instalación
------------------------------	-------------------------------------	---------------------------	---------------------------