



ESTÁNDAR DE CERO FATALIDAD – ECFN°10 TRABAJO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

5ta Versión – Julio 2023

OBJETIVO

El objetivo del presente estándar es establecer los requisitos para desarrollar trabajos en instalaciones y/o equipamiento donde haya presencia de energía eléctrica o próximo a una instalación energizada, además de indicar los contenidos mínimos que deben considerar los procedimientos de Colbún y de las Empresas Colaboradoras.

Es aplicable a los trabajos de intervención en equipos, instalaciones, recintos o lugares donde exista presencia de energía eléctrica que constituyan peligro para el personal por su contacto o proximidad a ella que pudiera generar lesiones graves o fatales a las personas.

Se consideran como trabajos en instalaciones eléctricas, aquellos que se realicen en equipos que generen, transmitan, distribuyan o almacenen energía eléctrica, tales como generadores, transformadores, interruptores, líneas de transmisión, condensadores, bancos de baterías, cables, celdas o tableros, circuitos de control y protecciones, en resumen, cualquier dispositivo por donde circule energía eléctrica.

Este estándar no es aplicable a los trabajos en equipos o sistemas eléctricos energizados donde se aplica el Método a Potencial.

LINEAMIENTOS

1. REQUISITOS ASOCIADOS A LAS PERSONAS

El personal que desarrolle trabajos donde sea aplicable el presente estándar, deberá estar calificado y cumplir con lo siguiente:

- a. Cumplir con las normativas y exigencias mínimas de los pliegos técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).
- b. Debe estar capacitado y debe conocer la configuración y/o el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos a intervenir, el método de trabajo a utilizar y debe estar capacitado para reconocer y controlar los peligros eléctricos relacionados.
- c. Las actividades en instalaciones eléctricas deberán ser supervisadas por un instalador eléctrico autorizado por la Superintendencia, de acuerdo con la clase y categoría de la instalación para la cual brinden servicios
- d. Para el caso del personal que intervenga instalaciones energizadas con tensiones superiores a 1kV, deberá contar con el debido conocimiento teórico y experiencia demostrable en técnicas de alta tensión.
- e. En toda actividad que involucre trabajos, donde exista el riesgo de choque o arco eléctrico, deberán existir personal capacitado en Primeros auxilios y rescate.

2. REQUISITOS ASOCIADOS A LOS EQUIPOS E INSTALACIONES

Los requisitos asociados a los equipos e instalaciones, donde se desarrollen trabajos donde sea aplicable el presente estándar, deben cumplir con lo siguiente:

- a. Los requisitos que establece la SEC para las instalaciones, su operación y mantenimiento, en los respectivos pliegos técnicos y decretos.
- b. Disponer de elementos para delimitar, señalizar y restringir el área de trabajo y el acceso a los equipos intervenidos. La señalización debe estar a lo menos en español.
- c. Los equipos eléctricos, tales como celdas de switchgear, tableros de distribución y/o control, centros de control de motores u otros asociados a instalaciones industriales, sobre 50 V para corriente alterna y 50 V para corriente continua, deben tener a la vista un letrero o etiqueta legible, elaborada en base al correspondiente estudio de energía incidente de arco eléctrico, que contenga la siguiente información (NFPA 70E artículo 130 letra C):
 - 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⁽¹⁾ (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⁽²⁾ (m) y Frontera de Aproximación Restringida⁽³⁾ (m).
- d. En ausencia de esta información, 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 1 (130.4 (E) (a)) o Tabla 2 (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 3 (130.7 (C) (15) (a)) o Tabla 4 (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).
- e. Disponer de planos o esquemas actualizados de los sistemas eléctricos y manuales de los equipos disponibles, para el personal que efectuará las intervenciones.
- f. Todo elemento utilizado para verificar magnitudes de operación del equipamiento (eléctricas, sonido, térmicas u otras) deberá encontrarse en óptimas condiciones y con certificación vigente.
- g. Toda herramienta utilizada deberá encontrarse en óptimas condiciones y ser la adecuada para el trabajo.
- h. Todo elemento de operación deberá ser el apropiado respecto al nivel de tensión con el cual se trabaja, encontrarse en óptimas condiciones y con certificación vigente.
- i. Disponer en la instalación de los elementos necesarios para el rescate y asistencia ante un incidente de arco o contacto eléctrico cuando la evaluación de riesgos de la actividad lo indique.
 - (1) **Frontera de Relámpago de Arco Eléctrico.** Cuando existe un peligro de relámpago de arco, el límite de aproximación a una distancia de 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.
 - (2) **Frontera de Aproximación Limitada.** Un límite de aproximación a una distancia de un conductor expuesto o parte de circuito energizado dentro del cual aumenta el riesgo de choque.
 - (3) **Frontera de Aproximación Restringida.** Un límite de aproximación a una distancia de un conductor expuesto o parte de circuito energizado dentro de la cual aumenta el riesgo de choque, debido a arco eléctrico ocasionado por movimientos involuntarios, para personal que trabaja cerca del conductor eléctrico o parte de circuito energizado.

3. REQUISITOS ASOCIADOS AL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Para actividades de Operación y/o Mantenimiento, se deberá efectuar al menos una reunión de planificación de la o las actividades donde participarán las Áreas de Planificación, Mantenimiento, Operaciones y otras Áreas de la compañía o personal externo que intervengan en los trabajos.

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.

La 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 envolventes, 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.

3.1. TRABAJOS EN CONDICIONES ELÉCTRICAMENTE SEGURAS

- a. Se considera como trabajo en condiciones eléctricamente seguras en las siguientes situaciones:
 - i. El o los trabajadores se encuentran fuera de la Frontera de Aproximación Limitada y fuera de la Frontera de Relámpago de Arco Eléctrico.
 - ii. La instalación, equipo, conductor eléctrico o parte de un circuito eléctrico energizado ha sido sometido al procedimiento secuencial 5 reglas de oro:
 - 1º. Identificación y desconexión de todas las fuentes de energía (interrupción visible o efectiva).
 - 2º. Bloqueo de acuerdo con lo establecido en el ECF1 N°1 “Bloqueo de Energía”.
 - 3º. Verificación de ausencia de tensión de las partes que se encontraban originalmente energizadas.

4º. Puesta a tierra y en cortocircuito de las partes originalmente energizadas.

5º. Señalización y delimitación.

- b. Cuando el trabajo se realice dentro de la Frontera de Aproximación Limitada, se considerará que se ha alcanzado la condición de trabajo eléctricamente seguro cuando se verifique y confirme la ausencia total de energía eléctrica (energía cero) y cuando el personal que participe en los trabajos no esté expuesto a riesgos por exposición a arco eléctrico.

3.2. TRABAJOS EN CONDICIONES ENERGIZADAS

- a. Se considera como trabajo en condiciones energizadas a todo trabajo realizado mientras se está expuesto a riesgos eléctricos, en conductores energizados o que podrían eventualmente estarlo, bajo las siguientes condiciones:
- i. El trabajador se encuentra dentro de la Frontera de Aproximación Limitada.
 - ii. El trabajador interactúa con equipos en los que los conductores o partes de circuitos no están expuestos, pero existe probabilidad de resultar lesionado por exposición a relámpago de arco. Se exceptúa de esta norma trabajos en sistemas de control con tensiones iguales o inferiores a 125 V C.C., lo que debe ser autorizado por el respectivo Jefe de Instalación.
- b. Previo al inicio de un trabajo en un equipo energizado se deben tener presente una o más de las siguientes condiciones para la justificación del trabajo energizado:
- i. Que el empleador pueda demostrar que desenergizar introducirá peligros adicionales o incrementará los riesgos (ejemplo: proceso que al desenergizar ponga en riesgo a otros procesos por falta de energía e incremente los riesgos hacia otros trabajadores involucrados).
 - ii. Que el empleador pueda demostrar que la tarea a realizar es inviable en estado desenergizado debido al diseño del equipo o por limitaciones operativas y sistémicas.
 - iii. Trabajo en equipos con niveles de tensión menor a 50 V (salvo en casos de aumento en el nivel de riesgo de relámpago de arco eléctrico).
 - iv. Trabajo en equipos eléctricos en operación normal, entendiéndose por ello que satisfacen todas las siguientes condiciones:
 - 1º. El equipo está instalado apropiadamente.
 - 2º. El equipo está mantenido apropiadamente.
 - 3º. Las puertas del equipo están cerradas y aseguradas.
 - 4º. Todas las tapas del equipo están en su lugar y aseguradas.
 - 5º. No existe evidencia de falla inminente.
 - 6º. Todas las protecciones eléctricas asociadas al equipo a intervenir deben estar operativas y con pauta de mantenimiento actualizada.
- c. Una vez definido que se trabajará un equipo energizado, se deberán llevar a cabo las siguientes acciones en forma previa a la ejecución del trabajo:
- i. Identificar peligros y evaluar los riesgos del trabajo en o cerca de partes energizadas expuestas.
 - ii. Contar con una planificación y procedimiento detallado del trabajo a ejecutar.
 - iii. Toda actividad que se realice en equipos de tensión mayor a 1kV en corriente alterna o barras de corriente continua, debe ser dirigido y estará bajo la responsabilidad de personal con función de supervisor como mínimo, quien deberá evaluar antes de iniciar el trabajo, los riesgos de inducción de tensión o corriente, por cercanía a las fuentes energizadas y que deberá encontrarse en forma permanente en la faena mientras se ejecutan las actividades.
 - iv. Equipar con los EPP apropiados a todo trabajador que deba efectuar maniobras de equipos con tensión, teniendo en consideración lo indicado en la etiqueta o señalética instalada como resultado de los estudios de arco eléctrico.

- v. Mantener el debido registro de toda intervención de equipos, máquinas o sistemas.
- vi. Contar con un plan de emergencias en caso de accidente en trabajos en instalaciones eléctricas.
- vii. Solo se permite traspasar la Frontera de Aproximación Restringida para la medición de magnitudes físicas, tales como voltaje, corriente u otros. El proceso de medición deberá estar detallado en los procedimientos y permisos de trabajo respectivos, considerando a lo menos lo siguiente:
 - 1º. Los elementos usados para la medición que traspasen la Frontera de Aproximación Restringida, deberán ser los adecuados para la tensión nominal a la cual se someten y deberán contar con las certificaciones correspondientes que den cuenta del buen estado de éstos.
 - 2º. El personal que efectúe mediciones con elementos que traspasen la Frontera de Aproximación Restringida, deberán contar con los EPP respectivos, que tengan la debida capacidad dieléctrica, para no quedar expuestos accidentalmente, al nivel de tensión a la cual se somete el elemento medidor.
- viii. Las personas que ingresen dentro de la Frontera de Relámpago de Arco Eléctrico para intervenir u operar un equipo eléctrico energizado, deberán usar como EPP mínimo el señalado en la instalación/etiqueta del equipo de acuerdo con lo indicado en el punto 2 literal c) de este Estándar.
- ix. Cuando se energice por primera vez un equipo eléctrico nuevo o luego de haber sido sometido a un mantenimiento, se **debe considerar** el EPP y la frontera de arco eléctrico que indica la Tabla 3 o Tabla 4 mencionada en el literal d) de NFPA 70E, cuando no exista el estudio de arco eléctrico. Dicha energización debe considerar realizarse de manera remota y no a “pie de equipo”. Esto último, bajo el supuesto que el equipo pueda ser telecomandado para llevar a cabo tal actividad.
- x. Para operar un equipo, este se deberá encontrar en una condición de operación normal, según lo indica NFPA 70 E 2021, Artículo 110.4 letra D.
- xi. En trabajos con equipos o maquinarias en las proximidades de instalaciones eléctricas, se deberá considerar lo señalado en el anexo N° 5.

4. REGISTROS

[Lista de chequeo N°10 de verificación de cumplimiento de Estándares de Cero Fatalidades ECFs de Colbún S.A.](#)

EXCEPCIONES

En ninguna circunstancia se podrán autorizar excepciones a las definiciones establecidas en este Estándar.

ANEXOS

Anexo 1

TABLA N°1

Límites de aproximación a partes energizadas para protección contra choque eléctrico para Corriente Alterna

Tabla 130.4(E)(a) Fronteras de aproximación a conductores eléctricos o partes de circuitos energizados para protección contra choque eléctrico para sistemas de corriente alterna

(1) Rango de tensión nominal del sistema, fase a fase ^a	(2) Frontera de aproximación limitada ^b		(4) Frontera de aproximación restringida ^b ; incluye el agregado de movimientos involuntarios
	Conductor móvil expuesto ^c	Parte de circuito fijo expuesto	
<50 V	No especificado	No especificado	No especificado
50 V–150 V ^d	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 6 pulg.)	Evitar Contacto
151 V–750 V	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 6 pulg.)	0.3 m (1 pies 0 pulg.)
751 V–15 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.5 m (5 pies 0 pulg.)	0.7 m (2 pies 2 pulg.)
15.1 kV–36 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.8 m (6 pies 0 pulg.)	0.8 m (2 pies 7 pulg.)
36.1 kV–46 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	2.5 m (8 pies 0 pulg.)	0.8 m (2 pies 9 pulg.)
46.1 kV–72.5 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	2.5 m (8 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 3 pulg.)
72.6 kV–121 kV	3.3 m (10 pies 8 pulg.)	2.5 m (8 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 4 pulg.)
138 kV–145 kV	3.4 m (11 pies 0 pulg.)	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.2 m (3 pies 10 pulg.)
161 kV–169 kV	3.6 m (11 pies 8 pulg.)	3.6 m (11 pies 8 pulg.)	1.3 m (4 pies 3 pulg.)
230 kV–242 kV	4.0 m (13 pies 0 pulg.)	4.0 m (13 pies 0 pulg.)	1.7 m (5 pies 8 pulg.)
345 kV–362 kV	4.7 m (15 pies 4 pulg.)	4.7 m (15 pies 4 pulg.)	2.8 m (9 pies 2 pulg.)
500 kV–550 kV	5.8 m (19 pies 0 pulg.)	5.8 m (19 pies 0 pulg.)	3.6 m (11 pies 10 pulg.)
765 kV–800 kV	7.2 m (23 pies 9 pulg.)	7.2 m (23 pies 9 pulg.)	4.9 m (15 pies 11 pulg.)

(1) Para frontera de relámpago de arco, ver 130.5(E).

(2) Todas las distancias se toman desde los conductores eléctricos o partes de circuitos energizados hasta el empleado.

^a Para sistemas monofásicos mayores a 250V, seleccionar el rango que sea equivalente a la tensión máxima fase a tierra, multiplicado por 1.732.

^b Ver definición en el Artículo 100 y texto del punto 130.4(D)(2) y Anexo Informativo C para la elaboración.

^c *Conductor móvil expuesto* describe una condición en la que la distancia entre el conductor y una persona no está bajo el control de la persona. El término es normalmente aplicado a líneas conductoras aéreas soportadas por postes.

^d Esto incluye a los circuitos donde la exposición no excede los 120 voltios nominales.

Anexo 2
 TABLA N°2

Límites de aproximación a partes energizadas para protección contra choque eléctrico para Corriente Continua

Tabla 130.4(E)(b) Fronteras de aproximación a conductores o partes de circuitos eléctricos energizados, para la protección contra choque en sistemas de corriente directa

(1) Diferencia del potencial nominal	(2) Frontera de aproximación limitada		(4) Frontera de aproximación restringida; incluye el agregado de movimientos involuntarios
	(2) Conductor móvil expuesto*	(3) Parte de circuito fija expuesta	
<50 V	No especificado	No especificado	No especificado
50 V–300 V	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 6 pulg.)	Evitar contacto
301 V–1 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 6 pulg.)	0.3 m (1 pies 0 pulg.)
1.1 kV–5 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.5 m (5 pies 0 pulg.)	0.5 m (1 pies 5 pulg.)
5 kV–15 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.5 m (5 pies 0 pulg.)	0.7 m (2 pies 2 pulg.)
15.1 kV–45 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	2.5 m (8 pies 0 pulg.)	0.8 m (2 pies 9 pulg.)
45.1 kV–75 kV	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	2.5 m (8 pies 0 pulg.)	1.0 m (3 pies 2 pulg.)
75.1 kV–150 kV	3.3 m (10 pies 8 pulg.)	3.0 m (10 pies 0 pulg.)	1.2 m (4 pies 0 pulg.)
150.1 kV–250 kV	3.6 m (11 pies 8 pulg.)	3.6 m (11 pies 8 pulg.)	1.6 m (5 pies 3 pulg.)
250.1 kV–500 kV	6.0 m (20 pies 0 pulg.)	6.0 m (20 pies 0 pulg.)	3.5 m (11 pies 6 pulg.)
500.1 kV–800 kV	8.0 m (26 pies 0 pulg.)	8.0 m (26 pies 0 pulg.)	5.0 m (16 pies 5 pulg.)

Nota: Todas las distancias se toman desde los conductores eléctricos o partes de circuitos energizados, hasta el empleado.

* *Conductor móvil expuesto* describe una condición en la que la distancia entre el conductor y una persona no está bajo el control de la persona. El término es normalmente aplicado a líneas conductoras aéreas soportadas por postes.

- (1) Las distancias de Frontera de Aproximación Restringida indicadas en la Tabla N° 1 y N°2, se establecen en consideración que el medio aislante entre la parte energizada y la persona es el aire. En equipamiento cuya tecnología utilice un medio de aislación distinto al aire, tales como SF6, aceite dieléctrico, vacío, polímeros u otros, esta distancia será menor a la indicada a la tabla. Para lo anterior, se deberá seguir lo indicado por los fabricantes respectivos de los equipos.
- (2) Las distancias señaladas en tablas precedentes deberán aumentarse en 1,25% por cada 100m de aumento en la altura, a partir de los 1000 m.s.n.m.

Anexo 3 TABLA N°3

Categorías de EPP para relámpago de arco para sistemas de corriente alterna (a.c.)

Tabla 130.7(C)(15)(a) Categorías de EPP para relámpago de arco para sistemas de corriente alterna (a.c.)

Equipo	Categoría de EPP para relámpago de arco	Frontera de relámpago de arco
Paneles de distribución u otros equipos con tensión nominal de 240 V y menor Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 25 kA; máximo 0.03 s (2 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima 455 mm (18 pulg.)	1	485 mm (19 pulg.)
Paneles de distribución y otros equipos con tensión nominal >240 V y hasta 600 V Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 25 kA; máximo 0.03 s (2 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 455 mm (18 pulg.)	2	900 mm (3 pies)
Centros de control de motores (CCM) de clase 600 V Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 65 kA; máximo 0.03 s (2 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 455 mm (18 pulg.)	2	1.5 m (5 pies)
Centros de control de motores (CCM) de clase 600 V Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 42 kA; máximo 0.33 s (20 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 455 mm (18 pulg.)	4	4.3 m (14 pies)
Tablero de potencia de clase 600 V (con interruptores de circuitos de potencia o interruptores con fusibles) y tablero de distribución de clase 600 V Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 35 kA; máximo de hasta 0.5 s (30 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 455 mm (18 pulg.)	4	6 m (20 pies)
Otros equipos de clase 600 V (277 V a 600 V, nominales) Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 65 kA; máximo de 0.03 s (2 ciclos) de tiempo de despeje de la falla; distancia de trabajo mínima de 455 mm (18 pulg.)	2	1.5 m (5 pies)
Arrancadores de motores NEMA E2 (contactor con fusibles), 2.3 kV a 7.2 kV Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 35 kA; máximo de hasta 0.24 s (15 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 910 mm (36 pulg.)	4	12 m (40 pies)
Tablero de potencia blindado, 1 kV a 15 kV Parámetros: Máxima corriente de cortocircuito disponible de 35 kA; máximo de hasta 0.24 s (15 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 910 mm (36 pulg.)	4	12 m (40 pies)
Tablero de potencia resistente a arcos, Tipo 1 o 2 [para tiempos de despeje <0.5 s (30 ciclos) con una corriente de falla prospectiva que no exceda el valor de resistencia a arcos de los equipos], y tablero de potencia del interruptor con envolvente de metal, con o sin fusibles de una construcción de tipo resistente al arco probada en concordancia con IEEE C37.20.7, 1 kV hasta 15 kV Parámetros: Máximo de 35 kA de corriente de cortocircuito disponible; máximo de hasta 0.24 s (15 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 910 mm (36 pulg.)	N/A (puertas cerradas) 4 (puertas abiertas)	N/A (puertas cerradas) 12 m (40 pies)
Otros equipos de 1 kV a 15 kV Parámetros: Máximo de 35 kA de corriente de cortocircuito disponible; máximo de hasta 0.24 s (15 ciclos) de tiempo de despeje de fallas; distancia de trabajo mínima de 910 mm (36 pulg.)	4	12 m (40 pies)

N/A: No aplicable.

Nota: Para equipos con tensión nominal de 600 voltios o menor, protegidos por fusibles limitadores de corriente o interruptores automáticos limitadores de corriente dimensionados a 200 amperes o menos, la categoría de EPP para relámpago de arco puede ser reducida en un número pero nunca por debajo la categoría 1 de EPP para relámpago de arco.

* Para PUERTAS ABIERTAS, consulte la sección de equipo no resistente al arco correspondiente de esta tabla.

Nota Informativa No. 1 para Tabla 130.7(C)(15)(a): Los siguientes son tiempos de despeje de falla típicos para dispositivos de protección de sobrecorriente:

- (1) El tiempo de despeje de falla de 0.5 ciclos es típico para los fusibles limitadores de corriente cuando la corriente de falla está dentro del rango de limitación de corriente.
- (2) El tiempo de despeje de falla de 1.5 ciclos es típico para los interruptores automáticos de caja moldeada de valor nominal inferior a 1000 voltios con un disparo integral instantáneo.
- (3) El tiempo de despeje de falla de 3.0 es típico para los interruptores automáticos de caja aislada de valor nominal inferior a 1000 voltios con un disparo integral instantáneo o disparo operado por relé.
- (4) El tiempo de despeje de falla de 5.0 ciclos es típico para los interruptores automáticos operados por relé de valor nominal 1 kV a 35 kV cuando el relé opera en el rango instantáneo (es decir, "sin retardo intencional").
- (5) El tiempo de despeje de falla de 20 ciclos es típico para interruptores automáticos de baja tensión y de caja aislada con un retardo corto de despeje de fallas para irrupción de motores.
- (6) El tiempo de despeje de falla de 30 ciclos es típico de los interruptores automáticos de baja tensión y de caja aislada con un retardo corto de despeje de fallas sin disparo instantáneo.

Anexo 4
TABLA N°4

Categorías de EPP para peligros de relámpago de arco para sistemas de corriente directa (c.d.)

Tabla 130.7(C)(15)(b) Categorías EPP relámpago de arco sistemas c.d.

Equipo	Categoría de EPP para relámpago de arco	Frontera de relámpago de arco
Baterías de almacenamiento, tableros de distribución c.d. y otras fuentes de alimentación Parámetros: Mayor a 250 V e igual o menor que 600 V Duración de arco y distancia de trabajo máximos: 2 s @ 455 mm (18 pulg.)		
Corriente de cortocircuito menor a 4 kA	2	900 mm (3 pies)
4 kA ≤ corriente de cortocircuito < 7 kA	2	1.2 m (4 pies)
7 kA ≤ corriente de cortocircuito < 15 kA	3	1.8 m (6 pies)
Baterías de almacenamiento, tableros de distribución c.d. y otras fuentes de alimentación Parámetros: Mayor a 250 V e igual o menor que 600 V Duración de arco y distancia de trabajo máximos: 2 s @ 455 mm (18 pulg.)		
Corriente de cortocircuito menor a 1.5 kA	2	900 mm (3 pies)
Corriente de cortocircuito igual o mayor a 1.5 kA y menor a 3 kA	2	1.2 m (4 pies)
Corriente de cortocircuito igual o mayor a 3 kA y menor a 7 kA	3	1.8 m (6 pies)
Corriente de cortocircuito igual o mayor a 7 kA y menor a 10 kA	4	2.5 m (8 pies)

Nota:

(1) La ropa que se puede esperar que esté expuesta a electrolitos debe cumplir con las dos condiciones siguientes:

(a) Ser evaluada para protección electrolítica.

Nota Informativa: ASTM F1296, *Guía Normalizada para la Evaluación de la Vestimenta de Protección Química*, contiene información sobre la evaluación de prendas de vestir para la protección contra electrolitos.

(b) Ser resistente al arco.

Nota Informativa: ASTM F1891, *Especificación Normalizada para Prendas Impermeables Resistentes a Llamas y Arcos*, contiene información sobre la evaluación de la indumentaria resistente al arco.

(2) Se asume una duración de arco de dos segundos si no hay un dispositivo de protección contra sobrecorriente, o si no se conoce el tiempo de despeje de falla. Si se conoce el tiempo de despeje de falla y el mismo es inferior a 2 segundos, un análisis de energía incidente podría proporcionar un resultado más representativo.

Nota Informativa No. 1: Al determinar la corriente de falla disponible, se deberían incluir los efectos de los cables y cualquier otra impedancia en el circuito. El modelado del sistema de potencia es el mejor método para determinar la corriente de cortocircuito disponible en el punto del arco. La corriente de cortocircuito de la celda de batería puede obtenerse del fabricante de la batería. Ver el Anexo Informativo D.5 para consultar los valores de tabla y los métodos alternativos, para determinar la energía incidente c.d. Los métodos deberían usarse con buen criterio de ingeniería.

Nota Informativa No. 2: Los métodos para estimar la energía incidente del relámpago de arco que se utilizaron para determinar las categorías de esta tabla se basan en cálculos de energía de incidentes al aire libre. Se usaron cálculos al aire libre porque muchos sistemas de baterías y otros sistemas de proceso de c.d. se encuentran en áreas o salas abiertas. Si la tarea específica se encuentra dentro de un envolvente, sería prudente considerar protección adicional de EPP más allá del valor que se muestra en esta tabla. La investigación del relámpago de arco ha mostrado un multiplicador de hasta 3x para el arco en una caja [cubo de 508 mm (20 pulg.)] versus aire abierto. Es necesario el buen juicio de ingeniería cuando se revisan las condiciones específicas del equipo y la tarea a realizar, incluidas las dimensiones del envolvente y la distancia de trabajo real.

Anexo 5

Distancias de seguridad de vehículos y equipos mecánicos

(F) Vehículos y equipos mecánicos.

(I) Equipos elevados. Donde una estructura de un equipo mecánico o vehículo va a ser elevada en las cercanías de líneas en altura energizadas, debe colocarse de manera que se mantenga la distancia de la frontera de aproximación limitada especificada en la Tabla 130.4(E) (a), columna 2, o en la Tabla 130.4(E) (b), columna 2. Sin embargo, se permitirá reducir los espacios libres en cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si el vehículo se encuentra en tránsito con su estructura baja, se permitirá reducir en 1.83 m (6 pies) la frontera de aproximación limitada para las líneas en altura especificada en la Tabla 130.4(E) (a), columna 2, o en la Tabla 130.4(E) (b), columna 2. Si se instalan barreras aisladas, con valor nominal de aislamiento acorde a las tensiones involucradas, y estas no forman parte de un accesorio adosado al vehículo, se permitirá reducir el espacio libre hasta las dimensiones de trabajo del diseño de la barrera aislante.
- (2) Si el equipo es una plataforma aérea, aislada para la tensión involucrada, y si el trabajo es efectuado por una persona calificada se permitirá que el espacio libre (entre la parte no aislada de la plataforma aérea y la línea de energía) sea reducido hasta la frontera de aproximación restringida especificada en la Tabla 130.4(E) (a), columna 4, o en la Tabla 130.4(E) (b), columna 4.