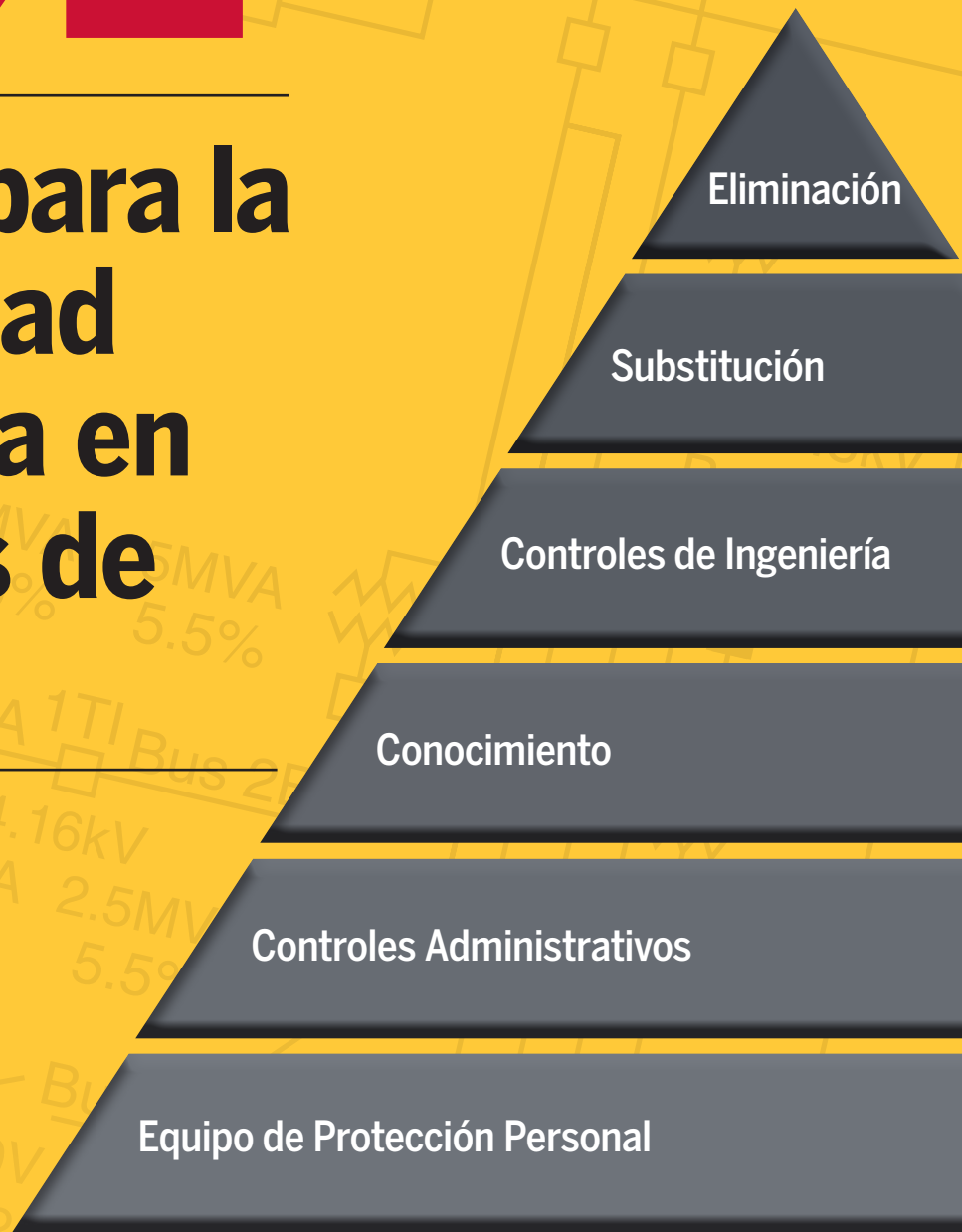
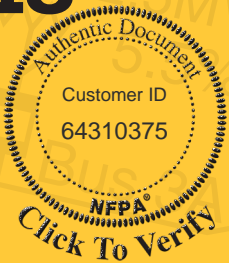


# NFPA® 70E®

## Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

2018



## AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS IMPORTANTES SOBRE EL USO DE DOCUMENTOS NFPA®

### Aviso y cláusulas exoneratorias concerniente al uso de documentos NFPA®

Los códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías de la NFPA® (“Documentos NFPA”) son desarrollados a través del proceso de desarrollo de normas por consenso aprobado por el American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Normas). Este proceso reúne a voluntarios que representan diferentes puntos de vista e intereses para lograr el consenso en temas de incendios y seguridad. Mientras que NFPA administra el proceso y establece reglas para promover la equidad en el desarrollo del consenso, no prueba de manera independiente, ni evalúa, ni verifica la precisión de cualquier información o la validez de cualquiera de los juicios contenidos en los Documentos NFPA.

La NFPA niega responsabilidad por cualquier daño personal, a propiedades u otros daños de cualquier naturaleza, ya sean especiales, indirectos, en consecuencia o compensatorios, resultado directo o indirecto de la publicación, su uso, o dependencia en los Documentos NFPA. La NFPA tampoco garantiza la precisión o que la información aquí publicada esté completa.

Al expedir y poner los Documentos NFPA a la disposición del público, la NFPA no se responsabiliza a prestar servicios profesionales o de alguna otra índole a nombre de cualquier otra persona o entidad. Tampoco se responsabiliza la NFPA de llevar a cabo cualquier obligación por parte de cualquier persona o entidad a alguien más. Cualquier persona que utilice este documento deberá confiar en su propio juicio independiente, o como sería apropiado, buscar el consejo de un profesional competente para determinar el ejercicio razonable en cualquier circunstancia dada.

La NFPA no tiene poder, ni responsabilidad, para vigilar o hacer cumplir los contenidos de los Documentos NFPA. Tampoco la NFPA lista, certifica, prueba o inspecciona productos, diseños o instalaciones en cumplimiento con este documento. Cualquier certificación u otra declaración de cumplimiento con los requerimientos de este documento no deberán ser atribuibles a la NFPA y es únicamente responsabilidad del certificador o la persona o entidad que hace la declaración.

Avisos y cláusulas importantes continúan en la retirada de la contratapa.

**NFPA no se hace responsable por la exactitud y veracidad de esta traducción al español. En el caso de algún conflicto entre las ediciones en idioma inglés y español, el idioma inglés prevalecerá.**

### RECORDATORIO: ACTUALIZACIÓN DE NORMAS NFPA

Los usuarios de códigos, normas, prácticas recomendadas y guías NFPA (“Normas NFPA”) deben saber que las Normas NFPA pueden ser enmendadas cada tanto mediante la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas o corregidas mediante Erratas.

Una Norma NFPA oficial consiste en la edición vigente del documento en un momento dado junto con cualquier Enmienda Interina Tentativa y cualquier Errata que se encuentre en vigencia en ese momento.

Con el fin de determinar si una Norma NFPA ha sido enmendada mediante la emisión de una Enmienda Interina Tentativa o corregida mediante una Errata, visite las Páginas de Información de Documentos en el sitio web de NFPA. Las Páginas de Información de Documentos ofrecen información específica y actualizada e incluyen cualquier Enmienda Interina Tentativa y Errata emitida.

Para acceder a la Página de Información del Documento de un Documento NFPA específico, visite [www.nfpa.org/docinfo](http://www.nfpa.org/docinfo) para hacer una selección en la lista de Normativa NFPA o utilice la función de búsqueda ubicada a la derecha para seleccionar el número de la Norma NFPA (Ej. NFPA 70). Las Páginas de Información de Documentos incluyen las publicaciones de todas las Enmiendas Interinas Tentativas y Erratas. También incluyen la opción de registrarse para recibir una notificación de “Alerta” y recibir un correo electrónico automático cuando se publican nuevas actualizaciones y nueva información en relación al documento.

## AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS RELACIONADOS CON LOS DOCUMENTOS NFPA®

### AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS ADICIONALES

#### Actualización de documentos NFPA

Los usuarios de los códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías de la NFPA (“Documentos NFPA”) deberán estar conscientes de que este documento puede reemplazarse en cualquier momento a través de la emisión de nuevas ediciones o puede ser enmendado de vez en cuando a través de la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas. Un Documento oficial de la NFPA en cualquier momento consiste de la edición actual del documento junto con cualquier Enmienda Interina Tentativa y cualquier Errata en efecto en ese momento. Para poder determinar si un documento es la edición actual y si ha sido enmendado a través de la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas o corregido a través de la emisión de Erratas, consulte publicaciones adecuadas de la NFPA tales como el National Fire Codes® Subscription Service (Servicio de Suscripción a los Códigos Nacionales contra Incendios), visite el sitio Web de la NFPA en [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org), o contáctese con la NFPA en la dirección a continuación.

#### Interpretaciones de documentos NFPA

Una declaración, escrita u oral, que no es procesada de acuerdo con la Sección 6 de la Regulaciones que Gobiernan los Proyectos de Comités no deberán ser consideradas una posición oficial de la NFPA o de cualquiera de sus Comités y no deberá ser considerada como, ni utilizada como, una Interpretación Oficial.

#### Patentes

La NFPA no toma ninguna postura respecto de la validez de ningún derecho de patentes referenciado en, relacionado con, o declarado en conexión con un Documento de la NFPA. Los usuarios de los Documentos de la NFPA son los únicos responsables tanto de determinar la validez de cualquier derecho de patentes, como de determinar el riesgo de infringir tales derechos, y la NFPA no se hará responsable de la violación de ningún derecho de patentes que resulte del uso o de la confianza depositada en los Documentos de la NFPA.

La NFPA adhiere a la política del Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI) en relación con la inclusión de patentes en Normas Nacionales Estadounidenses (“la Política de Patentes del ANSI”), y por este medio notifica de conformidad con dicha política:

**AVISO:** Se solicita al usuario que ponga atención a la posibilidad de que el cumplimiento de un Documento NFPA pueda requerir el uso de alguna invención cubierta por derechos de patentes. La NFPA no toma ninguna postura en cuanto a la validez de tales derechos de patentes o en cuanto a si tales derechos de patentes constituyen o incluyen reclamos de patentes esenciales bajo la Política de patentes del ANSI. Si, en relación con la Política de Patentes del ANSI, el tenedor de una patente hubiera declarado su voluntad de otorgar licencias bajo estos derechos en términos y condiciones razonables y no discriminatorios a solicitantes que desean obtener dicha licencia, pueden obtenerse de la NFPA, copias de tales declaraciones presentadas, a pedido. Para mayor información, contactar a la NFPA en la dirección indicada abajo.

#### Leyes y Regulaciones

Los usuarios de los Documentos NFPA deberán consultar las leyes y regulaciones federales, estatales y locales aplicables. NFPA no pretende, al publicar sus códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías, impulsar acciones que no cumplan con las leyes aplicables y estos documentos no deben interpretarse como infractores de la ley.

#### Derechos de autor

Los Documentos NFPA son propiedad literaria y tienen derechos reservados a favor de la NFPA. Están puestos a disposición para una amplia variedad de usos ambos públicos y privados. Esto incluye ambos uso, por referencia, en leyes y regulaciones, y uso en auto-regulación privada, normalización, y la promoción de prácticas y métodos seguros. Al poner estos documentos a disposición para uso y adopción por parte de autoridades públicas y usuarios privados, la NFPA no renuncia ningún derecho de autor de este documento.

Uso de Documentos NFPA para propósitos regulatorios debería llevarse a cabo a través de la adopción por referencia. El término “adopción por referencia” significa el citar el título, edición, e información sobre la publicación únicamente. Cualquier supresión, adición y cambios deseados por la autoridad que lo adopta deberán anotarse por separado. Para ayudar a la NFPA en dar seguimiento a los usos de sus documentos, se requiere que las autoridades que adopten normas NFPA notifiquen a la NFPA (Atención: Secretaría, Consejo de Normas) por escrito de tal uso. Para obtener asistencia técnica o si tiene preguntas concernientes a la adopción de Documentos NFPA, contáctese con la NFPA en la dirección a continuación.

#### Mayor información

Todas las preguntas u otras comunicaciones relacionadas con los Documentos NFPA y todos los pedidos para información sobre los procedimientos que gobiernan su proceso de desarrollo de códigos y normas, incluyendo información sobre los procedimientos de cómo solicitar Interpretaciones oficiales, para proponer Enmiendas Interinas Tentativas, y para proponer revisiones de documentos NFPA durante ciclos de revisión regulares, deben ser enviados a la sede de la NFPA, dirigido a:

NFPA Headquarters  
Attn: Secretary, Standards Council  
1 Batterymarch Park  
P.O. Box 9101  
Quincy, MA 02269-9101  
[stds\\_admin@nfpa.org](mailto:stds_admin@nfpa.org)



**Título del Documento Original:**

NFPA® 70E®

*Standard for Electrical Safety in the Workplace®*  
2018 Edition

**Título en Español:**

NFPA® 70E®

*Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo*  
Edición 2018

**Traducción:**

Sebastián M. Llanea (Traducción técnica)

**Revisión Técnica:**

Alejandro María Llanea Coda  
International Electrical Safety & Reliability Consultants

*NFPA no se hace responsable por la exactitud y veracidad de esta traducción al español. En el caso de algún conflicto entre las ediciones en idioma inglés y español, el idioma inglés prevalecerá.*

Derechos de autor © 2017 National Fire Protection Association®. Todos los derechos reservados.

## NFPA 70E®

### Norma para la

## Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo®

### Edición 2018

La presente edición de *NFPA 70E®*, *Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo®*, fue preparada por el Comité Técnico de Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo, y publicada por el Comité de Correlación del Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code®). Fue emitida por el Consejo de Normas el primero de agosto de 2017, con fecha de entrada en vigor el 21 de agosto de 2017, y reemplaza a todas las ediciones anteriores.

Este documento ha sido modificado por una o más Enmiendas Interinas Tentativas (Tentative Interim Amendments o TIAs) y/o Errata. Consulte "Códigos y Normas" en [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org) para obtener más información.

Esta edición de *NFPA 70E* se aprobó como Norma Nacional de los Estados Unidos, el 21 de agosto de 2017.

### Prefacio a la *NFPA 70E*

El Consejo de Normas de la National Fire Protection Association anunció de manera oficial el 7 de enero de 1976, el establecimiento de un nuevo comité eléctrico para el desarrollo de normas. Con el nombre de Comité sobre los Requisitos de Seguridad Eléctrica para los Lugares de Trabajo de los Empleados, *NFPA 70E*; este nuevo comité reporta a la NFPA por medio del Comité de Correlación Técnica del Código Eléctrico Nacional (*National Electrical Code®*) o *NEC®*. Este comité se formó para colaborar con OSHA en la preparación de una norma de seguridad eléctrica que sirviera a las necesidades de OSHA, y que pudiera promulgarse rápidamente mediante las disposiciones de la Sección 6(b) de la ley de Seguridad y Salud Ocupacional. OSHA encontró que al tratar de utilizar la última edición del *NEC*, se enfrentó con los siguientes problemas:

(1) OSHA sólo puede adoptar o modificar una norma mediante los procedimientos que aseguren el anuncio público, la oportunidad para comentarios del público, y las audiencias públicas. La adopción de una nueva edición de *NEC* mediante estos procedimientos requeriría de gran esfuerzo y aplicación de recursos por parte de OSHA y otros. Atravesar dichos procedimientos podía dar lugar a requisitos sustancialmente diferentes de los del *NEC*, creando un conflicto entre los dos estándares.

(2) El *NEC* está destinado principalmente para el uso por parte de quienes diseñan, instalan, e inspeccionan instalaciones eléctricas. La mayoría de los requisitos de *NEC* no son prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica, mantenimiento de sistemas eléctricos, ni están directamente relacionados con la seguridad de los empleados. Sin embargo, OSHA también debía considerar y desarrollar estas áreas de seguridad en sus reglamentos cuando hace referencia a los empleadores y empleados en sus lugares de trabajo.

Se hizo evidente que existía la necesidad de una nueva norma, elaborada para cumplir con las responsabilidades de OSHA y que fuera plenamente consistente con el *NEC*. Esto llevó al concepto de un nuevo documento, que extrajera partes adecuadas del *NEC* y de otros documentos aplicables en seguridad eléctrica. *NEC*. Con este estímulo positivo por parte de OSHA, una propuesta para preparar dicho documento fue presentada a la Sección Eléctrica de NFPA que unánimemente apoyó la recomendación al Comité de Correlación Técnica del *NEC* para que examinara la factibilidad de desarrollar un documento con el objetivo de servir de base para la evaluación de la seguridad eléctrica en los lugares de trabajo. En concordancia con la recomendación de la Sección Eléctrica y del Comité de Correlación Técnica, el Consejo de Normas autorizó la creación de un comité para llevar a cabo este estudio.

El comité consideró viable el desarrollo de una norma que abarcara a las instalaciones eléctricas y que fuera compatible con los requisitos de OSHA concernientes a la seguridad de los empleados en los lugares que se incluyen en el *NEC*. La nueva norma fue visualizada como constituida por cuatro

partes principales: Parte I, Requisitos de seguridad de instalaciones; Parte II, Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad; Parte III, Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad; y Parte IV, Requisitos de seguridad para equipos especiales, no se consideró esencial que se completaran todas las partes, antes de publicar la norma y que esta estuviera disponible. Se reconoció que cada parte es un aspecto importante de la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo, pero las partes son suficientemente independientes entre sí como para permitir su publicación por separado. La primera edición de *NFPA 70E, Norma sobre los requisitos de seguridad eléctrica en los lugares de trabajo de los empleados*, fue publicada en 1979 y contenía solamente la Parte I, Requisitos de seguridad de instalaciones.

La segunda edición publicada en 1981, incluyó una nueva Parte II, Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad. En 1983, la tercera edición incluyó una nueva Parte II, Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad. En 1988, se publicó la cuarta edición con algunas pequeñas revisiones.

La edición de 1995 incluyó importantes revisiones en la Parte I, actualizándola a fin de adaptarla a la edición 1993 del *NEC*. Se introdujeron los conceptos de “límites de aproximación”, y el establecimiento del concepto de “arco” en la Parte II.” En el 2000, la sexta edición incluyó una completa actualización de la Parte I para adaptarla al *NEC* 1999, así como también una nueva Parte IV, Requisitos de seguridad para equipos especiales. La Parte II continuó centrándose en establecer fronteras de protección contra relámpago de arco y el uso de equipo de protección personal (EPP). También, se agregaron gráficas en la Parte II para asistir al usuario en la aplicación de la vestimenta protectora y el equipo de protección personal adecuados para los trabajos comunes.

La edición del año 2004, presenta varios cambios importantes. Los más destacados hacían énfasis en las prácticas de trabajo seguras. La claridad y la facilidad de uso del documento también fueron realizadas. El título del documento se cambió a *Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo*. El documento fue reestructurado para cumplir con el *Manual de Estilo del Código Eléctrico Nacional*. El capítulo sobre prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad también fue reorganizado para hacer énfasis en el trabajo sobre partes energizadas como la última alternativa entre las prácticas de trabajo. Se incorporaron al documento: El permiso para trabajo eléctrico energizado y los requisitos relacionados.

Esta norma es compatible con el *NEC* pero no tiene el propósito de utilizarse, ni puede utilizarse, en lugar del *NEC*. El Capítulo 4, Equipos e instalaciones de propósito específico, se creó con la intención de atender una necesidad muy específica de OSHA no tiene el propósito de ser aplicado como norma de diseño, de instalación, de modificación o de construcción, para instalaciones o sistemas eléctricos. Su contenido ha sido intencionalmente acotado en comparación con el contenido del *NEC* para que se aplique a instalaciones eléctricas o a sistemas eléctricos, como parte del lugar de trabajo del empleado. El Capítulo 4 se actualizó para correlacionarse con la edición 2002 del *NEC*, pero los requisitos que no estaban directamente asociados con la seguridad del empleado no se incluyeron. La omisión de algunos requisitos que actualmente se encuentran en el *NEC* de ninguna manera afecta al *NEC*, ni se deben considerar estos requisitos omitidos como no importantes. Ellos son esenciales para el *NEC* y su aplicación prevista —, eso es, su uso por quienes: diseñan, instalan, e inspeccionan, instalaciones eléctricas. Por otra parte, *NFPA 70E* tiene el propósito de ser utilizada por empleadores, empleados y OSHA.

Los requisitos se actualizaron en la edición de 2009. El Capítulo 4 se eliminó porque era un duplicado de los requisitos de instalación del *NEC*. El Artículo 350 se agregó para las Instalaciones de I+D. Otros cambios incluyeron revisiones significativas del Anexo D, Anexo F, y Anexo J y la adición del Anexo M, Anexo N, y Anexo O.

La edición 2012 de *NFPA 70E* marcó otro hito para esta norma mientras continuó evolucionando para satisfacer las necesidades de la seguridad eléctrica de empleados y empleadores. Nuevas investigaciones, nueva tecnología y el aporte de información técnica obtenida de los usuarios constituyeron la base para requisitos revisados y nuevos requisitos, que permitieron abordar los riesgos eléctricos enfrentados por los empleados en la actualidad en sus lugares de trabajo. Requisitos ampliados o aclarados, la inclusión de nuevo material técnico que no había sido tratado anteriormente, y la eliminación de los requisitos que estaban relacionados con la instalación segura de equipos eléctricos, más que tratarse de prácticas seguras de trabajo eléctrico, fueron algunas de las principales acciones implementadas durante el ciclo de revisión. Además, a lo largo de toda la norma se modificaron las disposiciones sobre los conceptos separados, aunque directamente relacionados, de identificación de peligros y evaluación de riesgos, a fin de clarificarlos. Una significativa revisión del Anexo F aportó una amplia cobertura de este tema, con el propósito de asistir a los usuarios de la norma en la implementación de procedimientos efectivos para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos. Se agregó el Anexo P sobre el alineamiento de la implementación de *NFPA 70E* con los estándares de gestión de la seguridad y salud ocupacional.

La mayoría de los cambios ocurrieron en el Capítulo 1. Se agregaron, el Artículo 105, Aplicación de prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, y el requisito de protección auditiva cuando se trabaja dentro de la frontera de relámpago de arco, así como también requisitos de práctica de trabajo para el uso de interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI, por sus siglas en inglés) para proteger a los empleados. Se proporcionó mayor claridad estableciendo que el Artículo 130 aplica tanto si se utiliza el análisis de la energía incidente o la tabla de peligro/riesgo para determinar el uso y el nivel del EPP. Se incluyó información sobre corriente de cortocircuito, tiempo de despeje de fallas y fronteras de protección contra relámpagos de arco potenciales en cada una de las principales categorías de las tablas de categorías de peligro/riesgo. Otra revisión importante incluyó el cambio de la expresión “resistente a las llamas (RLL)” por “resistente al arco (RA)”, en relación al EPP.



## ORIGEN Y DESARROLLO

La edición 2015 incorporó un cambio muy importante en el modo en que las partes involucradas evalúan el riesgo eléctrico. Para apoyar este proceso, se han agregado nuevas definiciones al Artículo 100. A lo largo del documento se han realizado cambios para proporcionar mayor claridad a los usuarios como por ejemplo reemplazar “análisis de peligro” por “evaluación de riesgo”. Estos cambios generales aseguran el uso consistente de estos términos a lo largo de todo el documento y proporcionan coherencia entre la NFPA 70E y otras normas que tratan sobre los peligros y el riesgo. Otras revisiones importantes incluyen las siguientes:

- (1) La definición de Persona Calificada fue revisada para asegurar su correlación con la definición de OSHA.
- (2) Requerimientos de mantenimiento relacionados con la seguridad y otros controles administrativos se han agregado a la declaración del Alcance de la norma para aclarar que el entrenamiento y la auditoría son prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad de igual importancia.
- (3) Un programa de seguridad eléctrica debe considerar la condición de mantenimiento.
- (4) Se aclara que el dueño del equipo o el representante designado por el dueño es responsable por el mantenimiento del equipo eléctrico y la documentación.
- (5) Se agregaron nuevos requisitos para el mantenimiento de instrumentos de prueba y sondas de prueba asociadas utilizadas para verificar la presencia o ausencia de tensión.
- (6) Se agregaron nuevos requerimientos aclarando dónde se permite el normal funcionamiento del equipo eléctrico.
- (7) Se agregó la aclaración de que puede usarse el método de análisis de energía incidente; o el método de categorías de EPP para relámpago de arco, en la misma pieza de equipo para la selección del EPP, pero nunca ambos. La revisión también aclara que no está permitido usar los resultados del análisis de energía incidente para especificar la categoría de EPP para relámpago de arco.
- (8) Una nueva tabla basada en las tareas combina las tablas de c.a. y c.d. que antes estaban separadas y eran utilizadas para determinar cuándo se requiere EPP para relámpago de arco volviéndolas más consistentes y mejorando así su funcionalidad.
- (9) Se agregaron nuevas tablas basadas en los equipos para determinar la categoría de EPP para relámpago de arco, para sistemas de c.a. y sistemas de c.d.
- (10) La categoría 0 de peligro/riesgo fue eliminada, porque la nueva tabla de EPP especifica únicamente EPP para trabajo dentro de la frontera de relámpago de arco. Categoría de peligro/riesgo también se cambió por categoría de EPP.
- (11) La categoría 0 de peligro/riesgo fue eliminada, porque la nueva tabla de EPP especifica únicamente EPP para trabajo dentro de la frontera de relámpago de arco. Categoría de peligro/riesgo también se cambió por categoría de EPP.
- (12) El criterio que establece que los empleados deben usar herramientas o equipo de manipulación aislante se ha cambiado de la frontera de aproximación limitada a la frontera de aproximación restringida.
- (13) Todas las referencias al trabajo con manos desnudas fueron eliminadas. Se considera que este trabajo es una técnica de trabajo en líneas del "tipo de servicios públicos" abordado más adecuadamente en otras normas.
- (14) Los requisitos de etiquetado de equipos marcados en campo se modificaron para exigir una etiqueta actualizada cuando la evaluación de riesgo de relámpago de arco identifica un cambio que hace que la etiqueta se vuelva inexacta.
- (15) Se una evaluación de riesgo antes de efectuar cualquier trabajo en un sistema de baterías para identificar los peligros químicos, de choque eléctrico y de relámpago de arco, y evaluar así los riesgos de las distintas tareas que se van a realizar.

La edición de 2018 continúa evolucionando para abordar la evaluación de riesgos e introduce factores humanos como parte de esa evaluación, como el error humano. El Anexo Q, Desempeño Humano y Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo, ha sido incluido para brindar orientación en esta área. Esta edición enfatiza la necesidad de usar la jerarquía de controles de riesgo, moviéndola de una nota informativa, al propio texto de la norma. *NFPA 70E* ahora declara explícitamente que la primera prioridad debe ser la eliminación del peligro.

La anterior tabla de identificación del riesgo de relámpago de arco [Tabla 130.7(C)(15)(A)(a)] se modificó para determinar la probabilidad de que ocurra un relámpago de arco, y se cambió su numeración como Tabla 130.5(C). Esta tabla modificada se puede usar con cualquiera de los métodos de evaluación de riesgo de relámpago de arco.

El cambio más notable en la edición 2018 es que las tablas y texto que especifican los estándares de EPP se han movido a tablas o notas informativas. En ediciones anteriores, a los empleadores se les requería, y todavía se les exige verificar que a los empleados se les proporcione el EPP apropiado. Se agregó la Sección 130.7(C)(14)(b) para brindar orientación sobre la evaluación de la conformidad del EPP. Estos cambios no alteran la responsabilidad del empleador por determinar la validez de las declaraciones de los fabricantes de EPP.

Se agregaron las definiciones de *corriente de falla* y *corriente de falla disponible* y se cambiaron otros términos utilizados a lo largo de la norma para este tipo de corriente, a fin de mantener la coherencia. El Artículo 120 se reorganizó para presentar los

## SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

---

requisitos a cumplir cuando se establece una condición de trabajo eléctricamente segura, en un orden lógico de aplicación del programa. El Artículo 320 introduce umbrales de voltaje de 50 V c.a. y 100 V c.d. específicamente para baterías y cuartos de baterías, con el objeto de abordar las situaciones específicas de estas ubicaciones. El Artículo 330 que trataba los láseres se revisó exhaustivamente para abordar cuestiones de mantenimiento relacionadas con la seguridad, en lugar de cuestiones relacionadas con el uso del láser. El Artículo 350 introduce una Autoridad de Seguridad Eléctrica, como una posible Autoridad Competente para los laboratorios.



CONTENIDOS

Contenidos

90	Introducción .....	70E-	8	Anexo Informativo B: Anexo Informativo B Reservado .....	70E-	62
<b>Capítulo 1 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad</b>				Anexo Informativo C: Límites de aproximación .....	70E-	63
100	Definiciones .....	70E-	10	Anexo Informativo D: Métodos de cálculo de energía incidente y frontera de relámpago de arco .....	70E-	65
105	Aplicación de los procedimientos y prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad .....	70E-	15	Anexo Informativo E: Programa de seguridad eléctrica .....	70E-	74
110	Requisitos generales para prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica .....	70E-	16	Anexo Informativo F: Evaluación del riesgo y control del riesgo .....	70E-	75
120	Estableciendo una condición de trabajo eléctricamente segura .....	70E-	21	Anexo Informativo G: Ejemplo del procedimiento bloqueo/etiqueta .....	70E-	78
130	Trabajos que involucran peligros eléctricos .....	70E-	25	Anexo Informativo H: Guía orientativa para la selección de vestimenta protectora y otros equipos de protección personal (EPP) .....	70E-	81
<b>Capítulo 2 Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad</b>				Anexo Informativo I: Sesión informativa de trabajo y lista de verificación para la planificación .....	70E-	84
200	Introducción .....	70E-	45	Anexo Informativo J: Permiso de trabajo eléctrico energizado .....	70E-	85
205	Requisitos generales de mantenimiento .....	70E-	45	Anexo Informativo K: Categorías generales de peligros eléctricos .....	70E-	87
210	Subestaciones, ensambles de tableros de potencia, tableros de distribución, paneles de distribución, centros de control de motores e interruptores de desconexión .....	70E-	46	Anexo Informativo L: Aplicación típica de salvaguardias en la zona de trabajo de la línea de celdas .....	70E-	89
215	Alambrado de los predios .....	70E-	46	Anexo Informativo M: Disposición en capas de la vestimenta protectora y valor total de la resistencia al arco del sistema .....	70E-	90
220	Equipos de control .....	70E-	46	Anexo Informativo N: Ejemplo de procedimientos y políticas industriales para trabajar cerca equipos y de líneas eléctricas aéreas .....	70E-	91
225	Fusibles e interruptores automáticos .....	70E-	46	Anexo Informativo O: Requerimientos de seguridad relacionados al diseño .....	70E-	94
230	Equipo rotatorio .....	70E-	47	Anexo Informativo P: Alineamiento de la implementación de esta norma con los estándares de gestión de la seguridad y salud ocupacional .....	70E-	96
235	Lugares (clasificados como) peligrosos .....	70E-	47	Anexo Informativo Q: Desempeño humano y seguridad eléctrica en el lugar de trabajo .....	70E-	97
240	Baterías y cuartos de baterías .....	70E-	47	<b>Índice</b> .....	70E-	103
245	Herramientas y equipos eléctricos portátiles .....	70E-	47			
250	Equipo de seguridad y protección personal .....	70E-	48			
<b>Capítulo 3 Requisitos de seguridad para equipos especiales</b>						
300	Introducción .....	70E-	49			
310	Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para celdas electrolíticas .....	70E-	49			
320	Requisitos de seguridad relacionados con baterías y cuartos de baterías .....	70E-	51			
330	Prácticas seguras de trabajo relacionadas con la seguridad para el uso de láseres .....	70E-	54			
340	Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad: equipo electrónico de potencia .....	70E-	55			
350	Procedimientos de trabajo relacionados a la seguridad: laboratorios de investigación y desarrollo .....	70E-	56			
	Anexo Informativo A: Publicaciones referidas .....	70E-	58			

SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

**Comité de Correlación Técnica del Código Eléctrico Nacional®**

**Michael J. Johnston**, *Presidente*

National Electrical Contractors Association, MD [IM]

**Mark W. Earley**, *Secretario administrativo*

National Fire Protection Association, MA

**James E. Brunssen**, Telcordia Technologies (Ericsson), NJ [UT]  
Rep. Alliance for Telecommunications Industry Solutions

**Kevin L. Dressman**, U.S. Department of Energy, MD [U]

**Palmer L. Hickman**, Electrical Training Alliance, MD [L]  
Rep. International Brotherhood of Electrical Workers

**David L. Hittinger**, Independent Electrical Contractors of Greater Cincinnati, OH [IM]  
Rep. Independent Electrical Contractors, Inc.

**Richard A. Holub**, The DuPont Company, Inc., DE [U]  
Rep. American Chemistry Council

**John R. Kovacik**, UL LLC, IL [RT]

**Alan Manche**, Schneider Electric, KY [M]

**James F. Pierce**, Intertek Testing Services, OR [RT]

**Vincent J. Saporita**, Eaton's Bussmann Business, MO [M]  
Rep. National Electrical Manufacturers Association

**Suplentes**

**Lawrence S. Ayer**, Biz Com Electric, Inc., OH [IM]  
(Suplente de David L. Hittinger)

**Roland E. Deike, Jr.**, CenterPoint Energy, Inc., TX [UT]  
(Suplente con voto Electric Light & Power Group/EEI)

**James T. Dollard, Jr.**, IBEW Local Union 98, PA [L]  
(Suplente de Palmer L. Hickman)

**Stanley J. Folz**, Morse Electric Company, NV [IM]  
(Suplente de Michael J. Johnston)

**Ernest J. Gallo**, Telcordia Technologies (Ericsson), NJ [UT]  
(Suplente de James E. Brunssen)

**Robert A. McCullough**, Tuckerton, NJ [E]  
(Suplente con voto International Association of Electrical Inspectors)

**Mark C. Ode**, UL LLC, AZ [RT]  
(Suplente de John R. Kovacik)

**Christine T. Porter**, Intertek Testing Services, WA [RT]  
(Suplente de James F. Pierce)

**George A. Straniero**, AFC Cable Systems, Inc., NJ [M]  
(Suplente de Vincent J. Saporita)

**Sin Voto**

**Timothy J. Pope**, Canadian Standards Association, Canada [SE]  
Rep. CSA/Canadian Electrical Code Committee

**William R. Drake**, Fairfield, CA [M]  
(Miembro emérito)

**D. Harold Ware**, Libra Electric Company, OK [IM]  
(Miembro emérito)

**Mark W. Earley**, Personal de enlace de NFPA

*Esta lista representa los miembros al momento en que se convocó a la votación del Comité sobre el texto final de la presente edición. Desde ese momento, pueden haber ocurrido cambios en cuanto a los miembros. La información para las clasificaciones se encuentra al final del documento.*

NOTA: Ser miembro de un comité no constituye en sí mismo un respaldo de la Asociación o de cualquier documento desarrollado por el comité en el cual participa el miembro.

**Alcance del comité:** Este Comité tendrá como principal responsabilidad los documentos sobre la reducción al mínimo del riesgo de la electricidad como fuente de choque eléctrico, y como fuente potencial de ignición de incendios y explosiones. También será responsable por el texto sobre la reducción al mínimo de la propagación, debida a instalaciones eléctricas, del fuego y de explosiones.

**Comité Técnico de Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo**

**David A. Dini**, *Presidente*

Arlington Heights, IL [RT]  
Rep. UL LLC

**Louis A. Barrios**, Shell Global Solutions, TX [U]  
Rep. American Petroleum Institute

**William Bruce Bowman**, Fox Systems, Inc., GA [IM]  
Rep. Independent Electrical Contractors, Inc.

**Steven C. Chybowski**, Rockwell Automation Inc., WI [M]

**Michael J. Douglas**, General Motors Company, MI [U]

**Drake A. Drobnick**, Saline, MI [SE]

**Thomas B. Dyson**, Ameren Corporation, MO [U]  
Rep. Edison Electric Institute

**Marcia L. Eblen**, Oakdale, CA [SE]  
Rep. ASTM International

**Ernest J. Gallo**, Telcordia Technologies (Ericsson), NJ [U]  
Rep. Alliance for Telecommunications Industry Solutions

**Bobby J. Gray**, Hoydar/Buck, Inc., WA [E]

## PERSONAL DE COMITÉ

**Lee R. Hale**, Lee Hale Consulting, Inc., IA [M]  
Rep. The Aluminum Association, Inc.

**James B. Hayes**, Florida Institute of Technology, FL [U]

**Palmer L. Hickman**, Electrical Training Alliance, MD [L]  
Rep. International Brotherhood of Electrical Workers

**Michael J. Jarvis**, Intertek Testing Services, NY [RT]

**Kevin J. Lippert**, Eaton Corporation, PA [M]  
Rep. National Electrical Manufacturers Association

**John Luke**, The ESCO Group, IA [IM]  
Rep. National Electrical Contractors Association

**Terrance L. McKinch**, Mortenson Construction, MI [U]

**Mark McNellis**, Sandia National Laboratories, NM [U]

**Daleep C. Mohla**, DCM Electrical Consulting Services, Inc., TX [SE]  
Rep. Institute of Electrical & Electronics Engineers, Inc.

**Don Afman**, Kone Elevator Inc., IL [IM]  
(Suplente de Charlie R. Thurmond III)

**Bill Alderton**, Schneider Electric, OH [M]  
(Suplente de Rodney J. West)

**Lawrence S. Ayer**, Biz Com Electric, Inc., OH [IM]  
(Suplente de William Bruce Bowman)

**James E. Brunssen**, Telcordia Technologies (Ericsson), NJ [U]  
(Suplente de Ernest J. Gallo)

**Steven D. Corrado**, UL LLC, NC [RT]  
(Suplente de David A. Dini)

**Daryld Ray Crow**, DRC Consulting, Ltd., WA [M]  
(Suplente de Lee R. Hale)

**Paul Dobrowsky**, Innovative Technology Services, NY [SE]  
(Suplente de Daleep C. Mohla)

**James T. Dollard, Jr.**, IBEW Local Union 98, PA [L]  
(Suplente de Palmer L. Hickman)

**Heath Garrison**, National Renewable Energy Laboratory, CO [U]  
(Suplente de Mark McNellis)

**Eric Glaude**, Chevron, TX [U]  
(Suplente de Louis A. Barrios)

**William R. Harris**, General Motors Company, MI [U]  
(Suplente de Michael J. Douglas)

**David M. Wallis**, Consultant, MD [SE]  
(Miembro emérito)

**Christopher Coache**, Personal de enlace de NFPA

**Dennis K. Neitzel**, AVO Training Institute, Inc., TX [SE]

**James K. Niemira**, S&C Electric Company, IL [M]

**David A. Pace**, Olin Corporation, AL [U]  
Rep. American Chemistry Council

**James G. Stallcup**, Grayboy, Inc., TX [SE]

**Charlie R. Thurmond III**, ThyssenKrupp Elevator, TN [IM]  
Rep. National Elevator Industry Inc.

**John M. Tobias**, U.S. Department of the Army, MD [U]

**Rodney J. West**, Schneider Electric, OH [M]

**Ron Widup**, Shermco Industries, TX [IM]  
Rep. InterNational Electrical Testing Association

### Suplentes

**Danny Liggett**, The DuPont Company, Inc., TX [U]  
(Suplente de David A. Pace)

**Michael J. Madrigal**, Kansas City Power & Light, KS [U]  
(Suplente de Thomas B. Dyson)

**Charles R. Miller**, Lighthouse Educational Services, TN [SE]  
(Suplente de Drake A. Drobnick)

**Thomas D. Norwood**, AVO Training Institute, TX [SE]  
(Suplente de Dennis K. Neitzel)

**Larry D. Perkins**, U.S. Department of Energy, TN [E]  
(Suplente de Bobby J. Gray)

**James W. Stallcup, Jr.**, Grayboy, Inc., TX [SE]  
(Suplente de James G. Stallcup)

**Gregory J. Steinman**, Thomas & Betts Corporation, TN [M]  
(Suplente de Kevin J. Lippert)

**Samuel B. Stonerock**, Southern California Edison Company, CA [SE]  
(Suplente de Marcia L. Eblen)

**Wesley L. Wheeler**, National Electrical Contractors Association, MD [IM]  
(Suplente de John Luke)

**James R. White**, Shermco Industries, Inc., TX [IM]  
(Suplente de Ron Widup)

### Sin Voto

*Esta lista representa los miembros al momento en que se convocó a la votación del Comité sobre el texto final de la presente edición. Desde ese momento, pueden haber ocurrido cambios en cuanto a los miembros. La información para las clasificaciones se encuentra al final del documento.*

NOTA: Ser miembro de un comité no constituye en sí mismo un respaldo de la Asociación o de cualquier documento desarrollado por el comité en el cual participa el miembro.

**Alcance del comité:** Este Comité tendrá como principal responsabilidad los documentos sobre la reducción al mínimo del riesgo de la electricidad como fuente de choque eléctrico, y como fuente potencial de ignición de incendios y explosiones. También será responsable por el texto sobre la reducción al mínimo de la propagación, debida a instalaciones eléctricas, del fuego y de explosiones.

NFPA 70E

## Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

Edición 2018

**NOTA IMPORTANTE:** Este documento de la NFPA se encuentra disponible para su uso sujeto a consideraciones importantes y descargos de responsabilidad legales. Estas consideraciones y descargos de responsabilidad aparecen en todas las publicaciones que contienen este documento y pueden encontrarse bajo el título “Consideraciones importantes y descargos en relación a los documentos de NFPA”. Estos también pueden obtenerse a pedido en la NFPA o verse en [www.nfpa.org/disclaimers](http://www.nfpa.org/disclaimers).

**ACTUALIZACIONES, ALERTAS, Y FUTURAS EDICIONES:** Las nuevas ediciones de los códigos y normas, prácticas recomendadas y guías de la NFPA (por ej., Normas NFPA) se publican en ciclos de revisión programados. Esta edición puede ser reemplazada por una nueva, o pueden realizarse enmiendas fuera del ciclo de revisión programado por medio de la emisión de una Enmienda Interina Tentativa (TIA). Un documento oficial de la NFPA en cualquier punto en el tiempo consiste en la edición actual del documento, junto con las TIA y Erratas vigentes. Para verificar que este documento es la edición actual y si se ha modificado mediante la emisión de enmiendas interinas tentativas o corregida mediante la emisión de erratas, consulte el Servicio de Suscripción de Códigos Nacionales de Bomberos, o la “Lista de códigos y normas NFPA” en [www.nfpa.org/docinfo](http://www.nfpa.org/docinfo). Además de las TIA y Erratas, las páginas con información de documentos también incluyen la opción de registrarse, para recibir alertas para cada documento y para involucrarse en el desarrollo de la próxima edición.

Una referencia entre corchetes [ ] a continuación de una sección o párrafo, indica material que ha sido extraído de otro documento de NFPA. Como ayuda al usuario, el título completo y edición de los documentos de origen de los fragmentos se incluyen en el Anexo A. El texto extraído puede ser editado por razones de coherencia y estilo y puede incluir la modificación de referencias a párrafos internos y otras, según fuera apropiado. Los pedidos de interpretaciones o revisiones de textos tomados deben enviarse al comité técnico responsable del documento original.

En el Anexo Informativo A puede encontrarse información sobre las publicaciones a las cuales se hace referencia.

## ARTÍCULO 90 Introducción

**90.1 Propósito.** El propósito de esta norma es proveer de forma práctica un área de trabajo segura a los trabajadores en relación con los riesgos que se derivan del uso de la electricidad.

### 90.2 Alcance.

**(A) Cobertura.** La presente norma trata lo relativo a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica, los requerimientos de mantenimiento relacionados con la seguridad,

y otros controles administrativos en los lugares de trabajo de los empleados necesarios para salvaguardar de manera práctica a los empleados de los riesgos de la energía eléctrica durante actividades tales como la instalación, retiro, inspección, operación, mantenimiento y demolición (desmantelamiento) de conductores eléctricos, equipos eléctricos y conductores, equipos y canalizaciones de comunicación y señalización. Esta norma también incluye prácticas seguras de trabajo para empleados que desempeñan otras actividades laborales que puedan exponerlos a peligros eléctricos, así como prácticas de trabajo seguras para los siguientes usos:

- (1) Instalaciones de conductores y equipos que se conectan al suministro de electricidad.
- (2) Instalaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, depósitos, garajes, talleres y edificios recreativos que no forman parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

Nota informativa: La presente norma trata lo relativo a la seguridad de los trabajadores cuyas responsabilidades laborales comprenden la interacción con equipos y sistemas eléctricos energizados y la exposición potencial a los peligros eléctricos. Los conceptos vertidos en esta norma con frecuencia son adaptados a otros trabajadores cuya exposición a los peligros eléctricos es involuntaria o no reconocida como parte de sus responsabilidades laborales. El mayor riesgo de sufrir lesiones derivadas de los peligros eléctricos para otros trabajadores involucra el contacto inadvertido con líneas aéreas de energía y choque eléctrico producido por máquinas, herramientas y artefactos.

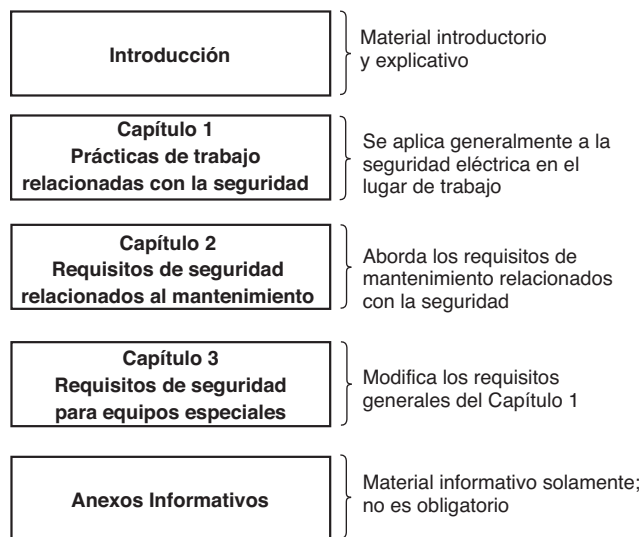
**(B) Fuera de cobertura.** Esta norma no cubre las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para los siguientes usos:

- (1) Instalaciones en barcos, naves acuáticas diferentes de edificios flotantes, equipo rodante ferroviario, aviones o vehículos automotores diferentes de casas móviles y vehículos de recreo.
- (2) Instalaciones ferroviarias para la generación, transformación, transmisión o distribución de la energía eléctrica usada exclusivamente para el funcionamiento del equipo rodante o las instalaciones utilizadas exclusivamente para señalización y comunicaciones.
- (3) Instalaciones de equipos de comunicaciones, bajo el control exclusivo de compañías de comunicaciones, situadas a la intemperie o dentro de edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones.
- (4) Instalaciones bajo el control exclusivo de una compañía de electricidad, donde dichas instalaciones:
  - a. Constan de bajada de acometida aérea, o acometida lateral y los respectivos medidores; o
  - b. Están ubicada en concesiones o derechos de propiedad legalmente establecidos, designadas o reconocidas por comisiones del servicio público, comisiones de compañías de electricidad, u otras agencias regulatorias con jurisdicción para tales instalaciones, o
  - c. Están en propiedades, de propiedad o arrendadas por la empresa eléctrica para propósitos de comunicaciones, medición, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica; o
  - d. Estén localizadas acorde a lo establecido por otros acuerdos escritos, ya sean designados o reconocidos por comisiones de acometidas públicas, comisiones de servicios públicos u otras agencias de control con jurisdicción para tales instalaciones. Estos acuerdos

escritos deben limitarse a instalaciones con propósitos de comunicaciones, medición, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica donde no puedan obtenerse derechos de paso o servidumbres legalmente establecidas. Estas instalaciones deben limitarse a tierras federales, reservas de nativos americanos otorgadas a través del Departamento del Interior de Asuntos Indios de los EE.UU., bases militares, tierras controladas por autoridades portuarias y departamentos y agencias estatales, y tierras de propiedad de los servicios ferroviarios.

**90.3 Organización de la norma.** Esta norma está dividida en una introducción y tres capítulos, tal como lo ilustra la Figura 90.3. El Capítulo 1, se aplica en general a lo relativo a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad; el Capítulo 2 aborda los requisitos de seguridad en el mantenimiento; y el Capítulo 3, complementa o modifica el Capítulo 1 con requisitos de seguridad para equipos especiales.

Los anexos informativos no son parte de los requisitos de la presente norma sino que se incluyen con propósitos informativos únicamente.



▲ FIGURA 90.3

●  
**90.4 Reglas mandatorias, reglas permisivas y material explicativo.**

**(A) Reglas mandatorias.** Son disposiciones obligatorias en esta norma, aquellas que identifican acciones que son específicamente requeridas o prohibidas y están caracterizadas por el uso de los términos debe/deben o no debe/deben.

**(B) Reglas permisivas.** Reglas permisivas de esta norma son aquellas que identifican acciones que son permitidas pero no son requeridas, son normalmente utilizadas para describir métodos alternativos u opciones, y están caracterizadas por el uso de los términos será permitido/se permitirá o no será requerido/no se requerirá.

**(C) Material explicativo.** Material explicativo como ser referencias a otras normas, referencias a secciones relacionadas de esta norma, o información relacionada con alguna de las reglas de la presente norma, se incluye en esta norma en la forma de notas informativas. Dichas notas son simplemente informativas y no son de carácter exigible como sí lo son los requisitos de la presente norma.

Los corchetes que contienen referencias de secciones a otro documento de la NFPA tienen únicamente propósito informativo y se brindan como guía para indicar la fuente del texto extraído. Estas referencias entre corchetes están inmediatamente después del texto extraído.

Nota informativa: El formato y lenguaje utilizados en esta norma siguen guías establecidas por la NFPA y publicadas con el Manual de Estilo del *NEC*. Copias de este manual pueden ser obtenidas de la NFPA.

**(D) Anexos informativos.** La información no obligatoria relativa al uso de esta norma se proporciona en anexos informativos. Los anexos informativos no son parte de los requisitos de esta norma, pero se incluyen solo con fines informativos.

**90.5 Interpretaciones formales.** Para fomentar la uniformidad en la interpretación y aplicación de las disposiciones de esta norma, se han establecido procedimientos formales de interpretación, los cuales se encuentran en las Reglamentaciones NFPA que rigen los Proyectos de los Comités (*NFPA Regulations Governing Committee Projects*).



## Capítulo 1 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad

### ARTÍCULO 100 Definiciones

**Alcance.** Este artículo contiene únicamente las definiciones esenciales para la aplicación adecuada de esta norma. No se pretende incluir los términos generales ni los términos técnicos comúnmente definidos en otros códigos y normas relacionadas. En general, en el Artículo 100 se definen únicamente los términos utilizados en dos o más artículos. Se incluyen otras definiciones en el artículo en el cual se usan, pero pueden estar referenciadas en el Artículo 100. Las definiciones presentadas en este artículo se deben aplicar donde sea que los términos se utilicen en esta norma.

**Accesible (como se aplica a los equipos)** [*Accessible (as applied to equipment)*]. Equipo que permite una aproximación cercana; no resguardado por puertas con cerraduras, altura, u otros medios efectivos. [70:100]

**Accesible (como se aplica a los métodos de alambrado)** [*Accessible (as applied to wiring methods)*]. Que se puede quitar o exponer sin dañar la estructura o acabados del edificio, o que no está rodeado permanentemente por la estructura o acabado del edificio. [70:100]

**Accesible, fácilmente (fácilmente accesible)** [*Accessible, Readily (Readily Accessible)*]. Que puede alcanzarse rápidamente para operación, cambio o inspección sin exigir a aquellos para quienes el rápido acceso es indispensable realizar acciones tales como el uso de herramientas (aparte de llaves), subir o descender, para quitar obstáculos, o para recurrir a escaleras portátiles, y así sucesivamente. [70:100]

Nota informativa: El uso de llaves es una práctica común bajo condiciones controladas o supervisadas y una alternativa común a los requisitos de acceso fácil bajo tales condiciones supervisadas como se estipula en NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*.

**Acometida lateral (Service Lateral).** Conductores subterráneos entre el sistema de suministro eléctrico de la compañía de electricidad y el punto de acometida. [70: 100]

**Aislado (Insulated).** Separado de otras superficies conductoras por medio de un dieléctrico (incluyendo espacio de aire) que ofrece alta resistencia al paso de corriente.

Nota informativa: Cuando se dice que un objeto está aislado, se entiende que está aislado para las condiciones a las cuales está sometido normalmente. En caso contrario, dentro del propósito de estas reglas, no está aislado.

**Alambrado de inmuebles (sistema)** [*Premises Wiring (System)*]. Alambrado interior y exterior que incluye el alambrado de fuerza, iluminación, control y circuitos de señales, junto con todos los accesorios mecánicos, herrajes y dispositivos de alambrado, instalados tanto de forma permanente como temporal. Incluye (a) el alambrado desde el punto de acometida o fuente de alimentación hasta las salidas o (b) el alambrado desde e incluyendo la fuente de alimentación hasta las salidas cuando no hay punto de acometida.

Este alambrado no incluye el alambrado interno a los electrodomésticos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipo similar. [70: 100]

Nota informativa: Las fuentes de alimentación incluyen, pero no están limitadas a, baterías independientes o interconectadas, sistemas fotovoltaicos solares, otros sistemas de generación distribuida, o generadores.

**Análisis de la energía incidente (Incident Energy Analysis).** Un componente de la evaluación de riesgo de relámpago de arco que se utiliza para predecir la energía incidente de un relámpago arco para un conjunto específico de condiciones.

**Aprobado (Approved).** Aceptable por la Autoridad Competente.

**Arco nominal o valor de resistencia al arco (RA) [Arc Rating].** Valor atribuido a los materiales, que describe su desempeño al exponerlos a la descarga de un arco eléctrico. El valor de resistencia al arco se expresa en cal/cm<sup>2</sup> y se deriva del valor determinado de desempeño termal al arco ( ATPV por sus siglas en inglés) o la energía del umbral de ruptura (E<sub>BT</sub>) (si un sistema de materiales exhibió una respuesta de ruptura inferior al valor de ATPV). El valor de resistencia al arco se expresa en ATPV o EBT, según cuál sea el valor inferior.

Nota informativa No. 1: La vestimenta o equipos resistentes al arco indican que estos han sido sometidos a prueba por exposición a un arco eléctrico. La vestimenta resistente a llamas sin un valor de resistencia al arco no ha sido sometida a prueba por exposición al arco eléctrico. Toda la vestimenta resistente al arco es también resistente a la llama.

Nota informativa No. 2: *Ruptura* es la respuesta de un material que se evidencia por la formación de uno o más agujeros en la capa más interna del material resistente al arco que permitirían que las llamas atravesasen el material.

Nota informativa No. 3: ATPV se define en la norma ASTM F1959/F1959M, Método de prueba normalizado para determinar el nivel de protección al arco de los materiales para vestimenta, como la energía incidente (cal/cm<sup>2</sup>) sobre un material o un sistema multicapa de materiales que resulta en una probabilidad del 50 por ciento de que suficiente transferencia de calor a través de la muestra sometida a prueba permita predecir el comienzo de una quemadura de segundo grado en la piel en base a la curva de Stoll.

Nota informativa No. 4: E<sub>BT</sub> se define en la norma ASTM F1959/F1959M, Método de prueba normalizado para determinar el nivel de protección al arco de los materiales para vestimenta, como la energía incidente sobre un material o sistema de materiales que resulta en una probabilidad del 50 por ciento de que se produzca la ruptura. La ruptura se define como un agujero con un área de 1.6 cm<sup>2</sup> (0.5 pulg.<sup>2</sup>) o una abertura de 2.5 cm (1.0 pulg.) en cualquier dimensión.

**Automático (Automatic).** Que efectúa por sí mismo una función sin necesidad de intervención humana.

**Autoridad Competente (AC) [Authority Having Jurisdiction (AHJ)].** Organización, oficina, o individuo responsable de hacer cumplir los requerimientos de un código o de una norma, o responsable de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

Nota informativa: La frase “Autoridad Competente” o su acrónimo AC, se utiliza en los documentos de la NFPA de manera amplia, puesto que las jurisdicciones y agencias de aprobación varían, así como también varían sus responsabilidades. Donde la seguridad pública es primordial, la Autoridad Competente puede ser un departamento federal, estatal, local o regional o un individuo tal como el jefe de bomberos, el mariscal de bomberos, el jefe de una oficina de prevención de incendios, un departamento del trabajo, un departamento de salud; el administrador del edificio; el inspector eléctrico, u otros que tengan autoridad estatutaria. Para propósitos de seguros, un departamento de inspección de seguros, una oficina de avalúos u otro representante de la compañía de seguros pueden ser Autoridad Competente. En muchas circunstancias, el propietario del predio o su agente designado asume la función de Autoridad Competente. En instalaciones gubernamentales, el oficial al mando o el funcionario del departamento gubernamental pueden ser la Autoridad Competente.

**Bajada de acometida (Service Drop).** Conductores aéreos entre el sistema de suministro eléctrico de la compañía de electricidad y el punto de acometida. [70:100]

**Barricada (Barricade).** Obstrucción física tal como cintas, conos, o estructuras con bastidor en 'A de madera o metal, con el propósito de advertir y limitar el acceso.

**Canalización (Raceway).** Conducto encerrado construido con materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras colectoras, con las funciones adicionales que permita este Código. [70:100]

**Centro de control de motores (Motor Control Center).** Ensamble de una o más secciones encerradas que tienen barras de energía comunes y que contienen principalmente unidades de control de motores. [70:100]

**Circuito ramal (Branch Circuit).** Conductores de circuito entre el dispositivo final contra sobrecorriente que protege el circuito y la/las salida(s). [70:100]

**Clavija de conexión (clavija macho) (clavija) [Attachment Plug (Plug Cap) (Plug)].** Dispositivo que mediante inserción en un receptáculo, establece una conexión entre los conductores del cable flexible unido a él y los conductores conectados en forma permanente al receptáculo. [70:100]

**Condición de trabajo eléctricamente segura (Electrically Safe Work Condition).** Un estado en el que el conductor o una parte del circuito en el que se va a trabajar o está próximo al mismo, se ha desconectado de partes energizadas, bloqueando/etiquetando de acuerdo a las normas establecidas, probando para asegurar la ausencia de voltaje y, si es necesario, puesto a tierra temporalmente para proteger al personal.

**Conductivo (conductor) [Conductive].** Adecuado para transportar corriente eléctrica.

**Conductor, aislado (Conductor, Insulated).** Conductor recubierto por un material de composición y espesor reconocidos por este Código como aislamiento eléctrico. [70:100]

**Conductor, cubierto (Conductor, Covered).** Conductor recubierto por un material de composición o espesor no reconocido por este Código como aislante eléctrico. [70:100]

**Conductor, desnudo (Conductor, Bare).** Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico. [70:100]

**▲ Conductor de puesta a tierra de los equipos (EGC) [Grounding Conductor, Equipment (EGC)].** Trayectoria/as conductiva(s) que provee(n) un paso de corriente de falla a tierra y conecta(n) las partes metálicas, que normalmente no transportan corriente, entre sí y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos. [70:100]

Nota informativa No. 1: Se reconoce que el conductor de puesta a tierra del equipo también actúa como unión.

Nota informativa No. 2: Ver 250.118 de NFPA 70, Código Eléctrico Nacional, para un listado de conductores aceptables para la puesta a tierra de los equipos.

**Conductor del electrodo de puesta a tierra (Grounding Electrode Conductor).** Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra [70:100]

**Conductor puesto a tierra (Grounded Conductor).** Conductor de un sistema o de un circuito intencionalmente puesto a tierra. [70:100]

**Controlador (Controller).** Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar, de algún modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que está conectado. [70:100]

**N Corriente de falla (Fault Current).** La cantidad de corriente entregada en un punto del sistema durante una condición de cortocircuito.

**N Corriente de falla, disponible (Fault Current, Available).** La mayor cantidad de corriente que se puede entregar en un punto del sistema durante una condición de cortocircuito.

Nota informativa No. 1: Un cortocircuito puede ocurrir durante condiciones anormales tales como una falla entre los conductores del circuito o una falla a tierra. Ver la Figura 100.0.

Nota informativa No. 2: Si el suministro de c.c. es un sistema de batería, el término corriente de falla disponible se refiere a la corriente de cortocircuito prevista.

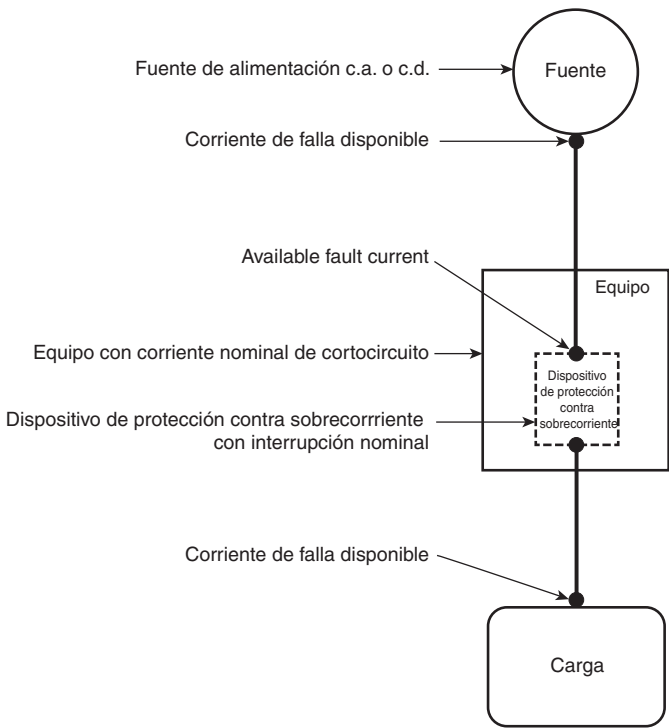
**Corriente nominal de cortocircuito (Short-Circuit Current Rating).** Posible corriente simétrica de falla a tensión nominal, a la cual un aparato o un sistema puede estar conectado sin sufrir daño que exceda los criterios de aceptación definidos. [70:100]

**Corriente nominal de interrupción (Interrupting Rating).** La máxima corriente a la tensión nominal, que un dispositivo eléctrico es identificado que tiene previsto interrumpir, bajo condiciones normalizadas de ensayo. [70:100]

Nota informativa: Los equipos destinados para interrumpir el flujo de corriente, a distintos niveles del de falla, pueden tener su corriente de interrupción nominal designada en otros parámetros, como la potencia en caballos de fuerza o la corriente de rotor bloqueado.

**Cortacircuito (Cutout).** Ensamble de un soporte para fusible con un portafusible, o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como la cuchilla de desconexión al incluir un elemento no fusi





▲ Figura 100.0 Corriente de falla, disponible

**Desconector de aislamiento (Switch, Isolating).** Desconector destinado para separar un circuito eléctrico de la fuente de alimentación. No tiene valor nominal de interrupción, y está diseñado para ser operado únicamente después de que el circuito se ha abierto por otros medios. [70:100]

**Desenergizado (De-energized).** Libre de cualquier conexión eléctrica a una fuente de diferencia de potencial y de carga eléctrica; no tiene un potencial diferente del de tierra.

**Diagrama unifilar (Single-Line Diagram).** Un diagrama que muestra por medio de líneas sencillas y símbolos gráficos, el curso de un circuito eléctrico o sistema de circuitos y los dispositivos o partes componentes utilizados en el circuito o sistema.

**Dispositivo (Device).** Elemento de un sistema eléctrico que tiene como función principal transportar o controlar la energía eléctrica. [70:100]

**Dispositivo de desconexión (o aislamiento) (desconector, seccionador) [Disconnecting (or Isolating) Switch (Disconnecter, Isolator)].** Dispositivo mecánico de maniobra usado para independizar un circuito o equipo de una fuente de potencia.

**Dispositivo de interrupción (Switching Device).** Dispositivo diseñado para cerrar, abrir, o ambos, uno o más circuitos eléctricos.

**Dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente (Current-Limiting Overcurrent Protective Device).** Un dispositivo que, cuando interrumpe corrientes en su rango de limitación de corriente, reduce el flujo de corriente del circuito con falla a una magnitud substancialmente menor a la que podría obtenerse en un circuito similar si el dispositivo fuera a reemplazarse por uno con un conductor sólido de similar impedancia.

**Distancia de trabajo (Working Distance)** La distancia entre la cara y el área del pecho de una persona y una fuente potencial de arco.

Nota informativa: La energía incidente aumenta a medida que disminuye la distancia desde la fuente del arco. Ver 130.5(C)(1) para más información.

**Edificio (Building).** Construcción independiente o que está aislada de otras estructuras anexas por muros cortafuegos, con todas sus aberturas protegidas por puertas cortafuegos aprobadas. [70:100]

**Electrodo de puesto a tierra (Grounding Electrode).** Un objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra. [70:100]

**Encerrado (Enclosed).** Rodeado por una caja, carcasa, cerca, o paredes, que impiden que las personas entren accidentalmente en contacto con partes energizadas.

**Energía incidente (Incident Energy).** La cantidad de energía térmica expuesta sobre una superficie a una cierta distancia de la fuente generada durante un evento de arco eléctrico. La energía incidente generalmente es expresada en calorías sobre centímetro cuadrado (cal/cm<sup>2</sup>).

**Energizado (Energized).** Conectado eléctricamente a una fuente de tensión o que es una fuente de tensión. [70: 100]

**Envoltorio (Enclosure).** Caja o carcasa de un aparato, o la cerca o paredes que rodean una instalación para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados, o para proteger los equipos contra daños físicos.

**Equipo (Equipment).** Término general que incluye a los herrajes, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos, maquinaria y elementos similares utilizados como parte de, o en conexión con una instalación eléctrica. [70:100]

**Equipo de utilización (Utilization Equipment).** Equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado o similares. [70:100]

**Estructura (Structure).** Aquello que se ha edificado o construido. [70:100]

**Etiquetado (Labeled).** Equipos o materiales a los que se ha colocado una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo aceptado por la Autoridad Competente, 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.

**Evaluación de riesgo (Risk Assessment).** Un proceso integral que identifica peligros, calcula la probabilidad de ocurrencia de heridas o daño a la salud, calcula la severidad potencial de las heridas o el daño a la salud, y determina si se requieren medidas de protección.

Nota informativa: Como se utiliza en esta norma, evaluación de riesgo de relámpago de arco y evaluación de riesgo de choque son tipos de evaluación de riesgo.

**Expuesto (como se aplica a conductores eléctricos energizados o partes de circuitos) [Exposed (as applied to energized electrical conductors or circuit parts)].** Que por descuido puede ser tocado

por una persona o que es posible que ella pueda aproximarse a él a una distancia menor que la de seguridad. Se aplica a los conductores eléctricos o partes del circuito que no están apropiadamente resguardadas, separadas, o aisladas.

**Expuesto (como se aplica a los métodos de alambrado) [*Exposed (as applied to wiring methods)*].** Colocado sobre una superficie o asegurado a ella o detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. [70:100]

**Falla a Tierra (*Ground Fault*).** Una conexión conductora eléctrica no intencional entre un conductor no puesto a tierra de un circuito eléctrico y los conductores normalmente no portadores de corriente, como envolventes metálicos, canalizaciones metálicas, equipos metálicos o tierra.

**▲ Frontera de relámpago de arco (*Boundary, Arc Flash*).** 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 la energía incidente es de  $.5 \text{ J/cm}^2$  ( $1.2 \text{ cal/cm}^2$ ).

Nota informativa: Según el modelo de lesiones de piel por quemadura de Stoll, es probable que el inicio de una quemadura de segundo grado en la piel no protegida ocurra cuando la exposición es de  $5 \text{ J/cm}^2$  ( $1.2 \text{ cal/cm}^2$ ) durante un segundo.

**Frontera de aproximación limitada (*Boundary, Limited Approach*).** Un límite de aproximación a una distancia desde un conductor expuesto o parte del circuito energizado dentro de la cual existe el peligro de choque.

**▲ Frontera de aproximación restringida (*Boundary, Restricted Approach*).** 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 arqueo combinado con movimientos inadvertidos.

**Fusible (*Fuse*).** Dispositivo de protección contra sobrecorriente, con una parte fundible para apertura de un circuito, que se calienta y rompe por el paso de una sobrecorriente a través de ella.

Nota informativa: Un fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones descritas. Puede ser o no el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

**Gabinete (*Cabinet*).** Envoltorio diseñado para montaje superficial o empotrado y consta de un marco o contramarco, del cual se sostiene(n) o puede(n) sostener una(s) puerta(s) de bisagra. [70:100]

**Herraje (*Fitting*).** Accesorio tal como una tuerca, boquilla u otra parte de una instalación eléctrica destinado principalmente a realizar una función mecánica más que una función eléctrica. [70:100]

**Interruptor automático (*Circuit Breaker*).** Dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática, y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin daños para sí mismo cuando esté aplicado correctamente dentro de su rango nominal. [70:100]

Nota informativa: Los medios de apertura automática pueden ser: integrados, de acción directa con el interruptor automático, o situados a distancia del mismo (remotos).

**Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI) [*Ground-Fault Circuit Interrupter*].** Dispositivo destinado a la protección de las personas, que funciona desenergizando un circuito o

parte de éste dentro de un período de tiempo determinado, cuando una corriente a tierra supera los valores establecidos para un dispositivo de Clase A. [70:100]

Nota informativa: Los interruptores de circuito contra fallas a tierra de Clase A se disparan cuando la corriente a tierra es de 6 mA o más y no se disparan cuando la corriente a tierra es inferior a 4 mA. Para información adicional, véase la norma ANSI/UL 943, *Norma para interruptores de circuito por falla a tierra*.

**Interruptor desconector (*Interrupter Switch*).** Interruptor capaz de establecer, conducir e interrumpir corrientes especificadas.

**Listado (Certificado) [*Listed*].** Equipos, materiales o servicios incluidos en un listado (certificado) publicado por una organización aceptada por la Autoridad Competente, que se dedica a la evaluación de productos o servicios, que realiza inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o la evaluación periódica de servicios, y cuyo listado establece que el equipo, material o servicio cumple las normas debidamente establecidas o que ha sido probado y encontrado apto para un propósito especificado. [70:100]

Nota informativa No. 1: La manera de identificar los equipos listados puede variar entre los organismos que realizan evaluación de producto. Algunos de ellos no reconocen los equipos como listados si no están además etiquetados. El uso del sistema empleado por la organización certificadora permite que la Autoridad Competente identifique un producto listado.

**N Mantenimiento, Condición de (*Maintenance, Condition of*).** El estado del equipo eléctrico teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, las recomendaciones de los fabricantes y los códigos, normas y prácticas recomendadas de la industria.

**Luminaria (*Luminaire*).** Unidad completa de iluminación que consiste en una fuente de luz, tal como una o varias lámparas, junto con las partes diseñadas para posicionar la fuente de luz y conectarla a la fuente de alimentación. También puede incluir las partes que protegen la fuente de luz o el balasto y aquellas para distribuir la luz. Un portalámpara por sí mismo no es una luminaria. [70:100]

**Medios de desconexión (*Disconnecting Means*).** Dispositivo, o grupo de dispositivos, u otros medios por los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación. [70:100]

**No puesto a tierra (*Ungrounded*).** No conectado a tierra ni a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra. [70:100]

**Panel de distribución (*Panelboard*).** Panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel; incluyendo las barras conductoras, los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente, y está equipado o no con desconectores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o potencia; está diseñado para ser instalado en un gabinete o caja de corte, colocado en o contra una pared o división, u otro soporte y accesible sólo por el frente. [70:100]

**Pasamontañas (capucha de calcetín o media) [*Balaclava (Sock Hood)*].** Una capucha resistente al arco que protege el cuello y cabeza, excepto el área facial de los ojos y nariz.

**Peligro (*Hazard*).** Una fuente de posibles heridas o daño a la salud.

**Peligro de choque (*Shock Hazard*).** Una posible fuente de heridas o daños a la salud asociados con el paso de corriente a

través del cuerpo a causa del contacto o aproximación de conductores o partes del circuito eléctrico energizado.

Nota informativa: Las lesiones y daños a la salud resultantes del choque dependen de la magnitud de la corriente eléctrica, la frecuencia de la fuente de alimentación (por ej., 60 Hz, 50 Hz, c.d.) y la trayectoria y duración del tiempo de la corriente a través del cuerpo. La reacción fisiológica varía desde la percepción, contracciones musculares, incapacidad para soltar, fibrilación ventricular, quemaduras de tejido y muerte.

**Peligro eléctrico (Electrical Hazard).** Una condición peligrosa tal que el contacto o la falla de equipos pueden resultar en un choque eléctrico, quemadura por relámpago de arco, lesiones térmicas, o **heridas** causadas por la ráfaga **de arco**.

Nota informativa: Las fuentes de potencia Clase 2, sistemas de iluminación de baja tensión y fuentes similares, son ejemplos de circuitos o sistemas que no son considerados un peligro eléctrico.

**▲ Peligro de relámpago de arco (Arc Flash Hazard).** Una **fente de posibles heridas o daños a la salud** asociada con la posible liberación de energía causada por un arco eléctrico.

Nota informativa No. 1: La probabilidad de ocurrencia de un **incidente de relámpago de arco se incrementa** cuando partes de circuitos o conductores eléctricos energizados están expuestos, o cuando estos están en el interior de equipos en condición de resguardado o encerrados, siempre que una persona esté interactuando con el equipo de manera tal que podría provocar un arco eléctrico. **No es probable que ocurra un incidente de relámpago de arco bajo condiciones operativas normales,** cuando los equipos energizados, encerrados han sido apropiadamente instalados y mantenidos.

Nota informativa No. 2: Ver **tabla 130.5(C)** para ver ejemplos de **tareas que aumentan las probabilidades de que ocurra un incidente de relámpago de arco.**

**Peligroso (Hazardous).** Que implica exposición a por lo menos un peligro.

**Permiso especial (Special Permission).** Consentimiento escrito otorgado por la Autoridad Competente. [70:100]

**Persona calificada (Qualified Person).** Persona que ha demostrado habilidades y conocimientos 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.** [70:100]

**Persona no calificada (Unqualified Person).** Una persona que no es una persona calificada.

**▮ Programa de seguridad eléctrica (Electrical Safety Program).** 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 peligros eléctricos.

**Puente o conductor de unión (Bonding Conductor or Jumper).** Conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente. [70:100]

**Puesto a tierra (Puesta a tierra) [Grounded (Grounding)].** Conectado (conexión) a tierra o a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra. [70:100]

**Puesto a tierra, sólidamente (Grounded, Solidly).** Conectado a tierra sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia. [70:100]

**Punto de acometida (Service Point).** Punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y el alambrado del inmueble. [70:100]

Nota informativa: El punto de acometida puede ser descrito como el punto de demarcación entre donde termina la empresa de suministro de energía eléctrica y donde empieza el alambrado del inmueble. La empresa suministradora generalmente especifica la ubicación del punto de acometida en base a las condiciones del servicio.

**Receptáculo (Receptacle).** Dispositivo de contacto instalado en la salida para que se conecte a él una clavija de conexión. Un receptáculo individual es un dispositivo de contacto individual sin ningún otro dispositivo de contacto en el mismo yugo. Un receptáculo múltiple es un dispositivo que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo yugo. [70:100]

**Resguardado (Guarded).** Cubierto, blindado, cercado, encerrado, o protegido de otra manera por medio de cubiertas, carcasas, barreras, rieles, pantallas, rejillas, o plataformas, adecuadas para eliminar la posibilidad de aproximación o contacto de personas u objetos a un punto peligroso. [70:100]

**Riesgo (Risk).** Una combinación de las probabilidades de ocurrencia de heridas o daño a la salud y la severidad de las heridas o el daño a la salud que resulta de un peligro.

**Salida (Outlet).** Punto de una instalación en el que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización. [70:100]

**Seguridad eléctrica (Electrical Safety).** La identificación de los peligros asociados con el uso de la energía eléctrica y la toma de precauciones para reducir el riesgo que representan dichos **peligros.**

**Separado (como se aplica a un lugar) [Isolated (as applied to location)].** No accesible fácilmente para las personas, a menos que se utilicen medios de acceso especiales. [70:100]

**Sobrecarga (Overload).** Funcionamiento de un equipo por encima de su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad nominal que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga. [70:100]

**Sobrecorriente (Overcurrent).** Cualquier corriente que supere la corriente nominal de un equipo o la ampacidad de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra. [70:100]

Nota informativa: Una corriente superior a la nominal puede ser absorbida por algunos equipos y conductores, para un conjunto de condiciones dadas. Por tanto, las reglas para protección contra sobrecorrientes son específicas para cada situación particular.

**Tablero con envolvente metálico (Switchgear, Metal-Enclosed).** Tablero totalmente encerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto por las aberturas de ventilación y las 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 del envolvente está dado por puertas, cubiertas removibles, o ambas. El tablero de potencia con envolvente metálico está disponible en construcciones resistentes al arco o no resistentes al arco.



**Tablero de distribución (*Switchboard*).** Panel grande individual, bastidor o ensamble de paneles, en el que se montan, por delante o por detrás, o por ambos, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, barras de conexión e instrumentos en general. Estos ensambles son accesibles generalmente por delante o por detrás y no están destinados para instalación dentro de gabinetes. [70:100]

**Tablero de potencia con revestimiento metálico (*Switchgear, Metal-Clad*).** Tablero totalmente encerrado en todos sus lados y la parte superior con láminas metálicas, que tiene dispositivos de interrupción y conmutación extraíbles, y todas las partes vivas encerradas en compartimientos metálicos puestos a tierra.

**Tablero resistente al arco (*Switchgear, Arc-Resistant*).** Equipo diseñado para resistir los efectos de una falla de arco interna y que direcciona la energía producida internamente lejos del empleado.

**Tensión de paso (*Step Potential*).** Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede hacer que fluya corriente de un pie a otro a través del cuerpo.

**Tensión de toque (*Touch Potential*).** Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede producir flujo de corriente de una mano a otra, o mano a pie, u otro camino, diferente al de pie a pie, a través del cuerpo.

**Tensión (de un circuito) [*Voltage (of a circuit)*].** La mayor diferencia de potencial raíz media cuadrática (eficaz, rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado. [70:100]

Nota informativa: Algunos sistemas, como los trifásicos tetrafilares, monofásicos trifilares y de corriente continua trifilares, pueden tener varios circuitos a varias tensiones.

**Tensión, nominal (*Voltage, Nominal*).** Valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar convenientemente su nivel de tensión (por ejemplo: 120 /240 volts, 480 Y/277 volts, 600 volts). La tensión real a la que funciona un circuito puede variar con respecto a la nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos. [70:100]

Nota informativa No. 1: La tensión real con la que opera un circuito puede variar del nominal, dentro de un rango que permite el funcionamiento satisfactorio del equipo.

Nota informativa No. 2: Véase la norma ANSI C84.1, *Sistemas de potencia eléctrica y equipo eléctrico — Valores nominales de voltaje (60 Hz)*.

**Tierra (*Ground*).** La tierra. [70:100]

**Trabajo en (conductores eléctricos o partes de circuitos energizados) [*Working On (energized electrical conductors or circuit parts)*].** Entrar en contacto intencionalmente con conductores eléctricos o partes de circuitos energizados con las manos, pies, u otras partes del cuerpo, con herramientas, sensores, o equipos de prueba, sin tener en cuenta el equipo de protección personal (EPP) que la persona esté utilizando. Hay dos categorías de “trabajos en”: *Diagnóstico* (pruebas) es tomar lecturas o medidas del equipo eléctrico con equipos de prueba aprobados que no requieren hacer ningún cambio físico al equipo; *reparación* es cualquier alteración física del equipo eléctrico (como por ejemplo hacer o ajustar conexiones, remover o reemplazar componentes, etc.).

**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.

Nota informativa: Un traje de protección contra relámpago de arco puede incluir pantalones o jardinero, una chaqueta (campera o chamarra) u overol (mameluco) y una capucha (escafandra) tipo apicultor con un protector facial.

**Unidad de vivienda (*Dwelling Unit*).** Unidad individual que brinda instalaciones completas e independientes de vivienda para una o más personas, que incluye instalaciones permanentes para descansar, dormir, cocinar y sanitarias. [70:100]

**Unido (Unión) [*Bonded (Bonding)*].** Conectado para establecer continuidad y conductividad eléctricas. [70:100]

## ARTÍCULO 105 Aplicación de los procedimientos y prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad

**105.1 Alcance.** El Capítulo 1 trata lo relativo a las prácticas y los procedimientos de trabajo relacionados con la seguridad eléctrica para empleados que están expuestos al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo cubiertos dentro del alcance de esta norma.

**105.2 Propósito.** Estas prácticas y procedimientos están destinadas a proporcionar seguridad a los empleados ante los riesgos eléctricos en los lugares de trabajo.

Nota informativa: Para categorías generales de riesgos eléctricos, ver Anexo Informativo K.

### 105.3 Responsabilidad.

**(A) Responsabilidad del empleador** El empleador debe tener las siguientes responsabilidades:

- (1) Establecer, documentar e implementar las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y debe entrenarlos procedimientos requeridos por esta norma.
- (2) Proporcionar a los empleados entrenamiento en las prácticas y procedimientos de trabajo del empleador relacionados con la seguridad.

**(B) Responsabilidad del empleado** El empleado debe cumplir con las prácticas de trabajo y los procedimientos relacionados con la seguridad, provistos por el empleador.

**(N) 105.4 Prioridad.** La eliminación de peligros será la primera prioridad en la implementación de prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad.

Nota informativa: La Eliminación está primero en la lista del método de control del riesgo indentificado en 110.1(H).

**105.5 Organización.** El Capítulo 1 de la presente norma se divide en cinco artículos. El Artículo 100 incluye las definiciones de los términos utilizados en uno o más de los capítulos de este documento. El Artículo 105 prevé la aplicación de prácticas de trabajo y procedimientos relacionados con la seguridad. El Artículo 110 proporciona los requisitos generales para las prácticas de trabajo y procedimientos relacionados con la segu-

## 110.1 ARTÍCULO 110 — REQUISITOS PARA PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA

riedad. El Artículo 120 proporciona los requerimientos para establecer una condición de trabajo eléctricamente segura. El Artículo 130 proporciona los requisitos para trabajos que involucren riesgos eléctricos.

### ARTÍCULO 110 Requisitos generales para prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica

#### 110.1 Programa de seguridad eléctrica.

**(A) General.** El empleador debe implementar y documentar un programa general de seguridad eléctrica que ordene las actividades adecuadas para los riesgos relacionados con los peligros eléctricos. El programa de seguridad eléctrica debe ser implementado como parte del sistema integral de gestión de seguridad y salud ocupacional del empleador, siempre que exista uno.

Nota informativa No. 1: Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad tales como la verificación de la instalación y el mantenimiento apropiado, técnicas de alerta, requisitos de auditoría, y requisitos de entrenamiento provistos en esta norma son controles administrativos y parte de un programa integral de seguridad eléctrica.

Nota informativa No. 2: ANSI/AIHA Z10, *Norma nacional de los Estados Unidos para sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional*, provee el marco para establecer un programa de seguridad eléctrica general como uno de los componentes del programa de seguridad y salud ocupacional del empleador.

Nota informativa No. 3: IEEE 3007.1, Práctica recomendada para la operación y gestión de sistemas de potencia comerciales e industriales, proporciona orientación adicional para la implementación del programa de seguridad eléctrica.

Nota informativa No. 4: IEEE 3007.3, Práctica recomendada para la seguridad eléctrica en sistemas de potencia comerciales e industriales, proporciona orientación adicional para la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo.

**(B) Inspección.** El programa de seguridad eléctrica debe incluir elementos para verificar que los equipos o sistemas eléctricos recién instalados o modificados han sido inspeccionados para cumplir con los códigos y normas de instalación aplicables antes de ser puestos en servicio.

**(C) Condición de mantenimiento.** El programa de seguridad eléctrica debe incluir elementos que consideren la condición del mantenimiento de los sistemas y equipos eléctricos.

**(D) Conocimiento y autodisciplina.** El programa de seguridad eléctrica debe diseñarse con el fin de proporcionar conocimientos acerca de los potenciales peligros eléctricos a los empleados que trabajan en un entorno con presencia de riesgos eléctricos. El programa debe ser desarrollado para establecer la autodisciplina requerida para todos los empleados que deben desempeñar trabajos que puedan involucrar peligros eléctricos. El programa debe inculcar los principios y controles de seguridad.

**(E) Principios del programa de seguridad eléctrica.** El programa de seguridad eléctrica debe definir los principios en los cuales está basado.

Nota informativa: Para ejemplos de principios típicos de programas de seguridad eléctrica, consulte el Anexo Informativo E.

**(F) Controles del programa de seguridad eléctrica.** El programa de seguridad eléctrica debe identificar los controles mediante los cuales el mismo es medido y monitoreado.

Nota informativa: Para ejemplos de controles típicos de programas de seguridad eléctrica, consulte el Anexo Informativo E.

**(G) Procedimientos del programa de seguridad eléctrica.** El programa de seguridad eléctrica debe identificar los procedimientos a utilizar antes de que los empleados expuestos a un peligro eléctrico comiencen a trabajar.

Nota informativa: Para un ejemplo de procedimiento típico del programa de seguridad eléctrica, consultar el Anexo Informativo E.

**(H) Procedimiento de evaluación de riesgo.** El programa de seguridad eléctrica debe incluir un procedimiento de evaluación del riesgo y debe cumplir con lo establecido en 110.1(H)(1) a 110.1(H)(3).

Nota informativa No. 2: Ver ANSI/AIHA Z10, *Norma Nacional Estadounidense para Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional* para obtener más información sobre la jerarquía de métodos de control de riesgos.

Nota informativa No. 3: El procedimiento de evaluación de riesgo puede incluir la identificación de cuándo podría requerirse una segunda persona y el entrenamiento y el equipo que esa persona debería tener.

Nota informativa No. 4: Para un ejemplo de procedimiento de evaluación de riesgo, consulte el Anexo Informativo F.

**(1) Elementos de un procedimiento de evaluación de riesgo.** El procedimiento de evaluación de riesgo debe contemplar la exposición de los empleados a los peligros eléctricos y debe identificar el proceso que utilizará el empleado antes de comenzar el trabajo, con el fin de llevar a cabo lo siguiente:

- (1) Identificar los peligros.
- (2) Evaluar los riesgos.
- (3) Implementar el control del riesgo siguiendo una jerarquía de métodos de control de riesgo.

**(2) Error humano.** El procedimiento de evaluación de riesgo abordará el potencial de error humano y sus consecuencias negativas en las personas, los procesos, el entorno de trabajo y el equipo.

Nota informativa: El potencial de error humano varía con factores tales como tareas y el ambiente de trabajo. Ver Anexo Informativo Q.

**(3) 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 la siguiente jerarquía:

- (1) Eliminación
- (2) Sustitución
- (3) Controles de ingeniería
- (4) Advertencia
- (5) Controles administrativos
- (6) EPP

## ARTÍCULO 110 — REQUISITOS PARA PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA 110.2

Nota informativa No. 1: La eliminación, la sustitución y los controles de ingeniería son los métodos más efectivos para reducir el riesgo ya que generalmente se aplican en la fuente de posibles lesiones o daño a la salud y es menos probable que sean afectados por errores humanos. La conciencia, los controles administrativos y el EPP son los métodos menos efectivos para reducir el riesgo ya que no se aplican en la fuente y es más probable que se vean afectados por errores humanos.

Nota informativa No. 2: Ver *ANSI/AIHA Z10, Norma Nacional Estadounidense para Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional* para obtener más información sobre la jerarquía de métodos de control de riesgos.

Nota informativa No. 3: El procedimiento de evaluación de riesgo puede incluir la identificación de cuándo podría requerirse una segunda persona y el entrenamiento y el equipo que esa persona debería tener.

Nota informativa No. 4: Para un ejemplo de procedimiento de evaluación de riesgo, consulte el Anexo Informativo F.

**N (I) Planificación de la seguridad y sesión informativa de trabajo.** Antes de comenzar cada trabajo que involucra exposición a riesgos eléctricos, el empleado responsable debe completar un plan sobre la seguridad del trabajo y conducir una sesión informativa de trabajo con los empleados involucrados.

(1) **Planificación de la seguridad del trabajo.** El plan de seguridad del trabajo debe ser acorde a implementarlo siguiente:

- (1) Ser completado por una persona calificada.
- (2) Ser documentado.
- (3) Incluir la siguiente información:
  - (a) a. Una descripción del trabajo y las tareas individuales.
  - (b) b. Identificación de los peligros eléctricos asociados con cada tarea.
  - (c) c. Una evaluación del riesgo de choque de acuerdo con 130.4 para tareas que implican un peligro de choque.
  - (d) d. Una evaluación del riesgo de relámpago de arco de acuerdo con 130.5 para tareas que involucren un riesgo de relámpago de arco.
  - (e) e. Procedimientos de trabajo involucrados, precauciones especiales, y controles de fuente de energía.

**N (2) Sesión informativa de trabajo.** La información informativa de trabajo debe cubrir el plan de seguridad del trabajo, y la información sobre el permiso de trabajo eléctrico energizado, si se requiere un permiso.

**N (3) Cambios en el alcance.** Se deben realizar reuniones informativas de trabajo y planificación adicional si se producen cambios durante el curso del trabajo que podrían afectar la seguridad de los empleados.

Nota informativa: Para acceder a un ejemplo de formulario de sesión informativa de trabajo y de lista de verificación para la planificación, ver el Anexo Informativo I, Figura I.1

**N (J) Investigación de incidentes.** El programa de seguridad eléctrica debe incluir elementos para la investigación de incidentes eléctricos.

Nota informativa: Los incidentes eléctricos incluyen eventos o sucesos que resultan en, o podrían haber resultado en, una fatalidad, una lesión o daño a la salud. Los incidentes que no resultan en fatalidad, lesión o daño a la salud se conocen comúnmente como "cuasi-accidentes" o "inminente".

**(K) Auditoría.**

(1) **Auditoría del 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 la presente norma. Las auditorías deben realizarse en intervalos que no excedan de 3 años.

(2) **Auditoría del trabajo de campo.** 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 los procedimientos. Las auditorías deben realizarse en intervalos que no excedan de 1 año.

**N (3) Auditoría del programa y procedimiento de bloqueo/etiqueta.** El programa de bloqueo/etiqueta y los procedimientos requeridos por el Artículo 120 deben ser auditados por una persona calificada a intervalos que no excedan 1 año. La auditoría debe cubrir al menos un bloqueo/etiqueta en progreso. La auditoría debe estar diseñada para identificar y corregir deficiencias en los siguientes:

- (1) El programa y los procedimientos de bloqueo/etiqueta
- (2) El entrenamiento de bloqueo/etiqueta
- (3) Ejecución por parte del trabajador del procedimiento de bloqueo/etiqueta

(4) **Documentación.** Las auditorías requeridas en 110.1(K) deben documentarse.

### 110.2 Requisitos de entrenamiento.

**Δ (A) Entrenamiento de seguridad eléctrica.** Las exigencias de entrenamiento contenidas en 110.2(A) deben aplicar a los empleados que enfrentan un riesgo de peligro eléctrico que no está reducido a un nivel seguro mediante los requerimientos aplicables para instalaciones eléctricas. Estos empleados deben ser entrenados para comprender los peligros específicos relacionados con la energía eléctrica. Tales empleados deben ser entrenados en el manejo de las prácticas seguras de trabajo y los procedimientos necesarios que se requieren para dar protección contra los riesgos eléctricos asociados con sus respectivos trabajos o tareas. Los empleados deben ser entrenados para reconocer y comprender la relación entre peligros eléctricos y posibles heridas.

Nota informativa: Para mayor información sobre requerimientos de instalaciones eléctricas, ver *NFPA 70, Código Eléctrico Nacional*.

(1) **Persona calificada.** Una persona calificada debe estar entrenada y ser conocedora de la construcción y operación de equipos o un método de trabajo específico y estar entrenada para reconocer y evitar los peligros eléctricos que se puedan presentar con respecto a ese equipo o método de trabajo.

(a) Tales personas también deben estar familiarizadas con el uso apropiado de técnicas de prevención especiales; procedimientos y políticas eléctricas aplicables, EPP, materiales aislantes y de blindaje y herramientas aislantes y equipos de prueba.

(b) Una persona puede ser considerada calificada con respecto a ciertos equipos y métodos pero aun así no estar calificada para otros.



## 110.2 ARTÍCULO 110 — REQUISITOS PARA PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA

(c) Tales personas a quienes se les permite trabajar dentro de la frontera de aproximación limitada deben, como mínimo, recibir entrenamiento adicional en todo lo siguiente:

- (1) Las destrezas y técnicas necesarias para distinguir entre conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos y otras partes de equipos eléctricos.
- (2) Las destrezas y técnicas necesarias para determinar la tensión nominal de conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos.
- (3) Las distancias de aproximación de la Tabla 130.4(D)(a) y la Tabla 130.4(D)(b) y las tensiones correspondientes a las que la persona calificada estará expuesta.
- (4) El proceso de toma de decisiones necesario para ser capaz de hacer lo siguiente:
  - a. Efectuar la planificación de seguridad de la tarea.
  - b. Identificar los peligros eléctricos.
  - c. Evaluar los riesgos asociados.
  - d. Seleccionar los métodos de control de riesgo apropiados de la jerarquía de controles identificados en 110.1(H), incluyendo los equipos de protección personal.

(d) Un empleado que está siendo entrenado en el trabajo a fin de adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para ser considerado una persona calificada y que, en el curso de ese entrenamiento, ha demostrado una habilidad para ejercer responsabilidades específicas con seguridad en su nivel de entrenamiento, y que se encuentra bajo la directa supervisión de una persona calificada, se debe considerar que es una persona calificada para la ejecución de esas responsabilidades específicas.

(e) Los empleados deben ser entrenados para seleccionar el instrumento o equipo de pruebas apropiado y deben demostrar cómo usar un dispositivo para verificar la ausencia de tensión, incluyendo la interpretación de la información suministrada por el dispositivo. El entrenamiento debe incluir información que permita al empleado comprender las limitaciones de cada equipo de prueba específico que pueda ser utilizado.

(f) El empleador debe determinar, mediante una supervisión regular o mediante inspecciones llevadas a cabo con una frecuencia mínima anual, que cada empleado cumple con las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad requeridas por esta norma.

**(2) Personas no calificadas.** Las personas no calificadas deben recibir entrenamiento en y estar familiarizadas con cualquiera de las prácticas relacionadas con la seguridad eléctrica que sean necesarias para su seguridad.

**(3) Reentrenamiento.** El reentrenamiento en prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y cambios aplicables de esta norma debe realizarse en intervalos que no excedan de tres años. Un empleado debe recibir entrenamiento adicional (o reentrenamiento) si existe cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) La supervisión o inspecciones anuales indican que el empleado no está cumpliendo con las prácticas de seguridad relacionadas al trabajo.
- (2) La tecnología, nuevos tipos de equipo, o cambios en los procedimientos necesitan del uso de prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad que son diferentes de aquellas que el empleado normalmente utilizaría.
- (3) **El empleado necesita revisar tareas que se realizan con una frecuencia inferior a una vez al año.**

- (4) El empleado necesita revisar prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad que no son normalmente utilizadas durante sus deberes de trabajo habituales.
- (5) **Cambio en las tareas del trabajo del empleado.**

**Δ (4) Tipo de entrenamiento.** El entrenamiento exigido por 110.2(A) debe ser en aulas, o en el sitio de trabajo, o una combinación de ambos. El tipo y grado de entrenamiento que se imparta se debe determinar según el riesgo del empleado.

**N (5) Documentación del entrenamiento en seguridad eléctrica.** El empleador debe documentar que cada empleado haya recibido el entrenamiento requerido en 110.2(A). Esta documentación debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Registrar cuando el empleado demuestra sus destrezas en las prácticas de trabajo pertinentes
- (2) Conservarse durante la duración del empleo del empleado.
- (3) Incluir el contenido del entrenamiento, el nombre de cada uno de los empleados, y las fechas del entrenamiento.

Nota informativa No. 1: El contenido del entrenamiento puede incluir uno o más de los siguientes: programa de estudios, currículo del curso, esquema, tabla de contenidos u objetivos del entrenamiento.

Nota informativa No. 2: Los expedientes de empleo que indican que un empleado ha recibido el entrenamiento requerido son medios aceptables para el cumplimiento de este requisito.

**N (B) Entrenamiento en el procedimiento de bloqueo/etiqueta.**

**N (1) Entrenamiento inicial.** Los empleados involucrados en o afectados por los procedimientos de bloqueo/etiqueta requeridos en 120.2 deben recibir entrenamiento en lo siguiente:

- (1) Procedimientos de bloqueo/etiqueta
- (2) Su responsabilidad en la ejecución de los procedimientos

**N (2) Reentrenamiento.** Se debe realizar reentrenamiento en los procedimientos de bloqueo/etiqueta de acuerdo a lo siguiente:

- (1) Cuando los procedimientos establecidos sean revisados.
- (2) En intervalos que no excedan de 3 años.
- (3) Cuando la supervisión o las inspecciones anuales indican que el empleado no está cumpliendo con los procedimientos de bloqueo/etiqueta.

**(3) Documentación del entrenamiento en bloqueo/etiqueta.**

(a) El empleador debe documentar que cada empleado ha recibido el entrenamiento requerido por 110.2(B).

(b) La documentación se debe hacer cuando el empleado demuestra sus destrezas en las prácticas de trabajo pertinentes.

(c) La documentación debe incluir el contenido del entrenamiento, el nombre de cada uno de los empleados y las fechas del entrenamiento.

Nota informativa: El contenido del entrenamiento puede incluir uno o más de los siguientes: programa del curso, plan de estudios, esquema del curso, tabla de contenidos u objetivos del entrenamiento.

**(C) Entrenamiento en respuesta de emergencias.**

**Δ (1) Liberar del contacto.** Los empleados expuestos a peligros de choque o aquellos responsables de la liberación segura de víctimas del contacto con conductores eléctricos expuestos o partes de circuitos energizados **deben ser entrenados sobre**



## ARTÍCULO 110 — REQUISITOS PARA PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA 110.4

métodos de liberación segura. El reentrenamiento (o curso de actualización) debe realizarse anualmente.

### Δ (2) Primeros auxilios, respuesta de emergencias, y resucitación.

(a) Los empleados responsables de la respuesta a emergencias médicas deben ser entrenados en primeros auxilios y procedimientos de emergencia.

(b) Los empleados responsables de la respuesta a emergencias médicas deben ser entrenados en reanimación cardiopulmonar (RCP).

(c) Los empleados responsables de la respuesta a emergencias médicas deben ser entrenados en el uso del desfibrilador automático externo (DAE) siempre que el plan de respuesta de emergencias del empleador incluya la utilización de dicho dispositivo.

(d) El entrenamiento debe ocurrir a una frecuencia que satisfaga los requerimientos del organismo certificador.

Nota informativa: Los empleados responsables de responder a emergencias médicas pueden no ser profesionales en primeros auxilios o médicos. Dichos empleados podrían ser la segunda persona, un guardia o vigilante de seguridad o un técnico de mantenimiento.

### Δ (3) Verificación del entrenamiento. Los empleadores deben verificar por lo menos anualmente que el entrenamiento del empleado que se requiere en 110.2(C) se encuentre actualizado.

### Δ (4) Documentación. El empleador debe documentar que el entrenamiento requerido en 110.2(C) ha sido realizado.

## 110.3 Responsabilidades del empleador anfitrión y empleador contratista.

### (A) Responsabilidades del empleador anfitrión.

(1) El empleador anfitrión debe informar al empleador contratista sobre:

- (1) Peligros reconocidos que estén cubiertos por esta norma, que estén relacionados con el trabajo contratado al empleador, y que podrían no ser reconocidos por el empleador contratista o sus empleados.
- (2) Información sobre las instalaciones del empleador que el empleador contratista necesite conocer para realizar las evaluaciones requeridas según el Capítulo 1.

(2) El empleador anfitrión debe reportar al empleador contratista, las violaciones relacionadas con la norma por parte de los empleados contratistas.

Nota informativa: Ejemplos de un empleador anfitrión pueden incluir a propietarios o sus designados, gerente de construcción, contratista general, o empleador.

### (B) Responsabilidades del empleador contratista.

(1) El empleador contratista debe garantizar que sus empleados están instruidos acerca de los peligros comunicados al empleador contratista por el empleador anfitrión. Estas instrucciones, deben ser adicionales a la capacitación básica requerida sobre esta norma.

(2) El empleador contratista debe garantizar que cada uno de sus empleados siga las prácticas de trabajo requeridas por esta norma y las reglas relacionadas con la seguridad requerida por el empleador anfitrión.

### Δ (3) El empleador contratista debe notificarle al empleador anfitrión lo siguiente:

- (1) Cualquier peligro particular que presente el trabajo del contratista.
- (2) Cualquier peligro que se identifique durante el trabajo que realiza el empleador contratista, que el empleador anfitrión no haya mencionado.
- (3) Las medidas que el contratista haya tomado para corregir las violaciones reportadas por el empleador anfitrión bajo 110.3(A) (2) y para prevenir que estas violaciones vuelvan a ocurrir en el futuro.

(C) **Documentación.** Donde el empleador anfitrión conozca peligros que estando cubiertos en esta norma se relacionen con el trabajo del empleador contratista, debe realizarse una reunión documentada entre el empleador anfitrión y el empleador contratista.

## 110.4 Instrumentos de prueba y equipos.

(A) **Pruebas.** Solo las personas calificadas deben llevar a cabo tareas tales como prueba, inspección, y medición de tensión en equipos eléctricos que operan en voltajes iguales a 50 voltios o más.

(B) **Valores nominales.** Instrumentos de prueba, equipos, y sus accesorios deben ser acordes a lo siguiente:

- (1) Dimensionados de acuerdo a los circuitos y equipos donde se utilizan.
- (2) Aprobados para el propósito.
- (3) Utilizados de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

Nota informativa: Ver UL 61010-1, *Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios – Apartado 1: Requisitos generales*, para conocer los requisitos de diseño y valor nominal para medición de tensión e instrumentos para pruebas previstos para el uso en sistemas eléctricos de 1000 Voltios o menos y UL 61010-2-033, *Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios – Parte 2-033: Requisitos particulares para multímetros de mano y otros medidores, para uso doméstico y profesional, capaces de medir el voltaje de la red.*

(C) **Diseño.** Instrumentos de prueba, equipos, y sus accesorios deben ser diseñados para el entorno al cual van a estar expuestos, y para la manera como se utilizarán.

(D) **Inspección visual y reparación.** Los instrumentos y equipos de prueba y todos los elementos accesorios: terminales de conexión, cables, cordones de potencia, sondas, y conectores, se deben inspeccionar visualmente para establecer defectos y daños externos antes de cada uso. Si existe un defecto o evidencia de daño que pueda exponer a un empleado a lesiones, los elementos defectuosos o dañados se deben retirar del servicio. Ningún empleado los debe utilizar hasta que una persona/as calificada(s) para la realización de las reparaciones y pruebas que sean necesarias para volver el equipo a una condición segura lo haya(n) hecho.

(E) **Verificación de operación.** Cuando los instrumentos de prueba son utilizados para verificar la ausencia de voltaje en conductores o partes de circuitos operando a 50 tensiones de voltios o más, el funcionamiento del equipo debe ser verificado en una fuente de tensión conocida antes y después de realizada la prueba de ausencia de voltaje.

## 110.4 ARTÍCULO 110 — REQUISITOS PARA PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD ELÉCTRICA

### 110.5 Equipo eléctrico portátil conectado con cordón y clavija.

Esta sección se aplica al uso de equipo conectado con cordón y clavija, incluidos los conjuntos de cordones (cordones de extensión).

**(A) Manipulación y almacenamiento.** El equipo portátil debe manipularse y almacenarse de una manera que no cause daño. Los cordones flexibles eléctricos conectados a los equipos no se deben utilizar para levantar o bajar los equipos. Los cordones flexibles no se deben asegurar con grapas o colgarlos de una manera que pueda dañar la chaqueta exterior o el aislamiento.

#### **(B) Equipos del tipo de puesta a tierra.**

(a) Los cordones flexibles que se utilicen con equipos del tipo de puesta a tierra deben contener un conductor de puesta a tierra de equipos.

(b) Las clavijas de conexión y los receptáculos no se deben conectar o alterar de una manera que pueda interrumpir la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos. Adicionalmente, estos dispositivos no deben alterarse para permitir el uso de una manera diferente a la prevista originalmente por el fabricante.

(c) No se deben utilizar adaptadores que interrumpan la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

#### **(C) Inspección visual y reparación de equipos portátiles conectados con cordón y clavija y de conjuntos de cordones flexibles.**

(a) Frecuencia de inspección. Antes de cada uso, los equipos portátiles conectados con cordón y clavija se deben inspeccionar para determinar si tienen defectos externos (tales como partes flojas, o pasadores deformados o faltantes) y para evidenciar posibles daños internos (tales como pellizcos o aplastamientos en la cubierta exterior).

*Excepción: Equipos estacionarios conectados mediante cordones y clavijas y conjuntos de cordones flexibles (cordones de extensión) que permanecen conectados una vez puestos en su lugar y que están instalados de forma que el cordón y clavija no están expuestos a daño durante el uso normal, no se requerirá que sean inspeccionados visualmente hasta que sean relocalizados o reparados.*

(b) Equipos defectuosos. Si hay un defecto o evidencia de daño que pueda exponer al empleado a heridas, el elemento defectuoso o dañado se debe retirar de servicio y ningún empleado lo debe utilizar, hasta que una persona/as calificada(s) para realizar las reparaciones y pruebas necesarias para volver el equipo a una condición segura, lo haya(n) hecho.

(c) Acoplamiento apropiado. Cuando una clavija de conexión se va a conectar a un receptáculo, primero se debe verificar la relación entre los contactos de la clavija y los del receptáculo para verificar que tengan configuraciones compatibles.

**(D) Lugares de trabajo conductivos.** Los equipos eléctricos portátiles utilizados en lugares de trabajo altamente conductivos (tales como los que se encuentran inundados con agua u otros líquidos conductores) deben estar aprobados para esos lugares. En los lugares de trabajo donde existe la probabilidad de que los empleados entren en contacto o estén empapados con agua o líquidos conductores, para la protección del personal se deben utilizar interruptores de circuito de falla a tierra.

Nota informativa: El procedimiento de evaluación de riesgo también puede incluir la identificación de cuándo el uso de herramientas y equipos portátiles alimentados por fuentes que no sean de 120 volts c.a., tales como baterías, aire, e hidráulicas, deberían usarse para minimizar la probabilidad de lesiones por

riesgos eléctricos para las tareas desempeñadas en lugares conductivos o húmedos.

#### **(E) Conexión de clavijas de conexión.**

(a) Las manos de los empleados no deben estar húmedas cuando se conecten o desconecten cordones flexibles y los equipos conectados con cordón y clavija, si se trata de equipos energizados.

(b) Las conexiones de clavijas y receptáculos energizados se deben manipular sólo con equipo protector aislante si la condición de la conexión puede establecer una trayectoria conductora a las manos de los empleados (si, por ejemplo, un cordón esta mojado por haberse sumergido en agua).

(c) Los conectores tipo enclavamiento se deben asegurar después de la conexión.

**(F) Instrucciones del fabricante.** Los equipos portátiles deben ser usados en concordancia con las instrucciones y advertencias de seguridad del fabricante.

### 110.6 Protección con interruptores de circuito por fallas a tierra (GFCI).

**(A) Generalidades.** Se debe proveer a los empleados de protección con interruptores GFCI donde así lo requieran los códigos y normas aplicables, ya sean estatales, federales o locales. Se permitirá el uso de conjuntos de cables o dispositivos listados que incorporen protección GFCI listada para personal, identificados para uso portátil.

**(B) Mantenimiento y construcción.** Se debe proveer protección con interruptores GFCI donde haya empleados operando o usando conjuntos de cordones (cordones de extensión) o herramientas conectadas con cordón y clavija relacionadas con actividades de mantenimiento y construcción alimentadas con circuitos de 125-volts, 15-, 20-, o 30-amperes. Donde los empleados operan o usan equipos alimentados con circuitos de más de 125-volts, 15-, 20-, o 30-amperes, se debe proveer protección con interruptores GFCI o implementar un programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado.

Nota informativa: Donde se utilice un programa de conductor de puesta a tierra de los equipos, un interruptor de circuito contra fallas a tierra de propósito especial puede proporcionar protección adicional. Ver Anexo Informativo O.

**(C) A la intemperie.** La protección GFCI debe ser provista cuando un empleado se encuentre en un espacio a la intemperie y operando o utilizando conjuntos de cordones (cordones de extensión) o equipos conectados con cordón y clavija abastecidos por circuitos de 125 volts, 15, 20 o 30 amperes. Donde los empleados trabajando en espacios a la intemperie operan o usan equipos abastecidos por circuitos que sean mayores a 125 volts, 15, 20 o 30 amperes, debe implementarse protección con interruptores GFCI o un programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado.

Nota informativa: Donde se utilice un programa de conductor de puesta a tierra de los equipos, un interruptor de circuito contra fallas a tierra de propósito especial puede proporcionar protección adicional. Ver Anexo Informativo O.

**(D) Prueba de dispositivos de protección con interruptores de circuitos por fallas a tierra.** Los dispositivos de protección GFCI deben ser sometidos a prueba de acuerdo con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

**110.7 Modificación de la protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente de los circuitos y conductores no debe ser modificada, ni siquiera temporariamente, más allá de lo permitido por partes aplicables de códigos y normas eléctricas que tratan sobre la protección contra sobrecorriente.

Nota informativa: Para mayor información acerca de códigos y normas eléctricas que tratan sobre las protecciones contra sobrecorriente, ver NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*, Artículo 240.

## ARTÍCULO 120

### Estableciendo una condición de trabajo eléctricamente segura

#### **N** 120.1 Programa de bloqueo/etiqueta puestos.

**(A) General.** Todos los empleadores deben establecer, documentar, e implementar un programa de bloqueo/etiqueta. El programa de bloqueo/etiqueta debe especificar procedimientos de bloqueo/etiqueta para salvaguardar a los empleados de la exposición a los peligros eléctricos. El programa de bloqueo/etiqueta y sus procedimientos también deben incorporar lo siguiente:

- (1) Ser aplicable a la experiencia y capacitación de los trabajadores y las condiciones del lugar de trabajo.
- (2) Cumplir los requisitos del Artículo 120
- (3) Aplicar para los equipos fijos, los instalados de forma permanente, los equipos instalados temporalmente, y los equipos portátiles.

**(B) Responsabilidades del empleador.** El empleador será responsable de lo siguiente:

- (1) Proporcionar el equipo necesario para ejecutar los procedimientos de bloqueo/etiqueta
- (2) Proporcionar entrenamiento de bloqueo/etiqueta a los trabajadores de acuerdo con 110.2
- (3) Auditar el programa de bloqueo/etiqueta de acuerdo con 110.1
- (4) Auditar la ejecución de los procedimientos de bloqueo/etiqueta de acuerdo con 110.1

Nota informativa: para ver un ejemplo de un programa de bloqueo/etiqueta, consulte el Anexo Informativo G.

#### **N** 120.2 Principios del bloqueo/etiqueta

**(A) General** No debe considerarse que los conductores y partes de circuitos eléctricos se encuentran en una condición de trabajo eléctricamente segura, hasta tanto no se hayan cumplido todos los requisitos del Artículo 120. Las prácticas de trabajo seguras aplicables al voltaje y nivel de energía del circuito se deben utilizar en conformidad con el Artículo 130 hasta el momento en que los conductores eléctricos y las partes del circuito estén en una condición de trabajo eléctricamente segura.

Nota informativa: Ver 120.5 para conocer los pasos para establecer y verificar una condición de trabajo eléctricamente segura.

**(B) Participación del empleado.** Toda persona que pueda estar directa o indirectamente expuesta a una fuente de energía eléctrica debe participar en el proceso de bloqueo/etiqueta.

Nota informativa: Un ejemplo de exposición directa es el electricista calificado que trabaja en el control del arrancador de un motor, los circuitos de potencia, o el motor. Un ejemplo de exposición indirecta es la persona que trabaja en el acoplamiento entre el motor y el compresor.

**(C) Procedimiento de bloqueo/etiqueta.** El procedimiento de bloqueo/etiqueta debe ser desarrollado en base al sistema y los equipos eléctricos existentes y debe utilizar la documentación adecuada que incluya planos y diagramas actualizados

**(D) Control de la energía.** Todas las fuentes de energía eléctrica se deben controlar de tal manera que se minimice la exposición de los empleados a los peligros eléctricos.

**(E) Enclavamientos de circuito eléctrico.** La documentación, incluyendo los planos y diagramas actualizados, se debe revisar para asegurar que ninguna operación de enclavamiento de circuito eléctrico pueda dar como resultado la re-energización del circuito en el que se está trabajando.

**(F) Dispositivos de control.** Los bloqueos/etiquetas se instalarán solo en medios de desconexión del circuito. Dispositivos de control como botones pulsadores o interruptores selectores, no deben ser usados como dispositivo de aislamiento primario.

**(G) Identificación.** El dispositivo de bloqueo/etiqueta debe ser único y fácilmente identificable como un dispositivo de bloqueo/etiqueta.

**(H) Coordinación.** Los siguientes elementos son necesarios para coordinar el procedimiento de bloqueo/etiqueta

- (1) El procedimiento eléctrico de bloqueo/etiqueta establecido se debe coordinar con todos los otros procedimientos del empleador para el control de la exposición a fuentes de energía eléctrica, de tal manera que todas las exigencias procedimentales del empleador se consideren apropiadamente en relación al lugar.
- (2) El procedimiento para el control de la exposición al peligro eléctrico, se debe coordinar con otros procedimientos de control, de otras fuentes de energía peligrosa, de tal manera que estén basados en conceptos similares o idénticos.
- (3) Se permitirá que los dispositivos de bloqueo/etiqueta eléctricos sean similares a los dispositivos de bloqueo y etiquetado para el control de otras fuentes de energías peligrosas, tales como: neumáticas, hidráulicas, térmicas y mecánicas, siempre que tales dispositivos se utilicen solo para el control de la energía peligrosa y no para otros propósitos.

**(I) Formas de control de energía eléctrica peligrosa.** Se deben permitir dos formas de control de energía eléctrica peligrosa: bloqueo/etiqueta simple, y bloqueo/etiqueta complejo [ver 120.4]. Para el bloqueo/etiqueta simple, la persona calificada debe estar cargo. Para el bloqueo/etiqueta complejo, la persona a cargo debe tener la responsabilidad general.



### 120.3 Equipo de bloqueo/etiqueta.

(A) **Aplicación de bloqueos.** Los dispositivos de independización de energía para maquinaria o equipos instalados después del 2 de enero de 1990 deben permitir la colocación de dispositivos de bloqueo.

(B) **Dispositivo de bloqueo/etiqueta.** Cada empleador debe suministrar y los empleados deben utilizar dispositivos de bloqueo y etiquetado, y los equipos necesarios para ejecutar las exigencias de 120.3. Los bloqueos y las etiquetas utilizados para el control de la exposición a los peligros de la energía eléctrica deben ser únicos, deben ser fácilmente identificables como dispositivos bloqueo/etiqueta y no se deben utilizar para otros propósitos.

Δ (C) **Dispositivo de bloqueo.** El dispositivo de bloqueo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) El dispositivo de bloqueo incluye un candado (de llave o combinación).
- (2) El dispositivo de bloqueo debe incluir un método para identificar a la persona que instaló el dispositivo de bloqueo.
- (3) Se permitirá que un dispositivo de bloqueo sea sólo un candado siempre y cuando el candado sea fácilmente identificable como un dispositivo de bloqueo, además de contar con un medio de identificación para indicar la persona que instaló el candado.
- (4) Los candados se deben fijar para impedir la operación de los medios de desconexión a menos que se recurra a la fuerza indebida o al uso de herramientas.
- (5) Donde una etiqueta es utilizada junto con el dispositivo de bloqueo, la etiqueta debe contener un enunciado que prohíba la operación no autorizada de los medios de desconexión, o el retiro no autorizado del dispositivo.
- (6) Los dispositivos de bloqueo deben ser apropiados para las condiciones ambientales y para la duración del bloqueo.
- (7) Ya sea que se utilicen candados con llave o candados con clave, la llave o combinación deben permanecer en posesión de la persona que instale el candado, o de la persona responsable, cuando así lo disponga el procedimiento establecido.

(D) **Dispositivo de etiqueta.** El dispositivo de etiqueta debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) El dispositivo etiqueta debe incluir una etiqueta junto con los medios de fijación.
- (2) El dispositivo etiqueta debe ser fácilmente identificable como un dispositivo de etiqueta y adecuado para las condiciones ambientales y la duración del bloqueo/etiqueta.
- (3) Los medios de fijación del dispositivo de etiqueta deben ser capaces de resistir por lo menos 222.4 N (50 lb) de fuerza aplicada en ángulo recto a la superficie de los medios de desconexión. Los medios de fijación de la etiqueta deben ser descartables (no reutilizables), aptos para ser colocados con la mano, auto asegurables, no aflojables, y equivalentes a un amarre sujeta cable de nailon resistente a todo medioambiente.
- (4) Las etiquetas deben contener un enunciado que prohíba la operación no autorizada de los medios de desconexión o la remoción de la etiqueta.
- (5) Se permitirá el uso de un porta tarjeta de etiquetado, en un conductor aéreo junto con una herramienta de pértiga para líneas vivas para la instalación del dispositivo de

etiquetado de manera segura, en un desconectador que se encuentra separado del/los trabajo(s). Donde se utilice un porta-tarjeta de etiquetado, el procedimiento de etiquetado debe incluir el método para llevar registro de los empleados, quienes estén trabajando bajo protección de dicha tarjeta.

• **120.4 Procedimientos de bloqueo/etiqueta.** El empleador debe mantener una copia de los procedimientos exigidos por esta sección y debe hacer que los procedimientos estén a disposición de todos los empleados.

Δ (A) **Planificación.** El procedimiento debe requerir planeamiento, incluyendo los requisitos que se encuentran desde 120.4(A) (a) hasta 120.4(B) (n).

(1) **Localización de fuentes.** Los planos de diagramas unifilares actualizados se deben considerar la principal fuente de referencia para esta información. Cuando no estén disponibles los planos actualizados, el empleador será responsable de garantizar que se empleen medios igualmente efectivos para localizar todas las fuentes de energía.

(2) **Personas expuestas.** El plan debe identificar a las personas que puedan estar expuestas a un peligro eléctrico e indicar el EPP requerido durante la ejecución del trabajo o tarea.

(3) **Persona responsable.** El plan debe identificar a la persona responsable y su responsabilidad en el procedimiento de bloqueo y etiquetado.

(4) **Bloqueo/etiqueta simple.** Todos los procedimientos de bloqueo y etiquetado que involucren solo (una o más) personas calificadas para la desenergización de un conjunto de conductores o de la fuente de parte de un circuito, con el único propósito de salvaguardar a los empleados de la exposición a peligros eléctricos, deben ser considerados como procedimientos bloqueo/etiqueta simple. No se requerirá que los planes para un bloqueo/etiqueta simple se presenten por escrito para cada aplicación. Cada trabajador debe ser responsable de su propio bloqueo/etiqueta.

N Excepción: No se requiere bloqueo/etiquetado para trabajos en equipos conectados con cordón y clavija para el cual la exposición a los peligros de la energización inesperada del equipo se controla desenchufando el equipo de la fuente de energía, siempre que la clavija esté bajo el control exclusivo del empleado que realiza el servicio y mantenimiento, por toda la duración del trabajo.

(5) **Bloqueo/etiqueta complejo.**

(a) Se permitirá un procedimiento de bloqueo y etiquetado complejo donde existen uno o más de los siguientes:

- (1) Múltiples fuentes de energía
- (2) Múltiples grupos de trabajo
- (3) Múltiples oficios
- (4) Múltiples lugares
- (5) Múltiples empleadores
- (6) Múltiples medios de desconexión
- (7) Secuencias particulares
- (8) El trabajo o tarea comprende más de un turno de trabajo

(b) Todo procedimiento bloqueo/etiqueta complejo debe requerir un plan de ejecución por escrito que identifique a la persona a cargo.

(c) El procedimiento bloqueo/etiqueta complejo debe conferir la responsabilidad principal a un empleado autorizado, por un número determinado de empleados trabajando bajo la protección de un dispositivo de bloqueo o etiqueta

grupal (como por ejemplo un candado de operación). La persona a cargo debe ser considerada responsable de la ejecución segura del bloqueo/etiqueta complejo.

(d) Cada empleado autorizado debe fijar un dispositivo de bloqueo o etiqueta al dispositivo de bloqueo grupal, al dispositivo de caja para instalación de candados en grupo, o un mecanismo comparable cuando comience su trabajo, y debe retirar esos dispositivos cuando él detenga su trabajo en la máquina o equipo que se esté revisando o a la que se le esté efectuando mantenimiento.

(e) Todos los planes de bloqueo/etiqueta complejo deben establecer un método para llevar registro de todas las personas que puedan estar expuestas a peligros eléctricos en el transcurso del bloqueo/etiquetado.

**(B) Elementos de control.** El procedimiento debe identificar los elementos de control.

**(1) Desenergización del equipo (desconexión total).** El procedimiento debe indicar qué persona realizará la conmutación, y dónde y cómo desenergizar la carga.

**(2) Energía almacenada.** El procedimiento debe incluir los requisitos para liberar energía eléctrica o mecánica almacenada que pueda poner en peligro al personal. Todos los condensadores se deben descargar y los elementos de alta capacitancia se deben poner en corto circuito y a tierra antes de que el trabajador toque los equipos asociados o comience a trabajar en los mismos. Los resortes se deben liberar o se deben aplicar inhibidores físicos cuando sea necesario a fin de inmovilizar los equipos mecánicos y los depósitos de presión neumáticos e hidráulicos. Se deben enclavar o en su defecto liberar otras fuentes de energía almacenada.

**(3) Medios de desconexión.** El procedimiento debe indicar cómo verificar que el circuito está desenergizado (abierto).

**(4) Responsabilidad.** El procedimiento debe identificar a la persona responsable de verificar que se implemente el procedimiento bloqueo/etiqueta y quién tiene la responsabilidad de garantizar que la tarea está concluida antes de retirar los candados/etiquetas. Debe incluirse un mecanismo para efectuar el bloqueo/etiqueta en trabajos/tareas múltiples (complejos), incluyendo la persona responsable de la coordinación, cuando sea requerido.

**(5) Verificación.** El procedimiento debe verificar que el equipo no pueda ser reencendido. Los controles de operación del equipo, tales como pulsadores, selectores y enclavamientos eléctricos deben ser accionados o, de otro modo, debe verificarse que el equipo no pueda ser reencendido.

**(6) Pruebas.** El procedimiento debe establecer lo siguiente:

- (1) Detector de tensión que va a usarse, EPP requerido, y persona que lo utilizará para verificar la correcta operación del detector de tensión antes y después de su uso.
- (2) Requisito que exija definir el límite de la condición de trabajo eléctricamente segura.
- (3) Requisito que exija probar antes de tocar cada conductor expuesto o parte(s) del circuito dentro de la frontera definida para el área de trabajo.
- (4) Requisito que exija volver a probar la ausencia de tensión cuando las condiciones del circuito cambian o cuando el lugar de trabajo se haya dejado desatendido.
- (5) Consideraciones de planeamiento que incluyan métodos de verificación cuando no existen puntos accesibles expuestos para hacer las mediciones de tensión.

**(7) Puesta a tierra.** Se deben establecer los requisitos de puesta a tierra para el circuito, incluyendo si el equipo de protección de puesta a tierra temporal debe estar instalado durante todo el tiempo que dure la tarea o temporalmente como lo establezca el procedimiento. Se permitirá que las necesidades o requerimientos de puesta a tierra se incluyan en otras reglas de trabajo y puedan no formar parte del procedimiento bloqueo/etiqueta.

**(8) Cambio de turno.** El procedimiento debe establecer un método para transferir la responsabilidad del bloqueo y etiquetado a otra persona o a la persona responsable cuando el trabajo o tarea se prolongue por más de un turno.

**(9) Coordinación.** El procedimiento debe indicar cómo lograr la coordinación con otros trabajos o tareas que se estén realizando, incluyendo las tareas o trabajos relacionados en lugares remotos, incluyendo la persona responsable de la coordinación.

**(10) Responsabilidad por el personal.** Se debe establecer un método para llevar registro de todas las personas que puedan estar expuestas a energías peligrosas durante el procedimiento de bloqueo y etiquetado.

**(11) Aplicación de bloqueo/etiqueta.** El procedimiento debe definir claramente cuándo y dónde debe aplicarse el bloqueo, además de cuándo y dónde debe aplicarse etiqueta, y debe considerar lo siguiente:

- (1) Bloqueo se define como la instalación de un dispositivo de bloqueo en todas las fuentes de energía peligrosa, de tal manera que la operación de los medios de desconexión queda prohibida y requiriendo el retiro voluntario del candado para operar los medios de desconexión.
- (2) Etiquetado se define como la instalación de un dispositivo de etiqueta en todas las fuentes de energía peligrosa, de tal manera que la operación de los medios de desconexión queda prohibida. El dispositivo de etiqueta debe instalarse en el mismo lugar disponible para el dispositivo de bloqueo.
- (3) Donde no es posible fijar un candado a los medios de desconexión existentes, los medios de desconexión no deben utilizarse como único medio para poner el circuito en condición de trabajo eléctricamente segura.
- (4) El uso de procedimientos de etiqueta sin el candado serán permitidos sólo en casos en los que el diseño del equipo impide la instalación del candado en el/los dispositivo(s) de independización de energía. Cuando se emplea etiqueta de esta manera, se debe utilizar por lo menos una medida de seguridad adicional. En dichos casos, el procedimiento claramente debe establecer responsabilidades y su cumplimiento por parte de cada persona que pueda estar expuesta a los peligros eléctricos.

Nota informativa: Ejemplos de medidas de seguridad adicionales incluyen la remoción de un elemento de aislamiento del circuito tal como un fusible, el bloqueo del interruptor de control, o la apertura de un dispositivo de desconexión adicional para reducir la probabilidad de que se pueda energizar inadvertidamente.

**(12) Retiro de los dispositivos bloqueo/etiqueta.** El procedimiento debe indicar los detalles para el retiro de los candados o etiquetas cuando no está disponible la persona que los instala. Cuando los candados o etiquetas son retiradas por otra persona que no sea quien los instaló, el empleador debe tratar

de localizar a la persona que los instaló antes de retirar el candado o la etiqueta. Si el candado o etiqueta es retirado porque no estaba disponible quien lo instaló, antes de que esa persona regrese al trabajo se le deberá informar expresamente.

**(13) Liberación para volver al servicio.** El procedimiento debe indicar los pasos a seguir cuando el trabajo o tarea que requiere el bloqueo/etiqueta ha concluido. Antes de volver a energizar los equipos o circuitos eléctricos, se deben llevar a cabo pruebas apropiadas y la inspección visual necesaria para verificar que se han retirado todas las herramientas, confinamientos mecánicos y las conexiones equipotenciales, cortocircuitos, y equipos de protección de puesta a tierra temporal, de tal manera que los circuitos y los equipos estén en una condición que permita energizarlos en forma segura. Cuando sea apropiado, se debe notificar a los empleados responsables de la operación de las máquinas o procesos que los circuitos y equipos están listos para energizarse, y dichos empleados deben prestar la colaboración necesaria para energizar de manera segura los circuitos y equipos. El procedimiento debe contener una declaración que exija que el área se inspeccione para asegurar que se han retirado todos los elementos que no sean esenciales. Este último paso debe garantizar que todo el personal está libre de la exposición a condiciones peligrosas que resulten de la re-energización del servicio y que los equipos mecánicos enclavados o equipos puestos a tierra están despejados y preparados para volver al servicio.

**(14) Liberación temporal para prueba/posicionamiento.** El procedimiento debe indicar claramente los pasos y las responsabilidades de las personas calificadas cuando el trabajo o tarea que requiere bloqueo/etiquetado se va a interrumpir temporalmente para probar o posicionar el equipo; entonces los pasos deben ser idénticos a los pasos para volver al servicio.

Nota informativa: Consultar 110.4 para requisitos relativos a la utilización de instrumentos y equipos de prueba.

**120.5 Proceso para establecer y verificar una condición de trabajo eléctricamente segura.** Establecer y verificar la condición de trabajo eléctricamente segura debe incluir todos los pasos siguientes, que deben realizarse en el orden presentado, siempre que sea factible:

- (1) Determine todas las posibles fuentes de alimentación de energía eléctrica al equipo específico. Revise los planos, diagramas y etiquetas de identificación, que sean aplicables y se encuentren actualizados.
- (2) Después de interrumpir la corriente de carga apropiadamente, abrir el/los dispositivo(s) de desconexión para cada fuente.
- (3) Siempre que sea posible, verificar visualmente que todas las cuchillas de los dispositivos de desconexión estén completamente abiertas o que los interruptores automáticos extraíbles se encuentren en la posición de desconexión total.
- (4) Liberar la energía eléctrica almacenada.
- (5) Liberar o bloquear la energía mecánica almacenada.
- (6) Instalar los dispositivos de bloqueo y etiquetado según lo disponga el procedimiento establecido y documentado.
- (7) Utilice un equipo de prueba portátil con el adecuado valor nominal para probar cada conductor de fase, o cada parte de circuito para comprobar que se encuentran desenergizados. Probar cada conductor de fase o parte de circuito tanto fase a fase como fase a tierra. Antes y después de cada prueba, verificar que el instrumento de

prueba esté funcionando satisfactoriamente mediante su verificación en una fuente de tensión conocida.

**N** Excepción No. 1: El uso de un dispositivo de prueba montado de forma permanente, con adecuado rango nominal para verificar la ausencia de voltaje en los conductores o partes del circuito en el lugar de trabajo, debe permitirse siempre que cumpla con todos los siguientes requisitos: (1) Está montado e instalado permanentemente de acuerdo con las instrucciones del fabricante y prueba los conductores y partes del circuito en el punto de trabajo; (2) Está listado y etiquetado para el propósito de verificar la ausencia de tensión; (3) Prueba cada conductor de fase o parte del circuito tanto fase a fase como fase a tierra; (4) Se verifica que el dispositivo de prueba funciona satisfactoriamente con cualquier fuente de tensión conocida antes y después de verificar la ausencia de voltaje.

**N** Excepción No. 2: En sistemas eléctricos de más de 1000 voltios, debe permitirse la utilización de instrumentos de prueba sin contacto para probar cada conductor de fase.

Nota informativa No. 1: Ver UL 61010-1, Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios – Apartado 1: Requisitos generales, para requerimientos de rango nominal, categoría de sobretensión y diseño de los instrumentos de medición y prueba de tensión de uso en sistemas eléctricos de 1000 voltios y menores.

**N** Nota informativa No. 2: Para información adicional sobre requerimientos de rango nominal y diseño de los detectores de tensión, consulte IEC 61243-1, Trabajo vivo - Detectores de tensión - Parte 1: Tipo capacitivo para ser utilizado para tensiones superiores a 1kV c.a., o IEC 61243-2, Trabajo vivo - Detectores de tensión - Parte 2: Tipo resistivo que se utilizará para tensiones de 1kV a 36 kV c.a., o IEC 61243-3, Trabajo vivo - Detectores de tensión - Parte 3: Tipo bipolar de baja tensión.

- (1) Donde exista la posibilidad de tensiones inducidas o energía eléctrica almacenada, poner a tierra los conductores de fase o partes de circuito antes de tocarlos. Donde razonablemente se pueda anticipar que los conductores o partes de circuitos que se encuentran desenergizados pueden hacer contacto con otros conductores o partes de circuitos energizados, instalar equipos de protección de puesta a tierra temporal de acuerdo con lo siguiente:
- (2) **Ubicación.** Los equipos de protección de puesta a tierra temporal se deben localizar en tales lugares y dispuestos de tal manera de evitar que cualquier empleado esté expuesto al peligro de choque (diferencias peligrosas de potencial eléctrico). La ubicación, tamaño, y aplicación del equipo protector de puesta a tierra temporal debe ser identificada como parte de la planificación del trabajo del empleador.
- (3) **Capacidad.** Los equipos de protección de puesta a tierra temporal deben ser capaces de conducir la corriente máxima de falla, que podría fluir en el punto de puesta a tierra, durante el tiempo necesario para despejar la falla.

**N** Nota informativa: ASTM F855, *Estándar de especificación para protecciones de puesta a tierra temporal para ser utilizadas en equipos y líneas eléctricas de potencia desenergizadas*, es el ejemplo de una norma que contiene información sobre la capacidad de los equipos de puesta a tierra temporal.

- (4) **Impedancia.** Los equipos de protección de puesta a tierra y conexiones deben tener una impedancia suficientemente baja para ocasionar la operación inmediata de los dispositivos de protección, en caso de la energización accidental de los conductores o partes de circuitos eléctricos.



## ARTÍCULO 130

### Trabajos que involucran peligros eléctricos

**130.1 General.** El Artículo 130 trata lo siguiente:

- (1) Cuándo debe establecerse una condición de trabajo eléctricamente segura.
- (2) Requisitos para el trabajo que involucra peligros eléctricos, como prácticas de trabajo eléctrico relacionadas con la seguridad cuando no puede establecerse una condición de trabajo eléctricamente segura.

Todos los requisitos de este artículo deben aplicarse tanto si se realiza un análisis de la energía incidente, como si se emplean la Tabla 130.7(C)(15)(a), Tabla 130.7(C)(15)(b) y Tabla 130.7(C)(15)(c), y en lugar de realizar un análisis de la energía incidente.

**130.2 Condiciones de trabajo eléctricamente seguras.** Los conductores y partes de circuitos energizados que funcionan a tensiones iguales o mayores a 50 voltios deben ponerse en una condición de trabajo eléctricamente segura, antes de que el empleado comience el trabajo, si existe alguna de las siguientes condiciones:

- (1) El empleado se encuentra dentro de la frontera de aproximación limitada.
- (2) El empleado 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.

#### (A) Trabajo energizado.

**(1) Peligros adicionales o aumento del riesgo.** El trabajo energizado será permitido donde el empleador pueda demostrar que desenergizar introducirá peligros adicionales o incrementará los riesgos.

Nota informativa: Ejemplos de peligros adicionales o riesgos aumentados incluyen, pero no se limitan a, interrupción de equipos de soporte de vida, desactivación de sistemas de alarmas de emergencia y cierre de equipos de ventilación para lugares peligrosos.

**(2) Inviabilidad.** El trabajo energizado se permitirá donde el empleador pueda demostrar que la tarea a realizar es inviable en estado desenergizado debido al diseño del equipo o por limitaciones operativas.

Nota informativa: Ejemplos de trabajos que podrían realizarse dentro de la frontera de aproximación limitada de conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos, debido a la falta de viabilidad por diseño del equipo o por limitaciones operativas, incluyen la realización de diagnósticos y pruebas (por ejemplo, puesta en marcha o detección de fallas) de circuitos eléctricos, que solo pueden realizarse con el circuito energizado, y el trabajo en circuitos que forman parte integral de un proceso continuo que de otro modo tendría que ser completamente apagado para permitir el trabajo en un circuito o pieza de equipo.

**(3) Equipos funcionando a menos de 50 voltios.** Para conductores eléctricos y partes de circuitos energizados que operan a menos de 50 volts, no se requerirá que estén desenergizados cuando la capacidad de la fuente y cualquier protección contra sobrecorriente entre la fuente de energía y el trabajador, se

considere y sea determinado que no aumenta la exposición a quemaduras eléctricas o explosiones debidas a arcos eléctricos.

**(4) Condición de operación normal.** La operación normal del equipo eléctrico se debe permitir donde exista una condición de operación normal. Una condición de funcionamiento normal existe cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- (1) El equipo está instalado apropiadamente.
- (2) El equipo está mantenido apropiadamente.
- (3) El equipo es utilizado de acuerdo a las instrucciones incluidas en el listado y etiquetado y acorde a las instrucciones del fabricante.
- (4) Las puertas del equipo están cerradas y aseguradas.
- (5) Todas las tapas del equipo están en su lugar y aseguradas.
- (6) No existe evidencia de falla inminente.

Nota informativa: La frase *instalado apropiadamente* significa que el equipo está instalado en concordancia con los códigos y normas aplicables de la industria y las recomendaciones del fabricante. La frase *mantenido apropiadamente* significa que el equipo ha sido mantenido en concordancia con los códigos y normas aplicables de la industria y las recomendaciones del fabricante. La frase *evidencia de falla inminente* significa que existen evidencias tales como arqueo, sobrecalentamiento, partes del equipo flojas o amarradas, daño visible, o deterioro.

#### (B) Permiso de trabajo eléctrico energizado.

**(1) Cuándo se requiere.** Cuando el trabajo se realiza acorde a lo permitido en 130.2(A), debe requerirse y documentarse un permiso de trabajo eléctrico energizado bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando se realizan trabajos dentro de la frontera de aproximación restringida.
- (2) Cuando el empleado interactúa con el equipo mientras conductores o partes del circuito no se encuentran expuestas pero existe un aumento de la probabilidad de ocurrir heridas debido a la exposición a un relámpago de arco.

**(2) Elementos del permiso de trabajo.** El permiso de trabajo eléctrico energizado debe incluir, pero no está limitado a los siguientes ítems:

- (1) Las descripciones de los circuitos y equipos en que se va a trabajar y su localización.
- (2) Descripción del trabajo que se va a realizar.
- (3) Justificación de por qué se debe realizar el trabajo en condición energizada [ver 130.2(A)].
- (4) La descripción de las prácticas de trabajo seguras que se emplearán (ver 130.3).
- (5) Resultados de la evaluación de riesgo de choque [ver 130.4(A)].
  - a. Tensión a la que el personal estará expuesto
  - b. Frontera de aproximación limitada [ver 130.4(E), Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b)]
  - c. Frontera de aproximación restringida [ver 130.4(F), Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b)]
  - d. Equipos de protección personal y otros equipos de protección requeridos por esta Norma para llevar a cabo de manera segura la tarea asignada y para proteger contra el peligro de choque [ver 130.4(E), 130.7(C)(I) a 130.7(C)(16), y 130.7(D)]
- (6) Resultados de la evaluación de riesgo de relámpago de arco (ver 130.5).



- a. Energía incidente disponible a la distancia de trabajo o la categoría de EPP para relámpago de arco [ver 130.5]
  - b. Equipo personal y otros equipos de protección requeridos por esta norma para proteger del peligro de relámpago de arco [ver puntos 130.5(F), 130.7(C)(I) a 130.7(C)(16), Tabla 130.7(C)(15)(c), y 130.7(D)]
  - c. Frontera de relámpago de arco [ver 130.5(E)]
- (7) Medios empleados para restringir el acceso de personas no calificadas en el área de trabajo [ver 130.3].
  - (8) Pruebas de que se completó la sesión informativa de trabajo, incluyendo una discusión sobre los peligros específicos del trabajo [ver 130.3].
  - (9) Firma(s) de aprobación del trabajo energizado (gerencia que autoriza o es responsable, oficial de seguridad, o propietario, etc.).

Nota Informativa: Para un ejemplo de permiso de trabajo eléctrico energizado, ver la Figura J.1.

**Δ (3) Excepciones del permiso de trabajo.** Se debe permitir el trabajo eléctrico sin un permiso de trabajo eléctrico energizado si una persona calificada está provista y usa prácticas de trabajo seguras y EPP apropiado en concordancia con el Capítulo 1 bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Prueba, detección de fallas, o medición de tensión.
- (2) Termografía, ultrasonido o inspecciones visuales si no se cruza la frontera de aproximación restringida.
- (3) Acceso y egreso de un área con equipo eléctrico energizado si no se efectúa trabajo eléctrico y no se cruza la frontera de aproximación restringida.
- (4) Limpieza general y tareas no eléctricas misceláneas si no se cruza la frontera de aproximación restringida.

**130.3 Trabajando mientras se está expuesto a peligros eléctricos.** Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad se deben utilizar para salvaguardar la integridad física de los empleados que se encuentran expuestos a peligros eléctricos de conductores o partes de circuitos eléctricos que están energizados o podrían energizarse. Las prácticas de trabajo específicas relacionadas con la seguridad deben ser coherentes con los respectivos peligros eléctricos. Se deben determinar las apropiadas prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad antes de que cualquier persona pueda estar expuesta a los posibles riesgos eléctricos, utilizando ambos el análisis de riesgo de choque y el análisis de riesgo de relámpago de arco. Solo a personas calificadas se les permitirá trabajar sobre conductores o partes de circuitos eléctricos que no hayan sido puestos en condición de trabajo eléctricamente segura.

#### 130.4 Evaluación de riesgo de choque.

**(A) General.** Debe realizarse una evaluación de riesgo de choque:

- (1) Para identificar los peligros de choque.
- (2) Calcular la probabilidad de que ocurra una lesión o daño a la salud, y la gravedad potencial de dicha lesión o daño a la salud.
- (3) Determinar si se requieren medidas de protección adicionales, incluido el uso de EPP.

**N (B) 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 identificada en 110.1(H). 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
- (3) EPP y otros equipos requeridos por esta norma para proteger contra el peligro de choque

**N (C) Documentación.** Los resultados de la evaluación de riesgo de choque deben ser documentados.

**Δ (D) 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. La Tabla 130.4(D)(a) debe usarse para las distancias asociadas a varios sistemas de tensión de corriente alterna. La Tabla 130.4(D)(b) debe utilizarse para las distancias asociadas a varios sistemas de tensión de corriente directa.

Nota informativa: En ciertas circunstancias, la frontera de relámpago de arco puede ser una distancia al conductor eléctrico o parte de circuito energizado, mayor que la frontera de aproximación limitada. La frontera de protección contra choque eléctrico y la frontera de relámpago de arco son independientes entre sí.

**(E) Frontera de aproximación limitada.**

**Δ (1) Aproximación de personas no calificadas.** Excepto cuando esté permitido en 130.4(E)(3), no se permitirá que ninguna persona no calificada sobrepase la frontera de aproximación limitada desde conductores y partes de circuitos energizados.

**(2) Trabajar en o cerca de la frontera de aproximación limitada.** Cuando una o más personas no calificada(s) trabajen en o cerca de la frontera de aproximación limitada, la persona designada que esté a cargo del espacio de trabajo en el que exista un riesgo eléctrico debe avisar a la/las persona(s) no calificada(s) acerca del riesgo eléctrico y advertirles que permanezcan fuera de la frontera de aproximación limitada.

**Δ (3) Ingreso en la frontera de aproximación limitada.** Cuando exista la necesidad de que una o más personas no calificadas cruce(n) la frontera de aproximación limitada, una persona calificada debe avisarle(s) a la(s) persona(s) no calificada(s) acerca de los posibles riesgos y escoltar continuamente a la/s persona/s no calificada/s mientras se encuentren dentro de la frontera de aproximación limitada. Bajo ninguna circunstancia debe permitirse a la(s) persona(s) no calificada(s) escoltada(s) cruzar la frontera de aproximación restringida.

**Δ (F) Frontera de aproximación restringida.** Ninguna persona no calificada debe acercarse o tomar ningún objeto conductor cerca de conductores eléctricos energizados expuestos o partes de circuitos, o más allá de la frontera de aproximación restringida mostrada en la Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b), a menos que se aplique alguna de las siguientes condiciones:

- (1) La persona calificada se encuentra aislada o resguardada de los conductores eléctricos o partes de circuitos energizados que operan a 50 volts o más. Guantes aislantes o mangas aislantes se consideran aislamiento sólo con respecto a las partes energizadas sobre las cuales se está realizando el trabajo.
- (2) Los conductores eléctricos o partes de circuitos eléctricos energizados están aislados de la persona calificada y de cualquier otro objeto conductor que se halle a un potencial diferente.

**N** **Tabla 130.4(D)(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 <sup>a</sup>	(2) Frontera de aproximación limitada <sup>b</sup>		(4) Frontera de aproximación restringida <sup>b</sup> ; incluye el agregado de movimientos involuntarios
	Conductor móvil expuesto <sup>c</sup>	Parte de circuito fijo expuesto	
<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–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(A).

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

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

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

<sup>c</sup> *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.

<sup>d</sup> Esto incluye a los circuitos donde la exposición no excede los 120 volts nominales.

**N** **Tabla 130.4(D)(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 <sup>b</sup> ; incluye el agregado de movimientos involuntarios
	Conductor móvil expuesto <sup>b</sup>	Parte de circuito fija expuesta	
<100 V	No especificado	No especificado	No especificado
100 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.

<sup>a</sup> *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.

**130.5 Evaluación de riesgo de relámpago de arco.**

**N (A) General.** Debe realizarse una evaluación de riesgo de relámpago de arco:

- (1) Para identificar los peligros de relámpago de arco
- (2) Calcular la probabilidad de que ocurra una lesión o daño a la salud y la gravedad potencial de dicha lesión o daño a la salud
- (3) Para determinar si se requieren medidas de protección adicionales, incluyendo el uso de EPP

**N (B) Cálculo de la probabilidad y severidad.** La estimación de la probabilidad de que ocurra una lesión o daño a la salud y la gravedad de la lesión o daño a la salud, deben tomar en consideración lo siguiente:

- a. El diseño del equipo eléctrico, incluido su dispositivo de protección contra sobrecorriente y su tiempo de funcionamiento.
- b. Las condiciones de funcionamiento del equipo eléctrico y sus condiciones de mantenimiento.

**N (C) 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 identificada en 110.1(H). 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

Se permitirá que la Tabla 130.5(C) se utilice para estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento de relámpago de arco, para determinar si se requieren medidas de protección adicionales.

Nota informativa No. 1: Un ejemplo de una norma que proporciona información para la aparatamenta resistente al arco a la que se hace referencia en la Tabla 130.5 (C) es IEEE C37.20.7, Guía para la prueba de tableros de conmutación con cerramientos de metal certificados hasta 38 kV para fallas por formación de arcos internos.

Nota informativa No. 2: El mantenimiento indebido o insuficiente puede ocasionar un aumento del tiempo de despeje del dispositivo de protección contra sobrecorriente, incrementando por lo tanto la energía incidente. Donde los equipos no están instalados o mantenidos adecuadamente, la selección del EPP basada en el análisis de la energía incidente o el método de categorías de EPP podría no proporcionar una protección adecuada contra los peligros de relámpago de arco.

Nota informativa No. 3: Las corrientes de falla disponibles tanto mayores como menores podrían dar como resultado una mayor energía incidente. Si la corriente de falla disponible aumenta sin una disminución en el tiempo de despeje de falla del dispositivo de protección de sobrecorriente, la energía incidente aumentará. Si la corriente de falla disponible disminuye, lo que resulta en un mayor tiempo de despeje de falla para el dispositivo de protección contra sobrecorriente, la energía incidente también podría aumentar.

Nota informativa No. 4: Cuando la falla de arco ocurre dentro de un envolvente, produce una variedad de fenómenos físicos muy diferentes a los de una falla franca. Por ejemplo, la energía del arco resultante de un arco desarrollado en el aire causará un aumento repentino de la presión y un sobrecalentamiento localizado. Actualmente se dispone de equipos y prácticas de diseño para minimizar los niveles de energía y la cantidad de procedi-

mientos que podrían exponer al empleado a altos niveles de energía incidente. Diseños probados, tales como tableros de potencia resistentes al arco, inserción o extracción remota (racking) de interruptores, apertura o cierre remoto de los dispositivos interruptores, puesta a tierra de alta resistencia de los sistemas de baja tensión y hasta 5000 Volts (nominales), limitación de la corriente, y la especificación de barras cubiertas o de conductores cubiertos dentro de los equipos, están disponibles para reducir el riesgo de incidentes de relámpago de arco. Ver Anexo Informativo O para consultar los requerimientos de diseño relacionados con la seguridad.

Nota informativa No. 5: Para instrucciones adicionales sobre la ejecución del mantenimiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, consulte el Capítulo 2, Requisitos de seguridad relacionados con el mantenimiento.

Nota informativa No. 6: Ver IEEE 1584, *Guía para realizar los cálculos de relámpago de arco*, para obtener mayor información sobre los peligros de relámpago de arco en sistemas trifásicos.

**(D) Documentación.** Los resultados de la evaluación de riesgo de relámpago de arco deben ser documentados.

**(E) Frontera de relámpago de arco.**

**(1)** La frontera de relámpago de arco debe ser la distancia en la que la energía incidente equivale a 1.2 cal/cm<sup>2</sup> (5 J/cm<sup>2</sup>).

Nota informativa No. 1: Para información sobre cálculo de la frontera de relámpago de arco, consulte el Anexo Informativo D.

**Δ (2)** Se permitirá determinar la frontera de relámpago de arco mediante la Tabla 130.7(C)(15)(a) o Tabla 130.7(C)(15)(b), cuando los requisitos de estas tablas sean aplicables.

**Δ (F) EPP para relámpago de arco.** Debe utilizarse uno de los siguientes métodos para seleccionar el EPP para relámpago de arco.

- (1) El método de análisis de la energía incidente de acuerdo con 130.5(G)
- (2) El método de categorías de EPP para relámpago de arco de acuerdo con 130.7(C)(15)

Se permitirá usar uno de los dos, pero nunca ambos métodos, en la misma pieza del equipo. No se permitirá usar los resultados de un análisis de energía incidente para especificar la categoría de EPP para relámpago de arco de la Tabla 130.7(C)(15)(c).

**(G) Método de análisis de energía incidente.** El nivel de exposición a la energía incidente se debe fundamentar en la distancia de trabajo, para la tarea específica que se va a realizar, entre las áreas de la cara y pecho del trabajador y la fuente de arco potencial. El empleado debe utilizar ropa con valor de resistencia al arco y otros equipos de protección personal (EPP), en base a la exposición a la energía incidente asociada con la tarea específica. Reconociendo que la energía incidente aumenta a medida que la distancia al relámpago de arco disminuye, debe utilizarse EPP adicional para aquellas partes del cuerpo que estén más cerca que la distancia de trabajo que se determinó según la energía incidente.

El análisis de energía incidente debe tener en cuenta las características del dispositivo de protección contra sobrecorriente y su tiempo de despeje de fallas, incluida su condición de mantenimiento.

**Tabla 130.5(C) Estimación de la probabilidad de ocurrencia de un incidente de relámpago de arco para sistemas de c.a. y c.d.**

Tareas	Condición del equipo*	Probabilidad de ocurrencia*
Lectura de un medidor del panel mientras se opera un interruptor de medición. Efectuar termografía infrarroja y otras inspecciones sin contacto, fuera de la frontera de aproximación restringida. Esta actividad no incluye la apertura de puertas o cubiertas. Trabajo en circuitos de control con conductores eléctricos y partes de circuitos energizados expuestos a 120 volts o menos sin otros equipos energizados expuestos de más de 120V, incluyendo la apertura de cubiertas con bisagras para tener acceso. Examinación de cables aislados sin manipulación de cables. En sistemas c.d., inserción o extracción de unidades de celdas individuales o múltiples de un sistema de batería en un envoltente. En sistemas c.d., mantenimiento de una celda individual de un sistema de baterías o múltiples celdas en un bastidor abierto.	Cualquiera	No
Para sistemas c.a., trabajo en conductores y partes de circuitos eléctricos energizados de celdas de baterías conectadas en serie, incluyendo pruebas de tensión. Para sistemas c.d., trabajo en conductores y partes de circuitos eléctricos energizados de celdas de baterías conectadas en serie, incluyendo pruebas de tensión. Retiro o instalación de interruptores de circuitos o interruptores automáticos. Apertura de puerta(s) o cubierta(s) con bisagras (para exponer conductores y partes de circuitos eléctricos energizados desnudos). En sistemas c.d., esto incluye tapas atornilladas, tales como cubiertas de terminales de baterías. Aplicación de equipo de protección de puesta a tierra temporal, después de prueba de tensión. Trabajo en circuitos de control con conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos, a más de 120 volts. Inserción o retiro de “cubículos” individuales de arrancadores de centros de control de motores (CCM). Inserción o extracción (racking) de los interruptores de circuito o arrancadores de los cubículos, puertas abiertas o cerradas. Inserción o extracción de dispositivos de enchufe en o desde conductos para barras colectoras. Examinación de cables aislados con manipulación de cables. Trabajo en conductores eléctricos y partes de circuitos energizados expuestos de equipos directamente alimentados por un panel de distribución o centro de control de motores. Inserción o extracción de medidores de facturación (kW-hora, a la corriente y tensión del primario). Retiro de cubiertas de contactos entre celdas de baterías. Para sistemas c.d., trabajo en conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos de equipos de utilización directamente alimentados por una fuente de c.d. Apertura de los compartimentos de transformadores de tensión o transformadores de control de potencia. Operación del interruptor de desconexión en un espacio a la intemperie (accionado por pértiga) a 1 kV y hasta 15 kV. Operación del interruptor de desconexión a la intemperie (de accionamiento conjunto, desde el nivel del terreno) a 1 kV y hasta 15 kV.	Cualquiera	Si
Operación de interruptores de circuitos, interruptores, contactores, o arrancadores. Pruebas de tensión en una celda individual de un sistema de baterías, o unidades de celdas múltiples en bastidor abierto. Retiro o instalación de cubiertas para equipos tales como canalizaciones de cables, cajas de empalme, y bandejas portacables que no exponen conductores o partes de circuitos eléctricos energizados desnudos. Apertura de una cubierta o puerta con bisagras de panel de distribución para acceder a dispositivos de sobrecorriente de frente muerto. Retiro de cubiertas no conductoras de los contactos entre celdas de baterías.	Normal	No

(Continúa)



Tabla 130.5(C) *Continuación*

Tareas	Condición del equipo*	Probabilidad de ocurrencia*
Mantenimiento y prueba en celda individual de un sistema de baterías o unidades de celdas múltiples en un bastidor abierto.	Anormal	Sí
Inserción o extracción de una celda individual de un sistema de baterías, o unidades de celdas múltiples en un bastidor abierto.		
Tablero de potencia resistente a arcos, Tipo 1 o 2 (para tiempos de despeje de menos de 0.5 seg. con una corriente de falla prospectiva que no exceda el valor de resistencia a arcos de los equipos), y equipo de interruptores con envolvente metálico, con o sin fusibles de una construcción de tipo resistente al arco, 1 kV hasta 15 kV.		
Inserción o extracción (racking) de los interruptores automáticos de los cubículos;		
Inserción o extracción (racking) de dispositivos de prueba y puesta a tierra; o		
Inserción o extracción (racking) de transformadores de tensión en o fuera de la barra.		
Condición del equipo considerada como "normal" si se cumplen todas las siguientes circunstancias:		
(1) El equipo está instalado apropiadamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los códigos y normas aplicables de la industria.		
(2) El equipo está mantenido apropiadamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los códigos y normas aplicables de la industria.		
(3) El equipo se utiliza de acuerdo con las instrucciones incluidas en el etiquetado y listado y siguiendo las instrucciones del fabricante.		
(4) Todas las puertas del equipo están cerradas y aseguradas.		
(5) Todas las cubiertas del equipo están en su lugar y aseguradas.		
(6) No existe evidencia de falla inminente tales como arqueo, sobrecalentamiento, partes de equipos sueltas o amarradas, daño visible, deterioro.		

\*Tal como se define en esta norma, los dos componentes del riesgo son la probabilidad de que se produzca una lesión o daño a la salud y la gravedad de la lesión o daño a la salud que resulta de un peligro. La evaluación de riesgos es un proceso general que implica estimar tanto la probabilidad de ocurrencia y la severidad para determinar si se requieren medidas de protección adicionales. La estimación de la probabilidad de ocurrencia contenida en esta tabla no cubre todas las condiciones o situaciones posibles, ni aborda la severidad de las lesiones o daños a la salud. Donde esta tabla identifica "No" como una estimación de probabilidad de ocurrencia, significa que no es probable que ocurra un incidente de relámpago de arco. Donde esta tabla identifica "Sí" como una estimación de la probabilidad de ocurrencia, significa que se requiere seleccionar e implementar medidas de protección adicionales de acuerdo con la jerarquía de control de riesgos identificado en 110.1 (H).

El análisis de energía incidente se debe actualizar cuando ocurran cambios en el sistema de distribución eléctrica que pudieran afectar los resultados del análisis. El análisis de energía incidente también debe ser revisado para corroborar su precisión a intervalos que no excedan de 5 años.

La Tabla 130.5(G) identifica los requisitos de vestimenta de protección contra relámpago de arco y otros EPP, del Artículo 130, y se debe permitir utilizarla junto con el método de análisis de energía incidente para seleccionar el EPP de relámpago de arco.

Nota informativa: Para obtener información sobre estimar la energía incidente, ver el Anexo Informativo D. Para información sobre la selección de ropa de protección contra relámpago de arco y otros (EPP), ver el Anexo Informativo H.

⚠ (H) **Etiquetado de equipos.** Los equipos eléctricos, tales como tableros de distribución, paneles de distribución, paneles de control industriales, envolventes de medidores y centros de control de motores que están en unidades que no son de vivienda, y que probablemente requieran ser examinados, ajustados, reparados o mantenidos mientras están energizados, deben ser marcados con una etiqueta que incluya la siguiente información:

- (1) Tensión nominal del sistema.

- (2) Frontera de relámpago de arco.
- (3) Al menos uno de los siguientes datos:
  - a. Energía incidente disponible y la correspondiente distancia de trabajo, o la categoría de EPP de la Tabla 130.7(C)(15)(a) o Tabla 130.7(C)(15)(b) para el equipo, pero no ambas.
  - b. Nivel mínimo de resistencia al arco de la vestimenta.
  - c. Nivel de EPP específico para el sitio.

*Excepción No. 1: A menos que haya cambios en el/los sistema(s) de distribución eléctrica que hagan que la etiqueta sea inexacta, las etiquetas aplicadas antes de la fecha de vigencia de esta edición de la norma serán aceptables si cumplen con la requisitos para el etiquetado del equipo, de la norma vigente al momento en que se aplicaron las etiquetas.*

*Excepción No. 2: En instalaciones industriales supervisadas, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería aseguran que solo personas calificadas supervisan y dan servicio al sistema, se debe permitir documentar la información requerida en 130.5(H)(1) a 130.5(H)(3) de una manera que esté fácilmente disponible para las personas que puedan realizar examinación, servicio, mantenimiento y operación del equipo mientras está energizado.*

El método de cálculo y los datos que avalen la información de la etiqueta deben estar documentados. La información debe

**N** **Tabla 130.5(G) Selección de vestimenta resistente al arco y otros EPP cuando se usa el método de análisis de la energía incidente**

**Exposición a la energía incidente igual a 1.2 cal/cm<sup>2</sup> y hasta 12 cal/cm<sup>2</sup>**

Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente estimada<sup>a</sup>

Camisa de mangas y pantalones u overol o traje de protección contra relámpago de arco (SR)

Protector facial resistente al arco y pasamontañas resistente al arco o capucha de traje de protección contra relámpago de arco (SR)<sup>b</sup>

Prendas de exteriores (i.e., chaqueta, parka, prendas impermeables con valor de resistencia al arco, forro de casco) (SSN)

Guantes de cuero para uso industrial, guantes resistentes al arco o guantes aislantes de hule con protectores de cuero (SR)<sup>c</sup>

Casco

Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)

Protección auditiva

Calzado de trabajo de cuero

**Exposición a la energía incidente mayor a 12 cal/cm<sup>2</sup>**

Vestimenta resistente al arco y equipos con un valor de resistencia a arcos equivalente o superior a la energía incidente estimada<sup>a</sup>

Camisa de mangas y pantalones u overol o traje de protección contra relámpago de arco (SR)

Capucha de traje de protección contra relámpago de arco

Prendas de exteriores (i.e., chaqueta, parka, prendas impermeables con valor de resistencia al arco, forro de casco) (SSN)

Guantes resistentes al arco o guantes aislantes de hule con protectores de cuero (SR)<sup>c</sup>

Casco

Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)

Protección auditiva

Calzado de trabajo de cuero

SR: Se requiere la selección de uno del grupo.

SSN: Según sea necesario.

<sup>a</sup>Los valores de resistencia contra arcos pueden ser para una sola capa, como en el caso de una camisa y pantalones o un overol con valor de resistencia al arco, o para un traje de protección contra relámpago de arco o un sistema de capas múltiples que conste de una combinación de camisa y pantalones, overol o traje contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco.

<sup>b</sup>En el punto 130.7(C)(10)(c) se requiere el uso de protectores faciales con una protección envolvente para resguardar la cara, el mentón, la frente, las orejas y el área del cuello. Donde la parte trasera de la cabeza está dentro de la frontera de relámpago de arco, para una protección completa de la cabeza y el cuello se requiere usar un pasamontañas o una capucha contra relámpago de arco.

<sup>c</sup>Los guantes de hule aislantes con protectores de cuero brindan protección contra relámpago de arco, además de protección contra choques eléctricos. Los guantes de hule aislantes con protectores de cuero de una clase más alta, debido a su mayor espesor del material, brindan una mayor protección contra relámpago de arco.

ser revisada para corroborar su precisión a intervalos que no excedan de 5 años. Cuando el repaso de la información identifica un cambio que hace que la etiqueta se vuelva imprecisa, la etiqueta debe actualizarse.

El dueño del equipo eléctrico debe ser responsable de la documentación, instalación, y mantenimiento de la etiqueta.

**130.6 Otras precauciones para actividades del personal.**

**(A) Estado de alerta.**

**(1) Cuando pueden existir peligros eléctricos.** Los empleados deben ser instruidos para que se mantengan alerta en todo momento mientras están trabajando dentro de la frontera de aproximación limitada de conductores o partes de circuitos eléctricos energizados que funcionan a tensiones de 50 voltios o más, y en situaciones de trabajo en las que puedan existir peligros eléctricos.

**(2) Cuando se encuentren impedidos (capacidad disminuida).** A los empleados no se les debe permitir trabajar en áreas donde se encuentren dentro de la frontera de aproximación limitada de conductores o partes de circuitos eléctricos energizados que funcionan a tensiones de 50 volts o mayores, o donde existan otros peligros eléctricos, mientras su capacidad de alerta se encuentre notablemente limitada debido a enfermedad, fatiga u otras razones.

**(3) Cambios en el alcance.** Los empleados deben ser instruidos para estar alerta en todo momento por cambios en la tarea o trabajo, que podrían inducir a la persona a salirse de la condición de trabajo eléctricamente segura o exponerse a peligros adicionales que no fueran parte del plan original.

**(B) Acceder a ciegas.** Los empleados deben recibir instrucción para no meter las manos, ni entrar o acceder a ciegas de ninguna otra manera en áreas que puedan contener conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos donde exista riesgo eléctrico.

**(C) Iluminación.**

**(1) General.** Los empleados no deben entrar en espacios donde exista riesgo eléctrico a menos que se provea iluminación que habilite al empleado para realizar el trabajo en forma segura.

**(2) Visibilidad obstruida del área de trabajo.** Donde la falta de iluminación o una obstrucción impide la visión del trabajo que se va a desarrollar, los empleados no deben desarrollar ninguna tarea dentro de la frontera de aproximación limitada a conductores o partes de circuitos eléctricos energizados que funcionan a tensiones de 50 voltios o mayores o donde exista peligro eléctrico.

**(D) Objetos conductores en la vestimenta.** No se deben vestir objetos conductores de joyería y ropa (tales como pulseras de

reloj, brazaletes, anillos, cadenas, collares, delantales metalizados, ropa con costuras metálicas, monturas metálicas de anteojos) dentro de la frontera de aproximación restringida o donde ellos presenten un peligro de contacto eléctrico con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos.

**(E) Materiales conductores, herramientas, y equipos que se manipulan.**

**(1) General.** Materiales conductivos, herramientas, y equipos que están en contacto con cualquier parte del cuerpo de un empleado se deben manipular de una manera que prevenga el contacto **no intencional** con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados. Tales materiales y equipos incluyen, pero no están limitados a, objetos conductores largos, tales como ductos, tubería y tubos, mangueras y cuerdas conductoras, reglas y balanzas metálicas, cintas de acero, cables tensores, partes de andamios metálicos, miembros estructurales, aplanadoras y cadenas.

**(2) Aproximación a conductores o partes de circuitos eléctricos energizados.** Se deben emplear medios para garantizar que materiales conductores no se acerquen a conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos más cerca que lo permitido por 130.2.

**(F) Espacios de trabajo confinados o encerrados.** Cuando el trabajo del empleado tiene lugar en un espacio confinado o encerrado (tal como una cámara o bóveda) que contenga conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos que funcionan a **tensiones de 50 voltios o mayores** o donde existe peligro eléctrico, el empleador debe proveer, y el empleado debe utilizar blindajes protectores, barreras protectoras o materiales aislantes, como sea necesario, para evitar el contacto inadvertido con estas partes y los efectos de los peligros eléctricos.

**(G) Puertas y paneles con bisagras.** Las puertas, paneles con bisagras y similares se deben asegurar para impedir el movimiento batiente hacia un empleado que puedan provocar que el empleado tome contacto con conductores eléctricos o partes de circuitos energizados expuestos que funcionan a **tensiones de 50 voltios o mayores**, o donde existe peligro eléctrico si es probable que el movimiento de la puerta, panel con bisagra y similares genere algún peligro.

**(H) Espacio libre.** El espacio de trabajo requerido por otros códigos y normas no debe ser usado para almacenamiento. Este espacio debe mantenerse despejado para permitir la operación segura del equipo eléctrico y su mantenimiento.

**(I) Tareas generales de orden y limpieza.** Donde conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos presentan un peligro de contacto eléctrico, los empleados no deben desarrollar tareas de orden y limpieza dentro de la frontera de aproximación limitada, a menos que se provean adecuadas salvaguardias (tales como equipos y barreras aislantes) para impedir el contacto. Materiales de limpieza eléctricamente conductivos (incluidos sólidos conductivos tales como lana de acero, tela metalizada, carburo siliconado, así como soluciones líquidas conductivas) no se deben utilizar dentro de la frontera de aproximación limitada a menos que se sigan procedimientos para evitar el contacto eléctrico.

**(J) Usos ocasionales de materiales inflamables.** Donde materiales inflamables se encuentran presentes solo ocasionalmente, no se debe permitir el uso de equipos eléctricos capaces

de encenderlos, a menos que se tomen medidas para evitar que se desarrollen condiciones peligrosas. Tales materiales incluyen, pero no están limitados a: gases, vapores o líquidos inflamables, polvo combustible, y fibras o partículas inflamables.

Nota informativa: Los requisitos para instalaciones eléctricas en lugares donde regularmente se encuentran presentes materiales inflamables, se encuentran en el *NFPA 70, Código Eléctrico Nacional*.

**(K) Anticipando la falla.** Cuando hay evidencia de que los equipos eléctricos podrían presentar fallas y lesionar a los empleados, los equipos eléctricos deben ser desenergizados, salvo que el empleador pueda demostrar que la desenergización introduciría peligros adicionales o incrementaría los riesgos, o que sea inviable debido al diseño o por limitaciones operativas de los equipos. Hasta que el equipo sea desenergizado o reparado, se debe proteger a los empleados ante el peligro de falla inminente del equipo, mediante barricadas adecuadas y otras técnicas de alerta necesarias para la seguridad de los empleados.

Nota informativa: Ver 130.7(E) para técnicas de alerta.

**(L) Rutina de apertura y cierre de circuitos.** Interruptores bajo carga, interruptores automáticos, u otros dispositivos específicamente diseñados como medios de desconexión se deben utilizar para la apertura, inversión, o cierre de circuitos bajo condiciones de carga. No debe permitirse el uso de conectores de cables que no sean del tipo bajo carga, fusibles, bornes terminales, ni conexiones de empalme de cables, con tales propósitos, excepto en caso de emergencia.

**(M) Re-cierre de circuitos después del funcionamiento de un dispositivo de protección.** Después de que un circuito se ha desenergizado por el funcionamiento automático de un dispositivo de protección del circuito, el circuito no debe ser manualmente **re-energizado** hasta que se haya determinado que el equipo y el circuito puedan ser energizados de manera segura. Debe prohibirse el repetitivo **re-energizado** manual de los interruptores automáticos o la re-energización de los circuitos a través de fusibles reemplazados. Cuando se haya determinado de acuerdo al diseño del circuito y los dispositivos de sobrecorriente involucrados que el funcionamiento automático del dispositivo fue causado por una sobrecarga y no por una condición de falla, no se requerirá el examen del circuito o de los equipos conectados antes de **re-energizar** el circuito.

**Δ (N) Enclavamientos de seguridad.** Se permitirá únicamente a personas calificadas procediendo conforme a los requerimientos que establece **130.4(D)** para el trabajo dentro de la frontera de aproximación restringida, anular o eludir (*puentear*) un enclavamiento de seguridad eléctrica sobre el que la persona tenga control exclusivo, y en tal caso sólo temporalmente mientras la persona calificada esté trabajando sobre el equipo. El sistema de enclavamiento de seguridad debe retornarse a su condición operativa cuando el trabajo quede concluido.

**130.7 Equipos de protección personal y otros equipos protectores.**

**(A) General.** 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.



Nota informativa No. 1: Los requerimientos de EPP de 130.7 tienen el fin de proteger a la persona de los peligros de relámpago de arco y choque eléctrico. Si bien algunas situaciones podrían resultar en quemaduras de piel, aún con la protección seleccionada, las lesiones por quemaduras deberían reducirse y hacer posible la supervivencia. Debido al efecto explosivo de algunos incidentes de arco, podrían producirse lesiones por traumatismos físicos. Los requisitos de EPP de 130.7 no hacen referencia a la protección contra traumatismos físicos que no sean por exposición a los efectos térmicos de un relámpago de arco.

△ (B) **Cuidado de los equipos.** Los equipos protectores deben mantenerse en condiciones seguras, limpias y confiables y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los equipos protectores deben inspeccionarse visualmente antes de cada uso. Los equipos protectores deben ser almacenados de tal manera que se eviten los daños provocados por condiciones físicamente perjudiciales como la humedad, el polvo, u otros agentes que puedan provocar su deterioro.

Nota informativa: Los requisitos específicos para las pruebas periódicas de los equipos de protección personal se incluyen en 130.7(C)(14) y 130.7(F).

### (C) Equipo de protección personal (EPP)

(1) **General.** Cuando el empleado trabaja dentro de la frontera de aproximación restringida, el trabajador debe usar EPP en concordancia con 130.4. Cuando el empleado trabaja dentro de la frontera de relámpago de arco, debe vestir ropa de protección y todo otro EPP requerido en concordancia con 130.5. Se deben proteger todas las partes del cuerpo que estén dentro de la frontera de relámpago de arco.

(2) **Movilidad y visibilidad.** Cuando se utilice ropa con valor de resistencia al arco para proteger al empleado, éstas deben cubrir todas las vestimentas inflamables y deben permitir el movimiento y la visibilidad.

△ (3) **Protección de la cabeza, la cara, el cuello y el mentón (área de la cabeza).** Los empleados deben vestir protección no conductiva en la cabeza siempre que exista peligro de sufrir lesiones en la cabeza causadas por choque eléctrico o por quemaduras debidas al contacto con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados, o por materiales y metal derretido lanzados cuando ocurre una explosión eléctrica. Los empleados deben vestir equipo de protección no conductivo para la cara, cuello y mentón cuando haya riesgo de lesión por la exposición a arcos eléctricos o relámpagos de arco o por materiales despedidos por una explosión eléctrica. Si los empleados usan redecillas (cofias) para el cabello o la barba, o ambas, estos artículos deben ser resistentes al arco.

Nota informativa: Consultar 130.7(C)(10)(b) y (c) para los requisitos de protección contra relámpago de arco.

(4) **Protección de los ojos.** Los empleados deben usar equipos protectores para los ojos, siempre que exista el peligro de lesiones causadas por arcos eléctricos, relámpagos o por materiales despedidos como resultado de una explosión eléctrica.

(5) **Protección auditiva.** Los empleados deben usar protección auditiva siempre que trabajen dentro de la frontera de relámpago de arco.

(6) **Protección del cuerpo.** Los empleados deben vestir ropa con valor de protección al arco siempre que exista la posibilidad de exposición a un relámpago de arco por encima del umbral de nivel de energía incidente para una quemadura de segundo grado [ $1.2 \text{ cal/cm}^2$  ( $5 \text{ J/cm}^2$ )].

△ (7) **Protección de manos y brazos.** Debe proveerse protección de manos y brazos en conformidad con lo establecido en 130.7(C)(7)(a), (b) y (c).

(a) **Protección contra choque.** Los empleados deben utilizar guantes aislantes de hule con protectores de cuero donde exista peligro de lesión en las manos por choque eléctrico debido al contacto con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados. Los empleados deben utilizar guantes aislantes de hule, con protectores de cuero y mangas aislantes de hule donde exista peligro de sufrir lesiones por choque eléctrico en manos y brazos debido al contacto con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados. Los guantes aislantes de hule deben tener un nivel nominal de aislamiento (clase) acorde al nivel de tensión al que estarán expuestos. Se debe permitir el uso de guantes aislantes de hule sin protectores de cuero, bajo las siguientes condiciones:

- (1) No se realizará ninguna actividad que suponga un riesgo de corte o dañado del guante.
- (2) Los guantes aislantes de hule se someterán a una prueba eléctrica antes de volver a usarlos.
- (3) El valor nominal de los guantes aislantes de hule será reducido, en un 50 por ciento para la clase 00, y en una clase completa para las clases 0 a 4.

(b) **Protección contra relámpago de arco.** La protección para manos y brazos debe utilizarse donde haya posibilidad de exposición a quemaduras producidas por relámpago de arco. Las prendas descritas en 130.7(C)(10)(d) se deben requerir para la protección de las manos contra quemaduras. La protección de los brazos se debe alcanzar mediante la vestimenta descrita en 130.7(C)(6).

(c) **Uso y mantenimiento.** Los equipos de protección eléctrica deben mantenerse en condiciones seguras y confiables. Los equipos aislantes deben inspeccionarse para comprobar que no estén dañados antes de cada uso diario e inmediatamente después de cualquier incidente del que pueda razonablemente sospecharse que haya causado daños. A los guantes aislantes se les deben hacer pruebas de aire e inspecciones. Los equipos de protección eléctrica deben ser sometidos a pruebas eléctricas periódicas. Las tensiones de las pruebas y los intervalos máximos entre pruebas deben ser acordes a lo establecido en la Tabla 130.7(C)(7).

Nota informativa: Ver OSHA 29 CFR 1910.13; ASTM F478, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de cobertores y mangueras de línea aislantes*; y ASTM F479, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mantas aislantes*; ASTM F496, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de guantes y mangas aislantes, las cuales contienen información relativa a los requisitos de prueba y servicio para los equipos aislantes de hule.*

Δ **Tabla 130.7(C)(7) Equipo aislante de hule, intervalos máximos de las pruebas**

Equipo aislante de hule	Cuándo probarlos
Mantas	Antes de su primer emisión; cada 12 meses a partir de ese momento en adelante†
Cobertores	Si se duda del valor de aislamiento
Guantes	Antes de primer emisión; cada 6 meses a partir de ese momento en adelante†
Manguera de línea	Si se duda del valor de aislamiento
Mangas	Antes de primer emisión; cada 12 meses a partir de ese momento en adelante†

\* 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 que se muestran en esta tabla.

(8) **Protección de los pies.** Donde se utilice calzado aislado como protección contra las tensiones de paso y de toque, se requerirá calzado dieléctrico. Las suelas aislantes no deben ser utilizadas como protección eléctrica primaria.

Nota informativa: El calzado contra peligros eléctricos que cumpla lo establecido en ASTM F2413, *Estándar de especificación de requerimientos de desempeño para calzado de protección (seguridad) con puntera*, puede constituir una fuente secundaria de protección contra choques eléctricos bajo condiciones secas.

Δ (9) **Factores en la selección de ropa de protección.** Se debe utilizar ropa y equipos que protegen al trabajador contra los peligros de choque y relámpago de arco. Si se requiere ropa resistente al arco, ésta debe cubrir las partes del cuerpo al igual que toda la ropa inflamable, permitiendo a la vez movimiento y visibilidad.

Se permitirá que la vestimenta y los equipos requeridos para el grado de exposición se usen solos o integrados con indumentaria inflamable no fundible. No debe permitirse el uso de prendas de vestir que no sean resistentes al arco para aumentar el valor de resistencia al arco de una prenda o de un sistema de vestimenta.

Nota informativa: Ropa de protección incluye: camisas, pantalones, overoles (mamelucos) y chaquetas vestidas rutinariamente por los trabajadores quienes bajo condiciones normales de trabajo están expuestos a peligros momentáneos de arco eléctrico y peligros térmicos relacionados. Impermeables con valor de resistencia a los arcos utilizados durante tormentas están incluidos en esta categoría de vestimenta.

(a) **Capas.** Se permitirá utilizar prendas de fibra inflamable no fundible, como ropa interior en conjunto con prendas con valor de resistencia al arco en un sistema de capas. Si se utilizan prendas de fibra inflamable no fundible, como capas internas, el nivel de resistencia al arco del sistema debe ser suficiente para impedir el deterioro de la capa resistente al arco más interna, al nivel esperado de energía incidente por exposición al arco, como para impedir el encendido de las capas internas inflamables. No debe permitirse el uso de prendas de vestir que no sean resistentes al arco para aumentar el valor de resistencia al arco de una prenda o de un sistema de vestimenta.

Nota informativa: Un típico sistema de capas puede incluir ropa interior de algodón, una camisa y pantalones de algodón, y un overol (mameluco) resistente al arco. Tareas específicas pueden requerir capas resistentes al arco adicionales para lograr el nivel de protección requerido.

(b) **Capas externas.** Las prendas utilizadas como capas exteriores sobre ropa resistente al arco, tales como chaquetas o impermeables, también deben estar fabricadas con material resistente al arco.

(c) **Capas internas.** Las fibras fundibles como el acetato, nailon, poliéster, polipropileno y spandex no deben permitirse en telas internas (ropa interior) cerca de la piel.

Excepción: Se permitirá una cantidad incidental de elástico en ropa interior o medias de tela no fundible.

Nota informativa No. 1: Las prendas resistentes al arco (ej., camisas, pantalones, y overoles) vestidas como capas internas que no se encienden ni se funden y gotean, durante la exposición al arco eléctrico y los peligros térmicos relacionados, habitualmente brindan un sistema de mayor nivel de protección al arco que las fibras inflamables no fundibles.

Nota informativa No. 2: Ropa interior y prendas interiores resistentes al arco utilizadas como capas internas generalmente proveen un sistema con mayor valor de resistencia al arco que la ropa interior y prendas interiores de fibra inflamable no fundible utilizadas como capas internas.

(d) **Cubrimiento.** La ropa debe cubrir las áreas potencialmente expuestas tan completamente como sea posible. Las mangas de la camisa y overol se deben apretar a las muñecas, las camisas metidas por dentro del pantalón, y camisas, overoles y chaquetas deben estar cerradas en el cuello.

(e) **Ajuste de la ropa.** Se debe evitar vestir ropa apretada. La ropa amplia proporciona aislamiento térmico adicional debido a los espacios de aire. Las prendas resistentes al arco deben ajustarse apropiadamente de tal manera que no interfieran con la tarea en la que se está trabajando.

(f) **Interferencia.** Las prendas que se seleccionen deben ser tales que produzcan la mínima interferencia en la tarea, pero que aun así brinden la protección necesaria. El método de trabajo, el lugar, y la tarea pueden influir en la selección del equipo de protección.

**(10) Equipo de protección contra relámpago de arco.**

(a) Trajes de protección contra relámpago de arco. El diseño del traje de protección contra relámpago de arco debe permitir el retiro fácil y rápido por parte del usuario. Todo el traje de protección contra relámpago de arco, incluyendo el protector facial de la capucha, debe tener un nivel de protección al arco que sea apropiado para la exposición al relámpago de arco eléctrico. Cuando el aire exterior se suministra dentro de la capucha, las mangueras de aire y la carcasa de la bomba deben estar cubiertas por materiales resistentes al arco o contruidos con materiales no inflamables y no fundibles.

(b) **Protección de la cabeza.**

- (1) Debe usarse un pasamontañas resistente al arco con protector facial resistente al arco cuando la parte de atrás de la cabeza esté dentro de la frontera de relámpago de arco. Se permitirá el uso de una capucha con valor de protección al arco, en lugar de un protector facial y pasamontañas resistentes al arco.
- (2) Debe usarse una capucha resistente al arco cuando la exposición a la energía incidente prevista exceda de 12 cal/cm<sup>2</sup> (50.2 J/cm<sup>2</sup>).

(c) Protección de la cara. Los protectores faciales deben tener un valor de resistencia al arco adecuado para la exposición a relámpago de arco. Deben usarse protectores faciales con una protección envolvente para resguardar la cara, mentón, frente, orejas y el área del cuello. No deben usarse protectores faciales que no sean resistentes al arco. Siempre se debe utilizar protección de ojos (monogafas o anteojos de seguridad) debajo de los protectores faciales o capuchas.

Nota informativa: Existen protectores faciales fabricados con fórmulas absorbentes de energía que pueden dar niveles superiores de protección contra la energía radiante de un relámpago de arco, pero estos protectores faciales tienen tintes y pueden reducir la visión y la percepción de color. Iluminación adicional del área de trabajo puede ser necesaria cuando se utilizan este tipo de protectores faciales.

(d) Protección de manos.

(1) Los guantes de cuero de uso industrial o guantes resistentes al arco se deben utilizar donde se requieran para protección contra relámpago de arco.

Nota informativa: Los guantes de cuero de uso industrial están hechos completamente de cuero con un espesor mínimo de 0.03 pulg. (0.7 mm) y no están forrados o están forrados con telas no inflamables, no fundibles. Los guantes de cuero de uso industrial que cumplen con este requisito han demostrado que tienen valores de desempeño termal al arco (ATPV) que exceden de 10 cal/cm<sup>2</sup> (41.9 J/cm<sup>2</sup>).

(2) Donde se utilicen guantes de hule aislantes para protección contra choque, se deben vestir protectores de cuero sobre los guantes de hule.

Nota informativa: Los protectores de cuero usados sobre los guantes aislantes de hule brindan una protección adicional contra relámpagos de arco para las manos ante la exposición a arcos eléctricos.

(e) Protección de los pies. El calzado de trabajo de cuero para uso industrial o **calzado dieléctrico o ambos** proveen alguna protección a los y se debe usar en todas las exposiciones mayores a 4 cal/cm<sup>2</sup> (16.75 J/cm<sup>2</sup>).

Δ (11) **Características del material de la ropa.** La ropa con valor de protección al arco debe cumplir los requisitos descritos en 130.7(C) (14) y 130.7(C) (12).

Nota informativa No. 1: Materiales resistentes al arco, tales como algodón retardante a la llama tratado, fibras para-aramidas, meta-aramidas y poli-benzimidazol (PBI) dan protección térmica. Estos materiales se pueden encender pero no continuarán encendidos después de que la fuente de ignición se retire. Telas resistentes al arco pueden reducir las heridas por quemaduras durante una exposición a relámpago de arco mediante la provisión de una barrera térmica entre el relámpago de arco y el usuario.

Nota informativa No. 2: Algodón no resistente al arco, mezclas de poliéster-algodón, nailon, mezclas de nailon-algodón, seda, rayón, y lana son inflamables. Las telas, cintas de cremalleras y fornituras hechas con estos materiales pueden encenderse y continuar quemándose sobre el cuerpo, resultando en serias heridas por quemaduras.

Nota informativa No. 3: Rayón es una fibra sintética de base de celulosa (pulpa de madera) que es un material inflamable pero no fundible.

No debe usarse ropa compuesta por telas, cintas de cremalleras y fornituras hechas con materiales sintéticos inflamables que se funden a temperaturas por debajo de 315°C (600°F), tales como acetato, acrílico, nailon, poliéster, polietileno, polipropileno y spandex, sea solos o en mezclas.

Nota informativa: Estos materiales se derriten como resultado de las condiciones de exposición al relámpago de arco, de tal modo que entran en íntimo contacto con la piel y agravan las heridas producidas por las quemaduras.

Excepción: Mezclas de fibras que contienen materiales que se funden, tales como acetato, acrílico, nailon, poliéster, polietileno, polipropileno y spandex, deben permitirse si dichas mezclas de telas son resistentes al arco y no presentan evidencia de derretimiento y goteo durante las pruebas de arco.

Nota informativa: ASTM F1959/F1959M, Método de prueba normalizado para determinar el nivel de protección al arco de los materiales para vestimenta, y ASTM F1506, Estándar de especificación para desempeño de materiales textiles resistentes a la llama y resistentes al arco utilizados en la vestimenta para uso de trabajadores electricistas expuestos a riesgos de arco eléctrico momentáneo y a los riesgos termales relacionados, contienen información sobre métodos de prueba de utilizados para determinar el valor nominal de resistencia al arco de los tejidos.

Δ (12) **Ropa y otras prendas no permitidas.** No se debe permitir vestir ropa y otras prendas (tales como forros interiores de cascos de seguridad y cofias) fabricadas con materiales que no cubran las especificaciones requeridas en 130.7(C) (11) respecto al derretimiento, o hechas con materiales que no cumplen las exigencias relativas a la inflamabilidad.

Nota informativa: Algunas telas resistentes a la llama, tales como modacrylic no resistente a la llama y algodón con tratamiento retardante a la llama no durable, no se recomiendan para aplicaciones industriales eléctricas o de servicio público.

Excepción No. 1: Se permitirá utilizar materiales inflamables (no resistentes al arco) no fundibles como capas internas a la ropa resistente al arco, como se describe en 130.7(C) (11).

Excepción No. 2: Donde el trabajo a realizarse dentro de la frontera de relámpago de arco expone al trabajador a múltiples peligros, tales como contaminantes aerotransportados y la evaluación de riesgo identifica que el nivel de protección es adecuado para cubrir el peligro de relámpago de arco, se permitirá el uso de EPP no resistente al arco.

(13) **Cuidado y mantenimiento de ropa resistente al arco y trajes de protección contra relámpago de arco y resistentes al arco.**

(a) Inspección. La ropa con valor de resistencia al arco debe ser inspeccionada antes de cada uso. No se debe utilizar la ropa de trabajo o trajes de protección contra relámpago de arco que estén contaminados o deteriorados de tal forma que sus cualidades de protección estén afectadas. Los equipos de protección que se contaminen con grasa, aceite, algún otro líquido inflamable o materiales combustibles, no deben usarse.

(b) Instrucciones del fabricante. Deben seguirse las instrucciones del fabricante para el cuidado y mantenimiento de la indumentaria resistente al arco.

(c) Almacenamiento. Las prendas resistentes al arco deben ser almacenadas de manera que se prevengan los daños físicos; daños por humedad, polvo, u otros agentes deteriorantes; o la contaminación con materiales combustibles o inflamables.



(d) Limpieza, reparación, y fijación de elementos. Cuando las prendas resistentes al arco sean limpiadas, se deben seguir las instrucciones del fabricante para evitar pérdidas en la protección. Cuando las prendas con valor de resistencia al arco sean reparadas, deben usarse para las reparaciones los mismos materiales resistentes al arco utilizados en la fabricación de las prendas resistentes al arco.

Nota informativa No. 1: Cuando, cortes, etiquetas con nombres, logos o cualquier combinación de estos sean fijados a la vestimenta resistente al arco, ASTM F1506, *Estándar de especificación para desempeño de materiales textiles utilizados en la vestimenta para uso de trabajadores electricistas expuestos a riesgos de arco eléctrico momentáneo y a los riesgos termales relacionados*, provee orientación adicional.

Nota informativa No. 2: Se provee orientación adicional en ASTM F1449, *Guía normalizada para lavado industrial de la ropa resistente al fuego, energía termal y de arco*, y ASTM F2757, *Guía normalizada para el cuidado, mantenimiento y lavado doméstico de la ropa resistente al fuego, energía termal y de arco*.

Δ (14) **Normas para equipo de protección personal (EPP).**

(a) *General.* El EPP debe cumplir con códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa No. 1: Las normas listadas en la Tabla 130.7(C) (14), que es parte de esta Nota Informativa, son ejemplos de normas que contienen información sobre el cuidado, inspección, prueba y fabricación del EPP.

Nota informativa No. 2: Las telas no resistentes al arco o inflamables no están cubiertas por ninguna de las normas listadas en la Tabla 130.7(C)(14), Nota Informativa. Consulte la Tabla 130.7(C)(11) and 130.7(C)(12).

(b) *Evaluación de la conformidad.* Todos los proveedores o fabricantes de EPP deberán demostrar la conformidad con un estándar de producto apropiado mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Auto-declaración con la Declaración de conformidad del proveedor
- (2) Auto-declaración bajo un sistema de gestión de calidad registrado y pruebas de productos por un laboratorio acreditado y una declaración de conformidad del proveedor
- (3) Certificación por una organización de certificación externa independiente acreditada

Nota informativa: Ejemplos de un proceso para la evaluación de la conformidad a un estándar de producto apropiado se pueden encontrar en ANSI/ISEA 125, *Estándar Nacional Estadounidense para la Evaluación de la Conformidad de la Seguridad y el Equipo de Protección Personal*. Ver el Anexo Informativo H.4.

(c) *Marcado.* Todos los proveedores o fabricantes de EPP deberán proporcionar la siguiente información sobre el equipo de protección personal, en el contenedor de la unidad más pequeña o dentro de las instrucciones del fabricante:

- (1) Nombre del fabricante.
- (2) Estándares de desempeño del producto a los cuales se ajusta el producto.
- (3) Rango nominal de resistencia al arco, cuando sea apropiado para el equipo.
- (4) Uno o más identificadores, como modelo, número de serie, número de lote o código de trazabilidad.
- (5) Instrucciones de cuidado.

(15) **Método de categorías de EPP para relámpago de arco.** Los requisitos establecidos en 130.7(C)(15) se deben aplicar

cuando se utiliza el método de categorías de EPP para relámpago de arco para la selección de EPP para relámpago de arco.

(a) *Equipos de corriente alterna (c.a.).* Cuando la evaluación de riesgo de relámpago de arco realizado de acuerdo con 130.5 indica que se requiere EPP para relámpago de arco, y se utiliza el método de categorías de EPP para relámpago de arco a fin de seleccionar el EPP, en lugar del análisis de energía incidente de 130.5(G), se debe utilizar la Tabla 130.7(C)(15)(a) para determinar la categoría de EPP para relámpago de arco. Las capacidades máximas de corriente de falla disponible estimadas, los tiempos máximos de despeje de falla, y las distancias mínimas de trabajo estimadas para varios tipos o clasificaciones de equipos de c.a. se listan en la Tabla 130.7(C)(15)(a). Se debe requerir un análisis de energía incidente de acuerdo con 130.5 para lo siguiente:

- (1) Sistemas de potencia con mayores capacidades máximas de corriente de falla que las estimadas.
- (2) Sistemas de potencia con tiempos de despeje de falla mayores que los máximos.
- (3) Distancias de trabajo menores que las mínimas.

(b) *Equipos de corriente directa (c.d.).* Cuando la evaluación de riesgo de relámpago de arco indica que se requiere EPP para relámpago de arco, y se utiliza el método de categorías de EPP de arco para la selección de EPP para sistemas de c.d. en lugar del análisis de energía incidente de 130.5(G), se debe utilizar la Tabla 130.7(C)(15)(b) para determinar la categoría de EPP. La corriente de falla máxima disponible estimada, tiempos máximos de duración del arco y las distancias de trabajo para equipos de c.d. se listan en la Tabla 130.7(C)(15)(b). debe requerir un análisis de energía incidente de acuerdo con 130.5 para lo siguiente:

- (1) Sistemas de potencia con mayores capacidades máximas de corriente de falla que las estimadas.
- (2) Sistemas de potencia con tiempos de duración de arco mayores que los máximos.
- (3) Distancias de trabajo menores que las mínimas.

Nota informativa No. 1: La categoría de EPP para relámpago de arco de la vestimenta y equipo de protección por lo general está basada en los niveles de exposición estimados.

Nota informativa No. 2: En la mayoría de los casos, las puertas cerradas no proveen protección suficiente para eliminar la necesidad de EPP en situaciones en las que se sabe que el estado del equipo cambia rápidamente (ej., puertas abiertas o cerradas, inserción o retiro).

(c) *Vestimenta protectora y equipos de protección personal (EPP).* Una vez que la categoría de EPP para relámpago de arco ha sido identificada en la Tabla 130.7(C)(15)(a) o Tabla 130.7(C)(15)(b), la Tabla 130.7(C)(15)(c) debe ser utilizada para determinar el EPP requerido para la tarea. La Tabla 130.7(C)(15)(c) lista los requisitos de EPP en base a las categorías de EPP para relámpago de arco 1 a 4. Dicha vestimenta y equipo se deben utilizar cuando se trabaje dentro de la frontera de relámpago de arco.

Nota informativa No. 1: Consulte el Anexo Informativo H en el que se incluye un enfoque simplificado sugerido para asegurar el EPP adecuado para los trabajadores eléctricos dentro de instalaciones con grandes y varios sistemas eléctricos.

Nota informativa No. 2: Los requerimientos de EPP de esta sección tienen el propósito de proteger a la persona de los peligros de relámpago de arco. A pesar de que algunas situaciones pueden resultar en quemaduras en la piel, aún con la protección detallada en la Tabla 130.7(C)(15)(c), las lesiones por quemaduras deberían verse reducidas y hacer posible la supervivencia. Debido al efecto explosivo de algunos eventos de arco



**Δ** **Tabla 130.7(C)(14) Nota informativa: Normas para equipos de protección personal**

Objeto	Título del documento	Traducción del título	Nro. de Documento y Revisión
Indumentaria — Resistente al arco	Standard Performance Specification for Flame Resistant and Arc Rated Textile Materials for Wearing Apparel for Use by Electrical Workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards	Estándar de especificación para desempeño de materiales textiles utilizados en la vestimenta para uso de trabajadores electricistas expuestos a riesgos de arco eléctrico momentáneo y a los riesgos termales relacionados	ASTM F1506
	Standard Guide for Industrial Laundering of Flame, Thermal, and Arc Resistant Clothing	Guía normalizada para el cuidado y mantenimiento de la ropa resistente al fuego, energía térmica, y descarga de arco	ASTM F1449
	Standard Guide for Home Laundering Care and Maintenance of Flame, Thermal and Arc Resistant Clothing	Guía normalizada para el cuidado, mantenimiento y lavado doméstico de la ropa resistente al fuego, energía térmica, y descarga de arco	ASTM F2757
Delantales — aislantes	Standard Specification for Electrically Insulating Aprons	Estándar de especificación para delantales eléctricamente aislantes	ASTM F2677
Protección de los ojos y la cara — General	Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection	Práctica para la protección ocupacional y educacional de los ojos y la cara	ANSI Z87.1
Protección facial — Resistente al arco	Standard Test Method for Determining the Arc Rating and Standard Specification for Face Protective Products	Estándar de prueba para determinar el valor de resistencia al arco y especificación normalizada para productos de protección facial	ASTM F2178
Protección contra caídas	Standard Specification for Personal Climbing Equipment	Estándar de especificación para equipos contra caídas	ASTM F887
Calzado — Especificación dieléctrica	Standard Specification for Dielectric Footwear	Estándar de especificación para calzado dieléctrico	ASTM F1117
Calzado — Método de prueba dieléctrica	Standard Test Method for Determining Dielectric Strength of Dielectric Footwear	Estándar de prueba para determinar la resistencia dieléctrica del calzado dieléctrico	ASTM F1116
Calzado — Estándar de especificación de desempeño	Standard Specification for Performance Requirements for Protective (Safety) Toe Cap Footwear	Estándar de especificación de requerimientos de desempeño para el calzado de protección (seguridad) con puntera	ASTM F2413
Calzado — Estándar de método de prueba	Standard Test Methods for Foot Protection	Estándar de métodos de prueba para protecciones de los pies	ASTM F2412
Guantes — Resistentes al arco	Standard Test Method for Determining Arc Ratings of Hand Protective Products Developed and Used for Electrical Arc Flash Protection	Método de prueba para determinar las calificaciones de resistencia a arcos eléctricos de productos para la protección de las manos desarrollados y utilizados como protección contra arcos eléctricos.	ASTM F2675/ F2675M
Guantes — Protectores de cuero	Standard Specification for Leather Protectors for Rubber Insulating Gloves and Mittens	Estándar de especificación para protectores de cuero para mitones y guantes de goma aislantes	ASTM F696
Guantes — Aislamiento de hule	Standard Specification for Rubber Insulating Gloves, 2002a (R 2006)	Estándar de especificación para guantes de goma aislantes	ASTM D120
Guantes y mangas — Cuidado en servicio	Standard Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves	Estándar de especificación para el cuidado en servicio de guantes y mangas aislantes	ASTM F496
Protección de la cabeza — Cascos	Requirements for Protective Headwear for Industrial Workers	Requerimientos para la protección de la cabeza para de trabajadores industriales	ANSI Z89.1
Prendas impermeables — resistentes al arco	Standard Specification for Arc and Flame Resistant Rainwear	Estándar de especificación para prendas impermeables resistentes a llamas y arcos	ASTM F1891

(Continúa)

Tabla 130.7(C)(14) *Continuación*

Productos protectores de hule — Inspección visual	Standard Guide for Visual Inspection of Electrical Protective Rubber Products	Estándar guía para la inspección visual de productos de goma para protección eléctrica	ASTM F1236
Mangas — Aislantes	Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves	Estándar de especificación para mangas de hule aislantes	ASTM D1051

pueden producirse lesiones por traumatismos físicos. Los requisitos establecidos en la presente sección para el EPP, no hacen referencia a la protección contra traumatismos físicos que no sean por la exposición a los efectos térmicos de un relámpago de arco.

Nota informativa No. 3: El valor de resistencia al arco para un sistema de vestimenta en particular puede obtenerse del fabricante de la misma vestimenta resistente al arco.

• **(D) Otros equipos de protección.**

▲ (1) **Herramientas y equipos aislados.** Los empleados deben utilizar herramientas o equipos de manipulación aislados cuando trabajen dentro de la frontera de aproximación restringida de conductores o partes expuestas de circuitos eléctricos energizados donde las herramientas o equipos de manipulación puedan hacer contacto **no intencional**. Se deben proteger las herramientas aisladas para prevenir el daño de sus materiales aislantes.

Nota informativa: Ver 130.4(D) Fronteras de protección de choque.

(a) Requisitos para herramientas aisladas. Los siguientes requisitos deben aplicar para las herramientas aisladas:

- (1) Las herramientas aisladas deben tener niveles nominales de aislamiento acorde al nivel de tensión al que se exponen.
- (2) Las herramientas aisladas deben ser diseñadas y construidas para las condiciones ambientales a las cuales se exponen y la forma en que se las utiliza.
- (3) Los equipos y herramientas aisladas deben ser inspeccionadas antes de cada uso. La inspección debe verificar si existen daños en el aislamiento o daños que puedan limitar la herramienta a el desempeño de su función prevista, o que podrían aumentar el potencial de que ocurra un incidente [ej., la punta dañada de un destornillador (desarmador)].

(b) *Fusibles y equipo de manipulación de portafusibles.* Los equipos de manipulación de fusibles o portafusibles, aislados acorde a la tensión del circuito, deben utilizarse para retirar o instalar un fusible si los terminales del fusible están energizados.

(c) *Cuerdas y cuerdas de mano.* Las cuerdas y cuerdas de mano utilizadas dentro de la frontera de protección limitada de conductores eléctricos o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos que operan a 50 voltios o más, o que se usan donde existe un peligro eléctrico, deben ser no conductivas.

(d) *Varas plásticas reforzadas con fibra de vidrio.* Las varas (pértigas) y tubos de plástico reforzado con fibra de vidrio utilizados para herramientas de línea viva deben cumplir con lo requerido en las secciones aplicables de normas y códigos eléctricos que tratan sobre los requisitos de las instalaciones eléctricas.

Nota informativa: Para mayor información concerniente a los códigos y estándares eléctricos que abordan los requisitos para instalaciones eléctricas, referirse a ASTM F711, *Especificación*

*normalizada para tubos y varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) que se usen en herramientas de líneas vivas.*

(e) *Escaleras portátiles.* Las escaleras portátiles deben tener rieles laterales no conductivos cuando se utilicen dentro de la frontera de aproximación limitada, o donde el empleado o la escalera podrían hacer contacto con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos. Las escaleras no conductoras deben cumplir los requisitos de los códigos y normas ANSI aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa: Las normas listadas en la Tabla 130.7(G), Nota Informativa son ejemplos de normas que contienen información sobre escaleras portátiles.

(f) *Escudos protectores.* Deben usarse escudos protectores, barreras protectoras, o materiales aislantes para proteger a cada uno de los empleados contra choque, quemaduras, u otras lesiones relacionadas con la electricidad mientras un empleado esté trabajando dentro de la frontera de aproximación limitada de conductores o partes de circuitos energizados con los que podría hacerse contacto **no intencional**, o donde podrían ocurrir arcos o calentamientos eléctricos peligrosos. Cuando conductores o partes de circuitos energizados normalmente situados dentro de un envolvente se expongan para su mantenimiento o reparación, estos deben resguardarse para proteger a personas no calificadas del contacto con conductores o partes de circuitos energizados.

(g) *Equipos de hule aislante.* Los equipos de hule aislante utilizados para la protección contra el contacto **accidental** con conductores o partes de circuitos energizados deben cumplir los requisitos de los códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa: Las normas listadas en la Tabla 130.7(G), Nota Informativa son ejemplos de normas que contienen información sobre equipos de hule aislante.

(h) *Equipos protectores de plástico con valor nominal de aislamiento.* Los equipos protectores de plástico, utilizados para proteger del contacto **no intencional** con conductores o partes de circuitos energizados, o para proteger a empleados o a equipos o materiales energizados contra el contacto a tierra, deben cumplir los requisitos de los códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa: Las normas listadas en la Tabla 130.7(G), Nota Informativa son ejemplos de normas que contienen información sobre equipos protectores de plástico con valor nominal de aislamiento.

(i) *Barreras físicas o mecánicas.* Las barreras físicas o mecánicas (fabricadas en campo) deben instalarse a una distancia no inferior a la de la frontera de aproximación **limitada** indicada en la Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b). Mientras la barrera está siendo instalada, debe mantenerse la distancia de la frontera de aproximación **limitada** especificada en la Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b), o los conductores o partes de circuitos energizados deben ponerse en una condición de trabajo eléctricamente segura.

**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 envoltorio 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)

Nota: Para equipos con tensión nominal de 600 volts 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.

- (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 volts 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 volts 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.

Nota informativa No. 1: Consulte la Tabla 1 de IEEE 1584TM, *Guía para efectuar el cálculo de peligro de relámpago de arco*, para obtener más información sobre Notas b. a d.

Nota informativa No. 2: Un ejemplo de una norma que proporciona información para la aparamenta resistente al arco a la que se hace referencia en la Tabla 130.7 (C) (15)(a) es IEEE C37.20.7, *Guía para la prueba de tableros de conmutación con cerramientos de metal certificados para hasta 38 kV para fallas por formación de arcos internos*.

**Tabla 130.7(C)(15)(b) Categorías de EPP para peligros de relámpago de arco para sistemas de corriente directa (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.



Tabla 130.7(C)(15)(c) Equipo de protección personal (EPP)

Categoría de EPP de relámpago de arco	EPP
1	<p><b>Vestimenta resistente al arco, con valor mínimo de resistencia al arco de 4 cal/cm<sup>2</sup> (16.75 J/cm<sup>2</sup>)<sup>a</sup></b>                      Camisa de mangas largas y pantalones resistentes al arco u overol (mameluco) resistente al arco                      Protector facial<sup>b</sup> resistente al arco o capucha del traje de protección contra relámpago de arco                      Chaqueta, parka, prendas impermeables o forros de cascos con valor de resistencia al arco (SSN)</p> <p><b>Equipos de protección</b>                      Casco                      Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)                      Protección auditiva (tapones)<sup>c</sup>                      Guantes de cuero para uso industrial<sup>d</sup>                      Calzado de trabajo de cuero (SSN)</p>
2	<p><b>Vestimenta resistente al arco, con valor mínimo de resistencia al arco de 8 cal/cm<sup>2</sup> (33.5 J/cm<sup>2</sup>)<sup>a</sup></b>                      Camisa de mangas largas y pantalones resistentes al arco u overol (mameluco) resistente al arco                      Capucha del traje de protección contra relámpago de arco, resistente al arco o protector facial<sup>b</sup> resistente al arco y pasamontañas con valor de resistencia al arco                      Chaqueta, parka, prendas impermeables o forros de cascos con valor de resistencia al arco (SSN)</p> <p><b>Equipos de protección</b>                      Casco                      Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)                      Protección auditiva (tapones)<sup>c</sup>                      Guantes de cuero para uso industrial<sup>d</sup>                      Calzado de trabajo de cuero</p>
3	<p><b>Vestimenta resistente al arco, seleccionada de manera que el valor de resistencia al arco del sistema cumpla con el valor mínimo de resistencia al arco requerido de 25 cal/cm<sup>2</sup> (104.7 J/cm<sup>2</sup>)<sup>a</sup></b>                      Camisa de manga larga resistente al arco (SSR)                      Pantalones resistentes al arco (SSR)                      Overol (mameluco) resistente al arco (SSR)                      Chaqueta de traje de protección contra relámpago de arco (SSR)                      Pantalones de traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco (SSR)                      Capucha del traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco                      Guantes<sup>d</sup> resistentes al arco                      Chaqueta, parka, prendas impermeables o forros de cascos con valor de resistencia al arco (SSN)</p> <p><b>Equipos de protección</b>                      Casco                      Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)                      Protección auditiva (tapones)<sup>c</sup>                      Calzado de trabajo de cuero</p>
4	<p><b>Vestimenta resistente al arco, seleccionada de manera que el valor de resistencia al arco del sistema cumpla con el valor mínimo de resistencia al arco requerido de 40 cal/cm<sup>2</sup> (167.5 J/cm<sup>2</sup>)<sup>a</sup></b>                      Camisa de manga larga resistente al arco (SSR)                      Pantalones resistentes al arco (SSR)                      Overol (mameluco) resistente al arco (SSR)                      Chaqueta de traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco (SSR)                      Pantalones de traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco (SSR)                      Capucha de traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco                      Guantes resistentes al arco<sup>d</sup>                      Chaqueta, parka, prendas impermeables o forros de cascos con valor de resistencia al arco (SSN)</p> <p><b>Equipos de protección</b>                      Casco                      Anteojos de seguridad o gafas de seguridad (SR)                      Protección auditiva (tapones)<sup>c</sup>                      Calzado de trabajo de cuero</p>

SSN: según sea necesario (opcional). SSR: según sea requerido. SR: selección requerida.

<sup>a</sup>Valor de resistencia al arco se define en el Artículo 100.

<sup>b</sup>Los protectores faciales deben tener una protección envolvente que resguarde no solamente la cara sino también la frente, las orejas y el cuello, o, como alternativa, se requiere el uso de la capucha de un traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco.

<sup>c</sup>Se permite el uso de otros tipos de protección auditiva en lugar de, o además de tapones, siempre que se usen debajo de una capucha de traje de protección contra relámpago de arco, que sea resistente al arco.

<sup>d</sup>Si se usan guantes de hule aislantes con protectores de cuero, no se requieren guantes adicionales de cuero o con valor de resistencia al arco.

**(E) Técnicas de alerta.**

△ (1) **Señales y etiquetas 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. Tales señales y etiquetas deben cumplir los requisitos de los códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa No. 1: Señales de seguridad, etiquetas y barricadas utilizadas para identificar equipos energizados “parecidos”, pueden ser empleados como una medida preventiva adicional de seguridad.

Nota informativa No. 2: Las normas listadas en la Tabla 130.7(G), Nota Informativa son ejemplos de normas que contienen información sobre señales y etiquetas de seguridad.

(2) **Barricadas.** Se deben utilizar barricadas y señales de seguridad donde sea necesario impedir o limitar el acceso de empleados en áreas de trabajo en las que hay conductores o partes de circuitos energizados. No se deben utilizar barricadas conductoras donde estas puedan aumentar la probabilidad de exposición a un peligro eléctrico. Las barricadas se deben ubicar a una distancia no menor que la frontera de aproximación limitada indicada en la Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b). Donde la frontera de relámpago de arco es mayor que la frontera de aproximación limitada, las barricadas no deben ser ubicadas más cerca que la frontera de relámpago de arco.

(3) **Guardianes.** Si las señales y las barricadas no proporcionan suficiente advertencia y protección contra los peligros eléctricos, se debe apostar un guardián para advertir y proteger a los empleados. Los principales trabajos y responsabilidades de un guardián que da señales y alertas con la mano, serán mantener a los empleados no calificados fuera del área de trabajo donde los trabajadores no calificados podrían estar expuestos a peligros eléctricos. Un guardián debe permanecer en el área mientras que exista la posibilidad de que haya empleados expuestos a peligros eléctricos.

△ (4) **Corte, eliminación o redireccionamiento de conductores.** Donde los conductores están desenergizados para cortar, quitar o redireccionarlos y las terminaciones de los conductores no están a la vista, como cuando se encuentran en una caja de empalme o conexiones, se deben tomar pasos adicionales para verificar la ausencia de tensión o identificar los conductores, antes de cortar, quitar o redireccionar los conductores.

△ (F) **Equipos “parecidos”.** Cuando se trabaje en equipos desenergizados y puestos en una condición de trabajo eléctricamente segura, en un área de trabajo donde existan otros equipos energizados que sean similares en tamaño, forma, y construcción, debe emplearse uno de los métodos de alerta enumerados en 130.7(E)(1), (2), o (3) a fin de prevenir que los empleados entren en equipos parecidos.

(G) **Normas para otros equipos de protección.** Otros equipos de protección requeridos en 130.7(D) deben cumplir requisitos de los códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

Nota informativa: Las normas listadas en la Tabla 130.7(G), que es parte de esta Nota Informativa, son ejemplos de normas que contienen información sobre otros equipos de protección.

**130.8 Trabajo dentro de la frontera de aproximación limitada o de la frontera de relámpago de arco de líneas aéreas.**

(A) **No aislado y energizado.** Donde el trabajo se lleve a cabo en lugares que contengan líneas aéreas energizadas, no aisladas, que no estén resguardadas ni separadas deben tomarse las debidas precauciones para evitar que los empleados tomen contacto con dichas líneas directamente con alguna parte del cuerpo no protegida o indirectamente a través de materiales, herramientas o equipos conductores. Donde el trabajo a llevarse a cabo sea tal que se posibilite el contacto con líneas aéreas energizadas, no aisladas, las líneas deben ser desenergizadas y puestas a tierra de manera visible en el punto de trabajo o apropiadamente resguardadas.

(B) **Determinación del valor de aislamiento.** Una persona calificada debe determinar si las líneas eléctricas aéreas están aisladas acorde a la tensión de operación de las líneas.

(C) **Desenergización o resguardo.** Si las líneas van a ser desenergizadas, debe acordarse con la persona u organización a cargo de la operación o control de las líneas que las mismas se desenergicen y se efectúe su puesta a tierra de manera visible en el punto de trabajo. Si el acuerdo dispone la implementación de medidas de protección tales como el resguardo, separación o aislamiento, estas precauciones deben impedir que cada uno de los empleados tome contacto con dichas líneas directamente con alguna parte de su cuerpo o indirectamente a través de materiales, herramientas o equipos conductores.

(D) **Responsabilidad del empleador y del empleado.** El empleador y el empleado deben ser responsables de garantizar que las medidas de seguridad o protección sean satisfactorias para las condiciones existentes. Los empleados deben prestar conformidad con los métodos de trabajo establecidos y el uso de los equipos de protección.

(E) **Distancias de aproximación para personas no calificadas.** Cuando personas no calificadas estén trabajando sobre el suelo o en una posición elevada próxima a líneas en altura, la ubicación debe ser tal que el empleado y el objeto conductor más largo que el empleado podría contactar no se aproxime a ninguna línea de potencia en altura energizada, no resguardada, más allá de la distancia establecida por la frontera de aproximación limitada especificada en la Tabla 130.4(D)(a), columna 2, o en la Tabla 130.4(D)(b), columna 2.

Nota informativa: Los objetos que no estén aislados para la tensión involucrada deberían ser considerados conductivos.

**(F) Vehículos y equipos mecánicos.**

(1) **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(D)(a), columna 2, o en la Tabla 130.4(D)(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(D)(a), columna 2, o en la Tabla 130.4(D)(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

Δ **Tabla 130.7(G) Nota Informativa: Normas sobre otros equipos de protección**

Tema	Documento	Número de documento
Mantas protectoras contra arcos	Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de una manta de protección contra arcos para riesgos de arco eléctrico	ASTM F2676
Mantas	Especificación normalizada para mantas de goma aislantes	ASTM D1048
Mantas — Cuidado en servicio	Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mantas aislantes	ASTM F479
Cobertores	Especificación normalizada para cobertores de goma aislantes	ASTM D1049
Varas de fibra de vidrio — Herramientas de líneas vivas	Especificación normalizada para tubos y varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) que se usen en herramientas de líneas vivas	ASTM F711
Herramientas manuales aisladas	Especificación normalizada para herramientas manuales aisladas y aislantes	ASTM F1505
Escaleras	Norma estadounidense nacional — Requisitos para la seguridad de la madera	ANSI/ ASC A14.1
	Norma estadounidense nacional para escaleras — Fijas — Requisitos para la seguridad	ANSI /ASC A14.3
	Requisitos de seguridad de la norma estadounidense nacional para escaleras de madera construidas por los empleados en el lugar de trabajo	ANSI ASC A14.4
	Norma estadounidense nacional para escaleras — Portátiles, de plástico reforzado — Requisitos para la seguridad	ANSI ASC A14.5
Manguera de línea	Especificación normalizada para mangueras de línea de goma aislantes	ASTM D1050
Mangueras de línea y cubiertas — Cuidado en servicio	Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mangueras de línea y cubiertas aislantes	ASTM F478
Protectores de plástico	Especificaciones y métodos de prueba normalizados para equipos protectores de plástico eléctricamente aislantes para la protección de los trabajadores	ASTM F712
Láminas	Especificaciones normalizadas para láminas de PVC aislantes	ASTM F1742
	Especificaciones normalizadas para láminas aislantes de hule	ASTM F2320
Etiquetas y señales de seguridad	Diversas normas para etiquetas y señales de seguridad	Serie ANSI Z535
Desempeño de los medios protectores en herramientas de líneas vivas	Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de un medio de protección instalado en herramientas de líneas vivas o en varas para operaciones en estanterías para riesgos de arco eléctrico	ASTM F2522
Puestas a tierra protectoras temporarias — Prueba en servicio	Especificación normalizada para métodos de prueba en servicio para conjuntos de montaje de puentes de puesta a tierra temporal que se usan en equipos y líneas de energía eléctrica desenergizados	ASTM F2249
Puestas a tierra protectoras temporarias — Especificación de las pruebas	Especificación normalizada para puestas a tierra temporarias para protección para ser usadas en equipos y líneas de energía eléctrica desenergizadas	ASTM F855

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(D)(a), columna 4, o en la Tabla 130.4(D)(b), columna 4.

Δ (2) **Contacto con equipos.** Los empleados que estén parados sobre el suelo no deben tomar contacto con el vehículo o equipo mecánico ni con ninguno de sus accesorios adosados, excepto cuando se aplique alguna de las siguientes condiciones:

- (1) El empleado está usando equipos protectores con valor nominal de protección acorde a la tensión.
- (2) El equipo está ubicado de manera que ninguna parte no aislada de su estructura (aquella parte de la estructura que constituye una trayectoria conductora para los empleados que se encuentran sobre el suelo) pueda aproximarse a la línea de energía más allá de lo permitido en 130.8(F)(1).

(3) **Puesta a tierra de los equipos.** Si un vehículo o equipo mecánico capaz de tener partes de su estructura elevadas cerca de líneas en altura energizadas es puesto a tierra intencionalmente, los empleados que estén trabajando sobre el suelo, cerca del punto de puesta a tierra, no deben estar parados en el lugar de la puesta a tierra cuando exista alguna posibilidad

de contacto con líneas en altura. Deben tomarse precauciones adicionales, tales como el uso de barricadas, calzado con cubrecalzado dieléctrico o de aislamiento, para proteger a los empleados de los potenciales de tierra peligrosos (tensión de paso y de toque).

Nota informativa: En caso de contacto de la estructura elevada con las líneas energizadas, pueden generarse potenciales a tierra peligrosos dentro de unos pocos pies o más hacia afuera del punto de puesta a tierra.

**130.9 Equipos y líneas eléctricas subterráneas.** Antes de comenzar a excavar donde exista una posibilidad razonable de hacer contacto con equipos o líneas eléctricas, el empleador tomará las medidas necesarias para contactar a los dueños o autoridades apropiadas para identificar y marcar la ubicación de los equipos o líneas eléctricas. Cuando se ha determinado que existe una posibilidad razonable de hacer contacto con equipos o líneas eléctricas, se deben usar las prácticas de trabajo seguro y EPP apropiado durante la excavación.

**130.10 Corte y perforación.** Antes de cortar o perforar en equipos, pisos, paredes, o elementos estructurales donde exista la probabilidad de hacer contacto con líneas o partes eléctricas energizadas, el empleador debe realizar una evaluación de riesgo para:

- (1) Identificar y marcar la ubicación de los conductores, cables, canalizaciones, o equipos.
- (2) Crear una condición de trabajo eléctricamente segura.
- (3) Identificar las prácticas de trabajo seguro y EPP a utilizar.



## Capítulo 2 Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad

### ARTÍCULO 200 Introducción

Δ 200.1 Alcance. El capítulo 2 trata los siguientes requisitos:

- (1) El Capítulo 2 contiene los requisitos prácticos de seguridad relacionados con el mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas, de lugares de trabajo como se incluyen en 90.2. Estos requisitos abarcan solo el mantenimiento vinculado directamente con la seguridad del empleado.
- (2) El Capítulo 2 no establece métodos específicos de mantenimiento o procedimientos de prueba. Se deja que el empleador escoja entre los varios métodos de mantenimiento disponibles para que satisfaga los requisitos del Capítulo 2.
- (3) Para el propósito del Capítulo 2, el mantenimiento se debe definir como la prevención o la restauración de la condición de los equipos y de las instalaciones eléctricas o de partes de ellos, para seguridad de los empleados que trabajan en lugares en los que se encuentran expuestos a peligros eléctricos. El reemplazo o reparación de componentes o partes individuales de los equipos se permitirá sin exigir la modificación o el reemplazo de otros componentes o partes que se encuentran en condiciones seguras.

Nota informativa: Consulte NFPA 70B, *Práctica recomendada para el mantenimiento de equipos eléctricos*, para métodos específicos y pruebas de mantenimiento, ANSI/NETA MTS, *Norma para las especificaciones de las pruebas de mantenimiento para equipos y sistemas de distribución de energía eléctrica*, e IEEE 3007.2, *Práctica recomendada para los sistemas de energía comerciales e industriales*, para obtener orientación sobre frecuencias de mantenimiento, métodos y pruebas.

### ARTÍCULO 205 Requisitos generales de mantenimiento

**205.1 Personas calificadas.** Los empleados que realicen mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas deben ser personas calificadas, como lo exige el Capítulo 2, y deben estar entrenados y familiarizados con los procedimientos y pruebas de mantenimiento específicos que se exigen.

**205.2 Diagrama unifilar.** Un diagrama unifilar, donde se proporcione para el sistema eléctrico, debe mantenerse en condición legible y actualizada.

**205.3 Requerimientos generales de mantenimiento.** Se les debe dar mantenimiento a los equipos eléctricos de acuerdo a lo establecido en las instrucciones del fabricante o en normas consensuadas de la industria, a fin de reducir el riesgo de falla. El dueño del equipo o el representante designado por el

dueño debe ser responsable por el mantenimiento del equipo eléctrico y la documentación.

Nota informativa No. 1: La práctica común de la industria es aplicar una etiqueta adhesiva de prueba o calibración al equipo para indicar la fecha de prueba o calibración y la condición general del equipo al que se le ha realizado prueba o mantenimiento en campo. Estas etiquetas adhesivas proveen a los empleados una indicación inmediata de la última fecha de mantenimiento y si el equipo o dispositivo probado fue encontrado aceptable en la fecha de prueba. Esta información local puede asistir al empleado en la evaluación del estado general de mantenimiento del equipo eléctrico.

Nota informativa No. 2: Los métodos de diagnóstico sin contacto, además de las actividades programadas del mantenimiento de equipos eléctricos, pueden ayudar en la identificación de anomalías eléctricas.

**205.4 Dispositivos de protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben recibir mantenimiento de acuerdo a lo establecido en las instrucciones de los fabricantes o en las normas consensuadas de la industria. El mantenimiento, las pruebas e inspecciones deben ser documentadas.

**205.5 Espacios alrededor de los equipos eléctricos.** Todo espacio de trabajo y separaciones requeridas en códigos y normas eléctricas deben mantenerse.

Nota informativa: Para información adicional concerniente a los espacios de los equipos eléctricos, ver NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*, Artículo 110, Partes II y III.

**205.6 Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.** Debe mantenerse la conexión equipotencial y la puesta a tierra de equipos, canalizaciones, bandejas para cables y envolventes, a fin de asegurar la continuidad eléctrica.

**205.7 Protección de conductores y partes de circuitos energizados.** Los envolventes deben mantenerse para que protejan contra el contacto **no intencional** con conductores y partes de circuitos energizados **expuestos** y otros peligros eléctricos. Las puertas y cubiertas deben estar en su lugar con todos los pestillos y cerrojos asegurados.

**205.8 Equipos de seguridad.** Los dispositivos de bloqueo, enclavamientos y otros equipos de seguridad, se deben mantener en adecuadas condiciones de trabajo para lograr el propósito de control.

**205.9 Espacios libres.** El acceso al espacio de trabajo y vías de escape se deben mantener despejadas y sin obstrucciones.

**205.10 Identificación de componentes.** La identificación de componentes, donde sea requerida, y las instrucciones relacionadas con la seguridad (operación o mantenimiento), cuando las instala, deben fijarse firmemente y mantenerse en condiciones legibles.

**205.11 Señales de prevención.** Las señales de prevención, donde se requieran, deben ser visibles, estar bien fijadas y mantenidas en condiciones legibles.

**205.12 Identificación de circuitos.** Las señales de identificación del circuito o de la tensión, se deben fijar firmemente y se deben mantener en condiciones actualizadas y legibles.

**205.13 Conductores y cables, simples y múltiples.** Cables eléctricos y conductores simples y múltiples, se deben mantener libres de daños, cortocircuitos y conexiones a tierra que puedan exponer a los empleados a un peligro eléctrico.

**205.14 Cordones y cables flexibles.** Los cordones y cables flexibles deben mantenerse con el fin de preservar la integridad de su aislamiento.

(1) **Cordones y cables dañados.** No deben tener partes desgastadas, raídas, o dañadas que puedan exponer a los empleados a un peligro eléctrico.

(2) **Alivio de tensión mecánica.** Se deben asegurar los cordones y cables para evitar tensarlos de maneras que puedan transmitir excesiva carga mecánica directamente sobre las uniones o terminales.

(3) **Reparación y reemplazo.** Los cordones y clavijas de cordones utilizados para equipo eléctrico portátil deben ser reparados y reemplazados por personal calificado y revisados para verificar su correcta polaridad, puesta a tierra, y continuidad antes de devolverlos al servicio.

**205.15 Espacios libres en líneas aéreas.** Para líneas eléctricas en altura que se hallen bajo el control del empleador, la cota de elevación debe mantenerse de modo que el diseño de los espacios libres verticales y horizontales respete las distancias de separación mínima necesarias para reducir el riesgo de contacto involuntario.

## ARTÍCULO 210

### Subestaciones, ensambles de tableros de potencia, tableros de distribución, paneles de distribución, centros de control de motores e interruptores de desconexión

**210.1 Envolventes.** Los envoltentes se deben mantener libres de materiales que puedan exponer a los empleados a un peligro eléctrico.

**210.2 Envolventes de área.** Donde se requiera resguardo contra el acceso no autorizado o el contacto **no intencional** con conductores o partes de circuitos energizados, se deben mantener cercas, protección física, envoltentes, u otros medios de protección.

**210.3 Conductores.** Los conductores portadores de corriente (barrajes, interruptores, desconectores, uniones y terminales) y sus sistemas de sujeción deben mantenerse para actuar de la siguiente manera:

- (1) Conducir la corriente nominal sin sobrecalentamiento
- (2) Soportar la corriente de falla disponible

**210.4 Integridad del aislamiento.** Se debe mantener la integridad del aislamiento para que resista la tensión a la cual se lo somete.

**210.5 Dispositivos de protección.** Los dispositivos de protección deben mantenerse para que resistan o interrumpan apropiadamente la corriente de falla disponible.

Nota informativa: El mantenimiento inapropiado o inadecuado puede resultar en el aumento del tiempo de apertura del dispositivo de protección contra sobrecorriente, incrementando consecuentemente la energía incidente.

## ARTÍCULO 215 Alambrado de los predios

**215.1 Cubiertas para los componentes del sistema de alambrado.** Las cubiertas de los componentes del sistema de alambrado junto con todos los elementos asociados deben estar en su sitio y no deben existir aberturas sin protección.

**215.2 Protección de alambrado a la vista.** Se debe asegurar la protección de alambrados a la vista por medios tales como la ubicación o el uso de barreras, para evitar el contacto **no intencional**.

**215.3 Canalizaciones o bandejas porta cables.** Las canalizaciones y bandejas porta cables deben mantenerse para asegurar la protección física y el correcto apoyo de los conductores.

## ARTÍCULO 220 Equipos de control

**220.1 Alcance.** Lo dispuesto en este artículo debe aplicar a los controladores, incluyendo equipos eléctricos que controlan el arranque, detención, dirección de movimiento, aceleración, velocidad, y la protección de equipos rotatorios y otros aparatos que utilizan energía eléctrica en el lugar de trabajo.

**220.2 Circuitos de protección y control.** Los circuitos de protección y control utilizados para resguardar contra el contacto **no intencional** con conductores, o partes de circuitos energizados expuestos y para impedir otros peligros eléctricos o mecánicos, deben ser mantenidos.

## ARTÍCULO 225 Fusibles e interruptores automáticos

**225.1 Fusibles.** Los fusibles se deben mantener libres de quebraduras o abolladuras, en las cajas de fusibles, casquillos y aisladores. Los elementos de fijación de los fusibles deben mantenerse de forma que se asegure el contacto adecuado con los fusibles. Los soportes para fusibles limitadores de corriente no deben modificarse para permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente. Los fusibles no limitadores de corriente no deben modificarse para permitir su inserción en los portafusibles limitadores de corriente.

**225.2 Interruptores automáticos en caja moldeada.** Los interruptores automáticos en caja moldeada se deben mantener

libres de abolladuras en las cajas y de golpes o roturas en las palancas de operación.

**225.3 Prueba de interruptores automáticos después de fallas eléctricas.** Los interruptores automáticos que interrumpen fallas cuando se aproximan a sus valores nominales de interrupción, se deben inspeccionar y probar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

## ARTÍCULO 230 Equipo rotatorio

**230.1 Cajas terminales.** Las cámaras terminales, envolventes y cajas terminales, deben mantenerse para resguardar del contacto **no intencional** con conductores o partes de circuitos energizados **expuestos** y contra otros peligros eléctricos.

**230.2 Resguardos, barreras y placas de acceso.** Los resguardos, barreras y placas de acceso deben mantenerse para evitar que los empleados entren en contacto con partes móviles o energizadas.

## ARTÍCULO 235 Lugares (clasificados como) peligrosos

**235.1 Alcance.** Este artículo abarca los requisitos de mantenimiento para aquellas áreas identificadas como lugares (clasificados como) peligrosos.

Nota informativa No. 1: Estos lugares requieren tipos especiales de equipos e instalación para garantizar un desempeño seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuadas. Es importante que las autoridades de inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a la instalación y el mantenimiento. Los requisitos de mantenimiento para equipos y materiales específicos se consideran en otras secciones del Capítulo 2 y son aplicables para los lugares (clasificados como) peligrosos. Cualquier otro mantenimiento deberá garantizar que la forma de construcción y de instalación, que hace que los equipos y los materiales sean adecuados para un lugar determinado, no se vea comprometida.

Nota informativa No. 2: El mantenimiento requerido para lugares específicos que se hayan determinado (clasificados como) peligrosos depende de la clasificación del lugar específico. También se deben conocer los principios de diseño y las características de los equipos, por ej., utilización de ventilación mecánica positiva, a prueba de explosión, no incendiarios, intrínsecamente seguros; que se aplicaron en la instalación para cumplir los requerimientos de la clasificación del área. Con esta información, el empleador y la autoridad de inspección pueden determinar si la instalación, de la manera que ha sido mantenida, retiene la condición necesaria para considerarse un lugar de trabajo seguro.

**235.2 Requisitos de mantenimiento para los lugares (clasificados como) peligrosos.** Los equipos e instalaciones en estos lugares deben mantenerse en condiciones tales que garanticen el cumplimiento de los siguientes criterios:

- (1) No hay partes energizadas expuestas.

Excepción de (1): Circuitos intrínsecamente seguros y no inflamables.

- (2) No hay roturas en los sistemas de conduit, accesorios y envolventes; por daño, corrosión u otras causas.
- (3) Todos los conductores de las conexiones equipotenciales están firmemente apretadas y se encuentran intactas.
- (4) Todos los accesorios, cajas y envolventes, con tapas atornilladas, tienen todos los tornillos instalados y apretados correctamente.
- (5) Todos los conduits roscados están apretados con la llave adecuada y las tapas del envoltente están ajustadas en conformidad con las instrucciones del fabricante.
- (6) No hay entradas abiertas a los accesorios, cajas o envolventes, que puedan comprometer las características de protección.
- (7) Todos los receptáculos, respiraderos, sellos y drenajes cercanos se encuentran asegurados y en su lugar.
- (8) El marcado de las luminarias con los watts máximos permisibles y la temperatura nominal, se encuentra legible y no excedida.
- (9) Las etiquetas exigidas se encuentran correctamente fijadas y son legibles.

## ARTÍCULO 240 Baterías y cuartos de baterías

**240.1 Ventilación.** Cuando el diseño del sistema de baterías **requiere sistemas de ventilación** forzada o natural, **y estos están presentes, los mismos deben ser examinados y mantenidos** para impedir la acumulación de mezclas explosivas. Este mantenimiento debe incluir una prueba del funcionamiento de cualquier sistema de detección y alarma asociado.

Nota informativa: "Ventilación natural" implica que no hay mecanismos mecánicos. Mantenimiento incluye actividades tales como inspección y remoción de cualquier obstrucción al flujo de aire natural.

**240.2 Aparatos de lavado de los ojos y del cuerpo.** Los aparatos de lavado de los ojos y del cuerpo se deben mantener en óptimas condiciones de funcionamiento.

## ARTÍCULO 245 Herramientas y equipos eléctricos portátiles

**245.1 Requisitos de mantenimiento para las herramientas y equipos portátiles.** Las clavijas, los receptáculos, las placas de cubierta, y los conectores de los cordones deben mantenerse en condiciones tales que garanticen el cumplimiento de los siguientes criterios:

- (1) No hay roturas, daño o abolladuras, que expongan conductores o partes de circuitos energizados.

- (2) No faltan placas de cubierta.
- (3) Los terminales no tienen hilos sueltos o terminales flojos.
- (4) No faltan, ni están flojos, alterados o dañados: cuchillas, pines de conexión, o contactos.
- (5) La polaridad es correcta.

## ARTÍCULO 250

### Equipo de seguridad y protección personal

**250.1 Requisitos de mantenimiento de los equipos de seguridad y protección personal.** Los equipos de seguridad y protección personal, tales como los siguientes, se deben mantener en una condición de trabajosegura:

- (1) Equipo de puesta a tierra
- (2) Pértigas
- (3) Guantes de hule, mangas de hule y protectores de cuero
- (4) Instrumentos de prueba
- (5) Mantas y similares equipos de aislamiento
- (6) Mallas aislantes y similares equipos aislantes
- (7) Barreras de protección
- (8) Dispositivos exteriores de los interruptores automáticos extraíbles
- (9) Unidades portátiles de iluminación
- (10) Equipo de protección de puesta a tierra temporal
- (11) Calzado dieléctrico
- (12) Vestidos de protección
- (13) Puentes de unión
- (14) Herramientas de mano aisladas y aislantes

**250.2 Inspección y prueba de equipos de protección y herramientas de protección.**

**(A) Visual.** Los equipos de seguridad y protección y las herramientas de protección se deben inspeccionar visualmente para identificar daños y defectos antes de su uso inicial y después a intervalos, de acuerdo a como las condiciones de servicio lo requieran, pero en ningún caso el intervalo debe exceder el plazo de un año, salvo especificado de otra forma por los códigos y normas aplicables locales, federales y estatales.

**Δ (B) Pruebas.** El aislamiento de los equipos de protección y las herramientas de protección, tales como los ítems especificados

en 250.1(1) a 250.1(14), utilizado como protección primaria contra el peligro de choques y que requiere de un sistema de aislamiento para asegurar la protección de empleados, debe ser verificado mediante las pruebas e inspecciones visuales apropiadas para confirmar que se haya mantenido su capacidad de aislamiento, antes de su uso inicial y a intervalos de ahí en adelante de acuerdo a como las condiciones de servicio y las normas e instrucciones aplicables lo requieran, pero en ningún caso el intervalo debe exceder el plazo de 3 años.

**250.3 Equipos de puesta a tierra de seguridad.**

**(A) Visual.** Los equipos de protección personal de puesta a tierra provisional se deben inspeccionar para determinar si hay cortes en el forro de protección y/o daño de los conductores. Asimismo, se deben inspeccionar las abrazaderas y conectores de alivio de tensión mecánica para verificar que estén bien ajustados. De ahí en adelante las inspecciones se deben realizar a intervalos acordes a como las condiciones de servicio lo requieran pero en ningún caso el intervalo debe exceder el plazo de un año.

**(B) Pruebas.** Antes de volver a poner en servicio los equipos de protección de puesta a tierra temporal que han sido reparados o modificados, los mismos deben ser sometidos a prueba.

*Nota informativa:* Se puede encontrar orientación sobre inspecciones y pruebas de tierras de seguridad en ASTM F2249, *Especificación normalizada para métodos de prueba en servicio para conjuntos de montaje de puentes de puesta a tierra temporal que se usen en equipos y líneas de energía eléctrica desenergizados.*

**(C) Dispositivos de puesta a tierra y pruebas.** Los dispositivos de puesta a tierra y pruebas deben ser almacenados en un área limpia y seca. Los dispositivos de puesta a tierra y pruebas deben ser inspeccionados apropiadamente antes de cada uso.

*Nota informativa:* La guía para pruebas de dispositivos de puesta a tierra y pruebas se encuentran en la Sección 9.5 de IEEE C37.20.6-2007, *Norma para dispositivos de prueba y de puesta a tierra certificados para 4.76 kV a 38 kV que se usen en cerramientos.*

**250.4 Instrumentos de prueba.** Los instrumentos de prueba y sus respectivos terminales de prueba utilizados para verificar la ausencia o presencia de tensión deben ser mantenidos adecuadamente para asegurar la integridad del funcionamiento. El programa de mantenimiento debe incluir la verificación del funcionamiento según se describe en 110.4(E).



## Capítulo 3 Requisitos de seguridad para equipos especiales

### ARTÍCULO 300 Introducción

**300.1 Alcance.** El Capítulo 3 trata lo relativo a los equipos eléctricos especiales en el lugar de trabajo y modifica los requisitos generales del Capítulo 1.

**300.2 Responsabilidad.** El empleador debe suministrar las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y el entrenamiento de los empleados. El empleado debe cumplir con el seguimiento de esas prácticas.

**300.3 Organización.** El Capítulo 3 de esta norma se divide en artículos. El Artículo 300 se aplica de manera general, el Artículo 310 se aplica a las celdas electrolíticas. El Artículo 320, se aplica a baterías y cuartos de baterías. El Artículo 330 se aplica a láseres. El Artículo 340 se aplica a equipo electrónico de potencia. El Artículo 350 se aplica a laboratorios de investigación y desarrollo (I+D).

### ARTÍCULO 310 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para celdas electrolíticas

**310.1 Alcance.** Los requisitos de este Capítulo se deben aplicar a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica, utilizadas en los tipos de áreas de celdas electrolíticas.

Nota informativa No. 1: Ver Anexo Informativo L para una aplicación típica de salvaguardias en la zona de trabajo de la línea de celdas.

Nota informativa No. 2: Para obtener más información sobre celdas electrolíticas, ver *NFPA 70, Código Eléctrico Nacional*, Artículo 668.

**310.2 Definiciones.** Para los propósitos de este artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

**Efecto batería. (Battery Effect).** Tensión que existe en la línea de celdas después de desconectar el suministro de energía eléctrica.

Nota informativa: Las celdas electrolíticas pueden presentar características similares a las de una batería eléctrica de almacenamiento y, puede existir un peligro de choque después de que se desconecta el suministro de energía eléctrica de la línea de celdas.

**Salvaguardias (Safeguarding).** Las medidas de seguridad para el personal incluirán la consistente exigencia administrativa de prácticas de trabajo seguras. Las salvaguardias incluyen la capacitación en prácticas de trabajo seguras, diseño de la línea de celdas, equipo de seguridad, EPP, procedimientos de operación y listas de verificación de trabajo.

#### 310.3 Entrenamiento de seguridad.

**(A) General.** Los requisitos de entrenamiento de este capítulo se aplican a los empleados expuestos a los peligros eléctricos en la zona de trabajo de la línea de celdas definida en 110.2, y los requisitos adicionales o modificados de 120.5, 130.2, 130.3, y 130.8.

**(B) Requerimientos de entrenamiento.** Los empleados deben ser entrenados para entender los peligros eléctricos específicos de la energía eléctrica en la línea de celdas. Los empleados deben ser entrenados en el manejo de prácticas seguras de trabajo y los procedimientos de seguridad que se requieren, para protegerlos de los peligros eléctricos de sus respectivos trabajos o tareas.

#### 310.4 Capacitación de empleados.

##### (A) Personas calificadas.

**(1) Entrenamiento.** Las personas calificadas deben recibir capacitación y ser conocedoras del funcionamiento de los equipos de la zona de trabajo de la línea de celdas y los métodos de trabajo específicos, y deben ser entrenadas para eludir los peligros eléctricos que se encuentran presentes. Esas personas deben estar familiarizadas con el uso apropiado de técnicas preventivas y EPP. El entrenamiento para una persona calificada debe incluir lo siguiente:

- (1) Destrezas y técnicas para eludir el peligro de choque eléctrico.
  - a. Entre superficies energizadas **expuestas**, las cuales pueden incluir partes de aislamiento y resguardo temporal para permitir que los empleados trabajen en partes energizadas **expuestas**.
  - b. Entre superficies energizadas **expuestas** y equipos puestos a tierra, u otros objetos conectados a tierra, o la tierra misma, las cuales podrían incluir técnicas de aislamiento temporal o resguardo de partes para permitirle al empleado trabajar en partes energizadas **expuestas**.
- (2) El método para determinar los límites del área de la zona de trabajo de la línea de celdas.

**(2) Personas calificadas.** A las personas calificadas se les permitirá trabajar dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

##### (B) Personas no calificadas.

**(1) Entrenamiento.** Las personas no calificadas deben recibir capacitación para identificar los peligros eléctricos a los cuales podrían estar expuestos y los métodos apropiados para eludir dichos peligros.

**(2) Dentro de la zona de trabajo de línea de celdas.** Cuando exista la necesidad de que una persona no calificada entre en la zona de trabajo de la línea de celdas para realizar una tarea específica, esa persona debe ser advertida acerca de los peligros eléctricos por la persona calificada designada a cargo para asegurar que la persona no calificada está salvaguardada.

## 310.5 ARTÍCULO 310 — PRÁCTICAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD PARA CELDAS ELECTROLÍTICAS

### 310.5 Salvaguarda de los empleados en la zona de trabajo de línea de celdas.

Δ (A) **General.** La operación y el mantenimiento de las líneas de celdas electrolíticas podrían requerir el contacto de los empleados con superficies energizadas expuestas tales como barras de conexión, celdas electrolíticas y sus accesorios de sujeción. Las distancias de aproximación indicadas en la Tabla 130.4(D)(a) y Tabla 130.4(D)(b) no deben aplicarse al trabajo realizado por personas calificadas en la zona de trabajo de línea de celdas. Las salvaguardas tales como las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y otras medidas de seguridad se deben utilizar para proteger a los empleados de posibles lesiones mientras trabajan en la zona de trabajo de la línea de celdas. Estas salvaguardas deben ser congruentes con la naturaleza y extensión de los peligros eléctricos relacionados. Las medidas de seguridad pueden ser diferentes para líneas de celdas energizadas y líneas de celdas desenergizadas. Las tensiones peligrosas causadas por el efecto batería se deben disipar para que la línea de celdas pueda considerarse desenergizada.

Nota informativa No. 1: Las superficies energizadas expuestas podrían no presentar un peligro eléctrico. Los peligros de **choque** se relacionan con el flujo de corriente a través del cuerpo produciendo posibles lesiones o daños a la salud. La **severidad del choque** es una consecuencia de muchos factores, incluyendo la resistencia de la piel y el cuerpo, la trayectoria de la corriente a través del cuerpo, las trayectorias en paralelo con el cuerpo, y la tensión del sistema. Las quemaduras de relámpago de arco y las ráfagas de arco son consecuencia de la corriente de arco y el tiempo de duración de la exposición al arco.

Nota informativa No. 2: Una línea o grupo de líneas de celdas operadas como una unidad para la producción de un metal, gas o compuesto químico en particular, puede diferir de otras líneas de celdas que producen el mismo producto, debido a variaciones en las materias primas utilizadas, la capacidad instalada, el uso de métodos o prácticas de proceso exclusivos u otros factores modificantes. Los requisitos detallados en la norma sobre prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica pueden llegar a ser demasiado restrictivos y no alcanzar el propósito establecido en el Capítulo 1.

(B) **Señales.** Las señales permanentes deben mostrar claramente las áreas de celdas electrolíticas.

(C) **Evaluación de riesgo de relámpago de arco.** Los requisitos de 130.5, Evaluación de riesgo de relámpago de arco, no deben aplicar a las zonas de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas.

Δ (1) **General.** Cada tarea realizada en la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas debe analizarse para determinar la probabilidad de que ocurran lesiones por relámpago de arco. Si existe probabilidad de lesión de personas, se deben tomar las medidas apropiadas para proteger a las personas expuestas a los peligros de relámpago de arco, incluyendo una o más de las siguientes:

- (1) Suministro del EPP apropiado [ver 310.5(D)(2)] para prevenir heridas causadas por relámpago de arco.
- (2) Alterar los procedimientos de trabajo para reducir la probabilidad de ocurrencia de un incidente de relámpago de arco.
- (3) Programar las tareas para que el trabajo se pueda realizar cuando la línea de celdas se encuentra desenergizada.

(2) **Tareas rutinarias.** La evaluación de riesgo de relámpago de arco debe hacerse para todas las tareas rutinarias realizadas en la zona de trabajo de las líneas de celdas. Los resultados de la evaluación de riesgo de relámpago se deben utilizar para el entrenamiento de los empleados en los procedimientos de trabajo que minimizan la posibilidad de peligros de relámpago de arco. Dicho entrenamiento se debe incluir entre las exigencias de 310.3.

(3) **Tareas no rutinarias.** Antes de que se realice una tarea no rutinaria en la zona de trabajo de la línea de celdas, se debe llevar a cabo una evaluación de riesgo de relámpago de arco. Si durante el trabajo no rutinario existe la posibilidad de peligro de relámpago de arco, a los empleados que participen se los debe instruir acerca de cómo minimizar los riesgos relacionados con los relámpagos de arco.

(4) **Peligros de relámpago de arco.** Si existe la posibilidad de peligro de relámpago de arco tanto para las tareas rutinarias como para las no rutinarias los empleados deben utilizar salvaguardias apropiadas.

(D) **Salvaguardias.** Las salvaguardias deben incluir al menos uno o una combinación de los siguientes medios:

(1) **Aislamiento.** El aislamiento debe ser adecuado para las condiciones específicas y se permitirá que sus componentes incluyan vidrio, porcelana, recubrimiento epoxy, hule, fibra de vidrio, plástico, y cuando el ambiente es seco, materiales como concreto, azulejo, ladrillo y madera. Se permitirá aplicar aislamiento a superficies energizadas o puestas a tierra.

(2) **Equipo de protección personal (EPP).** El EPP debe brindar protección ante condiciones eléctricas peligrosas. El EPP debe incluir uno o más de los siguientes, de acuerdo a como lo determine la gerencia autorizada:

- (1) Calzado para servicio mojado.
- (2) Guantes para servicio mojado.
- (3) Mangas para servicio mojado.
- (4) Calzado para servicio seco.
- (5) Guantes para servicio seco.
- (6) Mangas para servicio seco.
- (7) Protección de cabeza eléctricamente aislada.
- (8) Vestimenta de protección.
- (9) Protección ocular con marcos no conductores.
- (10) Protector facial (policarbonato o similar de tipo no fundible).

a. **EPP.** Los equipos de protección personal y otros, deben ser apropiados para las condiciones de acuerdo a como lo autorice la gerencia.

b. **Prueba del EPP.** El EPP se debe verificar con regularidad utilizando métodos que sean coherentes con la exposición del empleado a las condiciones eléctricas peligrosas.

(3) **Barreras.** Las barreras deben ser dispositivos que evitan el contacto con superficies energizadas o puestas a tierra que puedan presentar condiciones eléctricas peligrosas.

(4) **Igualación del voltaje.** Se permitirá la igualación del voltaje de una superficie conductora a una superficie eléctricamente energizada y **expuesta**, mediante un puente de unión que puede ser directo o a través de una resistencia, de tal manera que no haya suficiente tensión como para crear una condición eléctrica peligrosa.

(5) **Separación (aislación).** La aislación debe establecerse mediante la ubicación de equipos u otros elementos en lugares donde los empleados no puedan estar en contacto simultáneamente con superficies conductoras expuestas que puedan presentar peligros eléctricos.

(6) **Prácticas seguras de trabajo.** Los empleados deben recibir entrenamiento en prácticas de trabajo seguras. La capacitación debe incluir el porqué de la diferencia entre las prácticas de trabajo en la zona de trabajo de la línea de celdas y otras situaciones de trabajo similares en otras áreas de la planta. Los empleados deben cumplir con las prácticas de trabajo seguras establecidas y con el uso seguro de los equipo de protección.

(a) Concientizar la posición corporal. El entrenamiento sobre prácticas seguras de trabajo debe incluir instrucciones acerca de la postura del cuerpo. El contacto simultáneo con partes energizadas y tierra puede causar choque eléctrico severo. Es importante tener conciencia de la posición del cuerpo donde se puede hacer contacto con partes energizadas de la línea de la celda electrolítica y las superficies puestas a tierra.

(b) Vulneración del equipo de seguridad. El entrenamiento sobre prácticas seguras de trabajo incluirá técnicas para prevenir que se altere la protección del equipo de seguridad. La vestimenta puede eliminar la protección del equipo si las prendas están mojadas. Las perneras de los pantalones deben mantener la longitud apropiada y las mangas de la camisa deben corresponder a la talla, para que no cuelguen cuando se extienden los brazos. Mientras se trabaja en la zona de la línea de celdas no se deben utilizar joyas y otros accesorios metálicos que puedan eludir la protección del equipo.

(7) **Herramientas.** Las herramientas y otros dispositivos utilizados en la zona de trabajo de la línea de celdas energizadas deben seleccionarse para evitar que se pueda tender un puente entre las superficies con diferencias de potencial peligrosas.

Nota informativa: Las herramientas y otros dispositivos de material magnético pueden ser difíciles de manipular en áreas de celdas energizadas debido a los fuertes campos magnéticos.

(8) **Cortacircuitos portátiles.** Los cortacircuitos portátiles que se encuentran conectados se deben considerar como energizados y como una extensión de la zona de trabajo de la línea de celdas. Se deben utilizar procedimientos apropiados para asegurar la correcta conexión y operación de los cortacircuitos.

(9) **Grúas y polipastos.** Las grúas y polipastos deben cumplir con los códigos y normas para salvaguardar a los empleados. Se debe probar periódicamente el aislamiento requerido para salvaguardar a los empleados tal como en los ganchos de grúa aislados.

(10) **Anexos.** Los anexos que prolongan los peligros eléctricos de la línea de celda más allá de la zona de trabajo de la línea de celdas deben utilizar uno o más de los siguientes:

- (1) Extensión temporal o permanente de la zona de trabajo de la línea de celdas.
- (2) Barreras.
- (3) Separadores aislantes.
- (4) Separación.

(11) **Marcapasos e implantaciones metálicas.** Los empleados que tengan implantados marcapasos, dispositivos médicos ferro-magnéticos u otros dispositivos electrónicos vitales para la vida, no deben ser admitidos en áreas de celdas a menos que obtengan un permiso escrito del médico del empleado.

Nota informativa: La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH*) y IEEE 463, *Norma sobre prácticas para la seguridad eléctrica en zonas de trabajo de líneas de celdas electrolíticas*, recomienda que las personas que tengan marcapasos implantados no deberían exponerse a densidades de campo magnético superiores a 5 Gauss.

(12) **Prueba.** Los equipos de salvaguardia para la protección de los empleados se deben probar para asegurar que se encuentren en condición de trabajo segura.

### 310.6 Herramientas y equipos portátiles.

Nota informativa: El orden de preferencia de fuentes de energía para equipos manuales se considera el siguiente:

- (1) Energía de baterías.
- (2) Potencia neumática.
- (3) Generador portátil.
- (4) Receptáculo del tipo no puesto a tierra conectado a una fuente no puesta a tierra.

Δ (A) **Equipos eléctricos portátiles.** Las exigencias de puesta a tierra de 110.5(B) no deben permitirse dentro de una zona de trabajo de línea de celdas energizada. Equipos eléctricos portátiles y fuentes de alimentación asociadas deben cumplir con los requisitos de los códigos y normas aplicables.

(B) **Conexiones auxiliares no eléctricas.** Las conexiones auxiliares no eléctricas como mangueras de aire, agua y gas, deben cumplir con los requisitos de los códigos y normas aplicables. Las herramientas y equipos con accionamientos neumáticos deben alimentarse con mangueras no conductoras en la zona de trabajo de la línea de celdas.

(C) **Máquinas de soldar.** Las estructuras de las máquinas de soldar se deben considerar según el potencial de la celda, cuando se encuentren dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas. Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad exigirán que la línea de celdas no esté puesta a tierra por medio de la máquina de soldar o de su suministro de energía eléctrica. Las máquinas de soldar localizadas fuera de la zona de trabajo de la línea de celdas deben estar rodeadas por una barricada para impedir que los empleados toquen simultáneamente la máquina de soldar y la tierra, donde los cables de soldar están en la zona de trabajo de la línea de celdas.

(D) **Equipo portátil de pruebas.** El equipo de prueba en la zona de trabajo de la línea de celdas debe ser adecuado para uso en áreas de grandes campos y orientación magnéticos.

Nota informativa: El equipo que no es adecuado para uso en esos campos magnéticos puede dar una respuesta incorrecta. Cuando esos equipos de prueba se retiran de la zona de trabajo de la línea de celdas, su desempeño puede volver a ser normal, dando la falsa impresión de que los resultados estaban correctos.

## ARTÍCULO 320

### Requisitos de seguridad relacionados con baterías y cuartos de baterías

320.1 **Alcance.** Este artículo abarca los requisitos de seguridad eléctrica que aplican para la protección práctica de los emplea-



## 320.2 ARTÍCULO 320 — REQUISITOS DE SEGURIDAD RELACIONADOS CON BATERÍAS Y CUARTOS DE BATERÍAS

dos mientras trabajan con baterías de acumuladores estacionarios expuestos que exceden de 50 volts nominales.

Nota informativa: Para información adicional, refiérase a los siguientes documentos:

- (1) NFPA 1, *Código de Incendios*, Capítulo 52, Sistemas de baterías de acumuladores estacionarios, 2015.
- (2) NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*, Artículo 480, Baterías de acumuladores, 2014.
- (3) IEEE 450, *Práctica recomendada para el mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de plomo-ácido ventiladas para aplicaciones estacionarias*, 2010.
- (4) IEEE 937, *Práctica recomendada para la instalación y mantenimiento de baterías de plomo-ácido para sistemas fotovoltaicos*, 2007.
- (5) IEEE 1106, *Práctica recomendada para la instalación, mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de níquel-cadmio ventiladas para aplicaciones estacionarias*, 2005 (R 2011).
- (6) IEEE 1184, *Guía para baterías para sistemas de suministro de energía ininterrumpida*, 2006 (R 2011).
- (7) IEEE 1188, *Práctica recomendada para el mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de plomo-ácido reguladas por válvula (VRLA) para aplicaciones estacionarias*, 1188a-2014.
- (8) IEEE 1657, *Práctica recomendada para las calificaciones del personal para la instalación y mantenimiento de baterías estacionarias*, 2009.
- (9) OSHA 29 CFR 1910.305(j)(7), "Baterías de acumuladores".
- (10) OSHA 29 CFR 1926.441, "Baterías y carga de baterías".
- (11) DHHS (NIOSH) Publicación Nro. 94-110, *Manual de aplicaciones para la ecuación de levantamiento modificada del NIOSH*, 1994.
- (12) IEEE/ASHRAE 1635, *Guía para la ventilación y el manejo térmico de instalaciones de baterías para aplicaciones estacionarias*, 2012.

**320.2 Definiciones.** Para el propósito de este artículo se deben aplicar las siguientes definiciones.

**Batería (Battery).** Sistema que consta de dos o más celdas electroquímicas conectadas en serie o en paralelo y capaces de almacenar la energía eléctrica recibida y que pueden devolverla por reconversión.

**Celda (Cell).** Unidad electroquímica básica, caracterizada por un ánodo y un cátodo que se usan para recibir, almacenar y transmitir energía eléctrica.

**Celda de ácido plomo regulada por válvula (Valve-Regulated Lead Acid (VRLA) Cell).** Una batería que está sellada a excepción de una válvula que se abre a la atmósfera cuando la presión interna de la celda excede la presión atmosférica por una cantidad preseleccionada, y que provee un medio para la recombinación del oxígeno generado internamente y la supresión de la evolución del gas hidrógeno para limitar el consumo de agua.

**Celda piloto (Pilot Cell).** Una o más celdas elegidas para representar los parámetros operativos de toda la batería (denominada en algunos casos celda de "temperatura de referencia").

**Celda ventilada (Vented Cell).** Tipo de celda en la que se permite que los productos de electrólisis y evaporación se liberen libremente en la atmósfera a medida que son generados. (También denominada "celda inundada")

**Corriente prospectiva de cortocircuito (Prospective Short-Circuit Current).** El más alto valor de la corriente de falla que teóricamente podría ocurrir en un punto en el circuito. Esta es la corriente que puede fluir en el evento de un corto circuito de

impedancia cero y si no funciona ningún dispositivo de protección.

Nota informativa: Algunas baterías tienen dispositivos de gestión incorporada para limitar la corriente máxima de cortocircuito. La determinación de la corriente de cortocircuito prospectiva para estas baterías asume que la protección interna del sistema de gestión de la batería de los dispositivos funciona.

**Cuarto de baterías (Battery Room).** Un cuarto específicamente destinado a la instalación de baterías que no poseen otro envolvente de protección.

**Electrolito (Electrolyte).** Medio sólido, líquido, o líquido inmovilizado acuoso que brinda el mecanismo de transporte de iones entre los electrodos positivo y negativo de una celda.

**Personal autorizado (Authorized Personnel).** La persona a cargo de las instalaciones, u otras personas designadas o seleccionadas por la persona a cargo de las instalaciones, que desempeña determinadas tareas asociadas con baterías de almacenamiento estacionarias.

**Tensión nominal (Nominal Voltage).** Valor asignado a una celda o batería de una clase de tensión determinada, a los fines de una designación conveniente; la tensión de operación de la celda o sistema puede variar por encima o por debajo de este valor.

### 320.3 Procedimientos de seguridad.

#### (A) Peligros para la seguridad en general.

**(1) Umbrales de energía.** Los niveles de exposición a la energía no deben exceder los identificados en la siguiente lista a menos que se implementen los controles apropiados:

- (1) AC: 50 volts y 5 miliamperios
- (2) DC: 100 volts

Nota informativa: esta información se extrae del DOE-HDBK-1092, *Manual de Seguridad Eléctrica del Departamento de Energía (DOE)*.

**(2) Evaluación de riesgo de las baterías.** Antes de realizar cualquier trabajo en sistemas de baterías, se debe realizar una evaluación de riesgo para identificar peligros químicos, de choque eléctrico, y de relámpago de arco y evaluar los riesgos asociados al tipo de tareas que se van a realizar.

#### (3) Requisitos para cuartos o envolventes de baterías.

(a) Acceso del personal a las baterías energizadas. Cada cuarto de baterías o envolvente de baterías debe ser accesible únicamente para personas autorizadas.

(b) Iluminación. Los empleados no deben ingresar en espacios que contengan baterías, excepto cuando se provea una iluminación que permita a los empleados efectuar el trabajo de manera segura.

Nota informativa: Las terminales de baterías normalmente están expuestas y representan un posible riesgo de choque eléctrico. Las baterías también se instalan en escalones o gradas que pueden provocar obstrucciones.

**(4) Indumentaria.** El personal no debe usar objetos eléctricamente conductivos, tales como joyas, mientras trabaja en un sistema de baterías.

**(5) Condiciones anormales de las baterías.** Los instrumentos de suministro de alarma de advertencia temprana en condiciones anormales de funcionamiento de las baterías, si las hubiera, deben ser sometidos a prueba anualmente:



Nota informativa: Los sistemas de monitoreo de baterías generalmente incluyen alarmas para condiciones tales como sobretensión, baja de tensión, sobrecorriente, falla a tierra, y sobret temperatura. Los tipos de condiciones monitoreadas variarán dependiendo de la tecnología de las baterías. Una fuente de orientación sobre sistemas de monitoreo de baterías es IEEE 1491, *Guía para la selección y uso de equipos de monitoreo de baterías en aplicaciones estacionarias*.

▲ (6) **Señales de advertencia.** Las siguientes etiquetas o señales de advertencia deben ser colocadas en lugares apropiados:

- (1) Advertencias de riesgo eléctrico que indican el riesgo de choque eléctrico debido a la tensión de la batería y el peligro de relámpago de arco debido a la corriente de cortocircuito prospectiva, y el peligro térmico.

Nota informativa No. 1: Debido a que la resistencia interna, la corriente prospectiva de cortocircuito, o ambos no siempre están incluidos en las planillas de datos o etiquetas de los contenedores de baterías, y debido a que muchas variables pueden ser introducidas en una disposición de baterías, debería consultarse al fabricante de la batería para obtener datos precisos. Entre las variables pueden incluirse las siguientes, aunque esta enumeración no sea exhaustiva:

- (1) Conexiones en serie.
- (2) Conexiones en paralelo.
- (3) Metodología de carga.
- (4) Temperatura.
- (5) Estado de la carga.
- (6) Tamaño y longitud de los cables de distribución c.d.

Nota informativa No. 2: Ver 130.5(G) para requisitos de etiquetado de equipos.

- (2) Advertencias de riesgo químico, aplicable al peor caso cuando se instalan múltiples tipos de baterías en el mismo espacio, indicando lo siguiente:
  - a. Presencia potencial de gas explosivo (cuando sea aplicable al tipo de batería).
  - b. Prohibición de fumar y de llamas abiertas.
  - c. Peligro de quemaduras químicas provocadas por el electrolito (cuando sea aplicable al tipo de batería).
- (3) Notificación al personal sobre el debido uso de indumentaria y equipos de protección acordes al riesgo según sea la batería.
- (4) Notificación que prohíba el acceso del personal no autorizado.

(B) **Riesgos del electrolito.**

(1) **Actividades con baterías que incluyen la manipulación de electrolito líquido.** Los siguientes equipos de protección personal deben estar disponibles para los empleados que efectúen cualquier tipo de servicio en una batería con electrolito líquido:

- (1) Gafas y protectores faciales apropiados para el riesgo eléctrico y el riesgo químico presentes.
- (2) Guantes y delantales apropiados para los peligros químicos.
- (3) Instalaciones portátiles o estacionarias y equipo para el lavado de ojos y equipos dentro del área de trabajo que sean capaces de enjuagar rápidamente o empapar por la duración necesaria para **mitigar las heridas del peligro electrolítico**.

Nota informativa: Se puede encontrar orientación sobre el uso y mantenimiento de instalaciones de lavado de ojos para baterías ventiladas en ambientes que no sean de telecomunicaciones, en

ANSI/ISEA Z358.1, *Norma para estaciones de lavado de ojos y duchas de emergencia*.

▲ (2) **Actividades con baterías que no incluyen la manipulación de electrolito líquido.** Los empleados que efectúen cualquier tipo de actividad que no involucre la manipulación de electrolito deben usar anteojos de seguridad.

Nota informativa: Las actividades de mantenimiento de baterías normalmente no involucran la manipulación de electrolitos. Las baterías con electrolitos sólidos (como la mayoría de las baterías de litio) o electrolito inmovilizado (como las baterías de plomo ácido regulada con válvula) presentan poco o ningún peligro de electrolitos. La mayoría de los medidores de densidad modernos exponen al trabajador a una cantidad demasiado ínfima como para ser considerada peligrosa, si acaso alguna. Un trabajo así, no se considera manipulación de electrolitos. Sin embargo, si se toman lecturas de gravedad específica usando un hidrómetro de bulbo, el riesgo de exposición es mayor — esto podría ser considerado manipulación de electrolito, y los requerimientos de 320.3(B)(1) serían aplicables.

(C) **Prueba, mantenimiento y operación.**

(1) **Detección de fallas a tierra de la corriente directa.** La detección de fallas a tierra debe estar basada en el tipo de sistemas de puesta a tierra de corriente directa (c.d.) utilizado.

Nota informativa: No todos los sistemas de baterías cuentan con sistemas de detección de fallas a tierra. Por motivos de seguridad para el personal, es importante comprender la metodología de la puesta a tierra que se esté utilizando y determinar la manera apropiada de detectar las fallas a tierra. Si se desarrolla una puesta a tierra no intencional dentro del sistema (por ejemplo, suciedad y ácidos que tomen contacto con el estante de la batería), esta puede generar un cortocircuito que podría provocar un incendio. Entre los sistemas de puesta a tierra de c.d. habitualmente utilizados se incluyen, pero no están limitados, los siguientes:

- (1) Tipo 1. Sistema de c.d. no puesto a tierra, en el que ninguno de los polos de la batería está conectado a tierra. Si se produce una puesta a tierra no intencional en algún lugar de la batería, existiría un potencial aumentado, que permite que la corriente de falla fluya entre el extremo opuesto de la batería y la tierra. Un sistema de c.d. no puesto a tierra generalmente está equipado con una alarma para indicar la presencia de una falla a tierra.
- (2) Tipo 2. Sistema de c.d. puesto a tierra sólidamente, en el que ya sea el polo más positivo o el polo más negativo de la batería está conectado directamente a tierra. Si se produce una puesta a tierra no intencional, ello introduce una trayectoria a través de la cual puede fluir la corriente de falla. Habitualmente no se usa un sistema de detección de la puesta a tierra en este tipo de sistema puesto a tierra.
- (3) Tipo 3. Un sistema de c.d. puesto a tierra a través de una resistencia, el cual es una variante de un sistema de Tipo 1, en el que la batería se conecta a tierra por medio de una resistencia. La detección de un cambio en la resistencia generalmente permite la activación de una alarma de fallas a tierra. La introducción de una puesta a tierra no intencional en un punto de la batería podría ser detectada y activar una alarma. Una segunda puesta a tierra no intencional en un punto diferente de la batería generaría una trayectoria para que la corriente de cortocircuito fluya.
- (4) Tipo 4. Sistema de c.d. puesto a tierra sólidamente, ya sea en el punto central o en otro punto para adaptarse al sistema de carga. Si se produce una puesta a tierra no intencional en cualquiera de las polaridades, ello introduce una trayectoria a través de la cual puede fluir la corriente de falla. Habitualmente no se usa un sistema de

## 320.3 ARTÍCULO 330 — PRÁCTICAS SEGURAS DE TRABAJO RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD PARA EL USO DE LÁSERES

detección de la puesta a tierra en este tipo de sistema puesto a tierra.

### (2) Herramientas y equipos.

(a) Las herramientas y equipos para trabajar en baterías deben estar provistos de manijas listadas como aisladas para la tensión máxima de trabajo.

(b) Las terminales de baterías y todos los conductores eléctricos deben mantenerse libres del contacto no intencional con herramientas, equipos de prueba, contenedores de líquidos y otros objetos extraños.

(c) Deben requerirse herramientas que no generen chispas cuando la evaluación del riesgo requerida en el punto 110.1(G) justifique su uso.

**(D) Arrestallamas de celdas y ventilación de celdas.** Cuando existan, las aberturas para ventilación de las celdas de las baterías deben permanecer libres de obstrucciones. Los arrestallamas de las celdas de las baterías deben ser inspeccionados para verificar que estén apropiadamente instalados y que la ventilación no se encuentre obstruida, y deben reemplazarse cuando sea necesario en concordancia con las instrucciones del fabricante.

## ARTÍCULO 330

### Prácticas seguras de trabajo relacionadas con la seguridad para el uso de láseres

**330.1 Alcance.** Este artículo se aplica a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para el mantenimiento de láseres y su equipo asociado.

Nota informativa No. 1: Para recomendaciones sobre los requisitos de seguridad para el uso láser, ver ANSI Z136.1, *Estándar para uso seguro de láseres*.

Nota informativa No. 2: Para los requisitos de productos láser para fabricantes de láser, consulte 21 CFR Parte 1040, "Estándares de rendimiento para productos emisores de luz", Secciones 1040.10 "Productos láser" y 1040.11, "Productos láser de propósito específico".

**Δ 330.2 Definiciones.** Para el propósito de este artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones:

**N Evaluado en campo (Field Evaluated).** Una evaluación exhaustiva de los equipos no listados o modificados en el campo realizados por personas o partes aceptables para la autoridad competente.

**Δ Fuente de energía láser. (Laser Energy Source).** Cualquier dispositivo destinado a utilizarse junto con un láser para suministrar energía para la excitación de electrones, iones, o moléculas.

**Láser. (Laser).** Un dispositivo que produce energía radiante en el rango de longitud de onda de 180 nm (nanómetro) y 1 mm (milímetro) principalmente por el proceso de emisión estimulada controlada. La radiación láser puede ser altamente coherente temporalmente, espacialmente o ambos.

**Radiación láser. (Laser Radiation).** Toda la radiación electromagnética emitida por un láser o sistema láser entre 180 nm

(nanómetro) y 1 mm (milímetro) que se produce como el resultado de una emisión estimulada controlada.

**Sistema láser. (Laser System).** Un láser en combinación con una apropiada fuente de energía láser con o sin componentes adicionales incorporados.

### N 330.3 Energía peligrosa.

**N (A) Tensión y corriente.** Para el propósito de esta sección, la tensión y corriente considerada peligrosa para sistemas de c.a. es mayor o igual a 50 volts c.a. y 5 mA. Para sistemas de c.d., la tensión y corriente considerada peligrosa es mayor o igual a 100 volts c.d. y 40 mA.

**N (B) Energía almacenada.** Para el propósito de este artículo, la energía almacenada se considera peligrosa cuando es igual o mayor a 0.25 joule a 400 volts o más; o 1 joule a más de 100 volts y hasta 400 volts.

### 330.4 Entrenamiento de seguridad eléctrica.

**(A) Personal que debe ser capacitado.** Los empleadores deben entrenar a todo el personal que trabaja en o cerca de láseres o sistemas láser con tensión, corriente o energía almacenada peligrosas accesibles para el usuario (por ej., linternas de láser bombeado).

**(B) Entrenamiento de seguridad eléctrica para el trabajo en o con láseres.** El entrenamiento en prácticas de trabajo eléctrico seguras debe incluir, pero no se limita a lo siguiente:

- (1) Prácticas de trabajo eléctrico seguras del Capítulo 1
- (2) Peligros eléctricos asociados con los equipos láser
- (3) Peligros de la energía almacenada, incluyendo la potencial explosiones de bancos de condensadores
- (4) Radiación ionizante
- (5) Peligros de rayos X en equipos de alta tensión (> 5 kV)
- (6) Evaluar el estado de listado de equipos eléctricos y la necesidad de una evaluación de campo del equipo no listado

### 330.5 Salvaguardia de personas ante los peligros eléctricos asociados con el láser y sistemas de láseres.

**N (A) Protección temporal.** Protección temporal (por ej., cubiertas, barreras aislantes de protección) se deben utilizar para limitar la exposición a cualquier peligro eléctrico cuando se retiran las cubiertas permanentes del envolvente del láser para mantenimiento y prueba.

**N (B) Trabajo que requiere una condición de trabajo eléctricamente segura.** Todo trabajo que podría exponer a los empleados a peligros eléctricos se debe realizar con el equipo en una condición de trabajo eléctricamente segura, de acuerdo con 120.1, 120.2 y 130.2.

**N (C) Prueba eléctrica energizada.** La prueba eléctrica energizada, la detección de fallas, y las pruebas de tensión no deben requerir un permiso de trabajo energizado, de acuerdo con 130.2(B)(3).

**N (D) Señales y etiquetas de advertencia.** Las señales y etiquetas de advertencia se deben fijar como sea aplicable sobre las puertas, cubiertas y barreras protectoras. Las señales y etiquetas de advertencia deben prevenir adecuadamente los peligros usando palabras, colores y símbolos efectivos. Estas señales y etiquetas deben ser fijadas de forma permanente al equipo y deben ser de durabilidad suficiente para soportar el ambiente.

**N (E) Listado.** Los equipos eléctricos de sistemas láser deben estar listados o ser evaluados en campo antes de ponerse en uso.

• **330.6 Responsabilidad de la seguridad eléctrica.** Todas las personas con acceso a la tensión, corriente o energía almacenada deben ser responsables de lo siguiente:

- (1) Obtener autorización para trabajar en o con los peligros de los equipos eléctricos en láseres o sistemas láser
- (2) Utilizar las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad del Capítulo 1
- (3) Informar al empleador sobre fallas, accidentes, y barreras y señales inadecuadas o insuficientes en los equipos láser

## ARTÍCULO 340

### Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad: equipo electrónico de potencia

**340.1 Alcance.** Este artículo debe aplicar a las prácticas de seguridad relacionadas con el trabajo alrededor de equipos electrónicos de potencia, incluyendo:

- (1) Equipo de soldadura de arco eléctrico.
- (2) Torres y antenas de radio de alta potencia, radar, y televisión.
- (3) Dieléctricos industriales y calentadores de inducción RF.
- (4) Dispositivos diatérmicos de onda corta y radio frecuencia.
- (5) Equipos de proceso que incluye rectificadores e inversores, tales como:
  - a. Accionadores de motores.
  - b. Sistemas de suministro de energía eléctrica ininterrumpible.
  - c. Controladores de iluminación.

Nota informativa: Las siguientes normas proporcionan orientación específica sobre las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad en torno a los equipos de electrónica de potencia: Comisión Electrotécnica Internacional, IEC 60479-1, *Efectos de la Corriente en Seres Humanos y Ganado, Parte 1: Aspectos generales*, y la Comisión Internacional en Protección Radiológica (ICRP) Publicación 33, *Protección contra la Radiación Ionizante de Fuentes Externas usadas en Medicina*.

**340.2 Definición.** Para el propósito de este artículo, se debe aplicar la siguiente definición.

**Trabajador bajo radiaciones (Radiation Worker).** Una persona que se requiere que trabaje en campos electromagnéticos, cuyos niveles de radiación exceden los especificados para la exposición no ocupacional.

**340.3 Aplicación.** El propósito de este artículo es proporcionar orientación para el personal de seguridad en la preparación de prácticas de seguridad específicas relacionadas con el trabajo dentro de sus industrias.

• **340.4 Peligros asociados a los equipos electrónicos de potencia.** Empleadores y empleados deben ser conscientes de los peligros asociados a lo siguiente:

- (1) Altas tensiones dentro de los suministros de potencia.
- (2) Altas tensiones inducidas por energía de radio frecuencia.

- (3) Efectos de campos de RF en las cercanías de antenas y líneas de transmisión de antenas, que pueden introducir choques eléctricos y quemaduras.
- (4) Peligros de ionización (radiación X) producida por magnetrones, klistrones, tiratrones, tubos de rayos catódicos y dispositivos similares.
- (5) Peligro de radiación RF no ionizante producida por los siguientes:
  - a. Equipo de radar.
  - b. Equipo de radio comunicaciones, incluyendo los transmisores de difusión.
  - c. Transmisores de satélite-tierra.
  - d. Equipo científico industrial y médico.
  - e. Calentadores de inducción RF y calentadores dieléctricos.
  - f. Calentadores de microondas industriales y radiadores diatérmicos.

#### 340.5 Medidas específicas para personal de seguridad.

**(A) Responsabilidad del empleador.** El empleador debe ser responsable de lo siguiente:

- (1) Entrenamiento y supervisión idóneos, por personal apropiadamente calificado que incluye:
  - a. Identificación de peligros asociados.
  - b. Estrategias para minimizar el riesgo asociado con los peligros.
  - c. Métodos para evitar o proteger contra el peligro.
  - d. Necesidad de reportar cualquier incidente que haya resultado en, o podría haber resultado en, heridas o daños a la salud.
- (2) Equipo instalado correctamente.
- (3) Asegurar adecuado acceso al equipo.
- (4) Disponibilidad de las herramientas adecuadas para operación y mantenimiento.
- (5) Identificación y resguardo adecuado de los equipos peligrosos.
- (6) Proveer diagramas de circuitos y otra información publicada, que sea completa, y correcta a disposición del empleado, antes que el empleado comience a trabajar (los diagramas de circuitos deberían estar marcados para indicar los componentes que presentan peligros eléctricos).
- (7) Mantener despejadas y limpias las áreas de trabajo alrededor del equipo en el que se va a trabajar.
- (8) Proveer iluminación suficiente y adecuada en el área de trabajo.

**(B) Responsabilidad del empleado.** Los empleados deben ser responsables de:

- (1) Comprender los peligros asociados con el trabajo.
- (2) Estar continuamente alerta y consciente de los posibles peligros.
- (3) Utilizar herramientas y procedimientos apropiados para el trabajo.
- (4) Informar al empleador sobre el mal funcionamiento de medidas de protección, tales como: envoltentes y esquemas de bloqueo, que sean erróneos o inoperables.
- (5) Examinar todos los documentos provistos por el empleador que sean relevantes para el trabajo, para identificar la ubicación de componentes que presentan un peligro eléctrico.
- (6) Mantener el orden y aseo alrededor de equipos y espacios de trabajo.



## 350.1 ARTÍCULO 350 — PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO RELACIONADOS A LA SEGURIDAD: LABORATORIOS

- (7) Informar cualquier incidente que haya resultado en, o podría haber resultado en, heridas o daños a la salud.
- (8) Usar y mantener apropiadamente el EPP y las herramientas requeridas para llevar a cabo el trabajo de manera segura.

### ARTÍCULO 350 Procedimientos de trabajo relacionados a la seguridad: laboratorios de investigación y desarrollo

**350.1 Alcance.** Los requerimientos de este artículo se deben aplicar a las instalaciones eléctricas en aquellas áreas con equipo eléctrico especial o a la medida, designadas por el administrador del lugar de trabajo para investigación y desarrollo (I+D) o como laboratorio.

**350.2 Definiciones.** Para el propósito de este artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

**Evaluación en campo (*Field Evaluated*).** Una evaluación profunda del equipo modificado o no listado realizada en el campo por personas o partes aceptadas por la Autoridad Competente. La aprobación de dicha evaluación garantiza que el equipo cumple con los códigos y normas correspondientes; o bien que se considera, de modo similar adecuado para un propósito específico.

**Investigación y desarrollo (I+D) [*Research and Development (R&D)*].** Una actividad desarrollada en una instalación específicamente designada para investigación o desarrollo conducidos con equipos eléctricos especiales o particulares.

**Laboratorio. (*Laboratory*).** Un edificio, espacio, cuarto, o grupo de cuartos proyectados para alojar actividades que involucren procedimientos de investigación, diagnósticos, prueba de productos; o usados para equipos, sistemas o componentes eléctricos especiales o particulares.

**Persona competente. (*Competent Person*).** Una persona que cumple todos los requerimientos de una persona calificada como se define en el Artículo 100 del Capítulo 1 de esta norma, y quien, adicionalmente, es responsable de todo el trabajo o actividades relacionadas a procedimientos seguros con equipos especiales y a la medida, y que tiene conocimiento detallado acerca de la exposición a los peligros eléctricos, los apropiados controles para reducir los riesgos asociados a esos peligros, y la implementación de dichos métodos.

**350.3 Aplicación de otros artículos.** El sistema eléctrico para aplicaciones de I+D y laboratorios debe cumplir con los requerimientos del resto de este documento, excepto lo modificado por el Artículo 350.

Nota informativa: Ejemplos de aplicaciones incluyen sistemas de potencia de bajo voltaje y alta corriente; sistemas de potencia de alto voltaje y baja corriente; fuentes de energía de corriente continua; capacitores; bandejas de cables para cables de señal y otros sistemas, tales como vapor, agua, aire, gas, o drenaje; y equipo electrónico hecho a la medida.

**350.4 Autoridad de seguridad eléctrica (ASE).** Cada laboratorio o sistema de aplicación de Investigación y Desarrollo (I+D)

se le debe permitir asignar una ASE para asegurar las apropiadas prácticas de trabajo y controles relacionados con la seguridad. Se permitirá que la ASE sea un comité de seguridad eléctrica, ingeniero o individuo calificado equivalente. La ASE podrá delegar la autoridad a un individuo u organización dentro de su control.

**N (A) Responsabilidad.** La ASE debe actuar de manera similar a un autoridad competente para los sistemas eléctricos de I+D y las prácticas de trabajo eléctrico seguras.

**N (B) Cualificaciones.** La ASE debe ser competente en lo siguiente:

- (1) Los requisitos de esta norma
- (2) Requisitos del sistema eléctrico aplicables a laboratorios de I+D

**N 350.5 Medidas y controles específicos para la seguridad del personal.** Cada aplicación de cada laboratorio o sistema de I+D debe designar un persona competente como se define en este artículo para garantizar el uso de los apropiados controles y prácticas de trabajo relacionados con la seguridad.

**N (A) Reuniones informativas de trabajo.** Las reuniones de trabajo se deben realizar de acuerdo con 110.1 (I).

Excepción: Antes de comenzar a trabajar, se permitirá una breve discusión si la tarea y los peligros están documentados y el empleado ha revisado documentación aplicable y está calificado para la tarea.

**N (B) Protección del personal.** Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad deben ser utilizadas para proteger a los empleados de lesiones mientras están expuestos a peligros eléctricos de conductores o partes de circuito eléctrico expuesto, que están o podrían energizarse. Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad específicas deberán ser coherentes con el/los peligro(s) eléctrico(s) y el riesgo asociado. Para calibración y ajuste del equipo en lo que respecta a sensores, motor controladores, materiales o accesorios de controles, y otros dispositivos que necesitan ser instalados dentro del equipo o gabinete de control, rodeado por peligros eléctricos, la ASE debe definir el EPP requerido en base al riesgo y la exposición.

El uso de mantas, cubiertas o barreras aislantes eléctricas se permitirá para evitar el contacto inadvertido con terminales y conductores expuestos. Herramientas de alineación y ajuste aisladas/ no conductivas se deben usar siempre que sea posible.

**350.6 Requisitos de aprobación.** Los equipos o sistemas utilizados en el área de I+D o en el laboratorio deben estar listados o evaluados en campo antes de su uso.

Nota informativa: Laboratorios y equipos o sistemas de I+D pueden presentar peligros eléctricos especiales que podrían requerir mitigación. Esos peligros incluyen c.a. y c.cd., bajo voltaje y alto amperaje, alto voltaje y baja corriente, grandes campos electromagnéticos, voltajes inducidos, energía pulsante, múltiples frecuencias y exposiciones similares.

**N 350.7 Equipo de investigación hecho a medida, no listado, 1000 volts o menor de c.a. o c.d.**

**N (A) Marcado y documentación del equipo.**

**N (1) Marcado.** Se debe requerir marcar equipos tales como, pero no limitado a, equipos fabricados, diseñados o desarrollados para pruebas de investigación y evaluación de sistemas eléc-



tricos. Las marcas deben listar de manera suficiente todas las tensiones entrantes y salientes de los gabinetes de control, envolventes y equipo.

Las etiquetas de precaución, advertencia o peligro deben ser fijadas en el exterior describiendo los aspectos concierntes al peligro y la seguridad.

Nota informativa: Consulte ANSI Z535, *Serie de Estándares para Señales y Etiquetas de Seguridad*, para más información sobre marcado preventivo de los sistemas o equipos eléctricos.

**N (2) Documentación.** Se debe proporcionar documentación suficiente, que debe estar fácilmente disponible para el personal que instala, opera y mantiene los equipos, describiendo: la operación, parada, preocupaciones de seguridad, e instalaciones no estándar.

Se deben proporcionar esquemas, dibujos y lista de materiales que describan las alimentaciones, tensiones, corrientes y partes usadas para la construcción, mantenimiento y funcionamiento del equipo.

**N (3) Procedimientos de parada.** Los requisitos de seguridad y los procedimientos de parada de emergencia de los equipos deben incluir los requerimientos de bloqueo/etiquetado (LOTO, por sus siglas en inglés). Si se requiere LOTO específico para el equipo, entonces la documentación que describe el procedimiento y requisitos de EPP deben estar fácilmente disponibles.

**N (4) Peligros específicos.** Peligros específicos, que no sean eléctricos, asociados con el equipo de investigación deben documentarse y estar fácilmente disponibles.

**N (5) Aprobaciones.** Planos, procedimientos operativos estándar, y los equipos deben ser aprobados por la Autoridad de Seguridad Eléctrica (ASE) en el sitio, antes de la puesta en marcha inicial. El montaje del equipo debe cumplir las normas nacionales, cuando corresponda a menos que una solicitud de investigación requiera excepciones. Para los equipos que no cumplen con las normas aplicables, se requerirá que sean aprobados por la ASE. Los procedimientos de parada de seguridad y requisitos de EPP apropiados deberán considerarse en ausencia de conexión a tierra y/o unión.

**N (B) Herramientas, entrenamiento y mantenimiento.** Debe proporcionarse documentación pertinente cuando herramientas especiales, EPP inusual, u otro equipo sean necesarios para el correcto mantenimiento y operación del equipo. La ASE

determinará el entrenamiento adecuado y las calificaciones requeridas para realizar las tareas específicas.

**N 350.8 Equipo de investigación hecho a medida, no listado, >1000 voltios o menor de c.a. o c.d.** Las instalaciones deberán cumplir con todos los requisitos de 350.7.

En el caso de que el equipo de investigación requiera EPP más allá lo que esté disponible comercialmente, la ASE determinará las prácticas de trabajo seguras y el EPP a utilizar.

**N 350.9 Umbral de energía.** Los niveles de exposición a la energía no deben exceder los identificados en la siguiente lista a menos que se implementen controles adecuados según lo aprobado por la ASE:

- (1) c.a.: 50 volts y 5 miliamperios.
- (2) c.d.: 100 volts y 40 miliamperios
- (3) Sistemas capacitivos:
  - (a) 100- volts y 100 joules de energía almacenada
  - (b) 400- volts y 1.0 joule de energía almacenada
  - (c) 0.25 joule de energía almacenada

Nota informativa: Esta información se extrae del DOEHDBK-1092, Manual de Seguridad Eléctrica, del Departamento de Energía (DOE) de los EE.UU.

**N 350.10 Establecer una condición de trabajo eléctricamente segura.** Los conductores y partes de circuitos eléctricos energizados se pondrán en una condición de trabajo eléctricamente segura antes de que el empleado realice el trabajo.

Excepción: A *discreción de la ASE*, se permitirán métodos alternativos para garantizar la seguridad del trabajador para las siguientes condiciones:

- (1) *Cambios y ajustes menores en las herramientas, y otras operaciones normales de la producción normal que son rutinarias, repetitivas o secuenciales e integrales para el uso de los equipos en la producción.*
- (2) *Cambios menores a la unidad bajo prueba y otras actividades menores del servicio, para incluir las actividades enumeradas en 350.10, Excepción condición (1), que tienen lugar durante la investigación y el desarrollo.*
- (3) *Trabajar en equipos conectados con cordón y clavija en los que la exposición al peligro de energización imprevista o arranque, se controla por lo siguiente:*
  - a. *Desconectar el equipo de la fuente de energía.*
  - b. *El empleado que realiza el trabajo mantiene el exclusivo control de la clavija.*

## Anexo Informativo A Publicaciones referidas

▲ **A.1 General.** Los siguientes documentos o fragmentos de ellos están referenciados dentro de esta norma, para propósitos informativos solamente, y por lo tanto, no forman parte de los requisitos de este documento a menos que también se encuentren listados en el Anexo informativo A.

**A.2 Publicaciones NFPA.** National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.

NFPA 70®, *Código Eléctrico Nacional*, edición 2017.

NFPA 1, *Código de Incendios*, edición 2018.

NFPA 70B, *Práctica recomendada para el mantenimiento de equipos eléctricos*, edición 2017.

NFPA 79, *Norma eléctrica para la maquinaria industrial*, edición 2015.

### A.3 Otras Publicaciones.

▲ **A.3.1 Publicaciones ANSI.** American National Standards Institute, Inc. (Instituto Nacional Estadounidense de Normas), 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036.

ANSI/ASC A14.1, *Norma nacional de los Estados Unidos para requisitos de seguridad de escaleras — madera— 2007.* (American National Standard for Ladders —Wood— Safety Requirements.)

ANSI/ASC A14.3, *Norma nacional de los Estados Unidos para requisitos de seguridad para escaleras — fijas— 2008.* (American National Standard for Ladders — Fixed — Safety Requirements.)

ANSI/ASC A14.4, *Norma Nacional de los Estados Unidos para Requisitos de Seguridad para Escaleras Construidas por los Empleados en el Lugar de Trabajo*, 2009. (American National Standard Safety Requirements for Job-Made Ladders.)

ANSI/ASC A14.5, *Norma Nacional de los Estados Unidos para Requisitos de Seguridad para Escaleras —Plástico reforzado—, 2007.* (American National Standard for Ladders — Portable Reinforced Plastic Ladders — Safety Requirements.)

ANSI Z87.1, *Norma Nacional de los Estados Unidos para la Protección Ocupacional y Educacional de Ojos y Cara*, 2015. (American National Standard (for Occupational and Educational Eye and Face Protection.)

ANSI Z89.1, *Norma Nacional de los Estados Unidos para la Protección de la Cabeza*, 2014. (American National Standard for Head Protection..)

ANSI Z535, *Serie de normas para etiquetas y señales de seguridad*, 2011. (Series of Standards for Safety Signs and Tags.)

ANSI/AIHA Z10, *Norma nacional de los Estados Unidos para sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional*, 2012. (American National Standard for Occupational Health and Safety Management Systems.)

ANSI/ASSE Z244.1, *Control de la energía peligrosa — Bloqueo/etiqueta y métodos alternativos*, 2003 (R 2008). (Control of Hazardous Energy — Lockout/Tagout and Alternative Methods.)

ANSI C84.1, *Sistemas de potencia eléctrica y equipo eléctrico — Valores nominales de voltaje (60 Hz)*, 2011. [Electric Power Systems and Equipment — Voltage Ratings (60 Hz).]

ANSI/ISO 14001, *Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con guía para uso*, 2004/Enmienda 1, 2009. (Environmental Management Systems — Requirements with Guidance for Use.)

ANSI/NETA MTS, *Norma para las especificaciones de las pruebas de mantenimiento para equipos y sistemas de distribución de energía eléctrica*, 2011. (Standard for Maintenance Testing Specification for Electrical Power Distribution Equipment and Systems.)

**A.3.2 Publicaciones ASTM** ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, P.O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM D120, *Especificación normalizada para guantes de hule aislantes*, 2009. (Standard Specification for Rubber Insulating Gloves.)

ASTM D1048, *Especificación normalizada para mantas de hule aislantes*, 2014. (Standard Specification for Rubber Insulating Blankets.)

ASTM D1049, *Especificación normalizada para cubiertas de hule*, 1998 (R 2010). (Standard Specification for Rubber Covers.)

ASTM D 1050, *Especificación normalizada para mangueras de línea de hule aislantes*, 2005 (R 2011). (Standard Specification for Rubber Insulating Line Hoses.)

ASTM D1051, *Especificación normalizada para mangas de hule aislantes*. 2014. (Standard Specification for Rubber Insulating Sleeves.)

ASTM F478, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mangueras de línea y cubiertas aislantes*, 2014. (Standard Specification for In-Service Care of Insulating Line Hose and Covers.)

ASTM F479, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de mantas aislantes*, 2006 (R 2011). (Standard Specification for In-Service Care of Insulating Blankets.)

ASTM F496, *Especificación normalizada para el cuidado en servicio de guantes y mangas aislantes*, 2014. (Standard Specification for In-Service Care of Insulating Gloves and Sleeves.)

ASTM F696, *Especificación normalizada para protectores de cuero para mitones y guantes de hule aislantes*, 2006 (R 2011). (Standard Specification for Leather Protectors for Rubber Insulating Gloves and Mittens.)

ASTM F711, *Especificación normalizada para tubos y varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) que se usen en herramientas de líneas vivas*, 2002 (R 2013). [Standard Specification for Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Rod and Tube Used in Live Line Tools.]

ASTM F712, *Especificaciones y métodos de prueba normalizados para equipos protectores de plástico eléctricamente aislantes para la protección de los trabajadores*, 2006 (R 2011). (Standard Test Methods and Specifications for Electrically Insulating Plastic Guard Equipment for Protection of Workers.)

ASTM F855, *Especificación normalizada para protección de puesta a tierra temporal para ser usadas en equipos y líneas de energía eléctrica desenergizados*, 2015. (Standard Specification for Temporary Protective Grounds to Be Used on De-energized Electric Power Lines and Equipment.)

## ANEXO INFORMATIVO A

ASTM F887, *Especificación normalizada para equipos personales para trepar*, 2013. (Standard Specification for Personal Climbing Equipment.)

ASTM F1116, *Método de prueba normalizado para determinar la resistencia dieléctrica del calzado dieléctrico*, 2003 (R 2008). (Standard Test Method for Determining Dielectric Strength of Dielectric Footwear.)

ASTM F1117, *Especificación normalizada para calzado con cubrecalzado dieléctrico*, 2014 (R 2013). (Standard Specification for Dielectric Overshoe Footwear.)

ASTM F1236, *Guía normalizada para la inspección visual de productos de goma para protección eléctrica*, 1996 (R 2012). (Standard Guide for Visual Inspection of Electrical Protective Rubber Products.)

ASTM F1296, *Guía normalizada para la evaluación de la vestimenta de protección química*, 2015. (Standard Guide for Evaluating Chemical Protective Clothing.)

ASTM F1449, *Guía normalizada para el cuidado y mantenimiento de la ropa resistente al fuego, energía térmica, y descarga de arco*, 2015. (Standard Guide for Industrial Laundering of Flame, Thermal, and Arc Resistant Clothing.)

ASTM F1505, *Especificación normalizada para herramientas manuales aisladas y aislantes*, 2015. (Standard Specification for Insulated and Insulating Hand Tools.)

ASTM F1506, *Especificación de desempeño normalizada para materiales textiles resistentes a las llamas y con valor de resistencia al arco para indumentaria para uso de trabajadores eléctricos expuestos a riesgos de arco eléctrico momentáneo y a los riesgos térmicos relacionados*, 2015. (Standard Performance Specification for Flame Resistant and Arc Rated Textile Materials for Wearing Apparel for Use by Electrical Workers Exposed to Momentary Electric Arc and Related Thermal Hazards.)

ASTM F1742, *Especificación normalizada para láminas de PVC aislantes*, 2003 (R 2011). (Standard Specification for PVC Insulating Sheeting.)

ASTM F1891, *Especificación normalizada para prendas impermeables resistentes a llamas y arcos*, 2012. (Standard Specification for Arc and Flame Resistant Rainwear.)

ASTM F1959/F1959M, *Método de prueba normalizado para determinar el nivel de protección al arco de los materiales para vestimenta*, 2014. (Standard Test Method for Determining the Arc Thermal Performance Value of Materials for Clothing.)

ASTM F2178, *Método de prueba normalizado para determinar el valor de resistencia al arco y especificación normalizada para productos de protección para la cara*, 2012. (Standard Test Method for Determining the Arc Rating and Standard Specification for Face Protective Products.)

ASTM F2249, *Especificación normalizada para métodos de prueba en servicio para conjuntos de montaje de puentes de puesta a tierra temporal que se usen en equipos y líneas de energía eléctrica desenergizados*, 2003 (R 2015). (Standard Specification for In-Service Test Methods for Temporary Grounding Jumper Assemblies Used on De-Energized Electric Power Lines and Equipment.)

ASTM F2412/F2320, *Métodos de prueba para forros aislantes de hule*, 2011. (Standard Specification for rubber insulating sheeting.)

ASTM F2412, *Métodos de prueba normalizados para la protección de los pies*, 2011. (Standard Test Methods for Foot Protections.)

ASTM F2413, *Especificación normalizada para los requisitos de desempeño para el calzado de protección con puntera (de seguridad)*, 2011. [Standard Specification for Performance Requirements for Protective (Safety) Toe Cap Footwear.]

ASTM F2522, *Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de un medio de protección instalado en herramientas de líneas vivas o en varas para operaciones en estanterías para riesgos de arco eléctrico*, 2012. (Standard Test Method for Determining the Protective Performance of a Shield Attached on Live Line Tools or on Racking Rods for Electric Arc Hazards.)

ASTM F2675/F2675M, *Método de prueba para determinar las calificaciones de resistencia a arcos eléctricos de productos para la protección de las manos desarrollados y utilizados como protección contra arcos eléctricos*, 2013 (Test Method for Determining Arc Ratings of Hand Protective Products Developed and Used for Electrical Arc Flash Protection.)

ASTM F2676, *Método de prueba normalizado para la determinación del desempeño protector de una manta de protección contra arcos para riesgos de arco eléctrico*, 2009. (Standard Test Method for Determining the Protective Performance of an Arc Protective Blanket for Electric Arc Hazards.)

ASTM F2677, *Especificación normalizada para dentales eléctricamente aislantes*, (R 2013). (Standard Specification for Electrically Insulating Aprons.)

ASTM F2757, *Guía normalizada para el cuidado, mantenimiento y lavado doméstico de la ropa resistente al fuego, energía térmica, y descarga de arco*, 2016. (Standard Guide for Home Laundering Care and Maintenance of Flame, Thermal and Arc Resistant Clothing.)

**A.3.3 Publicaciones ICRP.** International Commission on Radiological Protection, SE-171 16 Stockholm, Sweden. (Comisión Internacional sobre Protección radiológica.)

ICRP Publicación 33, *Protección contra la radiación ionizante proveniente de fuentes externas utilizadas en medicina*, Publicación 33, Marzo 1982. (Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine.)

**A.3.4 Publicaciones IEC.** International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, P.O. Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. (Comisión Electrotécnica Internacional.)

IEC TS 60479, *Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano y el ganado Parte 1: Aspectos generales*, 2016. (Effects of Current Passing Through the Body and Livestock Part 1: General Aspects.)

IEC 60204-1 ed. 5.1 Consol. con am 1, *Seguridad de las maquinarias-Equipos eléctricos de maquinarias — Apartado 1: Requisitos generales*, 2009. (Safety of Machinery-Electrical Equipment of Machines — Part 1: General Requirements.)

**A.3.5 Publicaciones IEEE.** Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Operations Center, 445 Hoes Lane, P. O. Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331. (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, Centro de operaciones del IEEE)

IEEE C37.20.7, *Guía para la prueba de tableros de conmutación con cerramientos de metal certificados para hasta 38 kV para fallas por formación de arcos internos*, 2007/Corrigendum 1, 2010. (Guide for Testing Metal-Enclosed Switchgear Rated up to 38 kV for Internal Arcing Faults.)



## ANEXO INFORMATIVO A

ANSI/IEEE C2, *Código Nacional de Seguridad Eléctrica*, 2012. (National Electrical Safety Code.)

ANSI/IEEE C 37.20.6, *Norma para dispositivos de prueba y de puesta a tierra certificados para 4.76 kV a 38 kV que se usen en cerramientos*, 2007. (Standard for 4.76 kV to 38 kV-Rated Ground and Test Devices Used in Enclosures.)

IEEE 4, *Técnicas normalizadas para pruebas de alto voltaje*, 2013. (Standard Techniques for High Voltage Testing.)

IEEE 450, *Práctica recomendada para el mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de plomo-ácido ventiladas para aplicaciones estacionarias*, 2010. (IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.)

IEEE 516, *Guía para métodos de mantenimiento en líneas de corriente eléctrica energizadas*, 2009 (Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines).

IEEE 937, *Práctica recomendada para la instalación y mantenimiento de baterías de plomo-ácido para sistemas fotovoltaicos*, 2007. (Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic Systems.)

IEEE 946, *Práctica recomendada para el diseño de sistemas auxiliares de potencia c.d. para sistemas de generación*, 2004. (IEEE Recommended Practice for the Design of DC Auxiliary Power Systems for Generating Systems.)

IEEE 1106, *Práctica recomendada para la instalación, mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de níquel-cadmio ventiladas para aplicaciones estacionarias*, 2005 (R 2011). (IEEE Recommended Practice for Installation, Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Nickel-Cadmium Batteries for Stationary Applications.)

IEEE 1184, *Guía para baterías para sistemas de suministro de energía ininterrumpida*, 2006 (IEEE Guide for Batteries for Uninterruptible Power Supply Systems.)

IEEE 1187, *Práctica recomendada para el diseño de instalación y la instalación de baterías de plomo-ácido reguladas por válvula, para aplicaciones estacionarias*, 2002. (Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve-Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications.)

IEEE 1188, *Práctica recomendada para el mantenimiento, prueba y reemplazo de baterías de plomo-ácido reguladas por válvula (VRLA) para aplicaciones estacionarias*, 2005 (R2010). [IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Valve-Regulated Lead-Acid (VRLA) Batteries for Stationary Applications.]

IEEE 1491, *Guía para la selección y uso de equipos de monitoreo de baterías en aplicaciones estacionarias*, 2012. (IEEE Guide for Selection and Use of Battery Monitoring Equipment in Stationary Applications.)

IEEE 1584TM, *Guía para efectuar el cálculo de peligro de relámpago de arco*, 2002. (Guide for Performing Arc Flash Calculations.)

IEEE 1584aTM, *Guía para efectuar el cálculo del riesgo de relámpago de arco, Enmienda 1*, 2004. (Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations, Amendment 1.)

IEEE 1584bTM, *Guía para efectuar el cálculo del riesgo de relámpago de arco, Enmienda 2: cambios a la cláusula 4*, 2011, (Guide for Performing Arc Flash Hazard Calculations, Amendment 2: Changes to Clause 4.)

IEEE 1657, *Práctica recomendada para las calificaciones del personal para la instalación y mantenimiento de baterías estacionarias*,

2009. (Recommended Practice for Personnel Qualifications for Installation and Maintenance of Stationary Batteries.)

IEEE 3007.1, *Práctica recomendada para la operación de sistemas de energía comercial e industrial*, 2010. (IEEE Recommended Practice for the Operation and Management of Industrial and Commercial Power Systems.)

IEEE 3007.2, *Práctica recomendada para el mantenimiento de sistemas de energía comercial e industrial*, 2010. (IEEE Recommended Practice for the Maintenance of Industrial and Commercial Power Systems.)

IEEE 3007.3, *Práctica recomendada para la seguridad eléctrica en los sistemas de energía comerciales e industriales*, 2012. (IEEE Recommended Practice for Electrical Safety in Industrial and Commercial Power Systems.)

Anderson, W. E., "Metodología del análisis de riesgos aplicada al desarrollo de maquinarias industriales", *Transacciones del IEEE sobre aplicaciones industriales*, Vol. 41, Nro. 1, Enero/Febrero 2005, págs. 180–187. ("Risk Analysis Methodology Applied to Industrial Machine Development," *IEEE Transactions on Industrial Applications*.)

Ammerman, R. F., Gammon, T., Sen, P. K., and Nelson, J. P., "Cálculo de la energía incidente y modelos de arco de corriente directa", *Transacciones de aplicaciones industriales del IEEE*, Vol. 46, No. 5, 2010. ("DC-Arc Models and Incident-Energy Calculations," *IEEE Transactions on Industrial Applications*.)

Doan, D. R., "Cálculos de relámpago de arco para exposiciones a sistemas de c.d.", *Transacciones del IEEE sobre aplicaciones industriales*, Vol 46, No. 6, 2010. ("Arc Flash Calculations for Exposures to DC Systems," *IEEE Transactions on Industrial Applications*.)

Doughty, R. L., T. E. Neal, and H. L. Floyd II, "Predicción de la energía incidente para un mejor manejo del riesgo de arco eléctrico en sistemas de distribución de energía de 600 V", *Registro de los artículos de la Conferencia, 45ª Conferencia Anual de la Industria Química y Petrolera de la IAS del IEEE*, Septiembre 28–30, 1998. ("Predicting Incident Energy to Better Manage the Electric Arc Hazard on 600 V Power Distribution Systems," *Record of Conference Papers IEEE IAS 45th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*.)

Lee, R., "El otro riesgo eléctrico: quemaduras por relámpago de arco eléctrico", *Transacciones del IEEE sobre aplicaciones industriales*, Vol. 1A-18, Nro. 3, Mayo/Junio 1982. ("The Other Electrical Hazard: Electrical Arc Flash Burns," *IEEE Trans. Industrial Applications*.)

**N A.3.6 Publicaciones OHSAS. British Standards Institute (Instituto Británico de Normas), Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS), (Serie de evaluación de la seguridad y salud ocupacional), Project Group Publications.** British Standards Institute, American Headquarters, 12110 Sunset Hills Road, Suite 200, Reston VA 20190-5902.

BS OSHAS 18001, *Sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional*, 2007. (Occupational Health and Safety Management Systems.)

**N A.3.7 Publicaciones CSA.** Canadian Standards Association (Asociación Canadiense de Normas), 5060 Spectrum Way, Mississauga, ON L4W 5N6, Canada

CAN/CSA Z462, *Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo*, 2012. (Workplace Electrical Safety.)



## ANEXO INFORMATIVO A

CAN/CSA Z1000, *Gestión de la seguridad y salud ocupacional*, 2006 (R 2011). (*Occupational Health and Safety Management*.)

**N A.3.8 Publicaciones ISA.** Instrumentation, Systems, and Automation Society (Sociedad de Instrumentación, Sistemas y Automatización), 67 Alexander Drive, Research Triangle Park, NC 27709.

ANSI/ISA 61010-1, *Requisitos de seguridad para equipos eléctricos para medición, control y uso en laboratorios*, "Apartado 1: Requisitos generales", 2007. (*Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, and Laboratory Use*, "Part 1: General Requirements.")

**N A.3.9 Publicaciones ISEA.** International Safety Equipment Association (Asociación Internacional de Equipos de Seguridad), 1901 North Moore Street, Arlington, VA 22209-1762.

ANSI/ISEA Z358.1, *Norma para estaciones de lavado de ojos y duchas de emergencia*, 2009. (*American National Standard for Emergency Eye Wash and Shower Equipment*.)

**N A.3.10 Publicaciones ISO** International Organization for Standardization, 1, Ch. de la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland.

ISO 14001, *Environmental Management Systems — Requirements with Guidance for Use*, 2004.

**N A.3.11 Publicaciones NIOSH.** National Institute for Occupational Safety and Health, Centers for Disease Control and Prevention (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, Centros para la Prevención y Control de Enfermedades), 1600 Clippiespion Road, Atlanta, GA 30333.

DHHS (NIOSH) Publicación Nro. 94-110, *Manual de aplicaciones para la ecuación de levantamiento modificada del NIOSH*, 1994. (Publication No. 94-110, *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*.)

**N A.3.12 Publicaciones UL.** Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096.

ANSI/UL 943, *Norma para interruptores de circuito por falla a tierra, revisada en 2010*. (*Standard for Ground-Fault Circuit Interrupters*.)

**N A.3.13 Publicaciones del Gobierno de los Estados Unidos.** U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

Título 29, Código de Regulaciones Federales, Apartado 1910, Normas para la seguridad y la salud ocupacional. (Title 29, Code of Federal Regulations, Part 1910, Occupational Safety and Health Standards., Subparte S, Eléctrico, 1910.137, *Equipos de protección personal*. (*Personal Protective Equipment*.) y 1910.305(j)(7), *Baterías de almacenamiento*. (*Storage Batteries*.); y Parte 1926, Regulaciones de seguridad y salud para construcciones, Subparte K, Eléctrico (Safety and Health Regulations for Construction, Subpart K, Electrical), 1926.441, *Baterías y carga de baterías*. (*Batteries and Battery Charging*.)

Departamento de Energía, Manual de Seguridad Eléctrica DOE, DOE – HDBK – 1092 – 2013.

**N A.3.14 Otras publicaciones.** "Evaluación de peligro de arco de corriente directa Fase II", material protegido por derechos de autor, Kinectrics Inc., Informe Nro. K-012623-RA-0002-R00. (DC Arc Hazard Assessment Phase II Copyright Material Kinectrics Inc. Report No. K-012623-RA-0002-R00.)

ANEXO INFORMATIVO B

---

**Anexo Informativo B Reservado**

## Anexo Informativo C Límites de aproximación

Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.

**C.1 Preparación para aproximarse.** El mantener una distancia segura de aproximación a los conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos, es un medio efectivo para mantener la seguridad eléctrica. En la medida en que se disminuye la distancia entre la persona y los conductores o partes de circuitos energizados expuestos, aumenta el potencial de **incidentes** eléctricos.

**C.1.1 Personas no calificadas, distancia segura de aproximación.** Las personas no calificadas están seguras cuando mantienen una distancia desde los conductores y partes de circuitos energizados expuestos, incluyendo el objeto conductor más largo que se esté manipulando, 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 límite de aproximación. Además, las personas no deben cruzar la frontera de relámpago de arco a menos que estén vestidos con ropa de protección personal apropiada y que se encuentren bajo la estricta supervisión de una persona calificada. Las personas no calificadas deberían cruzar la frontera de aproximación limitada únicamente cuando se encuentran continuamente escoltadas por una persona calificada. Bajo ninguna circunstancia una persona no calificada debería cruzar la frontera de aproximación restringida, donde se requieran técnicas o equipos especiales de protección contra choque.

### C.1.2 Personas calificadas, distancia segura de aproximación.

**C.1.2.1** Determinar la frontera de relámpago de arco, y si se va a cruzar dicha frontera, se debe usar el apropiado equipo de protección resistente al arco.

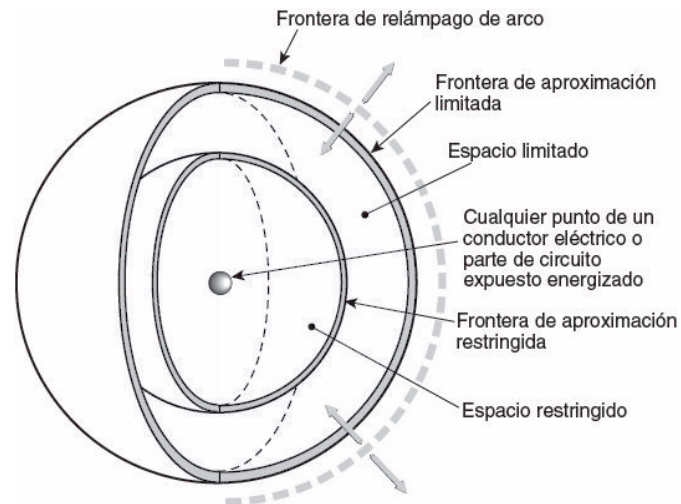
**C.1.2.2** Para que una persona traspase la frontera límite de aproximación y entre en el espacio limitado, dicha persona debe cumplir con los siguientes criterios:

- (1) Estar calificado para desempeñar el trabajo/tarea.
- (2) Ser capaz de identificar los peligros y riesgos asociados con la tarea que realiza.

**C.1.2.3** Para cruzar la frontera restringida de aproximación y entrar en el espacio restringido, las personas calificadas deben cumplir con los siguientes criterios:

- (1) Según sea aplicable, tener un permiso de trabajo eléctrico energizado autorizado por la gerencia.
- (2) Utilizar equipo de protección personal (EPP) con valor de resistencia adecuado para los niveles de tensión y energía involucrados.
- (3) Minimizar la probabilidad de contacto corporal con conductores y partes de circuitos energizados expuestos debido a movimientos involuntarios manteniendo la mayor parte posible del cuerpo fuera del espacio restringido, y utilizando en ese espacio sólo partes del cuerpo protegidas como sea necesario para ejecutar el trabajo.
- (4) Utilizar equipos y herramientas aisladas.

(Ver Figura C.1.2.3.)



▲ Figura C.1.2.3 Límites de aproximación.

### C.2 Base para los valores de distancia de las Tablas 130.4(D) (a) y 130.4(D) (b).

**C.2.1 Enunciado general.** Las columnas 2 a 5, de la Tabla 130.4(D) (a) y la Tabla 130.4(D) (b), muestran varias distancias desde los conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos. Las mismas incluyen las dimensiones que se deben añadir a las distancias básicas mínimas de aislamiento de aire. Esas distancias básicas mínimas de aislamiento de aire para tensiones de 72.5 kV e inferiores están basadas en IEEE 4, *Técnicas normalizadas para pruebas de alta tensión*, Apéndice 2B; y las tensiones superiores a 72.5 kV están basadas en IEEE 516, *Guía para métodos de mantenimiento en líneas de corriente eléctrica energizadas*. Las distancias básicas mínimas de aislamiento de aire que se requieren para evitar el arco son las siguientes:

- (1)  $\leq 300$  V: 1 mm (0 pies 0.03 pulg.)
- (2)  $>300$  V a  $\leq 750$  V: 2 mm (0 pies 0.07 pulg.)
- (3)  $>750$  V a  $\leq 2$  kV: 5 mm (0 pies 0.19 pulg.)
- (4)  $>2$  kV a  $\leq 15$  kV: 39 mm (0 pies 1.5 pulg.)
- (5)  $>15$  kV a  $\leq 36$  kV: 161 mm (0 pies 6.3 pulg.)
- (6)  $>36$  kV a  $\leq 48.3$  kV: 254 mm (0 pies 10.0 pulg.)
- (7)  $>48.3$  kV a  $\leq 72.5$  kV: 381 mm (1 pies 3.0 pulg.)
- (8)  $>72.5$  kV a  $\leq 121$  kV: 640 mm (2 pies 1.2 pulg.)
- (9)  $>138$  kV a  $\leq 145$  kV: 778 mm (2 pies 6.6 pulg.)
- (10)  $>161$  kV a  $\leq 169$  kV: 915 mm (3 pies 0.0 pulg.)
- (11)  $>230$  kV a  $\leq 242$  kV: 1.281 m (4 pies 2.4 pulg.)
- (12)  $>345$  kV a  $\leq 362$  kV: 2.282 m (7 pies 5.8 pulg.)
- (13)  $>500$  kV a  $\leq 550$  kV: 3.112 m (10 pies 2.5 pulg.)
- (14)  $>765$  kV a  $\leq 800$  kV: 4.225 m (13 pies 10.3 pulg.)

**C.2.1.1 Columna 1.** Los rangos de tensión se han seleccionado para agrupar las tensiones que requieren similares distancias de aproximación basadas en la suma de la distancia de resistencia eléctrica y un factor de movimiento involuntario. El valor del límite superior para un rango es la máxima tensión para la más alta tensión nominal del rango, basado en ANSI C84.1, *Sistemas de potencia eléctrica y equipo eléctrico — Valores nominales de voltaje (60 Hz)*. Para sistemas monofásicos, seleccione el rango

## ANEXO INFORMATIVO C

que es igual a la máxima tensión fase a tierra del sistema multiplicada por 1.732.

**C.2.1.2 Columna 2.** Las distancias en la columna 2 están basadas en la regla de OSHA para personas no calificadas que indica mantener una distancia de seguridad de 3.05 (10 pies) para todas las tensiones hasta 50 kV (tensión a tierra), más 100 mm (4.0 pulg.) por cada 10 kV superior a 50 kV.

**C.2.1.3 Columna 3.** Las distancias en la columna 3 están basadas en lo siguiente:

- (1)  $\leq 750$  V: Use la Tabla 110.26(A)(1), Espacios de Trabajo, Condición 2, del *Código Eléctrico Nacional (NEC)*, para el rango de 151 V a 600 V.
- (2)  $> 750$  V a  $\leq 145$  kV: Use la Tabla 110.34(A), Espacio de Trabajo, Condición 2, del *Código Eléctrico Nacional (NEC)*.
- (3)  $> 145$  kV: Use las reglas de OSHA de 3.05m (10 pies) como se utilizan en la Columna 2.

**C.2.1.4 Columna 4.** Las distancias en la columna 4 están basadas en agregar a las dimensiones de formación del arco mostradas en C.2.1 la siguiente distancia de movimiento involuntario:

$\leq 300$  V: Evite el contacto.

Basado en la experiencia y las precauciones para sistemas de vivienda de 120/240 V:

$> 300$  V a  $\leq 750$  V: Agregar 304.8 mm (1 pies 0 pulg.) para movimiento involuntario.

Durante años de uso en ANSI/IEEE C2, *Código Nacional de Seguridad Eléctrica*, se ha encontrado que estos valores son adecuados para las distancias de aproximación para trabajadores de la comunicación.

$> 72.5$  kV: Agregar 304.8 mm (1 pies 0 pulg.) para movimiento involuntario.

Durante años de uso en ANSI/IEEE C2, *Código Nacional de Seguridad Eléctrica*, se ha encontrado que estos valores son adecuados para las distancias de aproximación para trabajadores de suministro.



## Anexo Informativo D Métodos de cálculo de energía incidente y frontera de relámpago de arco

Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.

[D.2.1(e)]

**D.1 Introducción.** El Anexo Informativo D resume los métodos de cálculo disponibles para calcular la energía incidente y la frontera de relámpago de arco. Es importante investigar las limitaciones de los métodos que se utilicen. Las limitaciones de los métodos resumidos en el Anexo Informativo D se describen en Tabla D.1

$$D_c = [53 \times MVA \times t]^{1/2}$$

donde:

$D_c$ =distancia en pies (pies) de la persona a la fuente de arco para justo una quemadura curable (es decir, la temperatura de la piel se mantiene a menos de 80°C.)

$MVA^{bf}$ = Falla sólida MVA en el punto involucrado

$MVA$ = MVA nominal del transformador. Para transformadores con valores nominales menores de 0.75 MVA, multiplique los MVA nominales del transformador por 1.25.

$t$ = tiempo de exposición al arco en segundos

### D.2 Método de cálculo de Ralph Lee

**D.2.1 Ecuaciones básicas para calcular las distancias de la frontera de relámpago de arco.** Los amperios simétricos de cortocircuito,  $I_{sc}$ , de una falla trifásica sólida en los terminales del transformador se calculan con la siguiente fórmula:

[D.2.1(a)]

$$I_{sc} = \left\{ \left[ \frac{MVA \text{ Base} \times 10^6}{V} \right] \div [1.732 \times V] \right\} \times \{100 \div \%Z\}$$

donde  $I_{sc}$  está en amperios,  $V$  está en volts, y  $\%Z$  se basa en los MVA del transformador.

Un valor típico para la potencia máxima,  $P$  (en MW) en un arco trifásico se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

[D.2.1(b)]

$$P = \left[ \text{máxima falla sólida, en } MVA_{bf} \right] \times 0.707^2$$

[D.2.1(c)]

$$P = 1.732 \times V \times I_{sc} \times 10^{-6} \times 0.707^2$$

La distancia de la frontera de relámpago de arco se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula.

[D.2.1(d)]

$$D_c = \left[ 2.65 \times MVA_{bf} \times t \right]^{1/2}$$

El tiempo de despeje para un fusible limitador de corriente es aproximadamente  $\frac{1}{4}$  ciclo o 0.004 segundos si la corriente de arco está dentro del rango de la capacidad de limitación de corriente del fusible. El tiempo de despeje de un interruptor de circuito de 5 kV y 15 kV es aproximadamente 0.1 segundos o 6 ciclos, si la función instantánea está instalada y operando. Esto se puede desglosar de la siguiente manera: tiempo real del interruptor (aproximadamente 2 ciclos), más el tiempo de operación del relé de aproximadamente 1.74 ciclos, más un margen adicional de seguridad de 2 ciclos, dando un tiempo total de aproximadamente 6 ciclos. Debe agregarse tiempo adicional si hay instalada y operando alguna función de retardo de tiempo.

Las fórmulas utilizadas en esta explicación son de Ralph Lee, "El otro riesgo eléctrico: quemaduras por relámpago de arco eléctrico", *Trans. del IEEE sobre aplicaciones industriales*. Los cálculos están basados en el peor caso de impedancia de arco. (Ver Tabla D.2.1.)

**D.2.2 Diagrama unifilar de un típico complejo petroquímico.** El diagrama unifilar (ver la Figura D.2.2) ilustra la complejidad de un sistema de distribución en una típica planta petroquímica.

▲ **Tabla D.1 Limitaciones de los métodos de cálculos**

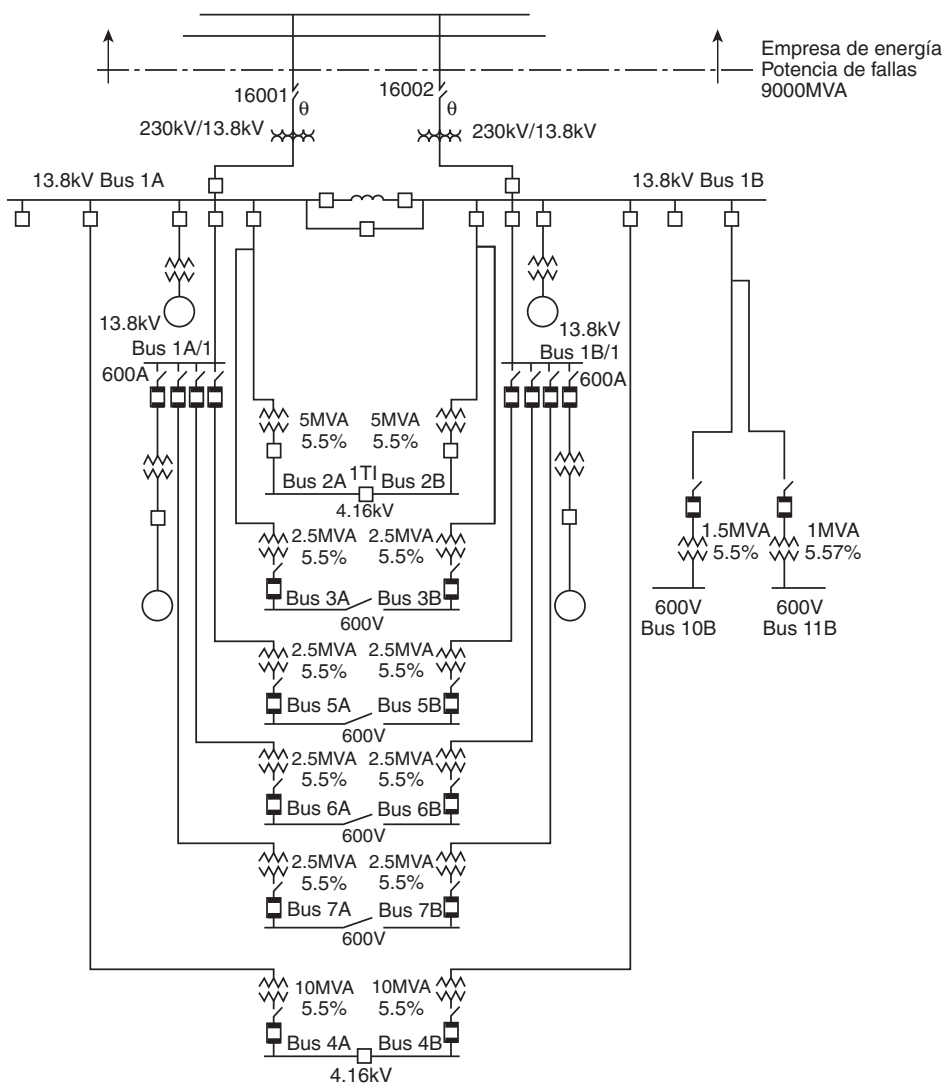
Sección	Fuente	Limitaciones/Parámetros
D.2	Lee, "El otro riesgo eléctrico: quemaduras por relámpago de arco eléctrico"	Calcula la energía incidente y la frontera de relámpago de arco abierto al aire libre; conservador sobre los 600 V y se hace más conservador al incrementar la tensión
D.3	Doughty, et al., "Predicción de la energía incidente para un mejor manejo del riesgo de arco eléctrico en sistemas de distribución de energía de 600 V"	Calcula la energía incidente para arcos en sistemas trifásicos de 600 V y menores; aplica a corrientes de cortocircuito entre 16 kA y 50 kA
D.4	IEEE 1584, <i>Guía para realizar los cálculos de relámpago de arco</i>	Calcula la energía incidente y la frontera de relámpago de arco para: 208 V a 15 kV; trifásico; 50 Hz a 60 Hz; corriente de cortocircuito de 700 A a 106,000 A; y distancia entre conductores de 13 mm a 152 mm
D.5	Doan, "Cálculo del relámpago de arco para exposiciones de sistemas de c.d."	Calcula la energía incidente para sistemas c.d. de hasta 1000 V c.d.

ANEXO INFORMATIVO D

Δ Tabla D.2.1 Peligro de quemadura por relámpago de arco en varios niveles en una planta petroquímica grande

(1) Niveles de voltaje nominal de barras	(2) Sistema (MVA)	(3) Transformador (MVA)	(4) Sistema o transformador (% Z)	(5) Cortocircuito simétrico (A)	(6) Tiempo de despeje de falla (ciclos)	(7) Distancia típica de frontera de relámpago de arco*	
						SI	EE.UU.
230 kV	9000		1.11	23,000	6.0	15 m	49.2 pies
13.8 kV	750		9.4	31,300	6.0	1.16 m	3.8 pies
Lado de carga de todos los fusibles de 13.8 V	750		9.4	31,300	1.0	184 mm	0.61 pies
4.16 kV		10.0	5.5	25,000	6.0	2.96 m	9.7 pies
4.16 kV		5.0	5.5	12,600	6.0	1.4 m	4.6 pies
Lado de línea entrante de fusible 600 V		2.5	5.5	44,000	60.0–120.0	7 m–11 m	23 pies–36 pies
barra 600 V		2.5	5.5	44,000	0.25	268 mm	0.9 pies
barra 600 V		1.5	5.5	26,000	6.0	1.6 m	5.4 pies
barra 600 V		1.0	5.57	17,000	6.0	1.2 m	4 pies

\*Distancia de un arco abierto para limitar los daños a la piel a quemaduras curables de segundo grado [menos de 80°C (176°F) en la piel] en el aire libre.



Δ Figura D.2.2 Diagrama unifilar de un típico complejo petroquímico

## ANEXO INFORMATIVO D

**D.2.3 Ejemplo de cálculo.** Muchas de las características eléctricas de los sistemas y equipos se dan en la Tabla D.2.1. El ejemplo de cálculo está hecho sobre barras de 4160 volts en 4A o 4B. La Tabla D.2.1 tabula los resultados del cálculo de la frontera de relámpago de arco para cada parte del sistema. Estos son los resultados obtenidos de estos cálculos, en base a la Tabla D.2.1:

- (1) Cálculo sobre una barra de 4160 volts.
- (2) MVA del transformador (y MVA base) = 10 MVA.
- (3) Impedancia del transformador en base 10 MVA = 5.5 por ciento.
- (4) Tiempo de despeje del interruptor automático = 6 ciclos.

Utilizando la Ecuación D.2.1(a), se calcula la corriente de cortocircuito:

$$\begin{aligned} I_{sc} &= \left\{ \left[ MVA \text{ Base} \times 10^6 \right] \div \left[ 1.732 \times V \right] \right\} \times \{ 100 \div \%Z \} \\ &= \left\{ \left[ 10 \times 10^6 \right] \div \left[ 1.732 \times 4160 \right] \right\} \times \{ 100 \div 5.5 \} \\ &= 25,000 \text{ amperes} \end{aligned}$$

Utilizando la Ecuación D.2.1(b), se calcula la potencia del arco:

$$\begin{aligned} P &= 1.732 \times 4160 \times 25,000 \times 10^{-6} \times 0.707^2 \\ &= 91 \text{ MW} \end{aligned}$$

Utilizando la Ecuación D.2.1(d), se calcula la distancia de quemadura de segundo grado:

$$\begin{aligned} D_c &= \left\{ 2.65 \times \left[ 1.732 \times 25,000 \times 4160 \times 10^{-6} \right] \times 0.1 \right\}^{1/2} \\ &= 6.9 \text{ o } 7.00 \text{ pies} \end{aligned}$$

O, utilizando la Ecuación D.2.1(e), se calcula la distancia de quemadura de segundo grado usando el método alternativo:

$$\begin{aligned} D_c &= \left[ 53 \times 10 \times 0.1 \right]^{1/2} \\ &= 7.28 \text{ pies} \end{aligned}$$

**D.2.4 Cálculo de la exposición a la energía incidente superiores a 600 V para el análisis de peligro de relámpago de arco.** La siguiente ecuación se puede utilizar para estimar la energía incidente producida por un arco trifásico abierto en sistemas con valores nominales superiores a 600 V. Los parámetros requeridos para hacer los cálculos son los siguientes:

- (1) La máxima corriente de falla de cortocircuito trifásico sólido disponible en el equipo
- (2) El tiempo total de despeje del dispositivo de protección (aguas arriba de la localización del posible arco) a la máxima corriente de cortocircuito. Si el tiempo total de despeje del dispositivo de protección es superior a 2 segundos, considerar cuánto tiempo es probable que una persona permanezca en el lugar del relámpago de arco. Es probable que una persona expuesta a un relámpago de arco se alejará rápidamente si ello es físicamente posible, y 2 segundos es un tiempo máximo razonable para el cálculo. Una persona que esté en un camión canastilla o que se ha introducido en un equipo necesitará más tiempo para salir y alejarse. Debe considerarse un sólido criterio de ingeniería en la aplicación del tiempo de despeje máximo de 2 segundos, dado que podría haber circunstancias en las que el egreso de un empleado se encuentre inhibido.

- (3) La distancia a la fuente de arco.
- (4) Valor nominal de la tensión fase-a-fase del sistema

[D.2.4(4)]

$$E = \frac{793 \times F \times V \times t_A}{D^2}$$

donde:

$E$  = energía incidente, cal/cm<sup>2</sup>

$F$  = corriente de falla de corto circuito sólido, kA

$V$  = tensión fase-a-fase del sistema, kV

$t^A$  = duración del arco, segundos

$D$  = distancia a la fuente de arco, pulgadas

### D.3 Ensayo de Doughty Neal.

**D.3.1 Cálculo de la exposición a la energía incidente.** Las siguientes ecuaciones se pueden utilizar para predecir la energía incidente producida por un arco trifásico en sistemas con tensiones nominales de 600 volts e inferiores. Los resultados de estas ecuaciones pueden no representar el peor caso en todas las situaciones. Es esencial que las ecuaciones se utilicen sólo dentro de las limitaciones indicadas en las definiciones de las variables mostradas debajo de las ecuaciones. Las ecuaciones se deben utilizar sólo bajo la supervisión de ingenieros calificados.

Nota informativa: Se continúan desarrollando pruebas experimentales para validar la manera actual de calcular la energía incidente y para determinar nuevas fórmulas.

Los parámetros necesarios para hacer el cálculo son:

- (1) La máxima corriente de falla de cortocircuito trifásico sólido disponible en el equipo y el mínimo nivel de falla en el que el arco se sostendrá. (Los cálculos se deberían hacer utilizando el máximo valor, y después el más bajo nivel de falla en el cual el arco se puede sostener. Para sistemas de 480 volts, la industria aceptó como mínimo nivel para sostener una falla de arco el 38% de la corriente de falla de cortocircuito trifásico sólido disponible. La más alta exposición a energía incidente puede ocurrir en estos niveles más bajos donde el dispositivo de sobrecorriente puede requerir segundos o minutos para abrirse.)
- (2) El tiempo total de despeje del dispositivo de protección (aguas arriba de la localización del posible arco) a la máxima corriente de cortocircuito y al mínimo nivel de falla en el cual el arco se sostendrá.
- (3) La distancia del trabajador al arco potencial para la tarea que se va a realizar.

Las distancias de trabajo típicas, utilizadas para los cálculos de energía incidente son las siguientes:

- (1) Baja tensión (600 V y menor) CCM y paneles de distribución — 455 mm (18 pulg.).
- (2) Baja tensión (600 V y menor) tablero de potencia — 610 mm (24 pulg.).
- (3) Tensión media (arriba de 600 V) tablero de potencia — 910 mm (36 pulg.).

ANEXO INFORMATIVO D

**D.3.2 Arco en aire libre (arco abierto).** La energía incidente estimada para un arco abierto es:

[D.3.2(a)]

$$E_{MA} = 5271 D_A^{-1.9593} t_A \begin{bmatrix} 0.0016 F^2 \\ -0.0076 F \\ +0.8938 \end{bmatrix}$$

donde:

$E_{MA}$  = máxima energía incidente del arco abierto, cal/cm<sup>2</sup>

$D^A$  = distancia a los electrodos de arco, en pulgadas (para distancias de 18 pulg. y mayores)

$t^A$  = duración del arco (segundos)

$F$  = corriente de cortocircuito, kA (para el rango de 16 a 50 kA)

*Ejemplo de cálculo:* Utilizando la ecuación D.3.2(a), se calcula la máxima energía incidente de arco abierto, cal/cm<sup>2</sup>, donde  $D_A = 18$  pulg.,  $t_A = 0.2$  segundos y  $F = 20$  kA.

[D.3.2(b)]

$$E_{MA} = 5271 D_A^{-1.9593} t_A \begin{bmatrix} 0.0016 F^2 - 0.0076 F \\ +0.8938 \end{bmatrix}$$

$$= 5271 \times 0.0035 \times 0.2 [0.0016 \times 400 - 0.0076 \times 20 + 0.8938]$$

$$= 3.69 \times [1.381]$$

$$= 21.33 \text{ J/cm}^2 (5.098 \text{ cal/cm}^2)$$

**D.3.3 Arco en una caja cúbica (arco en caja).** La energía incidente estimada para un arco en una caja cúbica (20 pulgadas en cada lado, abierta en un extremo) está dada por la siguiente ecuación. Esta ecuación es aplicable a relámpagos de arco que provienen de adentro de tableros de potencia, centros de control de motores, u otros envoltentes de equipos eléctricos.

[D.3.3(a)]

$$E_{MB} = 1038.7 D_B^{-1.4738} t_A \begin{bmatrix} 0.0093 F^2 \\ -0.3453 F \\ +5.9675 \end{bmatrix}$$

donde:

$E_{MB}$  = máxima energía incidente en caja cúbica de 20 pulg., cal/cm<sup>2</sup>

$D^B$  = distancia a los electrodos de arco, en pulgadas (pulg.) (para distancias de 18 pulg. y mayores)

$t^A$  = del arco (segundos)

$F$  = corriente de cortocircuito, kA (para el rango de 16 kA a 50 kA)

*Ejemplo de cálculo:* Utilizando la Ecuación D.3.3(a), se calcula la máxima energía incidente en caja cúbica de 20 pulg., cal/cm<sup>2</sup>, utilizando lo siguiente:

- (1)  $D_A = 18$  pulg.
- (2)  $t_A = 0.2$  segundos

(3)  $F = 20$  kA

[D.3.3(b)]

$$E_{MB} = 1038.7 D_B^{-1.4738} t_A \begin{bmatrix} 0.0093 F^2 - 0.3453 F \\ +5.9675 \end{bmatrix}$$

$$= 1038 \times 0.0141 \times 0.2 \begin{bmatrix} 0.0093 \times 400 - 0.3453 \times 20 \\ +5.9675 \end{bmatrix}$$

$$= 2.928 \times [2.7815]$$

$$= 34.1 \text{ J/cm}^2 (8.144 \text{ cal/cm}^2)$$

**D.3.4 Referencia.** Las ecuaciones para esta sección fueron derivadas en el trabajo de IEEE escrito por R. L. Doughty, Thomas E. Neal y H. L. Floyd, II, "Predicción de la energía incidente para un mejor manejo del riesgo de arco eléctrico en sistemas de distribución de energía de 600 V".

**D.4 Método de cálculo de IEEE 1584.**

**D.4.1 Ecuaciones básicas para el cálculo de la energía incidente y la frontera de relámpago de arco.** Esta sección provee extractos de IEEE 1584-2002, *Guía para efectuar el cálculo del riesgo de relámpago de arco*, para estimar las fronteras de energía incidente y de relámpago de arco. Las fronteras están basadas en análisis estadísticos y ajuste de curvas de datos de pruebas disponibles. Un grupo de trabajo de IEEE obtuvo los datos de pruebas que realizó para producir modelos de energía incidente.

Se pueden encontrar los datos completos, incluyendo una hoja de cálculo para resolver las ecuaciones en IEEE 1584-2002, *Guía para efectuar el cálculo del riesgo de relámpago de arco*. Se alienta a los usuarios a que consulten la última versión del documento completo para comprender la base, limitación, fundamento y otra información pertinente para una correcta aplicación de la norma. Se puede comprar en IEEE Standards Store, 6300 Interfirst Drive, Ann Arbor, MI 48108.

**D.4.1.1 Límites del sistema.** Se puede obtener empíricamente una ecuación para calcular energía incidente utilizando análisis estadístico de datos generales junto con un algoritmo de ajuste de curvas. Puede utilizarse para sistemas con los siguientes límites:

- (1) 0.208 kV a 15 kV, trifásico
- (2) 50 Hz a 60 Hz
- (3) 700 A a 106,000 A de corriente de cortocircuito disponible
- (4) 13 mm a 152 mm de distancia entre conductores

Se encuentra disponible un modelo derivado de la teoría para sistemas trifásicos en subestaciones al aire libre, sistemas de transmisión al aire libre y sistemas de distribución. El modelo obtenido teóricamente tiene el propósito de utilizarse en aplicaciones donde las fallas llegan a ser trifásicas. Donde no es posible o factible que las fallas lleguen a ser trifásicas o donde se encuentran sistemas monofásicos, esta ecuación probablemente dará resultados conservadores.

**D.4.2 Corriente de arqueo.** Para determinar el tiempo de operación de los dispositivos de protección, buscar la corriente de arco trifásico estimada.



ANEXO INFORMATIVO D

Para aplicaciones con tensión nominal por debajo de 1 kV, resolver la Ecuación D.4.2(a):

$$\lg I_a = K + 0.662 \lg I_{bf} + 0.0966V + 0.000526G + 0.5588V(\lg I_{bf}) - 0.00304G(\lg I_{bf}) \quad \text{[D.4.2(a)]}$$

donde:

$\lg = \log_{10}$

$I^a$  = corriente de arco en kA

$K = -0.153$  para arcos al aire libre;  $-0.097$  para arcos en caja

$I_{bf}$  = posible corriente de corto circuito trifásico sólido (rms simétrica) (kA)

$V$  = tensión del sistema en kV

$G$  = espacio entre conductores (mm) (Consultar la Tabla D.4.2.)

Para sistemas con tensión igual o mayor que 1 kV, utilizar la Ecuación D.7.2(b):

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983 \lg I_{bf} \quad \text{[D.4.2(b)]}$$

Esta fórmula de mayor tensión se utiliza tanto para arcos abiertos al aire como arcos en caja.

Conversión de  $\lg$ :

$$I_a = 10^{\lg I_a} \quad \text{[D.4.2(c)]}$$

Usar  $0.85 I_a$  para encontrar un segundo tiempo de arco. Esta segunda corriente de arco toma en consideración las variaciones en la corriente de arco y en el tiempo de apertura del dispositivo de sobrecorriente. Calcule la energía incidente utilizando los dos valores ( $I_a$  y  $0.85 I_a$ ) y utilice el valor más alto.

Tabla D.4.2 Factores para equipos y clases de tensión

Tensión del sistema (kV)	Tipo de Equipo	Separación típica de conductores (mm)	Factor distancia x
0.208–1	Abierto	10–40	2.000
	Tablero de potencia CCM y tableros	32	1.473
		25	1.641
	Cables	13	2.000
>1–5	Abierto	102	2.000
	Tablero de potencia Cables	13–102	0.973
		13	2.000
>5–15	Abierto	13–153	2.000
	Tablero de potencia Cables	153	0.973
		13	2.000

**D.4.3 Energía incidente a la distancia de trabajo—Ecuación obtenida empíricamente.** Para obtener la energía incidente utilizando la ecuación obtenida empíricamente, obtenga el  $\log_{10}$  de la energía incidente normalizada. Esta ecuación se basa en datos normalizados de tiempo de arco de 0.2 segundos y a una distancia del posible punto de arco a la persona de 610 mm:

$$\lg E_n = k_1 + k_2 + 1.081 \lg I_a + 0.0011G \quad \text{[D.4.3(a)]}$$

dónde:

$E_n$  = energía incidente ( $J/cm^2$ ) normalizada para tiempo y distancia

$k_1 = -0.792$  para arcos al aire libre;  $-0.555$  para arcos en una caja

$k_2 = 0$  para sistemas no puestos a tierra puesto a tierra mediante alta resistencia

$= -0.113$  para sistemas puestos a tierra

$G$  = la separación del conductor (mm) (Consultar la Tabla D.4.2.)

Entonces,

$$E_n = 10^{\lg E_n} \quad \text{[D.4.3(b)]}$$

Convirtiendo de lo normalizado:

$$E = 4.184 C_f E_n \left( \frac{t}{0.2} \right) \left( \frac{610^x}{D^x} \right) \quad \text{[D.4.3(c)]}$$

dónde:

$E$  = energía incidente en  $J/cm^2$

$C_f$  = factor de cálculo

$= 1.0$  para tensiones superiores a 1 kV

$= 1.5$  para tensiones iguales o menores que 1 kV

$E_n$  = energía incidente normalizada

$t$  = tiempo de arco (segundos)

$X$  = el exponente de la distancia de la Tabla D.4.2

$D$  = distancia (mm) del arco a la persona (distancia de trabajo). Ver Tabla D.4.3 para distancias típicas.

Tabla D.4.3 Distancias típicas de trabajo

Clases de Equipos	Distancias Típicas de Trabajo* (mm)
Tablero de distribución 15Kv	910
Tablero de distribución 5kV	910
Tablero de distribución de bajo voltaje	610
CCM y paneles de bajo voltaje	455
Cable	455
Otro	A determinarse en campo

\* Las distancias típicas de trabajo son la suma entre el trabajador, el frente del equipo y la distancia desde el frente del equipo a la potencial fuente de arco dentro del equipo.

ANEXO INFORMATIVO D

**D.4.4 Energía incidente a la distancia de trabajo—Ecuación teórica.** La ecuación obtenida teóricamente se puede aplicar en casos en los que la tensión es mayor de 15 kV o el espacio de separación está fuera del rango:

[D.4.4]

$$E = 2.142 \times 10^6 VI_{bf} \left( \frac{t}{D^2} \right)$$

dónde:

$E$  = energía incidente, (J/cm<sup>2</sup>)

$V$  = tensión del sistema, (kV)

$I_{bf}$  = corriente de falla trifásica sólida posible

$t$  = tiempo de arco, seg

$D$  = distancia (mm) del arco a la persona (distancia de trabajo)

Para tensiones mayores a 15 kV, la corriente de falla de arco y la corriente de falla sólida se consideran iguales.

**D.4.5 Frontera de relámpago de arco.** La frontera de relámpago de arco es la distancia a la cual es probable que una persona reciba una quemadura de segundo grado. El inicio de una quemadura de segundo grado se asume que es cuando la piel recibe una energía incidente de 5.0 J/cm<sup>2</sup>.

Para la ecuación obtenida empíricamente,

[D.4.5(a)]

$$D_B = \left[ 4.184 C_f E_n \left( \frac{t}{0.2} \right) \left( \frac{610^x}{E_B} \right) \right]^{\frac{1}{x}}$$

Para la ecuación obtenida teóricamente,

[D.4.5(b)]

$$D_B = \sqrt{2.142 \times 10^6 VI_{bf} \left( \frac{t}{E_B} \right)}$$

dónde:

$D_B$  = La distancia (mm) de la frontera de relámpago de arco al punto de arqueo.

$C_f$  = Factor de cálculo.

= 1.0 para tensiones superiores a 1 kV.

= 1.5 para tensiones iguales o menores que 1 kV.

$E_n$  = Energía incidente normalizada.

$t$  = Tiempo (segundos).

$x$  = El exponente de distancia de la Tabla D.4.2.

$E_B$  = energía incidente en J/cm<sup>2</sup> a la distancia de la frontera de relámpago de arco.

$V$  = tensión del sistema, kV.

$I_{bf}$  = corriente de cortocircuito trifásico sólido disponible.

Nota informativa: Estas ecuaciones se pueden utilizar para determinar si el equipo de protección personal (EPP) seleccionado es adecuado para evitar heridas térmicas a una distancia específica en el evento de un relámpago de arco.

**D.4.6 Fusibles limitadores de corriente.** Las fórmulas en esta sección fueron desarrolladas para calcular las energías de relámpago de arco para uso con fusibles limitadores de corriente de Clase L y Clase RK1. La prueba se realizó a 600 volts y a una distancia de 455 mm, utilizando fusibles de un

fabricante disponible en el mercado. Se consideran las siguientes variables:

$I_{bf}$  = corriente de falla sólida trifásica disponible (rms simétrica), kA.

$E$  = energía incidente, J/cm<sup>2</sup>.

**(A) Fusibles Clase L 1601 A hasta 2000 A.** Donde  $I_{bf} < 22.6$  kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a) y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b), y D.4.3(c).

Donde  $22.6 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 65.9 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(a)]

$$E = 4.184 \left( -0.1284 I_{bf} + 32.262 \right)$$

Donde  $65.9 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(b)]

$$E = 4.184 \left( -0.5177 I_{bf} + 57.917 \right)$$

Donde  $I_{bf} > 106 \text{ kA}$ , contactar al fabricante.

**(B) Fusibles Clase L 1201 A hasta 1600 A.** Donde  $I_{bf} < 15.7$  kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a), y utilizar curvas tiempo-corriente para obtener la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).

Donde  $15.7 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 31.8 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(c)]

$$E = 4.184 \left( -0.1863 I_{bf} + 27.926 \right)$$

Donde  $44.1 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 65.9 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(e)]

$$E = 12.3 \text{ J/cm}^2 \left( 2.94 \text{ cal/cm}^2 \right)$$

Donde  $65.9 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(f)]

$$E = 4.184 \left( -0.0631 I_{bf} + 7.0878 \right)$$

Donde  $I_{bf} > 106 \text{ kA}$ , contactar al fabricante.

**(C) Fusibles Clase L 801 A hasta 1200 A.** Donde  $I_{bf} < 15.7$  kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a) y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente según las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).

Donde  $15.7 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 22.6 \text{ kA}$ ,

[D.4.6(g)]

$$E = 4.184 \left( -0.1928 I_{bf} + 14.226 \right)$$

Donde  $22.6 \text{ kA} < I_{bf} \leq 44.1 \text{ kA}$ ,

ANEXO INFORMATIVO D

$E = 4.184 \left( \begin{array}{l} 0.0143I_{bf}^2 - 1.3919I_{bf} \\ +34.045 \end{array} \right)$	[D.4.6(h)]	<p><b>(F) Fusibles Clase RK1 201 A hasta 400 A.</b> Donde <math>I_{bf} &lt; 3.16</math> kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a), y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).</p> <p>Donde <math>3.16 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 5.04 \text{ kA}</math>,</p>	
Donde $44.1 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,			
$E = 1.63$	[D.4.6(i)]	$E = 4.184(-19.053I_{bf} + 96.808)$	[D.4.6(p)]
Donde $I_{bf} > 106$ kA, contactar al fabricante.		Donde $5.04 \text{ kA} < I_{bf} \leq 22.6 \text{ kA}$ ,	
<p><b>(D) Fusibles Clase L 601 A hasta 800 A.</b> Donde <math>I_{bf} &lt; 15.7</math> kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a), y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b), y D.4.3(c).</p> <p>Donde <math>15.7 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 44.1 \text{ kA}</math>,</p>		$E = 4.184(-0.0302I_{bf} + 0.9321)$	[D.4.6(q)]
Donde $15.7 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 44.1 \text{ kA}$ ,		Donde $22.6 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,	
$E = 4.184(-0.0601I_{bf} + 2.8992)$	[D.4.6(j)]	$E = 1.046$	[D.4.6(r)]
Donde $44.1 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,		Donde $I_{bf} > 106$ kA, contacte al fabricante.	
$E = 1.046$	[D.4.6(k)]	<p><b>(G) Fusibles Clase RK1 101 A hasta 200 A.</b> Donde <math>I_{bf} &lt; 1.16</math> kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a), y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).</p> <p>Donde <math>1.16 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 1.6 \text{ kA}</math>,</p>	
Donde $I_{bf} > 106$ kA, contactar al fabricante.			
<p><b>(E) Fusibles Clase RK1 401 A hasta 600 A.</b> Donde <math>&lt; 8.5</math> kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a) y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).</p> <p>Donde <math>8.5 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 14 \text{ kA}</math>,</p>		$E = 4.184(-19.053I_{bf} + 96.808)$	[D.4.6(s)]
Donde $8.5 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 14 \text{ kA}$ ,		Donde $1.6 \text{ kA} < I_{bf} \leq 3.16 \text{ kA}$ ,	
$E = 4.184(-3.0545I_{bf} + 43.364)$	[D.4.6(l)]	$E = 4.184(-4.2628I_{bf} + 13.721)$	[D.4.6(t)]
Donde $14 \text{ kA} < I_{bf} \leq 15.7 \text{ kA}$ ,		Donde $3.16 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,	
$E = 2.510$	[D.4.6(m)]	$E = 1.046$	[D.4.6(u)]
Donde $15.7 \text{ kA} < I_{bf} \leq 22.6 \text{ kA}$ .		Donde $I_{bf} > 106$ kA, contactar al fabricante.	
$E = 4.184(-0.0507I_{bf} + 1.3964)$	[D.4.6(n)]	<p><b>(H) Fusibles Clase RK1 1 A hasta 100 A.</b> Donde <math>I_{bf} &lt; 0.65</math> kA, calcular la corriente de arco utilizando la Ecuación D.4.2(a), y utilizar curvas tiempo-corriente para determinar la energía incidente utilizando las Ecuaciones D.4.3(a), D.4.3(b) y D.4.3(c).</p> <p>Donde <math>0.65 \text{ kA} \leq I_{bf} \leq 1.16 \text{ kA}</math>,</p>	
Donde $22.6 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,			
$E = 1.046$	[D.4.6(o)]	$E = 4.184(-11.176I_{bf} + 13.565)$	[D.4.6(v)]
Donde $I_{bf} > 106$ kA, contactar al fabricante.			

ANEXO INFORMATIVO D

Donde  $1.16 \text{ kA} < I_{bf} \leq 1.4 \text{ kA}$ ,

A 600 V,

[D.4.6(w)]

$$E = 4.184(-1.4583I_{bf} + 2.2917)$$

$$\lg I_1 = 0.0281 + 1.091 \lg(1.3I_t)$$

[D.4.7(b)]

Donde  $1.4 \text{ kA} < I_{bf} \leq 106 \text{ kA}$ ,

A 480 V y menos,

[D.4.6(x)]

$$E = 1.046$$

$$\lg I_1 = 0.0407 + 1.17 \lg(1.3I_t)$$

[D.4.7(c)]

Donde  $I_{bf} > 106 \text{ kA}$ , contactar al fabricante.

[D.4.7(d)]

$$I_{bf} = I_1 = 10^{\lg I_1}$$

**D.4.7 Interruptores automáticos de baja tensión.** Las ecuaciones especificadas en la Tabla D.4.7 pueden ser aplicadas para sistemas con interruptores automáticos de baja tensión. Los resultados de las ecuaciones determinarán la energía incidente y la frontera de protección contra relámpago de arco cuando la  $I_{bf}$  está dentro del rango, según se ha descrito. Las curvas tiempo-corriente para el interruptor automático no son necesarias dentro del rango correspondiente.

El rango de corrientes trifásicas de falla franca disponibles se encuentra entre 700 A y 106,000 A. Cada una de las ecuaciones es aplicable para el siguiente rango:

$$I_1 < I_{bf} < I_2$$

dónde:

$I_1$  = mínima corriente de cortocircuito trifásico sólido disponible a la que se puede aplicar este método.  $I_1$  es el nivel más bajo de corriente posible de cortocircuito trifásico sólido que produce suficiente corriente de arco para que se produzca el disparo instantáneo o para que haga que se produzca el disparo de corta duración en los interruptores automáticos sin disparo instantáneo.

$I_2$  = es el valor nominal de interrupción del interruptor automático (CB) a la tensión de interés.

Para encontrar  $I_1$ , se debe encontrar el disparo instantáneo ( $I_i$ ) del interruptor automático. Este se puede obtener de la curva tiempo-corriente o se puede asumir que es 10 veces el valor nominal del interruptor automático para interruptores automáticos con valores nominales superiores a 100 amperios. Para interruptores automáticos con valores nominales de 100 amperios y menos, se puede utilizar un valor de  $I_i = 1,300 \text{ A}$ . Cuando se utiliza retardo de corta duración,  $I_i$  es la corriente de arranque de corta duración.

La corriente de falla sólida correspondiente,  $I_{bf}$ , se encuentra resolviendo la ecuación para corriente de arco para configuraciones de caja sustituyendo  $I_i$  por corriente de arco. El factor 1.3 en la Ecuación D.4.7(b) ajusta la corriente a la parte superior de la banda de disparo.

[D.4.7(a)]

$$\lg(1.3I_t) = 0.084 + 0.096V + 0.586(\lg I_{bf}) + 0.559V(\lg I_{bf})$$

**D.4.8 Referencias.** Los datos completos, incluida la hoja de cálculo para resolver las ecuaciones, se pueden encontrar en IEEE 1584, *Guía para efectuar el cálculo del riesgo de relámpago de arco*. Las publicaciones IEEE se pueden comprar en el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331, USA. (<http://standards.ieee.org/>).

**D.5 Cálculo de la energía incidente de corriente directa.**

**D.5.1 Método de potencia máxima.** El siguiente método de estimación de la energía incidente de relámpago de arco de c.d. que se describe a continuación fue publicado en *Transacciones de Aplicaciones Industriales del IEEE (ver referencia 2, a continuación)*. Este método se basa en el concepto de que la potencia máxima posible en un arco de c.d. se producirá cuando la tensión de formación del arco sea de la mitad de la tensión del sistema. Las pruebas finalizadas para Bruce Power (*ver referencia 3, a continuación*) han demostrado que este cálculo muestra un alto grado conservador en la estimación del valor de relámpago de arco. Este método se aplica a sistemas de c.d. de hasta 1000 V, nominales.

**N**

$$I_{arc} = 0.5 \times I_{bf} \quad [D.5.1]$$

$$IE_m = 0.01 \times V_{sys} \times I_{arc} \times T_{arc} / D^2$$

dónde:

$I_{arc}$  = corriente de formación de arcos, en amperes

$I_{bf}$  = corriente de falla franca del sistema, en amperes

$IE_m$  = energía incidente estimada de relámpago de arco de c.d. en el punto de potencia máxima, en cal/cm<sup>2</sup>

$V_{sys}$  = tensión del sistema, en voltios

$T_{arc}$  = tiempo de formación del arco, en segundos

$D$  = distancia de trabajo, en centímetros

Para exposiciones donde el arco está en una caja o envolvente, sería prudente considerar protección adicional de EPP, que supere los valores de la Tabla 130.7(C)(15)(b).

**D.5.2 Método detallado de cálculo de la energía y la corriente de formación de arcos.** En *Transacciones de Aplicaciones Industriales del IEEE* se publicó una minuciosa revisión teórica de la corriente de formación de arcos y energía de c.d. Se aconseja a los lectores consultar dicho artículo (*ver referencia 1*) para conocer los cálculos detallados.



ANEXO INFORMATIVO D

Tabla D.4.7 Energía incidente y frontera de relámpago de arco por tipo de interruptor automático y capacidad

Capacidad (A)	Tipo de interruptor	Tipo de unidad de disparo	480 V y menor		575 V–600 V	
			Energía Incidente (J/cm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Frontera de relámpago de arco (mm) <sup>a</sup>	Energía Incidente (J/cm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Frontera de relámpago de arco (mm) <sup>a</sup>
100–400	MCCB	TM o M	0.189 $I_{bf} + 0.548$	9.16 $I_{bf} + 194$	0.271 $I_{bf} + 0.180$	11.8 $I_{bf} + 196$
600–1200	MCCB	TM o M	0.223 $I_{bf} + 1.590$	8.45 $I_{bf} + 364$	0.335 $I_{bf} + 0.380$	11.4 $I_{bf} + 369$
600–1200	MCCB	E, LI	0.377 $I_{bf} + 1.360$	12.50 $I_{bf} + 428$	0.468 $I_{bf} + 4.600$	14.3 $I_{bf} + 568$
1600–6000	MCCB or ICCB	TM o E, LI	0.448 $I_{bf} + 3.000$	11.10 $I_{bf} + 696$	0.686 $I_{bf} + 0.165$	16.7 $I_{bf} + 606$
800–6300	LVPCB	E, LI	0.636 $I_{bf} + 3.670$	14.50 $I_{bf} + 786$	0.958 $I_{bf} + 0.292$	19.1 $I_{bf} + 864$
800–6300	LVPCB	E, LS <sup>b</sup>	4.560 $I_{bf} + 27.230$	47.20 $I_{bf} + 2660$	6.860 $I_{bf} + 2.170$	62.4 $I_{bf} + 2930$

MCCB: Interruptor automático de caja moldeada.

TM: Unidades de disparo termo-magnéticas.

M: Unidades de disparo magnéticas (solo instantáneas).

E: Las unidades de disparo electrónicas tienen tres características que pueden ser utilizadas separadas o combinadas: L: Tiempo-largo, S: Tiempo-corto, I: Instantáneo.

ICCB: Interruptor automático de caja aislada.

LVPC: Interruptor automático de potencia de bajo voltaje.

<sup>a</sup> $I_{bf}$  es en kA; distancia de trabajo es 455 mm (18 pulg.).

<sup>b</sup> Se asume que el retraso de tiempo-corto está puesto al máximo.

Referencias:

1. “Cálculo de la energía incidente y modelos de arco de c.d.”, Ammerman, R.F.; *Transacciones de aplicaciones industriales del IEEE*, Vol. 46, No. 5.

2. “Cálculo del relámpago de arco para exposiciones a sistemas de c.d.”, Doan, D.R., *Transacciones de aplicaciones industriales del IEEE*, Vol. 46, No. 6.

3. “Evaluación del riesgo de arco de c.d., Fase II”, material protegido por derechos de autor, Kinectrics Inc., Informe Nro. K-012623-RA-0002-R00.

**D.5.3 Corriente de cortocircuito.** La determinación de la corriente de cortocircuito es necesaria para poder usar la Tabla 130.7(C) (15) (b). La corriente de arqueo se calcula al 50 por

ciento del valor de cortocircuito de c.d.. La corriente que una batería suministrará depende del total de la impedancia de la trayectoria de cortocircuito. Un enfoque más conservador para determinar la corriente de cortocircuito que la batería suministrará a 25°C, consiste en asumir que la corriente máxima de cortocircuito disponible es 10 veces la capacidad de 1 minuto en amperes (a 1.75 volts por celda a 25°C y la gravedad específica de 1.215) de la batería. Un valor de corriente de cortocircuito más preciso para la aplicación específica puede obtenerse del fabricante de la batería.

Referencias:

1. IEEE 946, *Práctica recomendada para el diseño de sistemas auxiliares de potencia c.d. para sistemas de generación.*

## Anexo Informativo E Programa de seguridad eléctrica

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

(Ver 110.1, Programa de Seguridad Eléctrica.)

### E.1 Principios de un típico programa de seguridad eléctrica.

Los principios del programa de seguridad eléctrica incluyen, pero no están limitados a los siguientes:

- (1) Inspeccionar y evaluar los equipos eléctricos.
- (2) Mantener la integridad del aislamiento de los equipos eléctricos y del envolvente.
- (3) Planificar cada uno de los trabajos y documentar de los procedimientos que se realizan por primera vez.
- (4) Desenergizar, si es posible (ver 120.5).
- (5) Anticipar posibles eventos no esperados.
- (6) Identificar los peligros eléctricos y reducir los riesgos asociados.
- (7) Proteger a los empleados contra: choque, quemadura, ráfaga y otros peligros causados por el medio ambiente de trabajo.
- (8) Usar las herramientas correctas para el trabajo.
- (9) Evaluar las habilidades de las personas.
- (10) Auditar estos principios.

**E.2 Controles típicos del programa de seguridad eléctrica.** Los controles al programa de seguridad eléctrica pueden incluir, pero no están limitados a los siguientes:

- (1) El empleador desarrolla los programas, y procedimientos, incluyendo el entrenamiento y el empleado los aplica.
- (2) Los empleados son entrenados a fin de calificarlos para el trabajo en un entorno influenciado por la presencia de energía eléctrica.
- (3) Los procedimientos se utilizan como herramientas 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.

- (4) Todos los conductores o partes de circuitos eléctricos se consideran energizados hasta que se demuestre lo contrario.
- (5) Desenergizar un conductor eléctrico o pieza de circuito y volverlos seguros para trabajar en ellos es, en sí misma, una tarea potencialmente peligrosa.
- (6) 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.
- (7) Se deben determinar y emplear precauciones apropiadas para el entorno de trabajo.
- (8) Se aplica un enfoque lógico para determinar el riesgo potencial asociado a cada tarea.

**E.3 Procedimientos típicos de un programa de seguridad eléctrica.** Los procedimientos de un programa de seguridad eléctrica pueden incluir, pero no están limitados a la determinación y evaluación de los siguientes:

- (1) Propósito de la tarea.
- (2) Calificaciones y número de empleados que van a participar.
- (3) Identificación de peligros y evaluación de riesgos de la tarea.
- (4) Límites de aproximación.
- (5) Prácticas seguras de trabajo que se van a utilizar.
- (6) Equipo de protección personal (EPP) que se requiere.
- (7) Materiales y herramientas aislantes que se requieren.
- (8) Técnicas especiales de precaución.
- (9) Diagramas eléctricos unifilares.
- (10) Detalles de equipos.
- (11) Esquemas o fotografías de características exclusivas.
- (12) Datos de referencia.

## Anexo Informativo F Evaluación del riesgo y control del riesgo

Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.

**N F.1 Introducción a la gestión del riesgo.** La gestión del riesgo es el proceso lógico y sistemático utilizado para gestionar el riesgo asociado con cualquier actividad, proceso, función o producto, incluyendo la seguridad, el entorno, la calidad y las finanzas. Los principios y el proceso de gestión de riesgos pueden ser utilizados por organizaciones de cualquier tipo o tamaño.

Los siguientes principios de gestión del riesgo pueden fácilmente ser aplicados a la seguridad eléctrica. La gestión del riesgo:

- (1) Es una parte integral de todos los procesos organizacionales y de la toma de decisiones
- (2) Es sistemática, estructurada y oportuna
- (3) Se basa en la mejor información disponible
- (4) Toma en cuenta los factores humanos y culturales
- (5) Es dinámica, iterativa y receptiva al cambio
- (6) Facilita la mejora continua de la organización

Nota informativa: Para obtener más información sobre los principios de la gestión del riesgo ver ISO 31000: 2009, Gestión de riesgos - Pautas y principios.

El proceso de gestión del riesgo incluye lo siguiente:

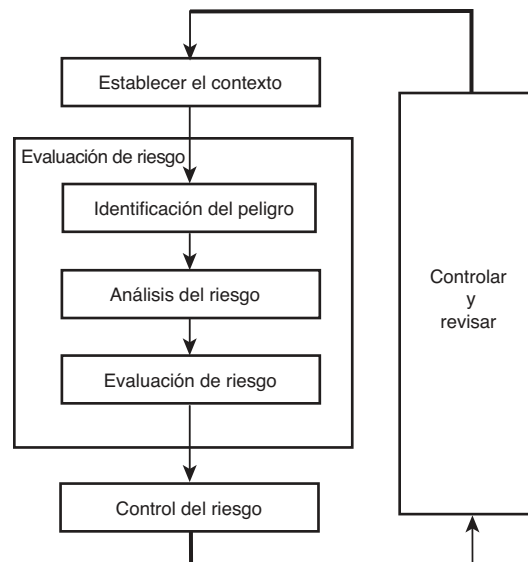
- (1) Comunicación y consulta
- (2) Establecer el contexto y los objetivos de la evaluación de riesgo
- (3) Evaluación de riesgo
- (4) Tratamiento del riesgo
- (5) Registrar e informar los resultados de la evaluación del riesgo y las decisiones de tratamiento del riesgo
- (6) Monitoreo y revisión de riesgos

La evaluación de riesgo es la parte de la gestión de riesgos que involucra lo siguiente:

- (1) Identificar las fuentes de riesgo
- (2) Analizar las fuentes de riesgo para calcular un nivel de riesgo
- (3) Evaluar el nivel de riesgo para determinar si el tratamiento de riesgo es requerido

**N F.1.1 Gestión del riesgo de Salud y Seguridad Ocupacional (OHS, por sus siglas en inglés).** El mismo proceso sistemático, lógico y los mismos principios se aplican a la gestión de riesgos en la esfera de actividad de la OHS. Sin embargo, está más enfocado y la terminología más estrechamente definida, de la siguiente manera:

- (1) El objetivo de la OHS es la ausencia de daños (es decir, lesiones o daños a la salud).
- (2) Las fuentes de riesgo se conocen como peligros.
- (3) Analizar y estimar el nivel de riesgo es una combinación de la estimación de la probabilidad de ocurrencia del daño y la severidad de ese daño.
- (4) El nivel de riesgo se evalúa para determinar si es razonable concluir que se puede lograr la ausencia de daños o si se requiere un tratamiento de riesgo adicional.
- (5) El tratamiento del riesgo se conoce como control de riesgo.



**Figura F.1 Proceso de evaluación de riesgos (adaptada de ISO 31000 figura 3)**

Por lo tanto, la evaluación de riesgos de OHS implica lo siguiente:

- (1) Identificación de peligros: encontrar, enumerar y caracterizar los peligros.
- (2) Análisis de riesgos: se analizan las fuentes, las causas y las posibles consecuencias para determinar lo siguiente:
  - a. La probabilidad de que pueda ocasionarse el daño
  - b. La severidad potencial de ese daño
  - c. Estimar el nivel de riesgo
- (3) Evaluación de riesgo: Se evalúa el nivel de riesgo para determinar si el control de riesgos establecido razonablemente puede cumplir el objetivo de mantener la ausencia de daños, o <note from GCinci: missing rest of translated text here>

**N F.2 Relación con el Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional (OHSMS, por sus siglas en inglés).** Como se analiza en el Anexo Informativo P, la más efectiva aplicación de los requisitos de esta norma puede alcanzarse en el marco del OHSMS. El uso de un sistema de gestión proporciona un enfoque metódico para la salud y la seguridad mediante la fijación de objetivos, la planificación y la medición del desempeño.

La gestión de riesgos comparte los seis elementos del proceso del sistema de gestión siguientes:

- (1) Liderazgo. Para que un emprendimiento tenga éxito, necesitará ser patrocinado en los niveles más altos de la organización.
- (2) Política. La organización debería articular su visión y establecer objetivos relevantes y alcanzables.
- (3) Plan. Un plan se desarrolla en línea con la visión de la organización y con el fin de lograr sus objetivos. El plan debe incluir mecanismos para medir y controlar el éxito de plan.

## ANEXO INFORMATIVO F

- (4) Hacer. El plan se ejecuta.
- (5) Controlar (monitoreo). El éxito del plan para lograr los objetivos de la organización se monitorea continuamente.
- (6) Actuar (Revisión). Los resultados de la medición y monitoreo son comparados con los objetivos de la organización, a los fines de repasar y revisar los objetivos y planes, para mejorar la actuación.

Como se señala en F.1, la gestión de riesgos es iterativa. La naturaleza repetitiva del ciclo del sistema de gestión planear-hacer-controlar-actuar (PHCA) está destinado a promover la mejora continua en el desempeño de la salud y la seguridad.

La evaluación de riesgos se ajusta a las etapas de "planear" y "hacer" del ciclo de PHCA, como sigue:

- (1) Planificación: La información utilizada durante la etapa de planificación proviene de fuentes que pueden incluir inspecciones del lugar de trabajo, informes de incidentes y evaluaciones de riesgo.
- (2) Hacer: La evaluación de riesgo es una actividad continua.

**N F.3 Jerarquía de control de riesgos.** El propósito de especificar y adherir a una jerarquía de métodos de control de riesgos es identificar una medida de prevención o protección, o una combinación de medidas, para reducir el riesgo asociado con un peligro. Cada método de control de riesgos se considera menos efectivo que el anterior. La Tabla F.3 enumera la jerarquía de control de riesgos identificada en esta y otras normas de seguridad y proporciona ejemplos.

**N F.4 Evaluación de riesgos basada en el peligro.** En una evaluación de riesgos basada en el peligro, se identifican y caracterizan los peligros en el lugar de trabajo para materiales, procesos, el lugar de trabajo y el entorno. Se identifican las actividades que podrían verse afectadas por esos peligros. El riesgo asociado con cada actividad se analiza según su probabilidad de daño y la severidad de dicho daño. Una organización usa esta información para priorizar las decisiones de reducción de riesgos.

La información de las evaluaciones de riesgo basadas en el peligro es útil a las organizaciones al diseñar, especificar y

comprar equipo de distribución eléctrica. El control de riesgos es mucho más efectivo cuando se aplica al comienzo del ciclo de vida del equipo o proceso. El riesgo se puede reducir especificando métodos de "sustitución" e "ingeniería" de control de riesgos que afectan la probabilidad de ocurrencia del daño o la severidad del daño.

**N F.5 Evaluación de riesgo basada en las tareas.** En una evaluación de riesgos basada en las tareas, un trabajo se divide en tareas discretas. Los peligros son identificados para cada tarea (a menudo llamados pares riesgo/tarea). El riesgo asociado con cada peligro es analizado y evaluado.

La evaluación de riesgos basada en las tareas es la más comúnmente utilizada cuando se realiza una evaluación de riesgos a nivel de campo.

**N F.6 Métodos de evaluación de riesgo.** Hay muchos métodos de evaluación de riesgos. El método o combinación de métodos debería ser elegido en base a lo siguiente:

- (1) La aplicación.
- (2) El resultado deseado.
- (3) El nivel de habilidad de las personas que realizan la evaluación.

Algunos métodos de evaluación de riesgos incluyen los siguientes:

- (1) Lluvia de ideas. Una discusión grupal abierta con respecto a los peligros, el riesgo asociado y los métodos de control de riesgos, puede utilizarse como parte de la planificación previa al trabajo y durante la sesión informativa de trabajo.
- (2) Listas de verificación. Una lista de peligros comunes y los posibles métodos de control, es una herramienta útil para la planificación previa del trabajo y para los propósitos informativos del trabajo. Ver el Anexo I para el ejemplo de un informe de trabajo y lista de verificación para la planificación.
- (3) Matriz de evaluación de riesgos. Una matriz de evaluación de riesgos es comúnmente utilizada para cuantificar los niveles de riesgo. La matriz puede estar en un formato multinivel o uno simple de dos por dos. Ver la figura F.6 para un ejemplo de matriz de evaluación de riesgos.

Nota informativa: Ver ISO 31010, *Gestión de riesgos - Técnicas de evaluación de riesgo*, y ANSI/AIHA Z10-2012, *Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad*, para más información con respecto a los métodos de evaluación de riesgos.

**Tabla F.3 La jerarquía de métodos de control de riesgos**

Método de control de riesgo	Ejemplos
(1) Eliminación	Conductores y partes del circuito en condiciones de trabajo eléctricamente seguras.
(2) Sustitución	Reducir la energía mediante la sustitución de circuitos de control de 120 V a circuitos de control de 24 Vca o Vcd.
(3) Control de ingeniería	Proteger los conductores y partes del circuito eléctrico energizado para reducir la probabilidad de contacto eléctrico o fallas de arco.
(4) Alerta	Señales que alerten sobre la presencia potencial de peligros.
(5) Controles administrativos	Procedimientos y herramientas de planificación de trabajo.
(6) EPP	EPP para choque y relámpago de arco.



ANEXO INFORMATIVO F

Probabilidad de ocurrencia de daño	Severidad del daño	
	Energía [Umbral seleccionado]	Energía > [Umbral seleccionado]
Improbable	Baja	Baja
Possible	Baja	Alta
<b>Leyenda</b>		
<b>Probabilidad de ocurrencia de daño</b> Improbable: La fuente de daño está protegida en forma adecuada para evitar el contacto con la energía peligrosa  Posible: La fuente de daño no está protegida en forma adecuada para evitar el contacto con la energía peligrosa	<b>Severidad del daño</b> <b>Energía ≤ [Umbral seleccionado]:</b> Nivel de energía peligrosa insuficiente para causar daño  <b>Energía &gt; [Umbral seleccionado]:</b> Nivel de energía peligrosa insuficiente para causar daño	
<b>Evaluación del riesgo</b> Identificar los controles de riesgo del lugar y evaluar la efectividad de esos controles. Priorizar las acciones tomadas para controlar el riesgo en base al nivel de riesgo como se muestra a continuación:  Bajo: Riesgo aceptable — Control de riesgo adicional discrecional Alto: Riesgo inaceptable — Se requiere un mayor control de riesgo antes de proceder		

▲ **Figura F.6 Ejemplo de una matriz cualitativa de evaluación de riesgos de dos por dos.**

## Anexo Informativo G Ejemplo del procedimiento bloqueo/etiqueta

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

El bloqueo es el método preferido para controlar la exposición del personal a los peligros de la energía eléctrica. El etiquetado es un método alternativo que está a disposición de los empleadores. El programa de muestra y sus procedimientos, se proporcionan a continuación para ayudar a los empleadores en el desarrollo de un programa y procedimientos que cumplan con los requisitos de 120.2 de la NFPA 70E. Este programa con los procedimientos que se muestran pueden ser usados para un bloqueo/etiqueta simple o como parte de un bloqueo/etiqueta complejo. Un procedimiento más extensivo necesitará ser desarrollado, documentado y utilizado para el bloqueo/etiqueta complejo.

### PROGRAMA DE BLOQUEO/ETIQUETA

PARA [NOMBRE DE LA COMPAÑÍA]

O

PROGRAMA DE ETIQUETA PARA \_\_\_\_\_ [NOMBRE DE LA COMPAÑÍA]

**1.0 Propósito.** Este procedimiento establece los requisitos mínimos para bloqueo/etiqueta de las fuentes de energía eléctrica. Su utilización está prevista para garantizar que los conductores y las partes de circuitos se encuentren desconectadas de las fuentes de energía eléctrica, bloqueadas (etiquetadas) y probadas antes de que comience el trabajo, donde los empleados podrían estar expuestos a condiciones peligrosas. A las fuentes de energía almacenada, tales como condensadores o resortes, se les debe liberar de su energía. Se debe vincular un mecanismo para impedir la re-acumulación de energía.

**2.0 Responsabilidad.** Todos los empleados deben ser instruidos acerca de la importancia que tiene el procedimiento bloqueo/etiqueta con respecto a la seguridad. Todos los empleados nuevos o trasladados y todas las otras personas cuyas operaciones de trabajo estén o puedan estar en el área, deben ser instruidos respecto del propósito y el uso de este procedimiento. *[Nombre(s) de la/las personas(s) o cargo(s) del/los empleado(s) con responsabilidad]* debe garantizar que el personal correspondiente reciba instrucciones sobre sus funciones y responsabilidades. Todas las personas que instalen un dispositivo de bloqueo/etiqueta deben firmar y anotar la fecha en la etiqueta *[o indicar la manera como se podrá conseguir el nombre del individuo o persona responsable]*.

### 3.0 Preparación para bloqueo/etiqueta.

**3.1** Revisar los planos diagramáticos actuales (o su equivalente), etiquetas, rótulos y señales, para identificar y localizar todos medios de desconexión a fin de determinar que la energía se encuentra interrumpida, a través de un interruptor físico y no desenergizado por un enclavamiento mecánico. Hacer una lista de los medios a los que se debe poner bloqueo (etiqueta).

**3.2** Revisar los medios de desconexión para determinar si su capacidad de interrupción es la adecuada. Determinar si será posible verificar un punto abierto visible o si serán necesarias otras medidas precautorias.

**3.3** Revisar otras actividades de trabajo para identificar dónde y cómo otras personas podrían estar expuestas a peligros eléctricos. Revisar otras fuentes de energía en el área física para determinar la exposición de los empleados a esas fuentes de otro tipo de energías. Establecer métodos de control de energía para el control de otras fuentes de energías peligrosas en el área.

**3.4** Proporcionar un instrumento de prueba con los valores nominales adecuados para probar cada conductor de fase o parte de circuito para verificar que ellos están desenergizados (ver Sección G.11.3). Proporcionar un método para determinar que el instrumento de prueba funciona correctamente.

**3.5** Donde pueda existir la posibilidad de tensiones inducidas o energía eléctrica almacenada, es necesario poner a tierra los conductores de fase o las partes de circuitos antes de tocarlos. Donde se pueda anticipar razonablemente que es posible el contacto con otros conductores o partes de circuitos energizados expuestos, se requiere la instalación de dispositivos de conexión a tierra.

**Δ 4.0 Bloqueo/etiqueta simple.** El procedimiento de bloqueo/etiqueta simple abarca los párrafos G.1.0 a G.3.0, G.5.0 a G.9.0, y G.11.0 a G.13.0.

### 5.0 Secuencia de procedimientos del sistema bloqueo/etiqueta.

**5.1** Se debe notificar a los empleados que se va a implementar el sistema bloqueo/etiqueta y el motivo del mismo. El empleado calificado quien implementa el bloqueo/etiqueta debe conocer la localización de los medios de desconexión para todas las fuentes de energía eléctrica y el lugar de todas las fuentes de energía almacenada. La persona calificada debe ser conocedora de los peligros asociados con la energía eléctrica.

**5.2** Si la fuente de energía eléctrica se encuentra energizada, la persona calificada debe desenergizar y desconectar la alimentación de energía y debe asimismo liberar toda la energía almacenada.

**5.3** Siempre que sea posible, verificar visualmente que todas las cuchillas de los dispositivos de desconexión estén completamente abiertas o que los interruptores automáticos extraíbles se encuentren en la posición de desconexión total.

**5.4** Poner bloqueo/etiqueta a todos los medios de desconexión con dispositivos de bloqueo/etiqueta.

Nota informativa: Para etiqueta, se debe emplear una medida de seguridad adicional, tal como: apertura, enclavamiento o retiro de un elemento adicional del circuito.

**5.5** Intentar operar los medios de desconexión para confirmar que la operación está prohibida.

**Δ 5.6** Se debe utilizar un instrumento de prueba (ver G.11.3). Inspeccionar el instrumento para daños visibles. No seguir adelante si hay alguna indicación de daño en el instrumento hasta que se disponga de un dispositivo que no presente daños.

## ANEXO INFORMATIVO G

**5.7** Verificar que el instrumento funciona correctamente en una fuente de tensión conocida y después probar la ausencia de tensión.

**5.8** Verificar que el instrumento funciona correctamente en una fuente de tensión conocida después de probar la ausencia de tensión

**5.9** Donde sea requerido, instalar dispositivos de puesta a tierra de equipos/conductores en los conductores de fase o partes de circuitos, para eliminar la tensión inducida o energía almacenada, antes de tocarlos. Donde se haya determinado que es posible el contacto con otros conductores o partes de circuitos energizados expuestos; instalar dispositivos de conexión a tierra con valores nominales para las condiciones de falla disponible.

**5.10** Ahora los equipos y/o fuentes de energía eléctrica se encuentran con bloqueo/etiqueta.

### **6.0 Restablecimiento del equipo y/o del suministro eléctrico a la condición normal.**

**6.1** Después de que la tarea o trabajo se haya concluido, verifique visualmente que la tarea o trabajo esté completo.

**6.2** Retirar todas las herramientas, equipos y materiales no utilizados y limpiar apropiadamente.

**6.3** Retirar todos los equipos/conductores/dispositivos de puesta a tierra.

**6.4** Notificar a todo el personal involucrado en el trabajo o la tarea que el bloqueo/etiquetado está concluido, que el suministro eléctrico está siendo restaurado y que deben mantenerse alejados de los equipos y del suministro eléctrico.

**6.5** Llevar a cabo todas las verificaciones o pruebas de control de calidad en los equipos reparados o reemplazados, en el suministro eléctrico, o en ambos.

**6.6** Retiro de los dispositivos de bloqueo/etiqueta. La persona que instaló los dispositivos es quien debe retirarlos.

**6.7** Notificar al propietario de los equipos, del suministro eléctrico o de ambos, que los equipos, el suministro eléctrico, o ambos, están listos para reanudar su funcionamiento normal.

**6.8** Restituir los medios de desconexión a su condición normal.

**7.0 Procedimientos que requieren más de una persona.** Para un bloqueo/etiqueta simple y donde participa más de una persona en el trabajo o tarea, cada persona debe instalar su propio dispositivo bloqueo/etiqueta personal.

**8.0 Procedimientos que requieren más de un turno.** Cuando el bloqueo/etiqueta se prolonga durante más de un día, se debe verificar que el bloqueo/etiqueta aún se mantenga debidamente al comienzo del siguiente día. Cuando el bloqueo/etiqueta continúa durante turnos sucesivos, se considera que el bloqueo/etiqueta es un bloqueo/etiqueta complejo.

Para un bloqueo/etiqueta complejo, la persona responsable debe identificar el método para la transferencia del bloqueo/etiqueta y de comunicación a todos los empleados.

**9.0 Bloqueo/etiqueta complejo.** Se requiere un plan de bloqueo/etiquetado complejo donde existen uno o más de los siguientes:

- (1) Múltiples fuentes de energía (más de una).

- (2) Múltiples grupos de trabajadores.

- (3) Múltiples oficios/tareas.

- (4) Múltiples lugares.

- (5) Múltiples lugares.

- (6) Medios de desconexión únicos.

- (7) Secuencias de conmutación complejas o particulares.

- (8) El bloqueo/etiquetado se prolonga durante más de un turno, o sea, con nuevos trabajadores.

**▲ 9.1** Todos los procedimientos del bloqueo/etiqueta complejo deben requerir un plan de ejecución por escrito. El plan debe incluir los requisitos establecidos en los puntos **G.1.0** a **G.3.0**, **G.5.0**, **G.6.0** y **G.8.0** a **G.12.0**

**9.2** Debe haber una persona a cargo, involucrada en el procedimiento de candado/etiqueta complejo. La persona a cargo debe estar en el lugar del procedimiento.

**9.3** La persona responsable debe desarrollar un plan de ejecución escrito y comunicar ese plan a todas las personas involucradas en el trabajo o tarea. La persona a cargo permanecerá con la responsabilidad de la ejecución segura del plan de bloqueo/etiqueta complejo. Dicho plan debe contemplar todo lo que tiene que ver con los empleados que puedan estar expuestos y ellos deben entender cómo se controla la energía eléctrica. La persona responsable debe garantizar que cada persona entiende los peligros eléctricos a los que ellos están expuestos y las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad que utilizarán.

**9.4** Todos los planes bloqueo/etiqueta complejos identifican el método a aplicar para mantener un registro de todas y cada una de las personas que puedan estar expuestas a peligros eléctricos en el transcurso del bloqueo/etiqueta.

- (1) Se va a usar uno de los siguientes métodos:

- (2) Cada persona debe instalar su propio dispositivo de bloqueo o etiqueta personal.

- (3) La persona responsable debe guardar su llave en una "caja de llaves" cerrada.

- (4) La persona responsable debe mantener un registro de firmas para la entrada/salida de todo el personal que ingresa en el área.

Debe usarse otra metodología igualmente efectiva.

**9.5** La persona responsable puede instalar bloqueos/etiquetas o dirigir la instalación de los mismos por parte de otros empleados.

**9.6** La persona responsable puede retirar los bloqueos/etiquetas o dirigir el retiro de los mismos por parte de otros empleados, solo después de comprobar el registro del personal que participa, de manera que pueda garantizar que todos los empleados involucrados se encuentran libres de peligros eléctricos potenciales.

**9.7** Donde el bloqueo/etiqueta complejo continúa durante turnos sucesivos, la persona responsable debe establecer el método que se usará para transferir el bloqueo y el método de comunicación que aplicará para dar aviso a todos los empleados.

### **10.0 Disciplina.**

**10.1** La violación consciente de los requisitos de este programa provocará [*indicar las acciones disciplinarias que se tomarán*].

## ANEXO INFORMATIVO G

**10.2** La operación consciente de un medio de desconexión que tiene instalado un dispositivo de bloqueo (dispositivo de etiqueta) provocará [*indicar las acciones disciplinarias que se tomarán*].

### 11.0 Equipos.

**11.1** Los bloqueos deben ser [*defina el tipo y modelo de los candados seleccionados*].

**11.2** Las etiquetas deben ser [*defina el tipo y modelo que se utilizarán*].

**11.3** El/los instrumentos(s) de prueba que se utilizará(n) debe(n) ser [*defina el tipo y modelo*].

**12.0 Revisión.** Este programa se revisó por última vez el [fecha] y está programado para volver a ser revisado el [fecha] (no más de un año después de la última revisión).

**13.0 Entrenamiento bloqueo/etiqueta.** El entrenamiento recomendado puede incluir, pero no está limitado a lo siguiente:

- (1) Reconocimiento de dispositivos bloqueo/etiqueta.
- (2) Instalación de dispositivos de bloqueo/etiqueta.
- (3) Deber del empleador de registrar los procedimientos por escrito.
- (4) Deber del empleado en la ejecución de los procedimientos.
- (5) Deberes de la persona responsable.
- (6) Retiro autorizado y no autorizado de bloqueos/etiquetas.
- (7) Control del cumplimiento de la ejecución de los procedimientos bloqueo/etiqueta.
- (8) Bloqueo/etiqueta simple.
- (9) Bloqueo/etiqueta complejo.
- (10) Utilización del diagrama unifilar y planos diagramáticos para identificar fuentes de energía.
- (11) Técnicas de alerta.
- (12) Liberación de energía almacenada.
- (13) Métodos para llevar registro del personal involucrado.
- (14) Necesidades y requisitos de equipos de protección de puesta a tierra temporal.
- (15) Uso seguro de los instrumentos de prueba.



## Anexo Informativo H Guía orientativa para la selección de vestimenta protectora y otros equipos de protección personal (EPP)

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**Δ H.1 Vestimenta resistente al arco y otros equipos de protección personal (EPP) de uso con las categorías de EPP para relámpago de arco.** La Tabla 130.5(C), la Tabla 130.7(C)(15)(a), Tabla 130.7(C)(15)(b) y la Tabla 130.7(C)(15)(c) proporcionan lineamientos orientativos para la selección y uso de EPP cuando se usan las categorías de EPP para relámpago de arco.

**Δ H.2 Enfoque simplificado para la vestimenta correspondiente a dos categorías, para usar con lo especificado en la Tabla 130.7(C)(15)(A)(a), en la Tabla 130.7(C)(15)(A)(b), Tabla 130.7(C)(15)(c).** El uso de la Tabla H.2 constituye un enfoque simplificado para la provisión del EPP mínimo para trabajadores eléctricos dentro de instalaciones con sistemas eléctricos diversos y de grandes dimensiones. La vestimenta listada en la Tabla H.2 cumple con los requisitos mínimos de la vestimenta resistente al arco según se establece en la Tabla 130.7(C)(15)(c), Tabla 130.7(C)(15)(a), Tabla 130.7(C)(15)(b). Deberían usarse los sistemas de vestimenta enumerados en esta tabla con los otros EPP apropiados para la categoría de EPP para relámpago de arco [ver la Tabla 130.7(C)(15)(c)]. Las notas de la Tabla 130.7(C)(15)(a), Tabla 130.7(C)(15)(b) y Tabla 130.7(C)(15)(c) deben aplicarse según se muestra en esas tablas.

**Δ H.3 Vestimenta resistente al arco y otros equipos de protección personal (EPP) para uso con la evaluación de riesgo de peligros eléctricos.** La Tabla H.3 incluye un resumen de las secciones específicas incluidas en la norma *NFPA 70E* que describen los EPP para peligros eléctricos.

**N H.4 Evaluación de conformidad del equipo de protección personal (EPP)**

**N H.4.1 Introducción.** La Sección 130.7(C)(14) requiere que el equipo de protección personal (EPP) provisto por un proveedor o fabricante cumpla con los estándares de productos apropiados por uno de tres métodos. Puede encontrarse información adicional sobre estos métodos de evaluación de conformidad en ANSI/ISEA 125, *Estándar Nacional Estadounidense para la Evaluación de la Conformidad de la Seguridad y el Equipo de Protección Personal*. ANSI/ISEA 125 establece criterios para la evaluación de la conformidad de la seguridad y el EPP que se encuentra a la venta con declaraciones de cumplimiento de normas de desempeño de producto. ANSI/ISEA 125 contiene disposiciones para la recopilación de datos, verificación de producto, conformidad de calidad y del control de producción en la fabricación, roles y responsabilidades de los proveedores, organizaciones de prueba y organizaciones de certificación de terceros.

**N H.4.2 Nivel de conformidad.** ANSI/ISEA 125 proporciona tres diferentes niveles de evaluación de la conformidad: Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3.

La conformidad de Nivel 1 es cuando el proveedor o fabricante hace una auto-declaración de que un producto cumple con todos los requisitos de la(s) norma(s) a las que se aplica la declaración de conformidad. Se requiere que la Declaración de Conformidad del proveedor para cada producto esté disponible bajo solicitud para su examinación.

La conformidad de Nivel 2 es cuando el proveedor o fabricante hace una auto-declaración de que un producto cumple con todos los requisitos de la(s) norma(s) a las que se aplica la declaración de conformidad, el proveedor o fabricante tiene un Sistema de gestión de calidad ISO 9001, o sistema de

**Δ Tabla H.2 Sistema simplificado de vestimenta con valor de resistencia al arco, correspondiente a dos categorías**

Vestimenta <sup>a</sup>	Tareas aplicables
<b>Vestimenta de trabajo para todos los días</b> Camisa de manga larga resistente al arco con pantalones resistentes al arco (valor mínimo de resistencia a arcos de 8) <i>u</i> overol resistente al arco (valor mínimo de resistencia a arcos de 8)	Todas las tareas de categoría 1 de EPP para relámpago de arco y categoría 2 de EPP para relámpago de arco listadas en la Tabla 130.7(C)(15)(A)(a), 130.7(C)(15)(A)(b) y en la Tabla 130.7(C)(15)(B) <sup>b</sup>
<b>Traje de protección contra relámpago de arco</b> Un sistema de vestimenta total que consta de camisa y pantalones resistentes al arco y/u overol resistente al arco y/o chaqueta y pantalones de protección contra relámpago de arco (valor de resistencia al arco del sistema de vestimenta mínimo de 40)	Todas las tareas de categoría 3 de EPP para relámpago de arco y categoría 4 de EPP para relámpago de arco listadas en la Tabla 130.7(C)(15)(A)(a), 130.7(C)(15)(A)(b) y en la Tabla 130.7(C)(15)(B) <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Tenga en cuenta que podrían requerirse otros EPP listados en la Tabla 130.7(C)(15)(c), incluyendo protectores faciales con valor de resistencia al arco o capuchas del traje de protección contra relámpago de arco, forros de cascos con valor de resistencia al arco, anteojos de seguridad o gafas de seguridad, cascos, protección auditiva, guantes de cuero para uso industrial, guantes con protectores de cuero. El valor de resistencia al arco para una prenda de vestir se expresa en cal/cm<sup>2</sup>.

<sup>b</sup>Las capacidades de corriente de falla disponible y tiempos de despeje de fallas o duración del arco estimadas se listan en el texto de la Tabla 130.7(C)(15)(a) y de la Tabla 130.7(C)(15)(b). Para sistemas de potencia con capacidad de corriente de falla disponible mayor a la estimada o con tiempos de despeje de fallas más largos que los previstos para los tiempos de despeje de fallas, la Tabla H.2 no se puede usar y el EPP contra relámpago arco eléctrico debe determinarse y seleccionarse mediante un análisis de energía incidente de acuerdo con 130.5(G).

ANEXO INFORMATIVO H

**Δ** Tabla H.3 Resumen de las secciones específicas que describen los EPP para peligros eléctricos

EPP para peligro de choque	Sección/es aplicable(s)
Guantes de hule aislantes y protectores de cuero, a menos que se cumplan los requisitos de ASTM F 496	130.7(C)(7)(a)
Mangas de hule aislantes, según sea necesario	130.7(C)(7)(a)
Casco de Clase G o E, según sea necesario	130.7(C)(3)
Anteojos o gafas de seguridad, según sea necesario	130.7(C)(4)
Cubrecajalzo dieléctrico, según sea necesario	130.7(C)(8)
Exposiciones a la energía incidente hasta 1.2 cal/cm <sup>2</sup> , (5 J/cm <sup>2</sup> ), inclusive	
Vestimenta:	130.7(C)(1), 130.7(C)(2), 130.7(C)(6), 130.7(C)(9)(d)
Sistema de vestimenta con un valor de resistencia al arco apropiado para la exposición a la energía incidente prevista	
Capas inferiores de la vestimenta (cuando se usen):	130.7(C)(9)(c); 130.7(C)(11); 130.7(C)(12)
de fibras naturales con valor de resistencia al arco o no fundentes	
Guantes:	130.7(C)(7)(b); 130.7(C)(10)(d)
Exposiciones ≥ 1.2 cal/cm <sup>2</sup> y ≤ 8 cal/cm <sup>2</sup> : guantes de cuero, para uso industrial	
Exposiciones > 8 cal/cm <sup>2</sup> : guantes de hule aislantes con protectores de cuero; o guantes resistentes al arco	
Casco:	130.7(C)(1), 130.7(C)(3)
Clase G o E	
Protector facial:	130.7(C)(1), 130.7(C)(3), 130.7(C)(10)(a), 130.7(C)(10)(b), 130.7(C)(10)(c)
Exposiciones ≥ 1.2 cal/cm <sup>2</sup> y 12 cal/cm <sup>2</sup> : Protector facial resistente al arco que cubre la cara, el cuello y el mentón y pasamontañas resistente al arco o capucha del traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco	
Exposiciones > 12 cal/cm <sup>2</sup> : Capucha de traje de protección contra relámpago de arco con valor de resistencia al arco	
Anteojos o gafas de seguridad	130.7(C)(4); 130.7(C)(10)(c)
Protección auditiva	130.7(C)(5)
Calzado:	130.7(C)(10)(e)
Exposiciones ≤ 4 cal/cm <sup>2</sup> : Calzado de cuero, para uso industrial (según sea necesario)	
Exposiciones > 4 cal/cm <sup>2</sup> (16.75 J/cm <sup>2</sup> ): Zapatos de trabajo de cuero, para uso industrial	

gestión de calidad registrado equivalente, y todas las pruebas han sido llevadas a cabo por un laboratorio de pruebas ISO 17025 acreditado. Se requiere que la Declaración de Conformidad del proveedor para cada producto esté disponible bajo solicitud para su examinación.

La conformidad del nivel 3 es cuando los productos están certificados por una organización de certificación (OC) de terceros independiente acreditada ISO 17065. Todas las pruebas de productos son dirigidas por el OC, y todos los cambios en el producto deben ser revisados y probados nuevamente si es necesario. A los productos que cumplen se les emite una Declaración de Conformidad del OC y los productos se marcan con la marca o etiqueta OC.

**N H.4.3 Equivalencia.** Si bien hay tres niveles de evaluación de la conformidad descritos en ANSI/ISEA 125, los niveles no deben ser considerados como equivalentes. Se advierte a los usuarios que el nivel de rigor requerido para demostrar la conformidad debería basarse en las posibles consecuencias para la seguridad y la salud que implicaría usar productos que no cumplen con el estándar de rendimiento declarado. Una mayor consecuencia potencial contra la seguridad y la salud asociadas con el uso de un producto que no presta conformidad, debería requerir un mayor nivel de evaluación de conformidad.

**N H.4.4 Declaración de conformidad del proveedor.** Una Declaración de Conformidad debería ser emitida por el proveedor y

puesta a disposición para el examen a pedido de un cliente, usuario o autoridad relevante. La Declaración de Conformidad debería, como mínimo:

- (1) Presentar el nombre y la dirección del proveedor.
- (2) Si la instalación de prueba ISO 17025 es un laboratorio independiente o interno (propiedad o propiedad parcial de una entidad dentro de la estructura corporativa del proveedor o dentro de la corriente de fabricación para el producto aplicable, incluidos subcontratistas y subproveedores).
- (3) Referencia al informe de la prueba (título, número, fecha, etc.) que sirve de base para determinar la conformidad.

Para ver un ejemplo de Declaración de Conformidad de Proveedor, ver Figura H.4.4.

**N H.4.5 Referencias.** ANSI/ISEA contiene información detallada y orientación sobre la aplicación de la conformidad, en los diferentes niveles que hacen a la evaluación de la conformidad. Copias de ANSI/ISEA 125 están disponibles sin cargo enviando un correo electrónico al *Safety Equipment Association* en: ISEA@Safetyequipment.org y solicitando una copia complementaria.

ANEXO INFORMATIVO H

Declaración de conformidad del proveedor		
Nro. _____		
Nombre del emisor: _____		
Dirección del emisor: _____		
Objeto de la declaración: _____		
_____		
El objeto de la declaración descrita anteriormente está en conformidad con los documentos siguientes:		
Documentos Nro.	Título	Edición/Fecha de expedición
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Información adicional:		
_____		
_____		
Firmado por y en nombre de:		
_____		
_____		
Lugar y la fecha de expedición		
_____		
(Nombre, función)	(Firma o el equivalente autorizado por el emisor)	

Figura H.4.4 Declaración de conformidad del proveedor.

ANEXO INFORMATIVO I

**Anexo Informativo I Sesión informativa de trabajo y lista de verificación para la planificación**

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**I.1 Sesión informativa de trabajo y lista de verificación para la planificación.** La Figura I.1 ilustra las consideraciones para una sesión informativa de trabajo y una lista de verificación para la planificación.

<b>Identificar</b> <input type="checkbox"/> Peligros <input type="checkbox"/> Niveles de tensión implicados <input type="checkbox"/> Habilidades requeridas <input type="checkbox"/> Cualquier fuente "inesperada" de tensión (fuente secundaria) <input type="checkbox"/> Cualquier condición inusual de trabajo <input type="checkbox"/> Cantidad de personas requeridas para el trabajo		<input type="checkbox"/> Fronteras de protección contra choque eléctrico <input type="checkbox"/> Energía incidente disponible <input type="checkbox"/> Potencial de relámpago de arco (realizar una evaluación de riesgo de arco) <input type="checkbox"/> Frontera de relámpago de arco <input type="checkbox"/> ¿Cualquier evidencia de falla inminente?	
<b>Preguntar</b> <input type="checkbox"/> ¿Puede desenergizarse el equipo? <input type="checkbox"/> ¿Hay posibilidades de retroalimentación en los circuitos donde se trabaja? <input type="checkbox"/> ¿Se necesita un permiso de trabajo eléctrico energizado?		<input type="checkbox"/> ¿Se requiere una persona acompañando? <input type="checkbox"/> ¿Está el equipo apropiadamente instalado y mantenido?	
<b>Verificar</b> <input type="checkbox"/> Planes de trabajo <input type="checkbox"/> Diagramas unifilares y planos del proveedor <input type="checkbox"/> Tabla de situación <input type="checkbox"/> Información de la planta y recursos del proveedor están actualizados		<input type="checkbox"/> Procedimientos de seguridad <input type="checkbox"/> Información del proveedor <input type="checkbox"/> Los individuos están familiarizados con el sitio	
<b>Conocer</b> <input type="checkbox"/> Cuál es el trabajo <input type="checkbox"/> Quién mas necesita saber — ¡Comunicar!		<input type="checkbox"/> Quién está a cargo	
<b>Pensar</b> <input type="checkbox"/> En los eventos inesperados... ¿Qué sucedería si? <input type="checkbox"/> Bloqueado — Etiquetado — Prueba — Verificación — Acción <input type="checkbox"/> Prueba de tensión — PRIMERO <input type="checkbox"/> Use el equipo y las herramientas correctas, incluyendo el EPP		<input type="checkbox"/> Instale y remueva equipo de protección de puesta a tierra temporal <input type="checkbox"/> Instale barreras y barricadas <input type="checkbox"/> ¿Qué más . . . ?	
<b>Prepárese para una emergencia</b> <input type="checkbox"/> ¿Está la persona que acompaña entrenada en RCP/DAE? <input type="checkbox"/> ¿Está el equipamiento para emergencias disponible? ¿Dónde? <input type="checkbox"/> ¿Dónde está el teléfono más cercano? <input type="checkbox"/> ¿Dónde está la alarma contra incendio? <input type="checkbox"/> ¿Hay rescate en espacios confinados disponible?		<input type="checkbox"/> ¿Cuál es el lugar exacto del trabajo? <input type="checkbox"/> ¿Cómo se desenergiza el equipo en caso de una emergencia? <input type="checkbox"/> ¿Se saben los números de teléfono de emergencia? <input type="checkbox"/> ¿Dónde se encuentra el extintor de incendios? <input type="checkbox"/> ¿Hay comunicaciones radiales disponibles? <input type="checkbox"/> ¿Hay un DAE disponible?	

**▲ FIGURE I.1 Modelo de sesión informativa de trabajo y lista de verificación para la planificación.**



ANEXO INFORMATIVO J

### Anexo Informativo J Permiso de trabajo eléctrico energizado

Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.

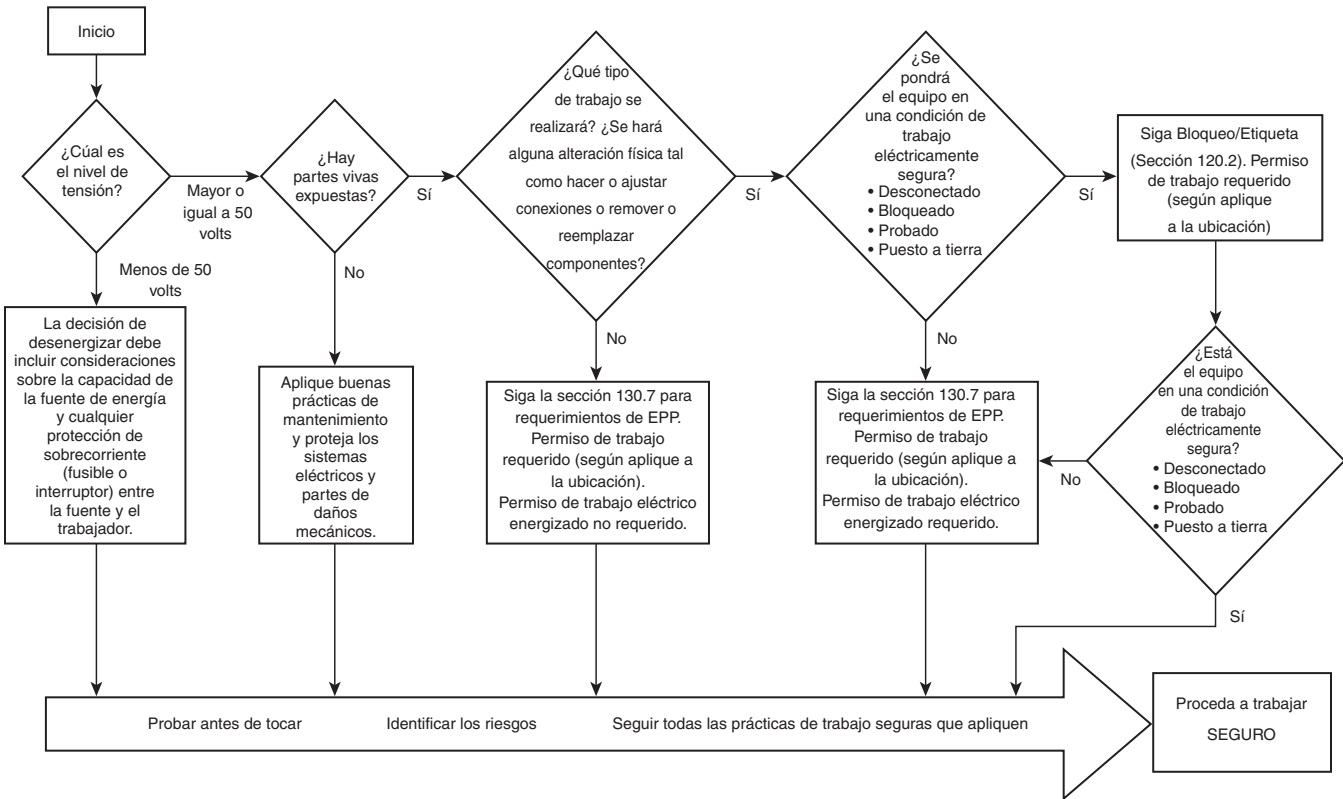
**J.1 Modelo de permiso de trabajo eléctrico energizado.** La Figura J.1 ilustra las consideraciones para un permiso de trabajo eléctrico energizado.

**J.2 Permiso de trabajo eléctrico energizado.** La Figura J.2 ilustra los ítems a considerar cuando se está determinando la necesidad de un permiso de trabajo eléctrico energizado.

PERMISO PARA TRABAJO ELÉCTRICO ENERGIZADO	
<b>PARTE I: A SER COMPLETADO POR EL SOLICITANTE:</b>	
	Número de orden de trabajo/tarea _____
(1) Descripción del circuito/equipo/lugar de trabajo:	_____
(2) Descripción del trabajo a realizar:	_____
(3) Justificación de por qué el circuito/equipo no puede ser desenergizado, o el trabajo diferido hasta la próxima interrupción programada:	_____
Solicitante/Cargo	Fecha
<b>PARTE II: A SER COMPLETADO POR LA PERSONA ELÉCTRICAMENTE CALIFICADA QUE ESTÁ HACIENDO LA TAREA:</b>	
	<b>Marque al completar</b>
(1) Descripción del procedimiento de trabajo a utilizar al realizar la tarea detallada arriba:	<input type="checkbox"/>
(2) Descripción de las prácticas de trabajo seguro a emplear:	<input type="checkbox"/>
(3) Resultados del análisis del riesgo de choque eléctrico:	
(a) Voltaje al cual estará expuesto el personal	<input type="checkbox"/>
(b) Frontera de aproximación limitada	<input type="checkbox"/>
(c) Frontera de aproximación restringida	<input type="checkbox"/>
(d) Equipo de protección personal contra choque eléctrico necesario para realizar la tarea de forma segura	<input type="checkbox"/>
(4) Resultados de la evaluación de riesgo de relámpago de arco:	
(a) Energía incidente disponible a la distancia de trabajo o categoría de EPP de relámpago de arco	<input type="checkbox"/>
(b) Equipo de protección personal contra relámpago de arco necesario para realizar la tarea de forma segura	<input type="checkbox"/>
(c) Frontera de relámpago de arco	<input type="checkbox"/>
(5) Medios de restricción de acceso a personas no calificadas al área de trabajo:	<input type="checkbox"/>
(6) Evidencia de realización de un informe de trabajo incluyendo discusión sobre los peligros asociados a las tareas:	<input type="checkbox"/>
(7) ¿Está de acuerdo en que el trabajo descrito arriba puede hacerse de forma segura? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No (Si no, devolver al solicitante)	
Persona(s) eléctricamente calificada(s)	Fecha
Persona(s) eléctricamente calificada(s)	Fecha
<b>PARTE III: APROBACIONES PARA REALIZAR EL TRABAJO MIENTRAS ESTÁ ELÉCTRICAMENTE ENERGIZADO:</b>	
Gerente de producción	Gerente de ingeniería/mantenimiento
Gerente de seguridad	Persona eléctricamente calificada
Gerente general	Fecha
Nota: Una vez completado el trabajo, envíe este formulario al Departamento de Seguridad local para revisión y registro.	
© 2017 National Fire Protection Association	NFPA 70E

▲ Figura J.1 Modelo de permiso de trabajo eléctrico energizado.

ANEXO INFORMATIVO J



▲ Figura J.2 Diagrama de flujo de un permiso para un trabajo eléctrico energizado.

## Anexo Informativo K Categorías generales de peligros eléctricos

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**K.1 General.** Las lesiones eléctricas representan un serio problema para la salud y la seguridad en los lugares de trabajo, tanto para los trabajadores eléctricos como para los no electricistas. Los datos de la Oficina de Estadísticas Laborales (BLS) de EE. UU. indican que hubo casi 6000 lesiones eléctricas fatales para los trabajadores en los Estados Unidos entre 1992 y 2012. Datos de la BLS también indican que hubo 24,100 lesiones eléctricas no fatales entre 2003 y 2012. Entre 1992 y 2013, el número de lesiones eléctricas fatales en el lugar de trabajo ha disminuido dramáticamente y en forma constante, de 334 en 1992 a 139 en 2013. Sin embargo, la tendencia de las lesiones eléctricas no fatales, es menos consistente. Entre 2003 y 2009, los totales de lesiones no mortales variaron desde 2,390 en 2003 a 2,620 en 2009, con un pico de 2,950 lesiones en 2005. Los totales de lesiones no mortales entre 2010 y 2012 fueron los más bajos en este período de 10 años, con 1,890 lesiones no fatales en 2010, 2,250 en 2011 y 1,700 en 2012.

Hay dos categorías generales de lesiones eléctricas; por choque eléctrico y por quemaduras eléctricas. Las quemaduras eléctricas pueden ser subdivididas en quemaduras causadas por energía radiante (quemaduras de arco), quemaduras causadas por la exposición a gases y materiales calientes expulsados (quemaduras térmicas), y quemaduras causadas por la conducción de corriente eléctrica a través de partes del cuerpo (quemaduras de conducción). Además, puede ocurrir daño auditivo a raíz de la energía acústica, y pueden causarse lesiones traumáticas por los gases tóxicos y las ondas de presión provocadas por el evento de arco.

Cerca del 98 por ciento de las lesiones eléctricas ocupacionales fatales son lesiones de choque eléctrico. Un caso de estudio corporativo que examinaba las prácticas de seguridad y reporte de lesiones eléctricas encontró que el 40 por ciento de los incidentes eléctricos involucraron 250 volts o menos; y señaló la percepción errónea de que la seguridad eléctrica es un problema vinculado a la alta tensión. Además, nuevamente se encontró que los incidentes eléctricos involucran en gran medida a trabajadores no electricistas; donde aproximadamente la mitad de los incidentes afecta a trabajadores que no son técnicos eléctricos. La investigación de las muertes eléctricas en la construcción muestra que la mayor proporción de muertes ocurrieron en establecimientos con 10 o menos empleados, y señaló que los empleadores con menos personal posiblemente apliquen menos requisitos de entrenamiento o un entrenamiento menos estructurado en relación a sus prácticas de seguridad.

**▲ K.2 Choque eléctrico.** Más del 40 por ciento de todas las fatalidades eléctricas en los EE. UU. involucraron el contacto con líneas eléctricas aéreas. Esto incluye las muertes por contacto directo de un trabajador con líneas eléctricas aéreas, contacto a través de objetos transportados a mano, y contacto mediante máquinas y vehículos. Comparando la proporción de muertes totales por lesiones eléctricas totales (fatales y no fatales), se comprobó que las heridas por causas eléctricas tienen una mayor tasa de fatalidad que muchas otras categorías de lesiones. Por ejemplo, de 2003 a 2009 hubo 20,033 lesiones eléctricas, de las cuales 1,573 fueron fatales. Un trabajador murió por

cada 12.74 lesiones eléctricas. Para el mismo período hubo 1,718,219 lesiones por caídas de las cuales 5,279 fueron fatales, muriendo un trabajador por cada 325 lesiones.

De ellos, 1,573 fueron muertes eléctricas. Una mirada más detallada en la demografía de 168 muertes por causas eléctricas en 2009, mostró que el 99 por ciento de las muertes fueron resultado de la electrocución, y 70 por ciento ocurrió mientras el trabajador estaba desempeñando actividades de construcción, reparación o limpieza.

**K.3 Relámpago de arco.** En la recientemente publicada 29 CFR Subparte V, OSHA identificó 99 lesiones que involucraron quemaduras por arcos causados por falla o averías del equipo, resultando en 21 muertes y 94 lesiones hospitalizadas durante el período de enero de 1991 a Diciembre de 1998.

En base a estos datos, OSHA estimó que un promedio de al menos ocho lesiones por quemaduras causadas por arcos ocurren cada año, involucrando a empleados que realizan trabajos tratados en las normas de OSHA, llevando a 12 lesiones no mortales y dos muertes por año. De los informes que indican el alcance de la lesión por quemadura, el 75 por ciento informó que se trata de quemaduras de tercer grado.

Durante el período analizado, la OSHA Federal solo requirió que las lesiones no fatales se informaran cuando se hospitalizaba a tres o más trabajadores. OSHA encontró que había seis lesiones por cada muerte en California, donde se requiere el reporte de cada lesión hospitalizada.

Usando esos datos, OSHA estimó que habría al menos 36 lesiones por cada muerte, y probablemente muchas más. También, muchos choques eléctricos no fatales involucran quemaduras por asociación de arco eléctrico.

A partir del 1 de enero de 2015, OSHA Federal exige que se informe cada una de las lesiones hospitalizadas.

**▲ K.4 Ráfaga de arco.** Las tremendas temperaturas de un arco, causan la expansión explosiva tanto del aire circundante como del metal dentro de la trayectoria del arco. Por ejemplo, el cobre se expande 67,000 veces al pasar de estado sólido a vapor. El peligro de esta expansión incluye altas presiones, ruido muy fuerte y esquirlas. Las altas presiones pueden fácilmente exceder de cientos o aún miles de libras por pie cuadrado, lanzando a los trabajadores fuera de las escaleras, rompiendo tímpanos y colapsando pulmones. Los sonidos asociados con esas presiones pueden exceder 160 dB. Finalmente, materiales y metal derretido son lanzados por el arco a velocidades que exceden de 1120 km/h (700 mph), lo suficientemente veloz como para que los proyectiles (o esquirlas) penetren completamente el cuerpo humano.

**N K.5 Otra información.** Informe final sobre lesiones ocupacionales por choque eléctrico y eventos de arco eléctrico, por Richard Campbell y David Dini, patrocinado por The Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA. (*Occupational Injuries From Electrical Shock and Arc Flash Events Final Report.*)

Lesiones Eléctricas Ocupacionales en los Estados Unidos, 2003-2009, por James Cawley y Brett C. Banner, ESFI. (*Occupational Electrical Injuries in the US.*)

---

ANEXO INFORMATIVO K

---

Documento técnico ESW 2012-24 presentado en la Conferencia IEEE ESW, Peligros de relámpago de arco, energía incidente, valores de EPP y lesiones por quemaduras térmicas — Una mirada más profunda, por Tammy Gammon, Wei Jen Lee y Ben Johnson. (*Arc Flash Hazards, Incident Energy, PPE Ratings and Thermal Burn Injury — A Deeper Look.*)

Artículo técnico ESW 2015-17 presentado en la Conferencia IEEE ESW, OSHA Subparte V, Energía Eléctrica y Distribución, 11 de abril de 2014. (*Electric Power and Distribution.*)



## Anexo Informativo L Aplicación típica de salvaguardias en la zona de trabajo de la línea de celdas

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**L.1 Aplicación de salvaguardias.** Este anexo informativo permite la aplicación típica de salvaguardias en áreas electrolíticas donde existen peligros eléctricos. Considere, por ejemplo, a un empleado que está trabajando en una celda energizada. El empleado hace contacto manual para realizar ajustes y reparaciones. Por consiguiente, la celda energizada expuesta y el piso metálico que está puesto a tierra podrían presentar un peligro eléctrico. Se pueden proveer salvaguardias para este empleado de las siguientes maneras:

- (1) Puede usar botas de protección para separar los pies del empleado del piso y así proveer una salvaguardia contra los peligros eléctricos.
- (2) Puede usar guantes de protección que separen las manos del empleado de la celda energizada y eso brinda una salvaguardia.
- (3) Si la tarea o trabajo causa severos deterioros, desgastes o daños al EPP, puede ser necesario vestir tanto los guantes de protección como las botas para asegurar la salvaguarda.
- (4) Puede suministrarse una superficie aislante, permanente o temporal, para que el empleado pise, a fin de proporcionarle una salvaguardia.
- (5) El diseño de la instalación puede modificarse para proveer una superficie conductiva en la cual pueda

pararse el empleado. Si la superficie conductiva está conectada equipotencialmente a la celda, se proveerá una salvaguardia por medio de la equipotencialización.

- (6) Las prácticas seguras de trabajo pueden proveer salvaguardias. Si se usan botas de protección, entonces el empleado no debería extender los brazos por sobre superficies energizadas (o puestas a tierra) de tal manera que su codo eluda la salvaguarda. Si se requiere hacer movimientos como esos, se deben utilizar mangas de protección, mallas de protección o herramientas especiales. La capacitación en temas como la naturaleza de los peligros eléctricos y el uso y condiciones apropiadas de las salvaguardas, son, en sí mismas, una salvaguarda.
- (7) La celda energizada puede conectarse temporalmente a tierra.

**L.2 Receptáculos de alimentación de potencia.** Los circuitos y receptáculos de fuentes de alimentación para equipos eléctricos portátiles en el área de la línea de celdas deberían cumplir los requisitos que se establecen en NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*, Sección 668.21. Sin embargo, se recomienda que los receptáculos para equipos eléctricos portátiles no se instalen en áreas de celdas electrolíticas y que sólo se utilicen herramientas y equipos portátiles que sean accionados con energía neumática.

## Anexo Informativo M Disposición en capas de la vestimenta protectora y valor total de la resistencia al arco del sistema

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

### M.1 Disposición en capas de la vestimenta protectora.

**M.1.1** La disposición en capas de la vestimenta resistente al arco es un enfoque efectivo para lograr el valor de resistencia al arco requerido. El uso de todas las capas de vestimenta resistente al arco permitirá alcanzar el valor de resistencia al arco requerido con el menor número de capas y el menor peso del sistema de vestimenta. Para aumentar el valor de resistencia al arco de una prenda o de un sistema de vestimenta no deberían usarse prendas de vestir que no sean resistentes al arco.

**M.1.2** Puede seleccionarse la totalidad del sistema de vestimenta protectora para abarcar la protección brindada por todas las capas de vestimenta que se usen. Por ejemplo, para lograr un valor de resistencia al arco de 40 cal/cm<sup>2</sup> (167.5 J/cm<sup>2</sup>), puede usarse un traje de protección contra relámpago de arco con un valor de resistencia al arco de 40 cal/cm<sup>2</sup> (167.5 J/cm<sup>2</sup>), sobre una camisa de algodón y pantalones de algodón. Alternativamente, podría usarse un traje de protección contra relámpago de arco con un valor de 25 cal/cm<sup>2</sup> (104.7 J/cm<sup>2</sup>) sobre una camisa con valor de resistencia al arco y pantalones con valor de resistencia al arco con un valor de 8 cal/cm<sup>2</sup> (33.5 J/cm<sup>2</sup>) a fin de alcanzar un valor de resistencia al arco de todo el sistema de 40 cal/cm<sup>2</sup> (167.5 J/cm<sup>2</sup>). Este último enfoque provee el valor de resistencia al arco requerido con un menor peso y con menos capas de tela en total y, por lo tanto, brindaría la protección requerida con un nivel más alto de comodidad para el trabajador.

### M.2 Disposición en capas del uso de vestimenta resistente al arco, sobre capas interiores de vestimenta de fibras naturales.

**M.2.1** Bajo algunas condiciones de exposición, las capas inferiores de fibras naturales pueden encenderse, aun cuando se estén usando debajo de vestimenta con valor de resistencia al arco.

**M.2.2** Si la exposición a un relámpago de arco es suficiente para romper toda la capa externa de la vestimenta resistente al

arco o las capas inferiores de fibras naturales, la capa interior puede encenderse y causar lesiones por quemaduras más severas en una mayor área del cuerpo. Ello se debe que las capas inferiores de fibras naturales se queman sobre áreas del cuerpo del trabajador que no estuvieron expuestas por el incidente del relámpago de arco. Esto puede ocurrir cuando la capa interior de fibras naturales continúa quemándose debajo de las capas de vestimenta con valor de resistencia al arco, aún en áreas en las que la capa o las capas de vestimenta con valor de resistencia al arco no se rompen debido a un “efecto chimenea”.

### M.3 Valor total de resistencia al arco del sistema.

**M.3.1** El valor de resistencia al arco de todo el sistema es el valor de resistencia al arco que se obtiene cuando todas las capas de vestimenta usadas por un trabajador se someten a prueba como una muestra de prueba de capas múltiples. Un ejemplo de un sistema de vestimenta es un overol (mameluco) resistente al arco que se usa sobre una camisa resistente al arco y pantalones resistentes al arco en el que todas las prendas están fabricadas con la misma tela resistente al arco. Para este sistema de dos capas de vestimenta resistente al arco, el valor de resistencia a arcos sería normalmente más de tres veces mayor que los valores de las capas individuales; es decir, si los valores de resistencia a arcos del overol (mameluco), la camisa y los pantalones resistentes al arco estuvieran todas en el rango de 5 cal/cm<sup>2</sup> (20.9 J/cm<sup>2</sup>) a 6 cal/cm<sup>2</sup> (25.1 J/cm<sup>2</sup>), el valor de resistencia al arco total de las dos capas sería de más de 20 cal/cm<sup>2</sup> (83.7 J/cm<sup>2</sup>).

**M.3.2** Es importante comprender que el valor de resistencia al arco de todo el sistema no puede determinarse mediante la suma del valor de resistencia al arco de las capas individuales. En un pocos casos, se ha observado que el valor de resistencia al arco de todo el sistema realmente disminuye cuando otra capa con valor de resistencia al arco de un tipo específico se agregó al sistema como la capa más externa. La única manera de determinar el valor de resistencia al arco total del sistema es mediante una prueba contra arcos de las múltiples capas, en la combinación de todas esas capas ensambladas del modo en que van a ser usadas.

## Anexo Informativo N Ejemplo de procedimientos y políticas industriales para trabajar cerca de equipos y de líneas eléctricas aéreas

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**N.1 Introducción.** Este anexo informativo es un ejemplo de un procedimiento industrial para el trabajo en proximidades de sistemas eléctricos aéreos. Las áreas que abarca incluyen operaciones que podrían exponer a los empleados o equipos al contacto con sistemas eléctricos en altura.

Cuando se trabaja cerca de equipos o líneas eléctricas, se debe evitar el contacto directo o indirecto. El contacto directo es el contacto con cualquier parte del cuerpo. El contacto indirecto se produce cuando la parte del cuerpo toca o está en una proximidad peligrosa con algún objeto que esté en contacto con equipos eléctricos energizados. Siempre deberían considerarse las dos siguientes presunciones:

- (1) Las líneas están “vivas” (energizadas).
- (2) Las líneas funcionan a una tensión alta (más de 1000 volts).

A medida que aumenta la tensión, los espacios libres mínimos de trabajo también aumentan. Por la formación de un arco, pueden producirse lesiones o víctimas fatales, aun cuando no se haga contacto real con equipos o líneas de alta tensión. El potencial de formación de arcos aumenta a medida que aumenta la tensión.

**N.2 Política para líneas aéreas de energía.** El presente anexo informativo se aplica a todos los conductores aéreos independientemente de la tensión, y requiere lo siguiente:

- (1) Que los empleados no se ubiquen en estrecha proximidad de las líneas aéreas de energía. “Estrecha proximidad” es dentro de una distancia de 3 m (10 pies) para sistemas de hasta 50 kV, y debería aumentarse 100 mm (4 pulg.) por cada 10 kV por encima de 50 kV.
- (2) Que se informe a los empleados acerca de los riesgos y las precauciones que deben tomar cuando trabajen cerca de líneas aéreas.
- (3) Que se coloquen calcomanías de advertencia en grúas y equipos similares acerca del espacio libre mínimo de 3 m (10 pies).
- (4) Que se designe a un “observador” cuando el equipo trabaje cerca de líneas aéreas. La responsabilidad de esta persona es hacer cumplir los espacios libres de trabajo seguro alrededor de todas las líneas en altura y dirigir al operador correspondientemente.
- (5) Que se usen conos de advertencia como indicadores visibles de los 3 m (10 pies) de la zona de seguridad cuando se trabaje cerca de líneas aéreas de energía.

Nota informativa: “Trabajar cerca”, a los fines del presente anexo informativo, se define como trabajar dentro de una distancia determinada de cualquier línea aérea de energía, que sea inferior a la longitud o altura combinadas del dispositivo de elevación, más la longitud de carga asociada y la distancia del espacio libre mínimo requerido [según se establece en N.2(1)]. El espacio libre requerido se expresa de la siguiente manera: Espacio libre requerido = longitud o altura del equipo de elevación + longitud de la carga + al menos 3 m (10 pies).

- (6) Que se notifique a la persona responsable local al menos 24 horas antes del inicio de cualquier trabajo, a fin de otorgar un tiempo para identificar tensiones y espacios libres o para colocar la línea en una condición de trabajo eléctricamente segura.

**N.3 Política.** Todo trabajador y contratista debe cumplir con la política para líneas aéreas de energía. La primera línea de defensa para prevenir accidentes por contacto eléctrico es mantenerse fuera de la frontera de aproximación limitada. Debido a que la mayor parte de los trabajadores y contratistas no están calificados para determinar el nivel de voltaje del sistema, se debe llamar a una persona calificada para establecer las tensiones y separaciones mínimas, y tomar las medidas correspondientes para hacer que la zona de trabajo se encuentre en condiciones seguras.

### N.4 Procedimientos.

**N.4.1 General.** Previo al inicio de cualquier operación donde el potencial para el contacto con sistemas eléctricos aéreos existe, la persona a cargo debe identificar las líneas o equipos aéreos, establecer referencias para su ubicación mediante la mención de características físicas notables, o físicamente marcar el área directamente en frente de las líneas aéreas con conos de seguridad, cinta de señalización, u otro medio. La localización de la línea aérea debe discutirse en una reunión de seguridad previa al trabajo, entre todos los trabajadores del trabajo (a través de un informe de trabajo). Todos los empleados de la compañía y contratistas deben participar en esta reunión y requerir a sus empleados el cumplimiento de los estándares de seguridad. Empleados nuevos o transferidos deben ser informados acerca de los peligros eléctricos y los procedimientos apropiados durante la orientación.

En proyectos de construcción, el contratista debe identificar y hacer referencia a todos los peligros potenciales y documentar estas acciones con los empleadores del sitio de trabajo. La localización de las líneas aéreas y equipo deben ser visiblemente marcadas por la persona a cargo. Los empleados nuevos deben ser informados sobre los peligros eléctricos y las precauciones y procedimientos adecuados.

Donde exista un potencial para el contacto con sistemas eléctricos aéreos, la administración local del área debe ser llamada a decidir si la línea puede ser puesta en una condición de trabajo eléctricamente segura, o de otra manera proteger la línea a fin de prevenir contactos **no intencionales**. Donde exista la sospecha de líneas con baja separación [alturas menores a los 6 m (20 pies)], el supervisor eléctrico local del sitio debe ser notificado para verificar y tomar acciones correspondientes.

Todo incidente de contacto eléctrico, incluyendo incidentes evitados, deben ser reportados al especialista local de seguridad e higiene.

**N.4.2 Banderas de Mire para Arriba y Viva.** De manera de prevenir **contactos no intencionales con** líneas aéreas, todos los dispositivos de elevación, grúas, camiones grúa, aparejos de servicio, y equipo similar, deben usar banderas de mire para arriba y viva. Las banderas son indicadores visuales de que el

## ANEXO INFORMATIVO N

equipo está siendo utilizado o ha sido vuelto a su posición de guardado o acunado. Las banderas deben ser amarillas con letras en negro y deben decir con letras en negritas “MIRE PARA ARRIBA Y VIVA”.

El procedimiento para el uso de banderas debe ser:

- (1) Cuando la grúa o elevador esté en su posición de guardado o acunado, la bandera debe estar localizada en el gancho de carga o final de la grúa.
- (2) Previo a la operación de la grúa o elevador, el operador del equipo debe evaluar el área de trabajo para determinar la localización de todas las líneas aéreas y comunicar esta información a todos los miembros de la cuadrilla en el terreno. Una vez completada la tarea, el operador debe remover la bandera del gancho de carga o grúa y transferir la bandera al volante del vehículo. Una vez que se coloque la bandera en el volante, el operador puede empezar a operar el equipo.
- (3) Una vez finalizada la tarea de manera exitosa y haber devuelto el equipo a la posición de guardado o acunado, el operador debe volver a poner la bandera en el gancho de carga.
- (4) El operador del equipo es responsable de poner la bandera de Mire para Arriba y Viva.

### N.4.3 Tareas de alto riesgo.

**N.4.3.1 Equipo móvil pesado.** Previo al inicio de cada día de trabajo, un marcador de alta visibilidad (como conos de seguridad naranja u otros dispositivos) debe ponerse temporalmente en el suelo para marcar la localización del cable aéreo. El supervisor debe discutir la seguridad eléctrica con los miembros de la cuadrilla en charlas informales realizadas en sitio. Cuando se trabaje en la proximidad de líneas aéreas, un observador debe ser posicionado en una localización visible para dirigir los movimientos y cuidar que el contacto con los cables aéreos sea evitado. El observador, el operador del equipo, y todo otro empleado trabajando en el sitio deben ser alertados sobre los cables aéreos y mantenerse al menos a 3 metros (10 pies) del equipo móvil.

Todo equipo móvil debe mostrar una señalización de advertencia acerca del contacto eléctrico. Los conductores de camiones independientes que estén entregando materiales en lugares sobre el terreno deben ser alertados acerca de las líneas eléctricas aéreas antes del inicio de su trabajo, y un empleado del sitio o empleado contratista apropiadamente entrenado debe asistir en la operación de carga y descarga. Los camiones que hayan descargado su material no deben dejar el sitio de trabajo hasta que la grúa, elevador o caja haya sido bajada y puesta en una posición segura.

**N.4.3.2 Elevadores aéreos, grúas y dispositivos de pluma.** Donde existe un potencial para la operación cercana o contacto con líneas o equipo aéreo, el trabajo no debe iniciarse hasta tanto no se haya realizado una reunión de seguridad y se hayan tomado medidas apropiadas para identificar, marcar, y advertir contra el contacto **no intencional**. El supervisor deberá revisar las operaciones a diario para asegurar el cumplimiento.

Cuando la visibilidad del operador se encuentre afectada, un observador deberá guiar al operador. Señales con las manos deben ser utilizadas y claramente comprendidas entre el operador y el observador. Cuando el contacto visual se encuentre afectado, el observador y el operador deben estar en contacto por radio. Elevadores aéreos, grúas y dispositivos de pluma deben tener señalizaciones de advertencia y deben usar conos

o dispositivos similares de advertencia para localizar las líneas aéreas e identificar los 3 metros (10 pies) de la frontera mínima de trabajo seguro.

**N.4.3.3 Trabajo en árboles.** Los cables deben ser tratados como vivos y operando en alta tensión hasta que el empleador en sitio del área local verifique lo contrario. La organización de mantenimiento local o un contratista aprobado debe remover ramas que toquen los cables antes del inicio del trabajo. Ramas y gajos no deben ser arrojados contra cables aéreos. Si cayeran ramas o gajos a través de cables eléctricos, todo trabajo debe ser detenido inmediatamente y se debe llamar a la organización de mantenimiento local. Cuando se trabaje o trepe a árboles, los podadores deben tratar de posicionarse de manera que los troncos o ramas estén entre sus cuerpos y los cables eléctricos. Si es posible, los podadores no deben trabajar con sus espaldas hacia los cables eléctricos. El uso de camión de canasta aislado es el método preferido para podar cuando el trepar implica una mayor amenaza de contacto eléctrico. El equipo de protección personal (EPP) debe ser utilizado cuando se trabaje en o cerca de líneas eléctricas.

**N.4.4 Líneas y equipo eléctrico subterráneo.** Antes de que una excavación se inicie donde exista una posibilidad razonable de entrar en contacto con líneas o equipo eléctrico, el supervisor local del área (o la organización USA DIG, o la organización homóloga de su país, cuando sea apropiado), debe ser llamado y se debe realizar una solicitud para identificar/marcar la localización de la/las línea(s).

Cuando se llame a la organización USA DIG, sus representantes necesitarán lo siguiente:

- (1) Una notificación enviada con una anticipación mínima de dos días laborales previos al inicio del trabajo, nombre del condado, nombre de la ciudad, nombre y número de la calle o marca de autopista, e intersección más cercana.
- (2) Tipo de trabajo.
- (3) Fecha y hora en que va a comenzar el trabajo.
- (4) Nombre de la persona que llama, nombre y domicilio de contratista/departamento.
- (5) Número de teléfono para contacto.
- (6) Instrucciones especiales.

Las empresas de energía eléctrica que no pertenecen a USA DIG deben ser contactadas por separado. USA DIG o las organizaciones homólogas de su país pueden no tener la lista de empresas eléctricas completa. Las empresas de energía eléctrica que no estén cubiertas deben ser marcadas antes de que comience el trabajo. Los supervisores deben dar a conocer periódicamente su localización a todos los trabajadores, incluidos los empleados nuevos, sujetos a la exposición.

**N.4.5 Vehículos con cargas que excedan de 4.25 m (14 pies) de altura.** Esta política requiere que todos los vehículos con cargas que excedan de 4.25 m (14 pies) de altura apliquen procedimientos específicos para mantener espacios libres de trabajo seguros cuando transiten debajo de líneas en altura.

Los procedimientos específicos para el traslado de cargas que excedan de 4.25 m (14 pies) de altura o a través de rutas con alturas de espacios libres inferiores son los siguientes:

- (1) Antes del traslado de una carga que exceda de 4.25 m (14 pies) de altura, el departamento de seguridad y salud local, junto con la persona local a cargo, deben ser notificados del traslado del equipo.



## ANEXO INFORMATIVO N

- (2) Un representante de la construcción eléctrica, un contratista eléctrico calificado o un electricista en sitio deberían verificar la ruta prevista hasta la siguiente ubicación antes de la reubicación.
  - (3) En el nuevo sitio se va a verificar la presencia de líneas aéreas y espacios libres.
  - (4) Las líneas de energía y las líneas de los servicios de comunicación deben estar indicadas, y se deben extremar los recaudos cuando se transite debajo de las líneas.
  - (5) La compañía que traslada la carga o los equipos debe contar con un conductor responsable de la medición de cada carga y de garantizar que cada carga esté debidamente colocada y sea transportada de manera segura.
  - (6) Un representante de la construcción eléctrica, un contratista eléctrico calificado o un electricista en sitio deben escoltar la primera carga hasta la nueva ubicación, garantizando espacios libres seguros, y un representante de la compañía del servicio debe ser responsable de que las cargas subsiguientes sigan la misma ruta segura.
- Si no pueden dejarse espacios libres de trabajo apropiados, el trabajo debe ser interrumpido hasta que pueda establecerse una ruta segura o hasta que las reubicaciones o reparaciones necesarias se hayan completado, a fin de garantizar que se ha logrado un espacio libre de trabajo seguro.
- Se requiere que todos los trabajos que impliquen el traslado de cargas que excedan de 4.25 m (14 pies) de altura comiencen solo después de haberse completado un permiso de trabajo general en el que se detalle toda la información pertinente acerca del traslado.**
- N.4.6 Respuesta a emergencia.** Si una línea aérea se cae o es contactada, se deben tomar las siguientes precauciones:
- (1) Mantener a todos alejados al menos 3 metros (10 pies).
  - (2) Usen banderas para proteger a motoristas, espectadores, y otros individuos de líneas caídas o cables bajos.
  - (3) Llame inmediatamente al departamento o compañía eléctrica local.
  - (4) Ponga barreras alrededor del área.
  - (5) No intente mover los cables.
  - (6) No toque nada que esté tocando los cables.
  - (7) Esté alerta al agua u otros conductores presentes.
  - (8) Las cuadrillas deben tener disponibles los números de emergencias. Estos números deben incluir al departamento o compañía eléctrica local, policía, bomberos y asistencia médica.
  - (9) Si una persona se energiza, **NO TOQUE** al individuo o cualquier cosa en contacto con él. Llame al servicio médico local y a la compañía eléctrica local. Si el individuo ya no está en contacto con los conductores energizados, se le debe administrar inmediatamente RCP, respiración de rescate, o primeros auxilios, pero sólo por una persona entrenada. Es seguro tocar a la víctima una vez que se haya roto el contacto a se sabe que la fuente ha sido desenergizada.
  - (10) Cables que entren en contacto con vehículos o equipo van a causar arcos, humo, y posiblemente fuego. Los ocupantes deben mantenerse en la cabina y esperar al departamento o compañía eléctrica local. Si resulta necesario salir del vehículo, salte con los dos pies juntos lo más lejos posible del vehículo, sin tocar el equipo. Saltar del vehículo es el último recurso.
  - (11) Si al operar el equipo un cable aéreo es contactado, detenga su equipo inmediatamente y si es seguro hacerlo, salte lejos del equipo. Mantenga su equilibrio, deje sus pies juntos y arrastre los pies o salte como conejo alejándose del vehículo a unos 3 metros (10 pies) o más. No regrese al vehículo ni permita que nadie regrese al vehículo hasta que la compañía eléctrica local haya removido las líneas eléctricas del vehículo y haya confirmado que el vehículo no se encuentra en contactos con las líneas aéreas.

## Anexo Informativo O Requerimientos de seguridad relacionados al diseño

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**O.1 Introducción.** Este anexo informativo aborda las responsabilidades de dueños o gerentes de establecimientos, o del empleador a cargo de la posesión o el gerenciamiento operativo de las instalaciones, en la aplicación de una evaluación de riesgos durante el diseño de los sistemas e instalaciones eléctricas.

**O.1.1** Este anexo informativo trata lo relativo a los conceptos de diseño relacionados a la seguridad de equipos e instalaciones eléctricas en los lugares de trabajo cubiertos por el alcance de esta norma. Este anexo informativo abarca las consideraciones de diseño que impactan únicamente en la aplicación de prácticas de trabajo seguras.

**O.1.2** Este anexo informativo no abarca requerimientos específicos de diseño. El dueño o gerente de las instalaciones, o el empleador, deben elegir las opciones de diseño que eliminen los peligros o reduzcan los riesgos y que mejoren la efectividad de las prácticas relacionadas con el trabajo seguro.

### O.2 Consideraciones generales de diseño.

**O.2.1** Los empleadores, propietarios de instalaciones y gerentes responsables de instalaciones y establecimientos, en los que la energía eléctrica representa un riesgo potencial para los empleados y otros miembros del personal, deberían garantizar la realización de la evaluación de riesgo de los **peligros** eléctricos durante el diseño de sistemas y trabajos de instalación eléctricos.

**O.2.2** Las decisiones relativas al diseño deberían facilitar la capacidad para eliminar los peligros o reducir el riesgo mediante las siguientes acciones:

- (1) Reducir la posibilidad de exposición.
- (2) Reducir la magnitud o severidad de la exposición.
- (3) Hacer posible la capacidad de lograr una condición de trabajo eléctricamente segura.

**▲ O.2.3 Métodos para la reducción de la energía incidente.** Los siguientes métodos han demostrado ser efectivos para la reducción de la energía incidente:

- (1) Enclavamiento selectivo por zona. **Este es un** método que permite la comunicación entre dos o más interruptores automáticos, con el fin de lograr que un cortocircuito o falla a tierra sea disipada por el interruptor automático más cercano a la falla, sin demoras intencionales. Despejar la falla en el menor tiempo posible ayuda a reducir la energía incidente.
- (2) Protección diferencial mediante el uso de relés. El concepto de este método de protección consiste en que la corriente de entrada a un equipo protegido debe ser equivalente a la corriente de salida del equipo. Si estas dos corrientes no son iguales, existe una falla en el equipo, y la función del relé puede ajustarse para que interrumpa rápidamente. La función de relé diferencial usa transformadores de corrientes ubicados en los lados de línea y carga de los equipos protegidos y relé de accionamiento rápido.

(3) Uso de interruptor de reducción de energía para mantenimiento con un indicador de estado local. Un interruptor con reducción de energía hace posible que un trabajador ajuste la unidad de disparo del interruptor de circuito para que opere más rápido mientras el trabajador está trabajando dentro de la frontera de relámpago de arco, como se define en **NFPA 70E**, y volver luego el interruptor de circuito a una configuración normal una vez concluido el trabajo.

(4) Sistema de mitigación del relámpago de arco activo por reducción de la energía. Este sistema puede reducir la duración del arco creando una trayectoria de corriente de baja impedancia, ubicada dentro de un compartimiento de control, para hacer que la falla de arco se transfiera a la nueva trayectoria de corriente, mientras que el interruptor aguas arriba despeja el circuito. El sistema funciona sin comprometer la coordinación selectiva existente en el sistema de distribución eléctrica.

(5) Relé de relámpago de arco. Un relé de relámpago de arco normalmente usa sensores de luz para detectar la luz producida por un evento de relámpago de arco. Una vez que se detecta un cierto nivel de luz, el relé emite una señal de disparo a un dispositivo de sobrecorriente aguas arriba.

(6) Puesta a tierra de alta resistencia. Una gran mayoría de las fallas eléctricas son del tipo de fase a tierra. La puesta a tierra de alta resistencia insertará una impedancia en la trayectoria de retorno de tierra y típicamente limitará la corriente de falla a 10 amperes y menos (a 5 kV nominales o menos), dejando una energía de falla insuficiente, y por lo tanto, ayudando a reducir el nivel de relámpago de arco. La puesta a tierra de alta resistencia no afecta la energía de relámpago de arco, para arcos de línea-a-línea, o arcos de línea-a-línea-a-línea.

(7) Dispositivos limitadores de corriente. Los dispositivos de protección limitadores de corriente reducen la energía incidente despejando la falla más rápido y reduciendo la corriente presente en la fuente del arco. La reducción de energía se hace efectiva para la corriente que supera el umbral de limitación de corriente, del fusible limitador de corriente, o interruptor automático limitador de corriente.

(8) Disparo en derivación: Agregar una derivación de disparo configurado para desconectar desde un relé de fusible abierto a interruptores de 800 amperios y mayor, reduce la energía incidente al abrir el interruptor inmediatamente cuando se abre el primer fusible. Reducir el tiempo de despeje reduce la energía incidente. Esto es especialmente útil para las corrientes de arco que no están dentro del umbral de limitación de corriente del fusible limitador de corriente, o del interruptor automático con limitación de corriente.

**O.2.4 Métodos adicionales de seguridad por diseño.** Los siguientes métodos han probado ser eficaces en la reducción del riesgo asociado con el peligro de relámpago de arco y choque:

- (1) Instalar componentes seguros contra el contacto de dedos, cubiertas y barreras aislantes reduce la exposición a partes energizadas.

## ANEXO INFORMATIVO O

- (2) Instalar desconectores a la vista cerca de cada motor o máquina impulsada aumenta las posibilidades de que el equipo sea puesto en una condición de trabajo eléctricamente segura antes de comenzar el trabajo.
- (3) Instalar limitadores de cable para limitación de corriente puede ayudar a reducir la energía incidente. Además, pueden usarse limitadores de cable para proporcionar protección contra cortocircuitos (y por lo tanto reducir la energía) para los conductores en derivación de alimentadores que están protegidos hasta en 10 veces su ampacidad; una situación donde el conductor de derivación puede fácilmente vaporizarse.
- (4) Instalar ventanas de inspección para inspección sin contacto reduce la necesidad de abrir puertas o quitar cubiertas.
- (5) Instalar un interruptor desconector de servicio con fusible, o un interruptor de circuito, individual proporciona protección para las barras que estarían desprotegidas si se usan seis interruptores desconectores.
- (6) Instalar la medición para proporcionar supervisión remota de los niveles de tensión y corriente, reduce la exposición a los peligros eléctricos, colocando al trabajador más lejos del peligro.
- (7) Instalar protección limitadora de corriente "sin daños" Tipo 2 a los controladores de motor reduce la energía incidente, siempre que la corriente de arco esté dentro de la limitación actual del umbral del fusible limitador de corriente o del interruptor automático con limitación de corriente.
- (8) Instalar dispositivos de protección de disparo instantáneo ajustables y reducir la configuración del disparo puede reducir la energía incidente.
- (9) Instalar equipo resistente al arco, diseñado para desviar los gases calientes, plasma y otros productos de un relámpago de arco fuera del envolvente, para que un trabajador no esté expuesto cuando se encuentra parado frente al equipo con todas las puertas y cubiertas cerradas y trabadas, reduce el riesgo de exposición a un relámpago de arco.
- (10) Instalar disposiciones que proporcionen la posibilidad de insertar/extraer los equipos en forma remota, como estanterías motorizadas con control remoto para interruptores automáticos o cubículos de MCC, permite al trabajador estar ubicado fuera de la frontera de relámpago de arco. Una herramienta manual extensible para la inserción/extracción también agrega distancia entre el trabajador y el equipo, reduciendo la exposición del trabajador.
- (11) Instalar disposiciones que proporcionen apertura remota y el cierre de los interruptores automáticos y los interruptores podría permitir que los trabajadores operen los equipos desde una distancia segura, fuera de la frontera de relámpago de arco.
- (12) Existen interruptores de circuito de falla a tierra de propósito especial clase C, D, y E, para circuitos que funcionan a tensiones fuera del rango de protección GFCI de clase A. Ver UL 943C para información adicional.

## Anexo Informativo P Alineamiento de la implementación de esta norma con los estándares de gestión de la seguridad y salud ocupacional

*Este anexo informativo no es parte de los requerimientos de este documento de la NFPA pero se incluye únicamente con fines informativos.*

**P.1 General.** Las lesiones provocadas por la energía eléctrica son una causa significativa de muertes ocupacionales en los lugares de trabajo en los Estados Unidos. La presente norma especifica los requerimientos exclusivos para los peligros de la energía eléctrica. Por sí misma, sin embargo, esta norma no constituye un programa de seguridad eléctrica integral y efectivo. La más efectiva aplicación de los requisitos de esta norma, puede lograrse en el marco de una reconocida norma de sistemas de gestión de seguridad y salud. ANSI/AIHA Z10, *Norma nacional de los Estados Unidos para sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional*, proporciona lineamientos integrales sobre los elementos de un sistema efectivo de gestión para la seguridad y la salud, y es una norma reconocida. ANSI/AIHA Z10 está armonizada con otras normas internacionalmente reconocidas, entre ellas CAN/CSA Z1000, *Gestión de la seguridad y salud ocupacional*, ISO 14001, *Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso*, y BS OHSAS 18001, *Sistemas*

*de gestión de la seguridad y salud ocupacional*. Algunas compañías y otras organizaciones cuentan con sistemas de gestión de la seguridad y la salud propios, alineados con los elementos clave de ANSI/AIHA Z10.

El diseño y la implementación más efectivos de un programa para la seguridad eléctrica puede lograrse mediante un esfuerzo conjunto que involucre a expertos en el área eléctrica y a profesionales de la seguridad con conocimientos acabados sobre sistemas de gestión de la seguridad.

Dicha colaboración puede contribuir para garantizar que se incorporen al programa de seguridad eléctrica principios y prácticas de gestión de la seguridad aplicables a cualquier riesgo existente en el lugar de trabajo.

Este anexo informativo brinda orientación para la implementación de esta norma en el marco de la aplicación de ANSI/AIHA Z10, y otras normas reconocidas o estándares propietarios para la instrumentación de sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional.



## **N** Anexo Informativo Q Desempeño humano y seguridad eléctrica en el lugar de trabajo

*Este anexo informativo presenta el concepto de desempeño humano y cómo el mismo puede aplicarse a la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo.*

**N Q.1 Introducción.** El desempeño humano es un aspecto de la gestión del riesgo que aborda el desempeño de la organización y a los líderes e individuos como factores que, o bien, previenen, o conducen a los errores y a sus consecuentes eventos. El objetivo del desempeño humano es identificar y abordar el error humano, y sus consecuencias negativas sobre las personas, programas, procesos, el ambiente de trabajo, una organización o los equipos.

Los estudios en industrias de alto riesgo han indicado que el error humano es a menudo la causa principal de incidentes. La premisa de este anexo es que el error humano, de manera similar, es una causa raíz frecuente de los incidentes eléctricos. En términos de salud y seguridad ocupacional, un incidente es una ocurrencia que surge en el curso del trabajo que resulta en, o que podría haber resultado en una lesión, enfermedad, daño a la salud, o muerte (vea ANSI / AIHA Z10-2012, *Definición de Incidente*).

La jerarquía de los métodos de control de riesgos identificados en esta y otras normas, es la que sigue:

- (1) Eliminar el peligro.
- (2) Sustituir otros materiales, procesos o equipos.
- (3) Usar controles de ingeniería.
- (4) Establecer sistemas que aumentan la conciencia de los peligros potenciales.
- (5) Establecer controles administrativos; por ej., entrenamiento y procedimientos, instrucciones y un cronograma.
- (6) Uso de EPP, incluyendo las medidas que aseguren el apropiado uso, selección y mantenimiento.

El objetivo de estos controles es reducir la probabilidad de que ocurra un incidente, o para prevenir o mitigar la gravedad de las consecuencias, si un incidente ocurriera. Ningún control es infalible. Todos los controles están sujetos a errores de desempeño humano, ya sea en la fase de diseño, de implementación, o de uso.

El desempeño humano aborda la gestión del error humano como un control específico, que es complementario a la jerarquía de métodos de control de riesgos.

**N Q.2 Principios del desempeño humano.** Los siguientes son principios básicos del comportamiento humano:

- (1) Las personas son falibles, e incluso las mejores personas cometen errores.
- (2) Las situaciones y condiciones de error probable son predecibles, manejables y prevenibles.
- (3) El desempeño individual está influenciado por los procesos y los valores de la organización.
- (4) Las personas logran altos niveles de desempeño en gran medida por el fomento y el estímulo recibido de sus líderes, compañeros y subordinados.
- (5) Los incidentes pueden evitarse mediante la comprensión de las razones por las cuales ocurren los errores y la aplicación de las lecciones aprendidas a partir de incidentes pasados.

**N Q.3 Procesamiento de la información y atención.** El cerebro procesa la información en una serie de etapas interactivas:

- (1) Atención — dónde y a qué dirigimos nuestra concentración ya sea intencionalmente o de manera no intencional.
- (2) Percepción — entradas sensoriales (oír, ver, tocar, oler, etc.) reciben y transfieren información.
- (3) Codificación, almacenamiento, pensamiento — la información entrante es codificada y almacenada para su uso posterior en la toma de decisiones (es decir, qué hacer con la información). Esta etapa del procesamiento de la información implica la interacción entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo (capacidades, conocimiento, experiencias pasadas, opiniones y perspectivas).
- (4) Recuperación, actuación — tomar acciones físicas humanas en base a la síntesis de la atención, sensación, información codificada, pensamientos y toma de decisiones. En un lugar de trabajo esto incluiría cambiar el estado de un componente mediante el uso de controles, herramientas y computadoras, incluyendo declaraciones verbales para informar o dirigir a otros.

De acuerdo con el modelo de Rasmussen, utilizado para clasificar el error humano, los trabajadores operan en uno o más, de tres modos de desempeño humano; el modo basado en reglas, el modo basado en habilidades y el modo basado en conocimientos.

*Nota Informativa:* Ver Rasmussen, J. (1983); Habilidades, reglas y conocimientos; señales, signos y símbolos, y otras distinciones en modelos humanos de desempeño. IEEE, *Transacciones en sistemas, hombre y cibernética. (Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models.)*

El Sistema de Modelado Genérico de Errores de Desempeño, de Reason es una extensión del modelo de Rasmussen. El individuo consciente o inconscientemente selecciona un modo de desempeño humano, basado en su percepción de la situación. Esta percepción está generalmente condicionada por la familiaridad del individuo con una tarea específica, y por el nivel de atención (procesamiento de la información) aplicada para lograr la actividad.

*Nota informativa:* Ver Reason, J. *Error Humano (Human Error)*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1990.

La mayoría de los psicólogos cognitivos están de acuerdo en que los humanos cuentan con una cantidad limitada de recursos de atención disponibles para dividir entre sus tareas. Esta reserva compartida de recursos de atención, permite que la mente procese información mientras realiza una o, a veces múltiples tareas. Algunas tareas requieren más recursos de atención que otras. La cantidad de recurso atencional requerido para realizar una tarea satisfactoriamente define la carga de trabajo mental del individuo y es inversamente proporcional a la familiaridad del individuo con la tarea. Un aumento en el conocimiento, la habilidad y la experiencia en relación con una tarea disminuye el nivel de recursos de atención necesarios para realizar dicha tarea y, por lo tanto, disminuye el nivel de recursos atencionales que se ocupan para la misma.

Los puntos críticos en actividades donde el riesgo es mayor (aumento en la probabilidad de daño, o aumento de la severi-

## ANEXO INFORMATIVO Q

dad del daño, o ambos) requieren una mayor asignación de recursos atencionales. La asignación en estos puntos críticos se puede mejorar mediante el entrenamiento, procedimientos, diseño de equipos, y trabajo en equipo.

Cada modo de desempeño humano tiene errores asociados. La conciencia del modo de desempeño humano en el cual podría encontrarse el individuo, ayuda a identificar el tipo de errores que podrían cometerse y qué técnicas de prevención de errores serían las más efectivas.

### **N** Q.4 Modos de desempeño humano y errores asociados.

#### **N** Q.4.1 Modo de desempeño humano basado en reglas.

**Q.4.1.1 General** Un individuo opera en el modo de desempeño humano basado en reglas cuando la situación de trabajo sea probablemente una con la que él o ella ya se ha encontrado antes, o para la que ha sido entrenado, o que está cubierta por un procedimiento. Se llama el modo basado en reglas porque el individuo aplica reglas memorizadas o escritas. Estas reglas pueden haberse aprendido como resultado de la interacción en el lugar de trabajo, a través de la capacitación formal, o trabajando con trabajadores experimentados.

El nivel de recursos de atención requeridos cuando se está en el modo basado en reglas, se ubica entre el modo basado en conocimientos y el modo basado en habilidades. El tiempo dedicado al procesamiento de la información (tiempo de reacción) para seleccionar una respuesta apropiada a la situación de trabajo está en el orden de los segundos.

El nivel basado en reglas, sigue una lógica de SI (síntoma X), ENTONCES (situación Y). El individuo opera haciendo coincidir los signos y los síntomas de la situación con una estructura de conocimientos almacenados y habitualmente reaccionará de una manera predecible.

En la teoría del desempeño humano, el modo basado en reglas es el más deseable. El individuo puede usar el pensamiento consciente para cuestionar si la solución propuesta es o no apropiada. Lo cual, puede integrar un nivel de prevención de errores adicional a la solución.

No todas las actividades guiadas por un procedimiento, son necesariamente ejecutadas en el modo basado en reglas. Un trabajador experimentado podría en forma inconsciente, por defecto pasar al modo basado en habilidades mientras ejecuta un procedimiento que normalmente se realiza en el modo basado en reglas.

**N** Q.4.1.2 Errores del modo de desempeño humano basado en reglas. Ya que el modo de desempeño humano basado en las reglas requiere de interpretación, aplicando la lógica del "si; entonces", la malinterpretación es el tipo de modo de error que prevalece. Los errores incluyen desviarse de un procedimiento aprobado, aplicar la respuesta incorrecta a una situación de trabajo, o aplicar el procedimiento correcto a la situación incorrecta.

**N** Q.4.2 Modo de desempeño humano basado en el conocimiento.

**N** Q.4.2.1 General. Un trabajador opera en el modo de desempeño humano basado en conocimientos cuando hay incertidumbre acerca de qué hacer; ninguna habilidad o regla es fácilmente identificable. El individuo se basa en su comprensión y conocimiento de la situación, y los principios científicos relacionados, y de la teoría fundamental para desarrollar una

respuesta apropiada. La incertidumbre crea la necesidad de información. Para recopilar información de manera más efectiva, los recursos de atención del individuo se vuelven más enfocados. Pensar requiere más esfuerzo y energía, y el tiempo dedicado a procesar la información para seleccionar una respuesta adecuada a la situación puede ser del orden de los minutos, a horas.

**N** Q.4.2.2 Errores del modo de desempeño humano basado en conocimientos. El error más frecuente cuando se opera en el modo basado en conocimientos es que las decisiones a menudo se basan en una imagen mental inexacta de la situación de trabajo. Las actividades basadas en los conocimientos requieren tomar decisiones basadas en el diagnóstico y la resolución de problemas. Los humanos generalmente no se desempeñan de manera óptima en condiciones de estrés; esas situaciones desconocidas donde se les requiere que "piensen bien parados" en ausencia de reglas, rutinas y procedimientos para manejar la situación. La tendencia es usar solo la información disponible para evaluar la situación y, enredarse en un aspecto del problema, excluyendo todas las demás consideraciones. La toma de decisiones es errónea, si la resolución de problemas se basa en información incompleta o inexacta.

**N** Q.4.3 Modo de rendimiento humano basado en habilidades.

**N** Q.4.3.1 General. Una persona está en el modo basado en las habilidades cuando ejecuta una tarea que implica acciones practicadas en situaciones comunes y familiares. El desempeño humano se rige por instrucciones mentales desarrolladas ya sea por la práctica o por la experiencia, y es menos dependiente de las condiciones externas. El tiempo dedicado al procesamiento de la información es del orden de los milisegundos. Escribir la propia firma, es un ejemplo del modo de desempeño basado en habilidades. Un procedimiento familiar en el lugar de trabajo generalmente se lleva a cabo en el modo de desempeño basado en habilidades, como por ejemplo en la operación de un interruptor automático de caja moldeada de baja tensión.

**N** Q.4.3.2 Errores del modo de desempeño humano basado en habilidades. La demanda relativamente baja de recursos de atención requerida cuando un individuo está en el modo de desempeño humano basado en habilidades puede crear los siguientes errores:

- (1) Desatención: los errores del modo de desempeño basado en habilidades son principalmente errores de ejecución por omisiones disparadas por la variabilidad humana, o por no reconocer los cambios en los requerimientos de la tarea, o bien de las condiciones de trabajo en relación con la tarea.
- (2) Reducción de riesgo percibida: A medida que la familiaridad con una tarea aumenta, la percepción del riesgo asociado del individuo, será menos probable que coincida con el riesgo real. Una reducción percibida del riesgo, puede crear "ceguera por falta de atención" y falta de sensibilidad a la presencia de peligros.

**N** Q.5 Precusores de error. Los precusores de error son situaciones en las que las demandas de la tarea y el entorno en el que se realizan exceden las capacidades del individuo(s) o las limitaciones de naturaleza humana. Los precusores de error también pueden ser condiciones desfavorables que aumentan la probabilidad de error durante una acción específica. Los precusores de error se pueden agrupar en cuatro amplias categorías.

ANEXO INFORMATIVO Q

- (1) Exigencias de tareas: cuando los requerimientos específicos mentales, físicos o del equipo para realizar una tarea exceden las capacidades o desafían las limitaciones del individuo asignado a la tarea.
- (2) Ambiente de trabajo: cuando las influencias generales de las condiciones de trabajo, organizacionales y culturales afectan el rendimiento individual.
- (3) Capacidades individuales: cuando las características particulares mentales, físicas y emocionales del individuo no coinciden con las demandas de la tarea específica.
- (4) Naturaleza humana: cuando los rasgos, disposiciones y limitaciones comunes a todas las personas inclinan a un individuo a errar bajo condiciones desfavorables.

La Tabla Q.5 proporciona una lista de ejemplos específicos para cada categoría. Cuando se identifican los precursores de error y se los aborda, podemos reducir la probabilidad de error humano.

**Q.6 Herramientas de desempeño humano.**

**Q.6.1 Aplicación.** Las herramientas de desempeño humano reducen la probabilidad de error cuando se aplican a los precursores de error. El uso consistente de herramientas de desempeño humano por parte de una organización, facilitará la incorporación de las mejores prácticas de trabajo. Las siguientes son algunas herramientas de desempeño humano. Consulte la Tabla Q.5 para obtener una lista de estas herramientas.

**Q.6.2 Herramienta de planificación y sesión informativa previa al trabajo [ver 110.1 (H)].** Crear un plan de trabajo y llevar a cabo una sesión informativa previa al trabajo ayuda a los empleados a enfocarse en el desempeño de las tareas y entender sus roles en la ejecución de las tareas.

**Tabla Q.5 Precursores de error y herramientas de desempeño humano.**

Precursores de error	Herramienta(s) óptima(s)	Herramientas de desempeño humano
<b>Demandas de la tarea</b>		<b>1 Sesión informativa previa al trabajo</b>
Presión de tiempo (de prisa)		Identificar los peligros, evaluar el riesgo y, seleccionar e implementar los controles de riesgo a partir de una jerarquía de métodos
Alta carga de trabajo (requisitos de memoria)		<b>2 Revisión del sitio de trabajo</b>
Tareas simultáneas o múltiples		Aumento de la conciencia situacional
Acciones repetitivas o monotonía		<b>3 Revisión posterior al trabajo</b>
Pasos críticos o actos irreversibles		Identificar las mejores prácticas y formas de mejorarlas
Requerimientos de interpretación		Verificación por parte de pares
Objetivos, roles o responsabilidades poco claras		<b>4 Uso del procedimiento y adherencia</b>
Falta de estándares o son poco claros		Lectura del procedimiento paso a paso, resultado entendido
<b>Ambiente de trabajo</b>		Encierre en un círculo la tarea que se va a realizar, marque cada tarea a medida que se completa
Distracciones/interrupciones		<b>5 Autocomprobación con verbalización</b>
Cambios/salidas de la rutina		Deténgase, piense, actúe y revise (STAR: Stop, Think, Act, Review)
Pantallas o controles confusos		Verbalizar la intención antes, durante y después de cada tarea
Soluciones temporales/instrumentación fuera de servicio		<b>6 Comunicación de tres vías</b>
Suministros eléctricos o configuraciones oscuras		Las directivas son repetidas por el receptor en respuesta al emisor; el receptor es reconocido por el emisor
Condiciones inesperadas del equipo		Uso del alfabeto fonético para mayor claridad
Falta de indicación alternativa		<b>7 Detener cuando no está seguro</b>
Conflictos de personalidad		Deténgase y obtenga más instrucciones cuando no pueda seguir un procedimiento o proceso, o si ocurre algo inesperado
<b>Capacidades individuales</b>		Mantener una actitud de cuestionamiento
No está familiarizado, o realiza la tarea por primera vez		<b>8 Indicación y bloqueo</b>
Falta de conocimiento (modelo mental defectuoso)		Identificar (con indicadores) el equipo y los controles que serán operados
Nueva técnica no utilizada antes		Evitar acceso (bloqueo) a equipos y controles que no deberían ser operados
Hábitos de comunicación imprecisos		
Falta de competencia o experiencia		
Habilidades indiferenciadas para la resolución de problemas		
Actitudes inseguras para la tarea crítica		
Valores inapropiados		
<b>Naturaleza humana</b>		
Estrés (limita la atención)		
Patrones de hábitos		
Suposiciones		
Complacencia/exceso de confianza		
Mentalidad		
Percepción inexacta del riesgo		
Atajos mentales (sesgos) o memoria limitada a corto plazo		

**Notas:**

Esta tabla puede ser utilizada cuando se trabaja en la identificación de peligros en el lugar de trabajo. Identifique los precursores de error en la columna de la izquierda. Seleccione la herramienta óptima de desempeño humano o una combinación óptima de herramientas, de la columna de la derecha. Vea la lista de herramientas seleccionadas en la columna central junto al error asociado. Esta tabla no incluye todas las posibles herramientas de desempeño humano; sin embargo, todas las herramientas enumeradas se pueden aplicar a cada precursor de error.

## ANEXO INFORMATIVO Q

El siguiente es un enfoque modulado que se puede usar cuando se lleva a cabo la planificación del trabajo para identificar precusores de errores y seleccionar una herramienta, o una combinación de herramientas de desempeño humano apropiadas y proporcionadas con las consecuencias potenciales del error:

- (1) Resumir los pasos críticos del trabajo que, de realizarse incorrectamente, causarían daños irreversibles a las personas o equipos, o tendrán un impacto significativo en el funcionamiento de un proceso.
- (2) Anticipar precusores de errores para cada paso crítico.
- (3) Prever consecuencias probables y las peores consecuencias si ocurriera un error durante cada paso crítico.
- (4) Evaluar controles o contingencias en cada paso crítico para prevenir, detectar y recuperarse de los errores, y para reducir sus consecuencias.
- (5) Revisar experiencias previas y lecciones aprendidas, que sean relevantes para la tarea y los pasos críticos específicos.

Si se identifican una o más herramientas de desempeño humano, entonces cada herramienta debería ser discutida con respecto a sus ventajas, desventajas y cuándo y cómo se debería aplicar.

**N Q.6.3 Herramienta de revisión del sitio de trabajo.** La incorporación de una revisión del sitio de trabajo, a la planificación del trabajo, facilita la identificación de los peligros y las barreras potenciales como también los retrasos. Una revisión del sitio de trabajo puede realizarse en cualquier momento antes o durante el trabajo.

**N Q.6.4 Herramienta de revisión posterior al trabajo.** Una revisión posterior al trabajo es una oportunidad positiva para capturar los comentarios y las lecciones aprendidas del trabajo, las cuales se podrán aplicar a trabajos futuros. El uso, o falta de uso de las herramientas de desempeño humano, debería incorporarse a la revisión.

La sesión informativa previa al trabajo, y la revisión posterior al trabajo, son efectivas herramientas de comunicación.

**N Q.6.5 Herramienta de uso y adherencia del procedimiento.** Adherirse al procedimiento secuencial escrito paso a paso es una herramienta de desempeño humano. El trabajador debería leer y comprender de manera proactiva el propósito, alcance e intención de todas las acciones tal como están escritas y en la secuencia especificada.

Se debería mantener un registro preciso y actualizado del progreso, marcando cada paso en el procedimiento a medida que se completa. Esto asegura que si el procedimiento se interrumpe antes de completar todos los pasos, el sitio de trabajo o actividad puede dejarse en un estado seguro y el procedimiento podrá reanudarse en el punto en que fue interrumpido.

Si el procedimiento no puede usarse tal como está escrito, o si el resultado esperado no puede predecirse con precisión, entonces la actividad debería detenerse y resolver los problemas antes de continuar.

Un ejemplo de adhesión a un procedimiento secuencial escrito paso a paso, puede ser una secuencia de conmutación, en la que el orden de operación secuencial de los equipos de distribución eléctrica se identifica y documenta para los propósitos de desenergización y de re-energización.

**N Q.6.6 Autocomprobación con la herramienta de verbalización.**

El autocontrol asistido con la herramienta de verbalización, también se conoce como "*deténgase, piense, actúe y revise*" (o por su acrónimo en inglés STAR: *Stop, Think, Act, and Review*). Antes, durante y después de realizar un tarea que no se podrá revertir, el trabajador debería detenerse, pensar y, verbalizar abiertamente sus acciones. Verbalizar, permite al cerebro disminuir la velocidad, acoplándose mejor al cuerpo de la persona. Tiene el efecto de mantener al individuo enfocado, lo que le permite actuar y revisar luego sus acciones.

Ejemplo: un trabajador todavía tiene una tarea de rutina más que debe completar antes del final de su turno —acercarse a un grupo de paneles de control de motores y cerrar un interruptor de circuito en uno de ellos. Los precusores de errores son las demandas de tareas (con apuro) y la naturaleza humana (complacencia). Si el trabajador verbaliza cada paso de la tarea y el resultado esperado de cada uno de esos pasos: es menos probable que él o ella operen el interruptor de circuito equivocado, y además estará preparado para el caso de que el resultado de una acción no coincida con la expectativa. Por ejemplo, el trabajador haría su autocomprobación verbalizando:

- (1) Estoy en el Panel 12 Bravo (12B).
- (2) Estoy a punto de cerrar el interruptor automático 4 Bravo (4B).
- (3) La luz indicadora del calentador de la bomba del motor se activará en rojo en el Panel 10 Bravo (10B).
- (4) El motor de la bomba no debería iniciarse.
- (5) Si el motor de la bomba arranca, entonces abriré el interruptor automático 4 Bravo.
- (6) Ahora estoy cerrando el interruptor automático 4 Bravo.

**N Q.6.7 Herramienta de comunicación de tres vías.** La herramienta de comunicación de tres vías facilita una comprensión mutua de los mensajes entre el emisor y el receptor. Después de una directiva o una declaración hecha por el emisor, la misma es repetida por el receptor para confirmar la exactitud del mensaje.

Cuando el mensaje incluye el uso de letras, cada vez que sea posible las letras deberían comunicarse usando el alfabeto fonético.

Ejemplo: un emisor emite una directiva a través de dispositivo de comunicación por radio: "Cerrar el interruptor automático 4 Bravo". El receptor repite el mensaje: "Entendido, cierro el interruptor automático 4 Bravo". El emisor valida que la respuesta adecuada fue comprendida: "Eso es correcto" o "Afirmativo".

**N Q.6.8 Herramienta de "Parar cuando no está seguro".**

Cuando un trabajador no puede seguir un procedimiento o un paso en un proceso, si algo inesperado ocurre o si el trabajador tiene un "pálpito" de que algo no está bien, entonces el trabajador debería detenerse y obtener más instrucciones. La herramienta "parar cuando no está seguro" requiere que el trabajador mantenga una actitud de cuestionamiento en todo momento.

Frases como "*estoy bastante seguro*" o "*creo*", ya sean verbalizadas o no, indican que el trabajador está basado en el modo de conocimientos y necesita pasar al modo basado en reglas. Esta transición debería ser comunicada a los compañeros de trabajo



## ANEXO INFORMATIVO Q

### **N Q.6.9 Herramientas de indicación y bloqueo [ver 130.7 (E)].**

La colocación de indicadores es un método utilizado para asegurar que se manipele o trabaje en el componente correcto, en el momento indicado, bajo las condiciones requeridas. Un indicador podría ser una etiqueta, marca o dispositivo.

Se debe usar cuando hay una situación o condición de error probable, tal como alguna de las siguientes:

- (1) Equipos similares o "parecidos"
- (2) Trabajar en componentes múltiples
- (3) Operaciones frecuentes realizadas en un corto período de tiempo
- (4) Interrupción de equipos críticos para el proceso

El bloqueo es un método para evitar físicamente el acceso áreas o a controles de equipos.

Cubiertas con bisagras en botones o interruptores de botones, barricadas, vallas u otras barreras físicas, ya sean temporales o permanentes, son ejemplos de herramientas de bloqueo.

El bloqueo se puede usar junto con la colocación de un indicador.

### **N Q.7 Indicadores de advertencia del desempeño humano.**

**N Q.7.1 General** Hay procesos comunes, organizativos, de supervisión, y debilidades en el desempeño del trabajador que sirven de indicadores de advertencia en el desempeño humano. Estos indicadores de advertencia deberían ser identificados por la organización y se deberían tomar medidas para encarar sus causas raíz.

**N Q.7.2 Programa o proceso.** Los siguientes son indicadores de advertencia para programas o procesos de desempeño humano:

- (1) Se confía demasiado en los procesos de gestión de riesgos, en lugar de la participación y responsabilidad personal por la gestión del riesgo.
- (2) Los procesos de gestión de riesgos son ineficientes o engorrosos ("Más", a menudo no es mejor).

**N Q.7.3 Desempeño organizacional.** Los siguientes son indicadores de advertencia del desempeño humano en la organización:

- (1) El personal de la organización tiende a participar del consenso o pensamiento grupal, sin alentar puntos de vista contrarios.
- (2) El personal acata demasiado la palabra de gerentes y los considerados expertos.
- (3) A las actividades con alto riesgo no se les asignan responsables claros.
- (4) El éxito pasado, sin resultados adversos, se convierte en la base para continuar con las prácticas actuales.
- (5) La organización supone que la gestión de riesgos es saludable, porque se estableció un programa o proceso (existe complacencia).

**N Q.7.4 Desempeño de la supervisión.** Los siguientes son indicadores de advertencia del desempeño humano en la supervisión:

- (1) Delegación insuficiente, con pocas personas en quienes confiar para tomar decisiones importantes.
- (2) La supervisión está física o mentalmente separada del lugar de trabajo y no está suficientemente informada de las condiciones y actitudes actuales.

- (3) El personal de la organización no entiende cómo se percibe y gestiona el riesgo al nivel del trabajador.
- (4) El éxito pasado sin resultados adversos, se convierte en la base para continuar con las prácticas actuales.
- (5) Los indicadores de desempeño se utilizan para justificar las estrategias de gestión de riesgo existentes.

**N Q.7.5 Desempeño del trabajador.** Los siguientes son indicadores de advertencia del desempeño humano de los trabajadores:

- (1) Individuos o grupos exhiben ante la producción una presión autoimpuesta.
- (2) Las actividades de trabajo se consideran rutinarias.
- (3) Las personas son rápidas para hacer juicios arriesgados, sin tomarse el tiempo para comprender completamente la situación.
- (4) El éxito pasado sin resultados adversos, se convierte en la base para continuar con las prácticas actuales.
- (5) El personal se enorgullece de su capacidad para trabajar con niveles de riesgo que podrían haber sido mitigados o eliminados.
- (6) El riesgo no se comunica de manera efectiva a la empresa. Las personas suponen que el nivel de supervisión siguiente sabe o entiende el riesgo involucrado, o que hay recursos insuficientes para administrar el riesgo.
- (7) El informe de problemas no es transparente. Los individuos no están dispuestos a informar las condiciones de alto riesgo.

### **N Q.8 Cultura en el lugar de trabajo.**

**N Q.8.1 General** La reducción o eliminación de incidentes eléctricos requiere que en el lugar de trabajo todos los miembros cultiven y exhiban consistentemente una cultura que apoya el uso de herramientas y principios de desempeño humano. Trabajadores, supervisores, y gerentes deben todos trabajar juntos para implementar fuertes prácticas de desempeño humano.

**N Q.8.2 Trabajadores.** El desempeño seguro de las actividades de los trabajadores es un producto de procesos mentales influidos por factores relacionados con el entorno de trabajo, las demandas de tareas y las capacidades del trabajador. Todos deben asumir la responsabilidad de sus acciones y esforzarse por mejorarse a sí mismos y, mejorar la tarea encomendada y el ambiente de trabajo. Cinco prácticas generales que deberían ser demostradas sistemáticamente por los trabajadores incluyen las siguientes:

- (1) Comunicación para promover una comprensión coherente.
- (2) Anticipación de situaciones, y de situaciones de error probable.
- (3) Deseo de mejorar las capacidades personales.
- (4) Informes sobre todos los incidentes (incluidos los incidentes considerados "cuasi-accidentes").
- (5) El compromiso de utilizar los principios y las herramientas del desempeño humano.

**N Q.8.3 Supervisores y gerentes.** A través de sus acciones, los supervisores enfocan los esfuerzos de los trabajadores y equipos en favor del logro de la tarea. Para ser efectivos, los supervisores deben entender qué es lo que influye sobre el desempeño del trabajador. Los supervisores promueven resultados positivos en el entorno laboral, para fomentar el desempeño y los resultados esperados. Los supervisores deben demostrar pasión por identificar y por prevenir los errores de desempeño humano.

## ANEXO INFORMATIVO Q

Ellos influyen tanto el desempeño de individuos como el de la compañía a los fines de alcanzar altos niveles de seguridad en el lugar de trabajo. Cinco prácticas generales que deberían ser demostradas sistemáticamente por los supervisores incluyen lo siguiente:

- (1) Promover la comunicación abierta.
- (2) Fomentar el trabajo en equipo para eliminar situaciones y condiciones de error posible.
- (3) Buscar y eliminar las debilidades más amplias de la compañía que puedan crear oportunidades de error.
- (4) Reforzar la cultura deseada del lugar de trabajo.
- (5) Reconocer el valor de la prevención de errores, el informe de incidentes de casi-pérdida, y la utilización de principios y herramientas de desempeño humano.

**N Q.8.4 La organización.** Es importante que los procedimientos, procesos y valores de la organización reconozcan y acepten que

la gente comete errores. Las políticas y los objetivos de una organización influyen en el desempeño del trabajador y del supervisor. Cinco prácticas generales que deberían ser demostradas de manera consistente por la organización incluyen lo siguiente:

- (1) Promover la comunicación abierta.
- (2) Fomentar una cultura que valora la prevención de errores y el uso de herramientas de desempeño humano.
- (3) Identificar y prevenir la formación de situaciones y condiciones de error probable.
- (4) Apoyar la mejora continua y el aprendizaje en toda la organización.
- (5) Establecer una cultura libre de culpa que respalde el reporte de incidentes, identificándolo proactivamente y reaccionando apropiadamente ante el riesgo.

ÍNDICE

Índice

© 2017 National Fire Protection Association. Todos los Derechos Reservados

Los derechos de autor en este índice son separados y distintos de los derechos de autor en el documento que indexan. Las previsiones de autorización divulgadas para el documento no son aplicables a este índice. Este índice no puede ser reproducido totalmente o en parte por ningún medio sin el expreso permiso escrito de NFPA.

<p><b>-A-</b></p> <p><b>A ciegas, programa de seguridad eléctrica</b>, 130.6(B)</p> <p><b>Accesible (como se aplica a los equipos)</b> Definición, Art. 100</p> <p><b>Accesible (como se aplica a los métodos de alambrado)</b>, 120.4(B)(6), 330.4(A) Definición, Art. 100</p> <p><b>Accesible, fácilmente (fácilmente accesible)</b>, 320.3(A)(3) Definición, Art. 100</p> <p><b>Acometida lateral (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Aislado (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Aislamiento de celdas electrolíticas</b>, 310.5(D)(1)</p> <p><b>A la intemperie, protección GFCI</b>, 110.6(C)</p> <p><b>Alambrado de inmuebles (sistema)</b> Definición, Art. 100 Mantenimiento de, Art. 215</p> <p><b>Alcance de la norma</b>, 90.2</p> <p><b>Análisis de la energía incidente</b>, 130.5(F), 130.5(G), 130.7(C)(15) Definición, Art. 100</p> <p><b>Aparatos de lavado de los ojos</b>, 240.2</p> <p><b>Aparatos de lavado de los ojos y del cuerpo</b>, 240.2</p> <p><b>Aprobado (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Arco nominal o valor de resistencia al arco (RA)</b> Definición, Art. 100 Valor total de resistencia al arco del sistema, vestimenta protectora, M.3</p> <p><b>Arrestallamas de celdas, celda de batería</b>, 320.3(D)</p> <p><b>Auditoría</b>, 110.1(K)</p> <p><b>Auditoría del trabajo de campo</b>, 110.1(K)(2)</p> <p><b>Autoridad Competente (AC) (definition)</b>, Art. 100</p> <p><b>Automático (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>-B-</b></p> <p><b>Bajada de acometida (definición)</b>, Art. 100</p>	<p><b>Bandejas porta cables, Mantenimiento de</b>, 215.3</p> <p><b>Barreras</b>, <i>ver también</i> Barreras de protección Celdas electrolíticas, prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, 310.5(D)(3) Definición, Art. 100 Equipos rotatorios, 230.2 Físicas o mecánicas, 130.6(F), 130.7(D)(1) Mantenimiento de, 250.1 Sistemas de láseres, 330.5(D)</p> <p><b>Barreras de protección</b>, 130.6(F), 130.7(D)(1), 250.1, 330.5(D) Definición, 330.2</p> <p><b>Barricadas</b>, 130.7(E)(2) Definición, Art. 100</p> <p><b>Baterías</b> Celda de plomo-ácido reguladas por válvula (definición), 320.2 Celda ventilada (definición), 320.2 Condiciones anormales de las baterías, alarmas para, 320.3(A)(5) Definición, 320.2 Detección de fallas a tierra de la corriente directa, 320.3(C)(1) Equipo de protección personal (EPP), uso de, 320.3(A)(6) Herramientas y equipos, uso de, 320.3(C)(2) Operación, 320.3(C) Prueba, 320.3(C) Requisitos de mantenimiento, relacionados con la seguridad, Art. 240, 320.3(C) Requisitos de seguridad, Art. 320 Riesgos del electrolito, 320.3(B) VRLA (Celda de ácido plomo regulada por válvula) (definición), 320.2 Ventilación, 240.1, 320.3(D)</p> <p><b>Bloqueo y etiquetado Bloqueo/etiqueta complejo</b>, 120.2(I), 120.4(A)(5), Anexo G</p>	<p>Responsabilidad por el personal, 120.4(B)(10)</p> <p><b>-C-</b></p> <p><b>Cables</b> Flexibles, <i>ver</i> Cordones y cables flexibles Mantenimiento de, 205.13</p> <p><b>Canalización</b> Definición, Art. 100 Mantenimiento, 215.3</p> <p><b>Capacitación</b>, <i>ver</i> Capacitación, empleados</p> <p><b>Celda</b> Definición, 320.2 Electrolíticas, <i>ver</i> Celda electrolítica</p> <p><b>Celda piloto (definición)</b>, 320.2</p> <p><b>Centros de control de motores</b> Definición, Art. 100</p> <p><b>Circuito ramal (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Circuitos</b> Desenergizado, <i>ver</i> Desenergizado Enclavamientos, reenergizar por, 120.2(E) Energizado, trabajar en o cerca de partes que están o podrían llegar a estar, <i>ver</i> Trabajar en conductores o partes de circuitos eléctricos energizados Identificación, mantenimiento de, 205.12 Impedancia, 120.5(3) Re-cierre de circuitos después del funcionamiento de un dispositivo de protección, 130.6(M) Rutina de apertura y cierre de circuitos, 130.6(L)</p> <p><b>Clavija de conexión (clavija macho) (clavija)</b>, 110.5(B), 110.5(C) Definición, Art. 100 Mantenimiento de, 245.1</p> <p><b>Condición del mantenimiento</b>, <i>ver</i> Mantenimiento, condición del</p> <p><b>Condición de Trabajo Eléctricamente</b></p>	<p><b>Segura</b>, Art. 120; <i>ver también</i> Bloqueo/etiqueta Definición, Art. 100 Equipos de protección de puesta a tierra temporal, 120.5 Para láseres, 330.5(B) Proceso para establecer y verificar, 120.5 Verificación de, 120.4(B)(5), 120.5 Trabajos que involucran peligros eléctricos, 130.2</p> <p><b>Condiciones anormales de las baterías</b>, 320.3(A)(5)</p> <p><b>Conductivo (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Conductor</b> Cubierto (definición), Art. 100 Desenergizado, <i>ver</i> Desenergizado Desnudo (definición), Art. 100 Energizado, <i>ver</i> Trabajar en conductores o partes de circuitos eléctricos energizados</p> <p><b>Conductor aislado, mantenimiento de</b>, 210.4</p> <p><b>Conductor del electrodo de puesta a tierra (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Conductor de puesta a tierra de los equipos (EGC)</b>, 110.5(B) Definición, Art. 100</p> <p><b>Conductor de puesta a tierra de los equipos (EGC)</b>, 110.5(B) Definición, Art. 100</p> <p><b>Conductor puesto a tierra (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Conductor de puesta a tierra de los equipos (EGC)</b>, 110.5(B) Definición, Art. 100</p> <p><b>Conexiones auxiliares no eléctricas, líneas de celdas electrolíticas</b>, 310.6(B)</p> <p><b>Conjuntos de cordones flexibles</b>, 110.5 Clavijas de conexión, 110.5(E)</p> <p><b>Contratistas, relación con</b>, 110.3</p> <p><b>Controlador (definición)</b>, Art. 100</p>
--	--	--	---

SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

<p><b>Cordones de extensión</b>, <i>ver</i> Conjuntos de cordones flexibles</p> <p><b>Cordones flexibles</b>, <i>ver</i> Cables y cordones flexibles</p> <p><b>Cordones y cables flexibles</b> Equipo de tipo de puesta a tierra, 110.5(B) Manipulación,, 110.5(A) Mantenimiento de, 205.14</p> <p><b>Corriente de falla</b>, <i>ver también</i> Corriente de cortocircuito Disponible, 130.5(C), 130.7(C) (15), 210.3 Definición, Art. 100</p> <p><b>Corriente nominal de interrupción (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Corriente prospectiva de falla (definición)</b>, 320.2</p> <p><b>Cortacircuito</b> Cortacircuitos portátiles, 310.5(D) (8) Definición, Art. 100</p> <p><b>Corte</b>, 130.10</p> <p><b>Cortocircuito</b>., 320.3(C) (1), O.2.3(1)</p> <p><b>Corriente de cortocircuito</b> Cálculos,, Anexo D Nominal (definición), Art. 100 Prospectiva, 320.2, 320.3(A) (6) Puesta a tierra no intencional, causada por, 320.3(C) (1)</p> <p><b>Cuartos de baterías</b> Definición, 320.2 Requisitos, 320.3(A) (3)</p> <p><b>Cuarto de baterías</b> Definición, 320.2 Requisitos, 320.3(A) (3)</p> <p><b>Cubiertas</b>, 215.1</p> <p><b>Cuerdas</b>, 130.7(D) (1)</p> <p><b>Cuerdas de mano</b>, 130.7(D) (1)</p> <p><b>Celda electrolítica</b>, Art. 310 Capacitación de empleados, 310.3, 310.4, 310.5(D) (6) Conexiones auxiliares no eléctricas, 310.6(B)</p> <p style="text-align: center;"><b>-D-</b></p> <p><b>Definiciones</b>, Art. 100 Baterías y cuartos de baterías, 320.2 Celdas electrolíticas, 310.2 Equipo electrónico de potencia, 340.2 Laboratorios de investigación y desarrollo, 350.2 Láser, 330.2</p>	<p><b>Desconector de aislamiento (desconector, aislador)</b>, <i>ver también</i> Medios de desconexión Definición, Art. 100 Requisitos de mantenimiento relacionados a la seguridad, Art. 210</p> <p><b>Desempeño de la supervisión</b>, Q. 7.4</p> <p><b>Desempeño humano y seguridad eléctrica en el lugar de trabajo</b>, Anexo Q</p> <p><b>Desenergizado</b>, <i>ver también</i> Condición de trabajo eléctricamente segura Conductores o partes de circuitos eléctricos desenergizados que tengan dispositivos de bloqueo/etiqueta puestos, 120.4(A) (4), 120.4(B) (6) Definición, Art. 100</p> <p><b>Detección de fallas a tierra de la corriente directa, baterías de</b>, 320.3(C) (1)</p> <p><b>Desconector de aislamiento</b> Definición, Art. 100 Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad, Art. 210</p> <p><b>Descripción del trabajo</b>, 110.1(I), 130.2(B) (2), 350.5(A) Lista de verificación, Anexo I</p> <p><b>Diagrama unifilar</b> Definición, Art. 100 Mantenimiento, 205.2</p> <p><b>Dispositivo (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Dispositivos de control</b>, 120.2(F)</p> <p><b>Dispositivo de interrupción (definición)</b>, Art. 100 <i>ver también</i> Interruptores automáticos; Medios de desconexión; Interruptores</p> <p><b>Dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Distancias de aproximación</b>, 130.2(B) (2), 130.5(G), 130.5(H), 130.7(C) (15), D.3.1, D.4.3, D.4.4 Definición, Art. 100</p> <p><b>Distancias de aproximación</b>, <i>ver también</i> Frontera Límites de, Anexo C Personas calificadas, 130.4(E) (3), 130.4(F), C.1.1, C.1.2</p>	<p>Personas no calificadas, 130.4(E), 130.8(E), C.1.1 Preparación para, C.1</p> <p><b>Documentación</b> Entrenamiento, empleados, 110.2(C) (4) Etiquetado de equipos, 130.5(H) Evaluación de riesgo de choque, 130.4(C) Evaluación de riesgo de relámpago de arco, 130.5(D) Falla de equipo, 130.6(K) Laboratorio, equipos no listados para, 350.7(A) Líneas aéreas no aisladas, 130.8(C) Mantenimiento de, 205.3 Procedimiento de desenergización de equipo, 120.4(B) (1), 120.4(B) (3) Programa general de seguridad eléctrica, 105.3(A), 110.1(A), 110.1(K) (4), 110.3(C) Pruebas, 120.4(B) (6), 120.5 Re-cierre de circuitos después del funcionamiento de un dispositivo de protección, 130.6(M)</p> <p style="text-align: center;"><b>-E-</b></p> <p><b>Edificio (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Efecto batería (definición)</b>, 310.2</p> <p><b>Electrodo de puesto a tierra (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Electrolíticos (definición)</b>, 320.2</p> <p><b>Empleadores</b> Programa de seguridad eléctrica, 110.1 Responsabilidades, 105.3, 120.4 Empleador anfitrión y contratista, 110.3 Equipo electrónico de potencia, 340.5(A) Equipos especiales, 300.2 Líneas aéreas no aisladas, trabajo en o cerca de, 130.8(D) Programa de bloqueo/etiqueta puestos, 120.1 Requerimientos de seguridad relacionados al diseño, Anexo O</p> <p><b>Empleados</b> Programa de bloqueo/etiqueta puestos, 120.1, 120.2(B), 120.4 Programa de seguridad eléctrica, 110.1</p>	<p>Responsabilidades, 105.3, 130.8(D) Equipo electrónico de potencia, 340.5(B) Equipos especiales, 300.2 Láseres, 330.6 Salvaguardias, <i>ver</i> Salvaguardias</p> <p><b>Encerrado (definición)</b>, Art. 100</p> <p><b>Enclavamientos</b> de circuitos, 120.2(E) Seguridad, 130.6(N), 205.8</p> <p><b>Enclavamientos de seguridad</b>, 130.6(N), 205.8 Mantenimiento de, 205.8</p> <p><b>Energía almacenada</b>, 120.4(B) (2), 120.5, 330.3(B)</p> <p><b>Energía incidente</b> Definición, Art. 100 Métodos de cálculo, Anexo D</p> <p><b>Envolvente</b> Definición, Art. 100 Mantenimiento de, 205.6, 205.7, 210.1, 210.2</p> <p><b>Envolvente de baterías</b>, 320.3(A) (3)</p> <p><b>EPP para relámpago de arco</b>, 130.5(F), 130.5(G), 130.5(H), 130.7 Batería, 320.3(A) (2) Personas calificadas, C.1.2.1, C.1.2.3 Personas no calificadas, C.1.1 Zonas de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas, 310.5(C)</p> <p><b>Energizado</b> Definición, Art. 100 conductores eléctricos o circuitos, <i>ver</i> Trabajo en conductores eléctricos o circuitos Celdas electrolíticas, <i>ver</i> Celda electrolítica; Zonas de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas Láseres, evaluación de, 330.5(B)</p> <p><b>Entrenamiento de empleados</b>, 105.3(A) Documentación, 110.2(C) (4) Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, 105.3(A), 110.2, 110.3(B), 310.3, 310.4, 310.5(D) (6), 330.4 Procedimientos de bloqueo/etiqueta, 120.1, Anexo G Respuesta a emergencias, 110.2(C)</p> <p><b>Equipos</b>, <i>ver también</i> equipo específico</p>
--	--	---	---



ÍNDICE

Aéreas, <i>ver</i> Líneas aéreas y equipos	<b>Espacio libre</b> , 130.6(H), 205.9	<b>Equipos de puesta a tierra de seguridad, mantenimiento de</b> , 250.3	Relámpago de arco, 130.2(B) (2), 130.3, 320.3(A) (2)
Baterías, para trabajar en, 320.3(C) (2)	Etiquetado de equipos, 130.5(H)	<b>Equipos de protección de puesta a tierra temporal</b> , 120.5	<b>Evaluación de riesgo contra peligro de choques</b> , 320.3(A) (2)
Definición, Art. 100	<b>Equipos conectados con cordón y clavija</b> , 110.5(C)	<b>Equipos de utilización</b>	<b>Evaluación de riesgo de choque</b> , 130.2(B) (2), 130.3, 130.4
Puesta a tierra	Clavijas de conexión, 110.5(E)	Definición, Art. 100	<b>Evaluación de riesgo de relámpago de arco</b> , 130.2(B) (2), 130.3, 130.5
Equipos portátiles dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas energizadas, 310.6(A)	Equipo de tipo de puesta a tierra, 110.5(B)	De tipo de puesta a tierra, 110.5(B)	<b>Evaluación en campo</b> , 330.2, 330.5(E), 350.2, 350.6
Vehículos o equipos mecánicos, 130.8(F) (3)	Inspección visual, 110.5(C)	<b>Equipos eléctricos portátiles</b> , 110.5(A)	<b>Expuesto (aplicado a conductores eléctricos o partes de circuitos energizados)</b> , 105.1, 130.2, 130.3
Equipos del tipo de puesta a tierra, 110.5(B)	Manipulación, 110.5(A)	Celdas electrolíticas, 310.6(A), L.2	Definición, Art. 100
Espacios alrededor, mantenimiento de, 205.5, 205.9	Requisitos de mantenimiento relacionados a la seguridad, Art. 245	Conexión de clavijas de conexión, 110.5(E)	Prácticas seguras de trabajo, <i>see</i> Trabajo en conductores o partes de circuitos eléctricos energizados; Prácticas de trabajo, relacionadas con la seguridad
Especial, <i>ver</i> Equipos especiales	<b>Equipos de protección de puesta a tierra temporal</b> , 120.5	De tipo puesto a tierra (Puesta a tierra), 110.5(B)	Zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas
<b>Equipo eléctrico portátil</b> , 110.5	<b>Equipo de protección personal (EPP)</b> , 110.1(H) (3), 130.2(B) (2), 130.2(B) (3), 130.9, 130.10, L.1; <i>ver también</i> Vestimenta protectora	Inspección visual, 110.5(C)	<b>Expuesto (aplicado a métodos de alambrado) (definición)</b> , Art. 100
Conexión de clavijas de conexión, 110.5(E)	Baterías y cuartos de baterías, 320.3(A) (6), 320.3(B)	Manipulación, 110.5(A)	
Equipo de tipo de puesta a tierra, 110.5(B)	Cuidado de, 130.7(B)	Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad, Art. 245	<b>-F-</b>
Inspección visual, 110.5(C)	Etiquetado de equipos eléctricos, 130.5(H)	<b>Equipo electrónico de potencia, prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad</b> , Art. 340	<b>Falla a Tierra (definición)</b> , Art. 100
Manipulación, 110.5(A)	Mantenimiento, Art. 250	Definición, 340.2	<b>Fibras o partículas inflamables</b> , 130.6(J)
Requisitos de mantenimiento relacionados a la seguridad, Art. 245	Normas para, 130.7(C) (14)	Medidas específicas, 340.5	<b>Frontera, ver también</b> distancia de aproximación
<b>Equipos protectores</b> , 130.7, 130.8(D), 130.8(F) (2)	Protección auditiva, 130.7(C) (5)	Peligros asociados con, 340.4	Aproximación limitada, 130.2, 130.4(B), 130.4(D), 130.4(E), 130.7(D) (1), 130.8, C.1.1, C.1.2.2; <i>ver también</i> Distancia de aproximación
Barreras, <i>ver</i> Barreras	Protección contra choque, 130.4(A), 130.4(B), 130.7, C.1.1	<b>Equipos elevados</b> , 130.8(F) (1)	Definición, Art. 100
Barricadas, 130.7(E) (2)	Protección contra relámpago, <i>ver</i> Equipo de protección contra relámpago de arco	Uso de, 110.4	Aproximación restringida, 130.2(B) (1), 130.2(B) (2), 130.2(B) (3), 130.4(D), 130.4(F), 130.7(C), 130.7(D) (1), C.1.1, C.1.2.3; <i>see also</i> Distancia de aproximación
Baterías, mantenimiento de, 320.3(A) (6)	Protección contra relámpago de arco, 130.5(F), 130.5(G), 130.5(H), 130.7, C.1.1, C.1.2.1, C.1.2.3, Anexo H	<b>Equipos en vehículos, trabajo en o cerca de líneas en altura no aisladas</b> , 130.8(F)	Definición, Art. 100
Cuidado de los equipos, 130.7(B)	Protección de manos y brazos, 130.7(C) (7)	<b>Equipos especiales</b> , Cap. 3; <i>ver también</i> Baterías; Celdas electrolíticas; Láser; Equipos electrónicos de potencia	
Equipos de hule aislante, 130.7(D) (1)	Protección del cuerpo, 130.7(C) (6)	Organización, 300.3	
Equipos protectores de plástico con valor nominal de aislamiento, 130.7(D) (1)	Protección de la cabeza, la cara, el cuello y el mentón, 130.7(C) (3)	Responsabilidad, 300.2	
Equipos de protección de puesta a tierra temporal,, 120.5	Protección de los ojos, 130.7(C) (4)	<b>Equipos mecánicos, trabajo en o cerca de líneas en altura no aisladas</b> , 130.8(F)	
Escaleras no conductoras, 130.7(D) (1)	Protección de los pies y piernas, 130.7(C) (8)	<b>Equipos y líneas eléctricas subterráneas</b> , 130.9	
Herramientas aisladas, 130.7(D) (1)	Requerido para diversas tareas, 130.7(C) (15)	<b>Espacios de trabajo</b>	
Mantenimiento, Art. 250	Salvaguardia de empleados en zonas de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas, 310.5(C) (1), 310.5(D) (2)	Espacios libres, 130.6(H), 205.9	
Normas sobre, 130.7(G)	Selección de, 130.7(C) (15), Anexo H	Mantenimiento de, 205.5, 205.9	
Personal, <i>ver</i> Equipo de protección personal (EPP)	<b>Equipo de tipo de puesta a tierra</b> , 110.5(B)	<b>Espacios libres</b> , 130.6(H), 205.9	
Protección contra choque, 130.4(B), 130.7, C.1.1		<b>Estructura (definición)</b> , Art. 100	
Protección contra relámpago de arco, <i>ver</i> Equipo de protección contra relámpago de arco		<b>Etiqueta, ver</b> Bloqueo/etiqueta	
Señales y etiquetas de seguridad, 130.7(E) (1)		<b>Etiquetado (definición)</b> , Art. 100	
Técnicas de alerta, 130.7(E)		<b>Evaluación de riesgo</b> , F.4	
		<b>Evaluación de riesgo</b>	
		Basada en las tareas, F.5	
		Choque, 130.2(B) (2), 130.3, 130.4, 320.3(A) (2)	
		Definición, Art. 100	
		Métodos, F.6	

SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

Definición, Art. 100	<b>Illuminación</b>	Rutina de apertura y cierre de circuitos, 130.6(L)	Valor de aislamiento, 130.8(B)
Equipos de protección, uso de, 130.7(C) (15), C.1.1, C.1.2.1, C.1.2.3	Cuartos de baterías, 320.3(A) (3)	<b>Interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI)</b> , 110.5(D), 110.6	<b>Líquidos inflamables</b> , 130.6(J)
Protección contra choque, 130.2(B) (2), 130.4(B) (1), 130.4(D)	Trabajo en conductores eléctricos o circuitos energizados, 130.6(C)	Definición, Art. 100	<b>Lista de verificación para la planificación</b> , Anexo I
<b>Frontera de Aproximación Prohibida</b> , <i>ver</i> Frontera	<b>Inspección</b>	Prueba, 110.6(D)	<b>Listado</b>
<b>Frontera restringida de aproximación</b> , <i>ver</i> Frontera, aproximación restringida	Programa de seguridad eléctrica, 110.1(B), 110.4(D), 110.5(C)	<b>Investigación y desarrollo (I+D)</b>	Definición, Art. 100
<b>Fronteras de protección contra choque</b> , 130.4(B) (1), 130.4(D)	Visual	Definición, 350.2	Laboratorios y equipos o sistemas de I+D, 350.6
<b>Frontera de relámpago de arco</b> , <i>ver</i> Frontera de relámpago de arco	Equipos de puesta a tierra de seguridad, 250.3(A)	Procedimientos de trabajo relacionados a la seguridad: laboratorios, Art. 350	Láseres, 330.5(E)
<b>Fusibles</b> , 130.6(L), 130.6(M)	Equipo de seguridad y protección personal, 130.7(B), 250.2(A)	<b>Investigación de incidentes</b> , 110.1(J)	<b>Lugares (clasificados como) peligrosos, requerimientos de mantenimiento para</b> , Art. 235
Definición, Art. 100	Instrumentos y equipos para pruebas, 110.4(D)	-L-	<b>Lugares de trabajo conductivos</b> , 110.5(D)
Equipos de manipulación de fusibles o portafusibles, 130.7(D) (1) (b)	Riesgos eléctricos, trabajos que involucran, 130.2(B) (3), 130.7(B)	<b>Laboratorios</b>	Aislado
Fusibles limitadores de corriente, cálculo de las energías de relámpago de arco para uso con, D.4.6	Volver al servicio después de bloqueo/etiqueta, 120.4(B) (13)	Definición, 350.2	Definición, Art. 100
Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad, 225.1	<b>Instrumentos y equipos para pruebas</b> , 110.4	Equipo de investigación hecho a medida, no listado	Integridad del aislamiento, mantenimiento de, 210.4
-G-	Inspección Visual, 110.4(D)	Igual o mayor que 1000 voltios, 350.8	Conductor del electrodo de puesta a tierra (definición), Art. 100
<b>Gabinete (definición)</b> , Art. 100	Mantenimiento de, 250.4	1000 volts o menos que, 350.7	Identificación, <i>ver</i> Identificado/identificación
<b>Gases inflamables</b> , 130.6(J)	Zona de trabajo de la línea de celdas, 310.6(D)	Procedimientos de trabajo relacionados a la seguridad, Art. 350	Mantenimiento de, 205.13, 210.3
<b>Grúas</b> , 310.5(D) (9)	<b>Interruptor desconectador (definición)</b> , Art. 100	<b>Láser</b>	<b>Luminarias (definición)</b> , Art. 100
<b>Guardianes, para advertir y proteger a los empleados</b> , 130.7(E) (3)	<b>Interruptores</b> , <i>ver también</i> Dispositivo de interrupción	Definición, 330.2	Cambio de turno, 120.4(B) (9)
-H-	Bajo condiciones de carga, 130.6(L)	Fuente de energía (definición), 330.2	Control de la energía, 120.2(D)
<b>Herraje (definición)</b> , Art. 100	Cortacircuitos portátiles, 310.5(D) (8)	Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, Art. 330	Coordinación, 120.4(B) (9)
<b>Herramientas</b>	Desconector de aislamiento, <i>ver también</i> Medios de desconexión	Entrenamiento, 330.4	Dispositivos de control, uso de, 120.2(F)
Baterías, para trabajar en, 320.3(C) (2)	Definición, Art. 100	Responsabilidad de la, 330.6	Elementos de control, 120.4(B)
Celdas electrolíticas, prácticas de trabajo seguras, 310.5(D) (7), 310.6, L.2	Requisitos de seguridad relacionados al mantenimiento, Art. 210	Salvaguardia de personas en área de operación, 330.5	Equipo, 120.3
<b>Herramientas y equipos aislados</b> , 130.7(D) (1)	<b>Interruptores automáticos</b>	Radiación (definición), 330.2	Formas de control de energía eléctrica peligrosa, 120.2(I); <i>ver también</i> Procedimiento bloqueo/etiqueta complejo; Procedimiento bloqueo/etiqueta simple
-I-	Caja moldeada, 225.2	Sistema (definición), 330.2	Identificación de dispositivos, 120.2(G)
<b>Identificado/identificación</b>	Definición, Art. 100	<b>Líneas aéreas, determinación del valor de aislamiento de las</b> , 130.8(B)	Liberación
Equipos, marcado en campo de, 130.5(H)	Interruptores automáticos de baja tensión, Métodos de cálculo de energía incidente y frontera de relámpago de arco para, D.4.7	<b>Línea de celdas</b> , <i>ver</i> Línea de celdas electrolíticas	para volver al servicio, 120.4(B) (13)
Equipo, no listado de laboratorio, 350.7(A)	Pruebas, 225.3	<b>Líneas aéreas no aisladas, trabajo dentro de la frontera de aproximación limitada de</b> , 130.8(A)	Temporal, 120.4(B) (14)
Equipo de protección de puesta a tierra temporal, 120.5(1)	Re-cierre de circuitos después del funcionamiento, 130.6(M)	<b>Líneas y equipos en altura</b> , 120.3(D) (5)	Mantenimiento de dispositivos, 205.8
Mantenimiento de, 205.10	Requisitos de mantenimiento relacionados a la seguridad, Art. 225	Ejemplo de procedimientos y políticas industriales para trabajar cerca de líneas eléctricas y equipo aéreo, Anexo N	Persona a cargo, 120.2(I), 120.4(A) (3), 120.4(A) (5)
		Espacios libres, Mantenimiento de, 205.15	Planificación, 120.4(A)
		Trabajo dentro de la frontera de aproximación limitada de líneas y equipos no aislados, 130.8	Principios, 120.2
			Procedimientos, 120.2(C), 120.4, 120.5, Anexo G
			Coordinación, 120.2(H)
			Programas, 120.1
			Auditoría,, 110.1(K) (3)
			Pruebas, 120.4(B) (6)
			Puesta a tierra, 120.4(B) (7)

ÍNDICE

Responsabilidad, 120.1, 120.4(A), 120.4(B) (4), 120.4(B) (8)	Equipos de protección personal requeridos para las tareas, 130.7(C) (15)	Distancias de aproximación, 130.4(E) (3), 130.4(F), C.1.1, C.1.2	Programa de seguridad eléctrica, 110.1
Retiro de los dispositivos, 120.4(B) (12)	Requisitos de mantenimiento relacionados a la seguridad, Art. 210	Líneas aéreas, determinación del valor de aislamiento de las, 130.8(B)	Propósito, 105.2
Trabajando en/o cerca de conductores o parte de circuitos, 120.2(A)	<b>Partes vivas</b>	Mantenimiento, desempeño de, 205.1	Requisitos del entrenamiento, 105.3(A), 110.2, 110.3(B)
<b>-M-</b>	Condiciones de trabajo seguras, <i>ver</i> Programa de seguridad eléctrica; Trabajo en conductores eléctricos o partes de circuitos energizados; Prácticas de trabajo, relacionadas con la seguridad	Procedimientos de bloqueo/etiqueta, 120.2(I), 120.4(A) (4), 120.4(B) (14)	Uso del equipo, 110.4
<b>Mantenimiento, condiciones de</b> , 110.1(C)	Salvaguardia de, <i>ver</i> Resguardado	<b>Persona competente</b> , 350.4	<b>Procedimientos de bloqueo/etiqueta simple</b> , 120.2(I), 120.4(A) (4), Anexo G
Definición, Art. 100	<b>Pasamontañas (capucha de calcetín o media)</b> , 130.5(G), 130.7(C) (10), 130.7(C) (15)	Definición, 350.2	<b>Procedimientos para solicitar interpretaciones formales</b> , 90.5
<b>Marcado</b> , <i>ver</i> Identificado/identificación	Definición, Art. 100	<b>Personas no calificadas</b> , 130.2(B) (2)	<b>Programa de seguridad eléctrica</b> , 110.1, Anexo E
Equipos de protección personal requeridos para las tareas, 130.7(C) (15)	<b>Peligro (definición)</b> , Art. 100; <i>ver también</i> Peligro eléctrico	Celdas electrolíticas, entrenamiento para, 310.4(B)	Auditoría, 110.1(K)
Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad, Art. 210	<b>Peligro de choque</b> , K.2	Definición, Art. 100	Conocimiento y autodisciplina, 110.1(D)
<b>Marcapasos e implantaciones metálicas</b> , 310.5(D) (11)	Definición, Art. 100	Distancias de aproximación, 130.4(E), 130.8(E), C.1.1	Contratistas, relación con, 110.3
<b>Marcapasos y dispositivos médicos de metal implantados</b> , 310.5(D) (11)	Protección contra, 130.7, C.1.1	<b>Placas de acceso</b> , 230.2	Controles, 110.1(F), E.2
<b>Material explicativo</b> , 90.4	Señales de advertencia para el cuarto de baterías, 320.3(A) (6)	<b>Polvo, combustible</b> , 130.6(J)	Definición, Art. 100
<b>Medios de desconexión</b> , 120.2(F), 120.5; <i>ver también</i> Interruptores automáticos	<b>Peligro de relámpago de arco</b> , 130.2, K.3	<b>Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad</b> , <i>ver</i> Prácticas de trabajo, relacionadas con la seguridad	Documentación de, 105.3(A), 110.1(A), 110.1(K) (4), 110.3(C)
Definición, Art. 100	Definición, Art. 100	<b>Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad</b> , Cap. 1; <i>ver también</i> Condición de trabajo eléctricamente segura; Trabajo en conductores eléctricos o circuitos energizados	General, 110.1(A)
Dispositivos de bloqueo y etiquetado, uso de, 120.4(B) (3), 120.4(B) (11)	Protección ante, <i>ver</i> Equipo de protección personal contra relámpago de arco	Alcance, 105.1	Inspección, 110.1(B)
Re-cierre de circuitos después del funcionamiento, 130.6(M)	Señales de advertencia, 320.3(A) (6)	Baterías y cuartos de baterías, Art. 320	Investigación de incidentes, 110.1(J)
Rutina de apertura y cierre de circuitos, 130.6(L)	Zona de trabajo de la línea de celdas, 310.5(C) (4)	Celdas electrolíticas, Art. 310, Anexo L	Mantenimiento, 110.1(C)
<b>Múltiples empleadores, relación con</b> , 120.4(A) (5)	<b>Peligro térmico</b> , 320.3(A) (6)	Conductores eléctricos o partes de circuitos eléctricos que están o podrían llegar a estar enegizados, trabajar en o cerca de, 130.3	Principios, 110.1(E), E.1
<b>-N-</b>	<b>Peligroso (definición)</b> , Art. 100	Contratistas, relación con, 110.3	Procedimientos, 110.1(G), E.3
<b>No puesto a tierra (definición)</b> , Art. 100	<b>Perforar</b> , 130.10	Distancias de aproximación, <i>ver</i> Distancias de aproximación	Procedimiento de evaluación de riesgo, 110.1(H), Anexo F
<b>Normas de gestión de la seguridad y salud ocupacional, alineamiento con</b> , Anexo P	<b>Permiso de trabajo, eléctrico energizado</b> , 130.2(B), Anexo J	Equipos desenergizados, <i>ver</i> Condición de trabajo eléctricamente segura	Sesión informativa de trabajo, 110.1(I)
<b>-O-</b>	<b>Permiso especial (definición)</b> , Art. 100	Equipos electrónicos de potencia, Art. 340	<b>Propósito de la norma</b> , 90.1
<b>Organización de la norma</b> , 90.3	<b>Persona autorizada</b>	Equipos especiales, <i>ver</i> Equipos especiales	<b>Protección contra fallas a tierra de baterías</b> , 320.3(C) (1)
<b>-P-</b>	Definición, 320.2	Laboratorios de investigación y desarrollo, Art. 350	<b>Protección contra sobrecorriente</b>
<b>Paneles con bisagras colocados de manera segura</b> , 130.6(G)	Requisitos para cuartos o envolventes de baterías, 320.3(A) (3)	Láseres, Art. 330	Mantenimiento de dispositivos para, 205.4, 210.5
<b>Paneles de distribución</b>	<b>Personas calificadas</b> , 130.2(B) (3), 130.3		Modificación, 110.7
Definición, Art. 100	Celdas electrolíticas, entrenamiento para, 310.4(A)		<b>Protección de alambrado a la vista</b> , 215.2
	Definición, Art. 100		<b>Prueba</b>
			Partes desenergizadas, 120.4(B) (6), 120.5
			Equipos de protección personal, 310.5(D) (2)
			Equipos de puesta a tierra de seguridad, 250.3(B), 250.3(C)
			Equipos de seguridad y protección, aislamiento de, 250.2(B)
			Equipos energizados, 130.2(B) (3)
			Interruptores de circuito contra fallas a tierra, 110.6(D)



SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

Medios de protección de los equipos, 310.5(D) (12)	Herramientas y equipos eléctricos portátiles, Art. 245	En la zona de trabajo de la línea de celdas, 310.5, Anexo L	<b>Tensión nominal (definición)</b> , 320.2
Procedimientos de bloqueo/etiqueta, 120.4(B) (6)	Introducción, Art. 200	<b>Salida (definición)</b> , Art. 100	<b>Terminales, mantenimiento de</b> , 230.1
<b>Publicaciones referidas</b> , Anexo A	Laboratorio, equipos no listados para, 350.7(B)	<b>Seguridad eléctrica (definición)</b> , Art. 100	<b>Tierra (definición)</b> , Art. 100
<b>Puente o conductor de unión (definición)</b> , Art. 100	Lugares (clasificados como) peligrosos, Art. 235	<b>Señales de advertencia</b>	<b>Trabajador en radiación (definición)</b> , 340.2
<b>Puertas, seguras</b> , 130.6(G)	Subestaciones, ensambles de tableros de potencia, tableros de distribución, paneles de distribución, centros de control de motores e interruptores de desconexión, Art. 210	Cuartos y envolventes de baterías, 320.3(A) (6)	Envolventes de baterías, 320.3(A) (3)
<b>Puesto a tierra (Puesta a tierra) (grounding)</b> , 120.4(B) (2)	<b>Requisitos de mantenimiento relacionados con la seguridad</b> , <i>ver</i> Requisitos de mantenimiento	Láseres, 330.5(D)	Definición, Art. 100
Definición, Art. 100	<b>Resguardado</b> , 205.7; <i>ver también</i> Barreras; Envolventes	Mantenimiento de, 205.11	<b>Trabajar en conductores o partes de circuitos eléctricos energizados</b> , Art. 130; <i>ver también</i> Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad
Equipos	Definición, Art. 100	<b>Señales de áreas de celdas electrolíticas</b> , 310.5(B)	A ciegas, ingreso/contacto, por parte del personal, 130.6(B)
Equipos portátiles dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas energizadas, 310.6(A)	Equipo rotatorio, 230.2	<b>Separado (como se aplica a un lugar)</b>	Apertura y cierre de circuitos, de rutina, 130.6(L)
Vehículos y equipos mecánicos, 130.8(F) (3)	Láseres, 330.5(A)	Celdas electrolíticas, 310.5(D) (5)	Artículos conductivos que se estén usando, 130.6(D)
Equipos de puesta a tierra de seguridad, mantenimiento de, 250.3	Líneas aéreas no aisladas, 130.8(C), 130.8(D)	Definición, Art. 100	Blindajes protectores, 130.6(F), 130.7(D) (1)
Mantenimiento de, 205.6	<b>Respuesta de emergencias, entrenamiento en</b> , 110.2(C)	<b>Sobrecarga (definición)</b> , Art. 100	Condiciones de trabajo eléctricamente seguras, 130.2
Procedimiento de bloqueo/etiqueta, 120.4(B) (7)	<b>Riesgo</b>	<b>Sobrecorriente (definición)</b> , Art. 100	Condiciones de trabajo seguras, 130.3
<b>Puesto a tierra, sólidamente (definición)</b> , Art. 100	Controles, 110.1(H) (3), F.3	<b>Subestaciones, requisitos de seguridad relacionados al mantenimiento</b> , Art. 210	Definición, Art. 100
<b>Punto de acometida (definición)</b> , Art. 100	Definición, Art. 100	<b>Suministro de potencia</b>	Escaleras portátiles, 130.7(D) (1)
De tipo de puesta a tierra, 110.5(B)	<b>Riesgos del electrolito, almacenamiento de batería</b> , 320.3(B) (1)	Área de trabajo de la línea de celdas, L.2	Espacios de trabajo confinados o encerrados, 130.6(F)
<b>-R-</b>	<b>Riesgo eléctrico</b> , Art. 130; <i>ver también</i> Peligro de relámpago de arco; Riesgo; Peligro de choque	Equipos eléctricos portátiles, circuitos para, 310.6(A)	Estado de alerta del personal, 130.6(A)
<b>Ráfaga de arco</b> , K.4	Categorías de General, Anexo K	<b>Superficies para aislamiento de pisos</b> , L.1	Evaluación de riesgo de relámpago de arco, 130.5
<b>Receptáculos</b>	Requisitos para equipo de protección personal (EPP), <i>ver</i> equipo de protección personal (EPP)	<b>-T-</b>	Falla, anticipación de, 130.6(K)
Definición, Art. 100	Definición, Art. 100	<b>Tablero</b>	Frontera de aproximación, <i>ver</i> Frontera
Equipos eléctricos portátiles, 110.5(B), 110.5(C), 110.5(E)	Evaluación de Riesgo, F.4	Resistente al arco, 130.7(C) (15)	Herramientas y equipos aislados, 130.7(D) (1)
Líneas de celdas electrolíticas, L. 2	Láseres, 330.3, 330.5	Con revestimiento metálico, 130.7(C) (15)	Iluminación, 130.6(C)
Mantenimiento, 245.1	Procedimiento de identificación, 110.1(G)	Equipo de protección personal requerido para las tareas, 130.7(C) (15)	Líneas aéreas, trabajo dentro de la frontera de aproximación limitada de, 130.8
<b>Reglas mandatorias</b> , 90.4	Técnicas de alerta, 130.7(E)	<b>Tablero de potencia resistente a arcos</b> , 130.7(C) (15)	Materiales, herramientas y equipos conductivos que se estén manipulando, 130.6(E)
<b>Reglas permisivas</b> , 90.4	<b>Riesgo químico</b> , 320.3(A) (2), 320.3(A) (6)	<b>Tablero de distribución</b>	Permiso de trabajo eléctrico energizado, 130.2(B)
<b>Requisitos de diseño relacionados con la seguridad</b> , Anexo O	<b>-S-</b>	Definición, Art. 100	Re-cierre de circuitos posterior al funcionamiento de un dispositivo protector, 130.6(M)
<b>Requisitos de mantenimiento</b> , Chap. 2, 110.1(C)	<b>Salvaguardias</b>	Requisitos de seguridad relacionados al mantenimiento, Art. 210	Tareas de orden y limpieza, 130.6(I)
Alambrado de los predios, Art. 215	Definición, 310.2	<b>Tensión</b>	Técnicas de alerta, 130.7(E)
Baterías y cuartos de baterías, Art. 240	En el área de operación con láser, 330.5	(De un circuito) (definición), Art. 100	Uso ocasional de materiales inflamables, 130.6(J)
Equipos de control, Art. 220		Celdas electrolíticas, equipotencialización de tensión, 310.5(D) (4)	
Equipo de seguridad y protección personal, Art. 250		Láseres, 330.3(A)	
Equipo rotatorio, Art. 230		Nominal (definición), Art. 100	
Fusibles e interruptores automáticos, Art. 225		<b>Tensión de paso (definición)</b> , Art. 100	
General, Art. 205		<b>Tensión de toque (definición)</b> , Art. 100	



## ÍNDICE

<b>Traje de protección contra relámpago de arco</b> , 130.7(C)(10)(a), 130.7(C)(13), 130.7(C)(15) Definición, Art. 100	Inspección visual, 110.5(C)	<b>VRLA (Celda de ácido plomo regulada por válvula) (definición)</b> , 320.2 Valor de la resistencia total al arco del sistema, M.3 Vestimenta prohibida, 130.7(C)(12)	Herramientas y equipos portátiles, uso de, 310.6 Salvaguardias, empleado, 310.5, Anexo L
<b>-U-</b>	<b>Ventilación, baterías</b> , 240.1, 320.3(D)	<b>-Z-</b>	
<b>Unidad de vivienda (definición)</b> , Art. 100	<b>Vestimenta protectora</b> , 130.7(C), L.1 Capas de, M.1, M.2 Características, 130.7(C)(11) Cuidado y mantenimiento, 130.7(C)(13)	<b>Zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas</b> Anexos, 310.5(D)(10) Capacitación de empleados, 310.3, 310.4(A), 310(4)(B)(2), 310.5(D)(6) Grúas y polipastos, 310.5(D)(9)	
<b>Unido (Unión)</b> Definición, Art. 100 Mantenimiento de unión, 205.6	Protección contra relámpago de arco, 130.7(C)(9), 130.7(C)(10), 130.7(C)(13), 130.7(C)(15), C.1.1, Anexo H Selección de, 130.7(C)(9), Anexo H		
<b>-V-</b>			
<b>Varas plásticas reforzadas con fibra de vidrio</b> , 130.7(D)(1)			

## Secuencia de eventos para el proceso de desarrollo de normativa NFPA

En cuanto se publica la edición vigente, la Norma se abre para el Aporte del Público

### Paso 1: Etapa de Aportes

- Aportes aceptados del público u otros comités para ser considerados en el desarrollo del Primer Borrador
- El Comité lleva a cabo la Reunión de Primer Borrador para revisar la Norma (23 semanas)
- Comité(s) con Comité de Correlación (10 semanas)
- El Comité vota el Primer Borrador (12 semanas)
- El Comité(s) se reúne con el Comité de Correlación (11 semanas)
- Reunión del Comité de Correlación por el Primer Borrador (9 semanas)
- Comité de Correlación vota el primer Borrador (5 semanas)
- Publicación del Informe sobre el Primer Borrador.

### Paso 2: Etapa de Comentarios

- Comentarios Públicos aceptados sobre el Primer Borrador (10 semanas)
- Si la norma no recibe Comentarios Públicos y el Comité no desea continuar revisándola, la Norma se convierte en una Norma de Consenso y se envía directamente al Consejo de Normas para su emisión
- El Comité lleva a cabo la Reunión de Segundo Borrador (21 semanas)
- Comité(s) con Comité de Correlación (7 semanas)
- El Comité vota el Segundo Borrador (11 semanas)
- El Comité(s) se reúne con el Comité de Correlación (10 semanas)
- Reunión del Comité de Correlación por el Primer Borrador (9 semanas)
- Comité de Correlación vota el Primer Borrador (8 semanas)
- Publicación del Informe sobre el Segundo Borrador

### Paso 3: Reunión Técnica de la Asociación

- Aceptación de Notificaciones de Intención de Formular una Moción (NITMAM) (5 semanas)
- Revisión de NITMAMs y certificación de mociones válidas para su presentación en la Reunión Técnica de la Asociación
- La Norma de Consenso saltea la Reunión Técnica de la Asociación y procede directamente al Consejo de Normas para su emisión
- Los miembros de la NFPA se reúnen cada junio en la Reunión Técnica de la Asociación y toman acción sobre las Normas con “Mociones de Enmienda Certificadas” (NITMAMs certificadas)
- El/los Comité(s) y Panel(es) votan cualquier enmienda exitosa de los Informes del Comité Técnico efectuada por los miembros de la NFPA en la Reunión Técnica de la Asociación.

### Paso 4: Apelaciones ante el Consejo y Emisión de Normas

- Las Notificaciones de intención de apelar ante el Consejo de Normas en acción de la Asociación deben ser presentadas dentro de los 20 días de llevada a cabo la Reunión Técnica de la Asociación
- El Consejo de Normas decide, en base a toda la evidencia, si emitir o no las Normas o si tomar alguna otra acción

## Clasificaciones de Miembros de Comités<sup>1,2,3,4</sup>

Las siguientes clasificaciones se aplican a los miembros de Comités Técnicos y representan su principal interés en la actividad del Comité.

1. M *Fabricante (Manufacturer)*: representante de un fabricante o comerciante de un producto, conjunto o sistema, o parte de éste, que esté afectado por la norma.
2. U *Usuario*: representante de una entidad que esté sujeta a las disposiciones de la norma o que voluntariamente utiliza la norma.
3. IM *Instalador/Mantenedor*: representante de una entidad que se dedica a instalar o realizar el mantenimiento de un producto, conjunto o sistema que esté afectado por la norma.
4. L *Trabajador (Labor)*: representante laboral o empleado que se ocupa de la seguridad en el área de trabajo.
5. RT *Investigación Aplicada/Laboratorio de Pruebas (Applied Research/Testing Laboratory)*: representante de un laboratorio de pruebas independiente o de una organización de investigación aplicada independiente que promulga y/o hace cumplir las normas.
6. E *Autoridad Administradora (Enforcing Authority)*: representante de una agencia u organización que promulga y/ o hace cumplir las normas.
7. I *Seguro (Insurance)*: representante de una compañía de seguros, corredor, mandatario, oficina o agencia de inspección.
8. C *Consumidor*: persona que constituye o representa el comprador final de un producto, sistema o servicio afectado por la norma, pero que no se encuentra incluida en la clasificación de Usuario.
9. SE *Experto Especialista (Special Expert)*: persona que no representa ninguna de las clasificaciones anteriores, pero que posee pericia en el campo de la norma o de una parte de ésta.

NOTA 1: “Norma” denota código, norma, práctica recomendada o guía.

NOTA 2: Los representantes incluyen a los empleados.

NOTA 3: A pesar de que el Consejo de Normas utilizará estas clasificaciones con el fin de lograr un balance para los Comités Técnicos, puede determinar que clasificaciones nuevas de miembros o intereses únicos necesitan representación con el objetivo de fomentar las mejores deliberaciones posibles en el comité sobre cualquier proyecto. Relacionado a esto, el Consejo de Normas puede hacer tales nombramientos según los considere apropiados para el interés público, como la clasificación de “Servicios públicos” en el Comité del Código Eléctrico Nacional.

NOTA 4: Generalmente se considera que los representantes de las filiales de cualquier grupo tienen la misma clasificación que la organización matriz.

## **Presentación de Aportes Públicos/ Comentarios Públicos mediante el Sistema de Presentación Electrónica (e-Submission):**

Tan pronto como se publica la edición vigente, la Norma se abre para recibir Aportes Públicos.

Antes de acceder al sistema de presentación electrónica, primero debe registrarse en [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org). *Nota: Se le solicitará que se registre o que cree una cuenta gratuita online de NFPA antes de utilizar este sistema:*

- a. Haga clic en la casilla gris que dice “Sign In” en la parte superior izquierda de la página. Una vez iniciada la sesión, aparecerá un mensaje de “Bienvenida” en rojo en la esquina superior derecha.
- b. Bajo el encabezamiento de Códigos y Normas (Codes & Standards), haga clic en las páginas de Información del Documento (Lista de Códigos & Normas), y luego seleccione su documento de la lista o utilice una de las funciones de búsqueda en la casilla gris ubicada arriba a la derecha.

O

- a. Diríjase directamente a la página específica de su documento mediante su enlace corto de [www.nfpa.org/document#](http://www.nfpa.org/document#), (Ejemplo: NFPA 921 sería [www.nfpa.org/921](http://www.nfpa.org/921)) Haga clic en la casilla gris que dice “Log In” en la parte superior izquierda de la página. Una vez que haya accedido, aparecerá un mensaje de “Bienvenida” en rojo en la esquina superior derecha.

Para comenzar su Aporte Público, seleccione el vínculo La próxima edición de esta Norma se encuentra ahora abierta para Comentarios Públicos (formalmente “propuestas”) ubicado en la solapa de Información del Documento, la solapa de la Próxima Edición, o en la barra del Navegador situada a la derecha. Como alternativa, la solapa de la próxima Edición incluye un vínculo a Presentación de Aportes Públicos online

En este punto, El Sitio de Desarrollo de Normas de la NFPA abrirá una muestra de detalles para el documento que usted ha seleccionado. Esta página de “Inicio del Documento” incluye una introducción explicativa, información sobre la fase vigente del documento y fecha de cierre, un panel de navegación izquierdo que incluye vínculos útiles, una Tabla de Contenidos del documento e íconos en la parte superior en donde usted puede hacer clic para Ayuda al utilizar el sitio. Los íconos de Ayuda y el panel de navegación serán visibles excepto cuando usted se encuentre realmente en el proceso de creación de un Comentario Público.

Una vez que el Informe del Primer Borrador se encuentra disponible, se abre un período de Comentarios Públicos durante el cual cualquier persona puede presentar un Comentario Público en el Primer Borrador. Cualquier objeción o modificación posterior relacionada con el contenido del Primer Borrador, debe ser presentada en la Etapa de Comentarios.

Para presentar un Comentario Público, usted puede acceder al sistema de presentación electrónica utilizando los mismos pasos explicados previamente para la presentación de un Aporte Público.

Para mayor información sobre la presentación de aportes públicos y comentarios públicos, visite: <http://www.nfpa.org/publicinput>

### **Otros recursos disponibles sobre Páginas de Información de Documentos**

**Solapa de Información del Documento:** Búsqueda de información sobre la edición vigente y ediciones previas de una Norma

**Solapa de la Próxima Edición:** Seguimiento del progreso del Comité en el procesamiento de una Norma en su próximo ciclo de revisión.

**Solapa del Comité Técnico:** Vista del listado vigente de los miembros del Comité o solicitud de ingreso a un Comité

**Solapa de Preguntas Técnicas:** Envío de preguntas sobre Códigos y Normas al personal de la NFPA, por parte de miembros y funcionarios del Sector Público /Autoridades Competentes. Nuestro Servicio de Preguntas Técnicas ofrece una manera conveniente de recibir ayuda técnica oportuna y consistente cuando es necesario saber más sobre los Códigos y Normas de la NFPA relevantes para su trabajo. Las respuestas las brinda el personal de la NFPA de manera informal.

**Solapa de Productos/Capacitaciones:** Lista de publicaciones de la NFPA y de las capacitaciones disponibles para su compra o enrolamiento.

**Solapa de la Comunidad:** Información y debate sobre una Norma

**Nota Importante:** *Todos los aportes deben ser presentados en inglés*

## Información sobre el Proceso de Desarrollo de Normas NFPA

**I. Reglamentaciones Aplicables.** Las reglas primarias que reglamentan el procesamiento de Normas NFPA (Códigos, normas, prácticas recomendadas y guías) son las Reglamentaciones de NFPA que Gobiernan el Desarrollo de Normas NFPA (Regl.). Otras reglas aplicables incluyen los Estatutos de NFPA, Reglas de Convención para Reuniones Técnicas de NFPA, Guía NFPA sobre la Conducta de Participantes en el Proceso de Desarrollo de Normas NFPA y las Reglamentaciones de NFPA que Gobiernan las Peticiones a la Junta Directiva sobre las Decisiones del Consejo de Normas. La mayoría de estas reglas y regulaciones están contenidas en el Directorio de Normas de NFPA. Para copias del Directorio, contáctese con la Administración de Códigos y Normas de NFPA; todos estos documentos también están disponibles en “www.nfpa.org”.

La que sigue, es información general sobre el proceso de NFPA. No obstante, todos los participantes, deben referirse a las reglas y regulaciones vigentes para la comprensión total de este proceso y para los criterios que reglamentan la participación.

**II. Informe del Comité Técnico.** El Informe del Comité Técnico se define como el “Informe de el/los Comité(s) responsables, en conformidad con las Reglamentaciones, de la preparación de una nueva Norma NFPA o de la revisión de una Norma NFPA existente.” El Informe del Comité Técnico se efectúa en dos partes y consiste en un Informe del Primer Borrador y en un Informe del Segundo Borrador. (Ver Regl. en 1.4)

**III. Paso 1: Informe del Primer Borrador.** El Informe del Primer Borrador se define como la “Parte uno del Informe del Comité Técnico, que documenta la Etapa de Aportes.” El Informe del Primer Borrador consiste en un Primer Borrador, Aportes Públicos, Aportes del Comité, Declaraciones de los Comités y de los Comités de Correlación, Aportes de Correlación, Notas de Correlación y Declaraciones de Votación. (Ver Regl. en 4.2.5.2 y Sección 4.3) Cualquier objeción relacionada con una acción del Informe del Primer Borrador, debe efectuarse mediante la presentación del Comentario correspondiente para su consideración en el Informe del Segundo Borrador o se considerará resuelta la objeción. [Ver Regl. en 4.3.1(b)]

**IV. Paso 2: Informe sobre el Segundo Borrador.** El Informe del Segundo Borrador se define como la “Parte dos del Informe del Comité Técnico, que documenta la Etapa de Comentarios.” El Informe del Segundo Borrador consiste en el Segundo Borrador, Comentarios Públicos con las correspondientes Acciones de los Comités y las Declaraciones de los Comités, Notas de Correlación y sus respectivas Declaraciones de los Comités, Comentarios de los Comités, Revisiones de Correlación, y Declaraciones de Votación. (Ver Regl. en Sección 4.2.5.2 y en 4.4) El Informe del Primer Borrador y el Informe del Segundo Borrador juntos constituyen el Informe del Comité Técnico. Cualquier objeción pendiente de resolución y posterior al Informe del Segundo Borrador, debe efectuarse mediante la correspondiente Moción de Enmienda en la Reunión Técnica de la Asociación, o se considerará resuelta la objeción. [Ver Regl. en 4.4.1(b)]

**V. Paso 3a: Toma de Acción en la Reunión Técnica de la Asociación.** Luego de la publicación del Informe del Segundo Borrador, existe un período durante el cual quienes desean presentar las correspondientes Mociones de Enmienda en el Informe del Comité Técnico, deben señalar su intención mediante la presentación de una Notificación de Intención para Formular una Moción (ver Regl. en 4.5.2). Las Normas que reciban la correspondiente notificación de Moción de Enmienda (Mociones de Enmienda Certificadas) serán presentadas para la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación anual llevada a cabo en el mes de junio. En la reunión, los miembros de la NFPA pueden poner en consideración y tomar medidas sobre estas Mociones de Enmienda Certificadas, así como efectuar el seguimiento de las Mociones de Enmienda, o sea, mociones que se tornan necesarias como resultado de una Moción de Enmienda exitosa anterior (ver 4.5.3.2 a 4.5.3.6 y Tabla 1, Columnas 1-3 de Regl. para ver un resumen de las Mociones de Enmienda disponibles y quién las puede formular.) Cualquier objeción pendiente de resolución y posterior a la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación (y cualquier otra consideración del Comité Técnico posterior a la Moción de Enmienda exitosa, ver Regl. 4.5.3.7 a 4.6.5.3) debe formularse mediante una apelación ante el Consejo de Normas o se considerará resuelta la objeción.

**VI. Paso 3b: Documentos Enviados Directamente al Consejo.** Cuando no se recibe ni se certifica ninguna Notificación de Intención de Formular una Moción (NITMAM) en conformidad con las Reglas de Convención para las Reuniones Técnicas, la Norma se envía directamente al Consejo de Normas para accionar sobre su emisión. Se considera que las objeciones para este documento están resueltas. (Ver Regl. 4.5.2.5)

**VII. Paso 4a: Apelaciones ante el Consejo.** Cualquier persona puede apelar ante el Consejo de Normas en relación a cuestiones de procedimiento o cuestiones sustanciales relativas al desarrollo, contenido, o emisión de cualquier documento de la Asociación o relativas a cuestiones que se encuentran en el ámbito de la autoridad del Consejo, tal como lo establece el Estatuto y como lo determina la Junta Directiva. Tales apelaciones deben efectuarse por escrito y presentarse en la Secretaría del Consejo de Normas (Ver Regl. en 1.6). Los límites al tiempo para presentar una apelación, deben prestar conformidad a 1.6.2 de las Regl. Se considera que las objeciones están resueltas si no prosiguen a este nivel.

**VIII. Paso 4b: Emisión del Documento.** El Consejo de Normas es el emisor de todos los documentos (ver el Artículo 8 del Estatuto). El Consejo actúa en la emisión de un documento presentado para la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación, dentro de los 75 días desde la fecha de recomendación en la Reunión Técnica de la Asociación, salvo que se extienda este período por el Consejo (Ver Regl. en 4.7.2). Para los documentos que se envían directamente al Consejo de Normas, el Consejo actúa en la emisión del documento en su próxima reunión programada, o en alguna otra reunión que el Consejo pudiera determinar (Ver Regl. en 4.5.2.5 y 4.7.4).

**IX. Peticiones ante la Junta Directiva.** Se ha delegado en el Consejo de Normas la responsabilidad de la administración del proceso de desarrollo de los Códigos y Normas y de la emisión de documentos. No obstante, cuando existen circunstancias extraordinarias que requieren la intervención de la Junta Directiva, la Junta Directiva puede tomar cualquier acción necesaria para dar cumplimiento a su obligación de preservar la integridad del proceso de desarrollo de Códigos y Normas y de proteger los intereses de la Asociación. Las reglas para efectuar peticiones ante la junta Directiva pueden encontrarse en las Reglamentaciones de la NFPA que Gobiernan las Peticiones a la Junta Directiva sobre las Decisiones del Consejo de Normas y en 1.7 de las Regl.

**X. para más Información.** Debe consultarse el programa para la Reunión Técnica de la Asociación (así como el sitio web de la NFPA a medida que va habiendo información disponible) para la fecha en que se presentará cada informe programado para su consideración en la reunión. Para obtener copias del Informe del Primer Borrador y del Informe del Segundo Borrador, así como otra información sobre las reglamentaciones de la NFPA e información actualizada sobre programas y fechas límite para el procesamiento de documentos de NFPA, visite [www.nfpa.org/abouttheCódigos](http://www.nfpa.org/abouttheCódigos) o llame a la Administración de Códigos & Normas de NFPA al +1-617-984-7246.





# CURSOS NFPA DONDE ESTÉ

Los cursos de NFPA están basados en el más reciente y completo entendimiento de los desafíos a los que usted se enfrenta y los mejores métodos para abordarlos. Déjenos ayudarlo a estar mejor preparado para el trabajo importante que usted hace.

NFPA ofrece una selección extensiva de cursos en seguridad eléctrica, humana y contra incendios en español.

Que mejor recurso hay para su capacitación que las personas que ayudan a desarrollar los códigos con los que usted trabaja? El calendario completo de cursos en español ofrecidos a lo largo y ancho de Latinoamérica está disponible en **[estudionfpa.org/calendario](http://estudionfpa.org/calendario)**

*“Los cursos de NFPA me dieron un peldaño para mayores y mejores cosas en mi trayectoria profesional. Le recomendaría los cursos NFPA a cualquiera”.*

— **Sherrill Nardontonia**, York, PA

# DONDE QUIERA QUE ESTÉ...

El NFPA Journal Latinoamericano® digital lo acompaña.

Lo puede leer en su ordenador o dispositivos móviles en forma cómoda y ágil. Acceda a la edición digital del NFPA JLA, incluyendo versiones de diseño adaptable para a todo tipo de dispositivo, en [nfpajla.org](http://nfpajla.org). Para descargar la aplicación de la revista para iPad, iPhone, y Android, visite [nfpajla.org/apmovil](http://nfpajla.org/apmovil).

**NO IMPORTA LA PLATAFORMA QUE UTILICE,  
LO TENEMOS CUBIERTO.**



[nfpajla.org/apmovil](http://nfpajla.org/apmovil)

**NFPA**  
JOURNAL LATINOAMERICANO  
LA REVISTA DE LA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION