

Universidad Nacional

de

Córdoba

EXP-UNC: 18064/2008.-

República Argentina

VISTO las presentes actuaciones, en las que el señor Vicerrector de la Universidad Nacional de Córdoba Prof. Dr. GERARDO DANIEL FIDELIO, en su carácter de Coordinador del Consejo de Prevención para la Seguridad, eleva a este H. Cuerpo, la **Guía Técnica para Evaluación y Prevención Riesgo Eléctrico**; teniendo en cuenta lo aconsejado por la Comisión de Vigilancia y Reglamento,

**EL H. CONSEJO SUPERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1 .-** Hacer lugar a lo solicitado por el señor Vicerrector de la Universidad Nacional de Córdoba Prof. Dr. GERARDO DANIEL FIDELIO en su carácter de Coordinador del Consejo de Prevención para la Seguridad y, en consecuencia, aprobar la **Guía Técnica para Evaluación y Prevención Riesgo Eléctrico**, que forma parte integrante de la presente, debiendo utilizarse el mismo como referencia.

**ARTÍCULO 2 .-** Proponer al Consejo Interuniversitario Nacional la utilización de la Guía aprobada en el Artículo 1 como referencia de consulta con uso gratuito.

**ARTÍCULO 3 .-** Comuníquese y pase para su conocimiento y efectos al Vicerrectorado - Consejo de Prevención para la Seguridad -.

**DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL H. CONSEJO SUPERIOR A LOS VEINTIÚN DÍAS DEL MES DE OCTUBRE DE DOS MIL OCHO.**

gc

Mgter. JHON BORETTO  
SECRETARIO GENERAL  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Dra. SILVIA CAROLINA SCOTTO  
RECTORA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

**RESOLUCIÓN Nº: 516**



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



# **GUÍA TÉCNICA PARA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO**



## OBJETIVO

Esta Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico, que recoge criterios y recomendaciones, tiene por objeto establecer una metodología de análisis de las situaciones de riesgo eléctrico que se puedan presentar en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba. Dichos criterios y recomendaciones pueden facilitar a los responsables de prevención y trabajadores la aplicación de las medidas de seguridad más apropiadas para cada situación.

Esta Guía se aplicará, con carácter complementario, a las medidas generales establecidas por las normas y disposiciones vigentes que regulan este tipo de instalaciones, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

Se han tenido en cuenta normas de la AEA Asociación Electrotécnica Argentina, IRAM, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, NEC, National Electrical Code, DIN, Deutsches Institut für Normung, además de experiencias y pautas de trabajos elaborados para empresas petroleras, gasíferas, destilerías, laboratorios, aceiteras y otras afines.

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente Guía tiene por objeto facilitar la aplicación de las disposiciones legales vigentes y, en particular, proporciona criterios que ayudan a realizar la evaluación de los riesgos eléctricos y la adopción de las correspondientes medidas preventivas.

Junto a las obligaciones específicas relativas a la protección contra el riesgo eléctrico, el responsable debe asegurar también el cumplimiento de los preceptos de carácter general contenidos en la **Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo** y su **Decreto Reglamentario N° 351/79** y en el **Reglamento para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364 (REIEI)** y en el **Protocolo de Instalaciones Eléctricas** vigente para esta Universidad Nacional de Córdoba.

La presente Guía establece, en el marco legal vigente disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo.

Esta Guía se aplica a las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y a las técnicas y procedimientos para trabajar en ellas, o en sus proximidades. Tiene por objeto la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, aplicándose a todos los lugares donde exista éste, ya sea el derivado de las propias instalaciones eléctricas o de los trabajos que se realicen en ellas o sus proximidades. En ese marco, es preciso regular con cierto detalle las técnicas y procedimientos para:

- Dejar una instalación sin tensión, antes de realizar un trabajo, y reponer la tensión, al finalizarlo.
- Trabajar en instalaciones en tensión.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



- Realizar maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas.
- Trabajar en proximidad de elementos en tensión (incluidas las líneas eléctricas aéreas o subterráneas).
- Trabajar en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión, o en los que pueda producirse una acumulación peligrosa de carga electrostática.

Estas disposiciones se aplicarán plenamente en todo el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba, sin perjuicio de las disposiciones específicas contenidas que pudieren corresponder. Por otra parte, se deberá tener en cuenta las obligaciones del responsable en relación con la evaluación de los riesgos originados por la energía eléctrica y la planificación de la actividad preventiva. La evaluación de estos riesgos permitirá determinar si las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas y las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en ellas o en sus proximidades se ajustan a lo establecido en las disposiciones normativas específicas que sea de aplicación. De esta forma, se obtendrá la información necesaria para que el responsable esté en condiciones de tomar una decisión apropiada en relación con las medidas preventivas que, en su caso, deban adoptarse.



## 2. DEFINICIONES

A efectos de este Guía, serán de aplicación las siguientes definiciones

**2.1. Riesgo eléctrico:** riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

**2.2. Lugar de trabajo:** cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo. El término «lugar de trabajo» incluye cualquier local, pasillo, escalera, vía de circulación, servicios higiénicos, locales de descanso, locales de primeros auxilios, comedores, centros de transformación de energía eléctrica, etc. situados dentro de la amplia gama de instalaciones

**2.3. Instalación eléctrica:** el conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

**2.4. Procedimiento de trabajo:** secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (calificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo. Por «procedimiento de trabajo» se entiende la implantación eficaz de una serie de actividades y tareas coordinadas que definen claramente la secuencia de operaciones a desarrollar en situación normal, en cambios planeados y emergencias previsibles, e incluye:

- Los medios materiales de trabajo.
- Los equipos de protección colectiva e individual.
- Los recursos humanos necesarios, con indicación de su calificación, formación y asignación de tareas.



**2.5. Alta tensión. Baja tensión. Tensiones de seguridad:**

**2.5.1. Baja Tensión:** las instalaciones eléctricas de baja tensión son aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 1.000 V para corriente alterna y 1.500 V para corriente continua.

**2.5.2. Alta Tensión:** son las instalaciones en las que la tensión nominal es superior a 1.000 Voltios en corriente alterna.

**2.5.3. Tensiones de seguridad:** En el REIEI se fija como tensiones de seguridad 24 voltios, valor eficaz, para locales o emplazamientos húmedos o mojados, y 50 voltios para locales o emplazamientos secos). No obstante, el mismo REIEI considera tres tipos de instalaciones a muy baja tensión: Muy Baja Tensión de Seguridad (**MBTS**), Muy Baja Tensión de Protección (**MBTP**) y Muy Baja Tensión Funcional (**MBTF**).

**2.5.3.1.** Las instalaciones a **Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS)** comprenden aquellas alimentadas mediante una fuente con aislamiento de protección, tales como un transformador de seguridad o fuentes equivalentes cuyos circuitos disponen de aislamiento de protección y no están conectados a tierra. Las masas no deben estar conectadas intencionadamente a tierra o a un conductor de protección.

**2.5.3.2.** En las instalaciones a **Muy Baja Tensión de Protección (MBTP)** los circuitos y/o las masas están conectadas a tierra o a un conductor de protección. La puesta a tierra de los circuitos puede ser realizada por una conexión adecuada al conductor de protección del circuito primario de la instalación.

**2.5.3.3.** Las instalaciones a **Muy Baja Tensión Funcional (MBTF)** son las que, cumpliendo los mencionados requisitos en cuanto a la tensión nominal, no cumplen los correspondientes a las MBTS ni a las MBTP.

**2.5.3.4.** La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez, se realiza mediante la utilización de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS).

**2.6. Trabajos sin tensión:** trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

**2.7. Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:** espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos



normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en baja tensión al límite exterior de esta zona será de 50 cm. Dentro de la zona de peligro, se permite trabajar, mediante métodos y procedimientos especiales, conocidos como «trabajos en tensión», a trabajadores calificados.

- 2.8. Trabajo en tensión:** trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones ensayos y verificaciones definidas a continuación. Estos trabajos solamente pueden ser realizados por «trabajadores calificados» especialmente entrenados para ello y utilizando equipos, materiales y según un método y procedimientos de trabajo que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico
- 2.9. Maniobra:** intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno. Se pueden distinguir dos clases de maniobras:
- 2.9.1.** Las maniobras encaminadas a modificar el estado eléctrico de una instalación eléctrica, con el fin de utilizar un equipo, cerrar o abrir un circuito, poner en marcha o parar equipos diseñados para ser utilizados de esta forma sin riesgos, siempre que esto sea razonablemente ejecutable.
- 2.9.2.** Las maniobras de conexión o desconexión de las instalaciones para realizar trabajos en ellas. En el caso particular de las maniobras realizadas mediante aparatos de conexión, es preciso tener en cuenta las capacidades y limitaciones de las diferentes clases: seccionadores, interruptores, interruptores automáticos, etc.
- 2.10. Mediciones, ensayos y verificaciones:** actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.
- 2.11. Zona de proximidad:** espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será de 70 cm.
- 2.12. Trabajo en proximidad:** trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con



una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

**2.13. Trabajador autorizado:** trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta. Con relación a esta definición, un «**trabajador autorizado**» no es sólo un trabajador que ha recibido la formación e información técnica necesaria, sino que, además, debe haber sido específicamente autorizado por el RAMS para realizar el tipo de trabajo con riesgo eléctrico de que se trate, en base a su capacidad de realizarlo de manera correcta. Obsérvese que la capacidad es una condición necesaria, pero no suficiente para ser « **trabajador autorizado** ». La formación (teórica y práctica) requerida por un «trabajador autorizado» debe capacitarle para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar, dentro del siguiente repertorio:

- Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión.
- La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión.
- Las maniobras en baja tensión.
- Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión.
- Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión).
- La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión.
- La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad, de acuerdo con lo establecido en la presente Guía.
- Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio.

**2.14. Trabajador calificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

**2.15. Jefe de trabajo:** persona designada por el RAMS para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.



### 3. OBLIGACIONES DEL RESPONSABLE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS (RAMS)

El RAMS deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos, en sentido amplio, o sea considerando la necesidad de «evitar los riesgos» y de «evaluar los riesgos que no se puedan evitar». Esta evaluación de riesgos, tendrá particularidades diferentes en función del trabajo que desarrolle el trabajador. En general, se puede distinguir entre:

**3.1. Trabajadores usuarios de equipos o instalaciones eléctricas:** en este caso, la evaluación de riesgos se dirigirá a comprobar si los equipos o instalaciones son los adecuados para evitar que los trabajadores puedan sufrir contactos eléctricos directos o indirectos. Esto implica:

- Comprobar la adecuación de los equipos o instalaciones a las condiciones en que se utilizan (locales mojados, atmósferas explosivas, etc.).
- Comprobar si disponen de las medidas de prevención necesarias para evitar el riesgo de accidente eléctrico (esencialmente, medidas de prevención en el origen).
- Tener en cuenta el cumplimiento de la normativa específica aplicable, en particular, la reglamentación para instalaciones eléctricas.

Además, será necesario comprobar que los trabajadores disponen de la formación e información adecuadas en relación con el uso de los equipos e instalaciones eléctricas.

**3.2. Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión y trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas:** en estos casos, la evaluación de riesgos se centrará en comprobar que las técnicas y procedimientos empleados se ajustan a lo dispuesto en esta Guía, que los equipos utilizados y los dispositivos de protección se ajustan a la normativa específica que sea de aplicación y que los trabajadores disponen de la formación, información y, en su caso, calificación requerida.

**3.3.** En cualquier caso, a efectos de prevenir el riesgo eléctrico se deberán tener en cuenta que :

**3.3.1.** Las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo deberán cumplir lo establecido en los reglamentos y disposiciones vigentes.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



**3.3.2.** Las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, deberán cumplir lo dispuesto en la presente guía.



#### 4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar de trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

4.1. En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el párrafo anterior.

4.2. Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del RAMS.

4.3. En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la REIEI, este Protocolo, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

4.4. El REIEI establece, con carácter general, las condiciones y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas en relación con la seguridad de las personas y los bienes. En él se fijan las condiciones de seguridad y de calidad para los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas.

4.5. Sistemas de Protección:

4.5.1. Contra contactos eléctricos directos:

- Por recubrimiento de las partes activas
- Por medio de barreras o envolventes
- Por alejamiento
- Mediante interruptores diferenciales (complementaria)

4.5.2. Contra contactos eléctricos indirectos:

- Por corte automático de la instalación
- Por empleo de equipos de Clase II



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



- Por separación eléctrica de circuitos
- Por conexión equipotencial local.

4.5.3. Por otra parte, la REIEI establece los requisitos que deben reunir las instalaciones en locales con fines especiales, como por ejemplo:

- Instalaciones en locales de pública concurrencia
- Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión
- Instalaciones en locales de características especiales, tales como:
  - Instalaciones en locales húmedos
  - Instalaciones en locales mojados
  - Instalaciones en locales con riesgo de corrosión
  - Instalaciones en locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión
  - Instalaciones en locales a temperatura elevada
  - Instalaciones en locales a muy baja temperatura
  - Instalaciones en locales en los que existan baterías de acumuladores
  - Instalaciones en locales afectos a un servicio eléctrico
- Instalaciones con fines especiales, tales como:
  - Instalaciones para piscinas y fuentes
  - Instalaciones para máquinas de elevación y transporte
  - Instalaciones provisionales y temporales de obras
  - Instalaciones para ferias o «stands»
  - Instalaciones para establecimientos agrícolas y hortícolas.
  - Instalaciones en quirófanos y salas de intervención



- o Instalaciones de cercado eléctrico para ganado, etc.

4.5.4. Asimismo, en el REIEI también se establecen los requisitos que han de reunir los receptores, clasificándolos de acuerdo con su grado de aislamiento, la tensión de alimentación y el sistema de protección contra contactos eléctricos. Así, en relación con la protección que ofrecen los receptores contra contactos eléctricos se establece la siguiente clasificación:

Clase	Características principales de los aparatos	Precauciones de seguridad
<b>Clase 0</b>	Sin medios de protección por puesta a tierra (la protección se basa solamente en el aislamiento funcional).	Se necesita un entorno aislado de tierra
<b>Clase I</b>	Previstos medios de conexión a tierra (mediante un conductor de protección).	Conectar a la toma de tierra de protección
<b>Clase II</b>	Aislamiento de protección suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra.	No es necesaria ninguna otra protección
<b>Clase III</b>	Previstos para ser alimentados con muy bajas tensiones de seguridad (MBTS).	Conexión a muy baja tensión de seguridad
Esta clasificación no implica que se pueda utilizar cualquiera de dichos tipos de receptor. Las condiciones de seguridad pueden imponer restricciones al uso de alguna de estas clases. Los aparatos de Clase 0 no están autorizados en la República Argentina		

En el REIEI se especifican las condiciones de utilización de los receptores, en función de su «Clase» y de las características de los locales donde sean instalados. A modo de ejemplo:

- Las herramientas eléctricas portátiles manuales utilizadas en obras o emplazamientos muy conductores, deben ser de Clase III.
- En emplazamientos donde puedan formarse atmósferas explosivas, la instalación y los equipos eléctricos utilizados deben cumplir los requisitos sobre aparatos y sistemas de protección para uso en las atmósferas potencialmente explosivas.



## 5. MANTENIMIENTO

**5.1. De las instalaciones:** En relación con el mantenimiento de las instalaciones (y el control periódico de los sistemas de protección) se deberá cumplir con lo especificado en el Protocolo de Instalaciones Eléctricas vigente.

**5.2. Uso, control y mantenimiento de los equipos:** Al momento de realizarse la instalación o puesta en servicio de un nuevo equipo, se deberá proveer al RAMS de las instrucciones por escrito para el **correcto uso y mantenimiento** de los mismos.

Asimismo, se establece que los usuarios de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento las mismas, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, estas deberán ser efectuadas por quien disponga el RAMS.

Por otra parte, y en relación con la utilización de equipos de trabajo, se establece lo siguiente:

**5.2.1.** Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

**5.2.2.** Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo e indirecto con la electricidad.

**5.2.3.** En ambientes especiales tales como locales mojados o de alta conductividad, locales con alto riesgo de incendio, atmósferas explosivas o ambientes corrosivos, no se emplearán equipos de trabajo que en dicho entorno supongan un peligro para la seguridad de los trabajadores.

**5.2.4.** Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras esté efectuándose la operación.

**5.2.5.** El uso, control y mantenimiento de los equipos eléctricos se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.



## 6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

6.1. Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

6.1.1. La evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, habida cuenta de las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.

6.1.2. Los requisitos establecidos en los restantes apartados del presente artículo.

6.1.3. Los requisitos a los que se refiere este artículo no son de aplicación universal e incondicional. Un determinado requisito se aplicará, o no, dependiendo de las características de la instalación, del trabajo o del entorno en el que va a realizarse. Por ello, es precisamente la evaluación de riesgos la que deberá determinar:

- los requisitos concretos que deben cumplirse y, en su caso,
- las medidas que deben adoptarse para asegurar su cumplimiento

6.2. Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indiquen específicamente.

6.3. El principio general (con las excepciones indicadas en los apartados que se citan) conlleva la obligación de que cualquier trabajo que se efectúe en una instalación o en su proximidad se realice sin tensión. El incumplimiento de este requisito ha sido causa de accidentes graves.

6.4. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas en los siguientes puntos:

### 6.4.1. Trabajos sin tensión

6.4.1.1. **Disposiciones generales:** Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores calificados.

6.4.1.2. **Supresión de la tensión:** Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el



## Vicerrectorado Universidad Nacional de Córdoba



proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

**Comentarios:** el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro», tiene por objeto proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico derivado de la aparición inesperada de tensiones peligrosas en la instalación, debidas a posibles maniobras erróneas, contactos accidentales de la instalación con otras líneas en tensión o cualquier otra causa.

En dicho proceso, la aplicación de la primera etapa produce el aislamiento de la instalación respecto a las fuentes de alimentación; la segunda etapa tiene por objeto impedir que se reconecte, a causa de errores o fallos fortuitos; la tercera etapa tiene por objeto comprobar que la instalación está, en ese momento, libre de tensión y admite la realización de ciertas operaciones en ella, entre las que se encuentra su puesta a tierra y en cortocircuito. La puesta a tierra y en cortocircuito, que constituye la cuarta etapa, es la que verdaderamente garantiza el mantenimiento de la situación de seguridad durante el período de tiempo que duren los trabajos. La quinta y última etapa complementa las anteriores, bien sea mediante la introducción de barreras destinadas a evitar el contacto de los trabajadores con otros elementos en tensión o mediante la delimitación y señalización de la zona de trabajo.



## Vicerrectorado Universidad Nacional de Córdoba



No obstante, en este punto se contempla la posibilidad de que existan razones esenciales que justifiquen una forma distinta de suprimir la tensión. Si éste es el caso, deberán desarrollarse procedimientos específicos que garanticen una seguridad al menos equivalente a la que proporciona la secuencia descrita.

En todo caso, antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: **la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo**. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo (en la cual se debe integrar la actividad preventiva). El responsable de planificar el trabajo debe identificar con precisión la zona y los elementos de la instalación en la que se desea trabajar y debe transmitir esta información con claridad al Jefe de Trabajo y/o a los trabajadores involucrados.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión. Estos procedimientos incluirán la habilitación de las comunicaciones necesarias para asegurar la coordinación de las maniobras y evitar los errores de apreciación, sobre todo en instalaciones alejadas o controladas mediante telemandos. También se incluirá la señalización específica necesaria para colocar en los equipos objeto de enclavamiento o bloqueo.

Así mismo, una vez concluidos los trabajos, el responsable de los mismos debe constatar que todo el personal ha salido de la zona de trabajo y se han retirado los equipos y herramientas utilizados, de forma que la instalación quede apta para restablecer la tensión sin riesgo para los trabajadores. En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión, según se describe más adelante.

**6.4.1.3. Desconectar:** La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Con el fin de aislar la parte de la instalación donde se va a realizar el trabajo sin tensión, deben ser abiertos todos los interruptores o



## Vicerrectorado Universidad Nacional de Córdoba



interruptores automáticos y seccionadores, mediante los cuales dicha instalación se pueda conectar a las fuentes de alimentación conocidas. También puede utilizarse para ello la extracción de fusibles y la apertura de los puentes empleados para unir distintos tramos de una línea o instalación eléctrica.

La apertura debe comenzar accionando los aparatos preparados para abrir con carga (interruptores o interruptores automáticos). Después se abrirán los seccionadores. Lo anterior se puede complementar con la retirada de los fusibles con el fin de aumentar las garantías de mantener aislada la instalación en la que va a realizarse el trabajo.

Para realizar la desconexión en condiciones seguras, es necesario tener en cuenta las características y limitaciones intrínsecas de cada tipo de aparato. Así, para los aparatos más corrientes se debe tener en cuenta lo siguiente:

Seccionadores	Pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas
Interruptores	Son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobre carga en servicio.
Interruptores automáticos («disyuntores»)	Son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como corrientes en condiciones anormales, especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

La desconexión debe incluir el conductor neutro cuando exista. En este caso, que suele ser habitual en las instalaciones de baja tensión, si es posible, la desconexión del conductor neutro debe ser la última en realizarse (y cuando se efectúe la conexión la primera en ser efectuada).

En relación con la necesidad de garantizar el aislamiento de la instalación respecto a todas las fuentes de alimentación, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- La instalación puede formar parte de un lazo, lo que implica la necesidad de realizar la desconexión de los distintos lados.
- La instalación puede incluir condensadores. En tales casos, será necesario proceder a su descarga después de desconectar todas



## Vicerrectorado Universidad Nacional de Córdoba



las fuentes de alimentación, siguiendo el procedimiento que se indicará más adelante.

- Las instalaciones de corriente continua destinadas a tracción eléctrica. En ellas, los motores pueden tener un funcionamiento reversible, actuando como generadores durante la frenada del sistema de tracción.

Por último, hay que tener en cuenta que las desconexiones de la instalación son maniobras y, como tales, deben ser realizadas conforme al procedimiento previsto en la presente Guía.

**6.4.1.4. Prevenir cualquier posible realimentación:** Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telecomandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

**6.4.1.5. Verificar la ausencia de tensión.** La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, deberán extremarse las precauciones siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

La verificación de la ausencia de tensión se debe realizar inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de que la instalación se conecte a una fuente de tensión por error o avería en el intervalo de tiempo que media entre la verificación de la ausencia de tensión y la conexión a tierra y en cortocircuito.

La verificación de la ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir. También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente en tensión.

**6.4.1.6. Poner a tierra y en cortocircuito:** Es conveniente poner a tierra y en cortocircuito las partes de la instalación donde se vaya a trabajar en las que, por inducción o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

▪ **Secuencia de operaciones en baja tensión, para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito**

- Comprobar el verificador de ausencia de tensión.
- Comprobación visual del buen estado del equipo de puesta a tierra y cortocircuito.
- Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual, especialmente de los guantes aislantes para baja tensión.
- Ponerse los guantes aislantes, las gafas inactínicas, (sin pérdida de visión, con el objeto de absorber las radiaciones y proteger los ojos contra las posibles salpicaduras de partículas metálicas, como el cobre, que al fundirse se proyectan violentamente)
- La pantalla facial, el casco de seguridad y, si procede, el arnés o cinturón de seguridad. (Si la pantalla facial es inactínica, no son necesarias las gafas).
- Situarse sobre la banqueta, tarima o alfombra aislante, cuando proceda.
- Verificar la ausencia de tensión entre fases y entre cada fase y neutro, mediante un verificador de tensión o un voltímetro (comprobar antes su funcionamiento).
- Conectar la pinza de puesta a tierra en el conductor de protección o en la toma de tierra del cuadro de baja tensión.

- Conectar las pinzas del equipo al neutro y a cada una de las tres fases mediante las pértigas adecuadas para baja tensión, si se trata de líneas aéreas, o bien, mediante los terminales adecuados si se trata de cuadros de baja tensión (en este último caso, también se puede realizar la conexión mediante cartuchos diseñados para insertar en los portafusibles, una vez retirados los fusibles del cuadro).
- **Equipo de protección individual requerido en Baja Tensión (Para la colocación y la retirada de la puesta a tierra)**
  - Guantes aislantes para trabajos en baja tensión
  - Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico
  - Arnés o cinturón de seguridad, si procede
  - Casco de seguridad aislante con barboquejo
  - Guantes de protección contra riesgos mecánicos y arco eléctrico

De forma complementaria, los trabajadores utilizarán:

- Ropa de trabajo adecuada
- Calzado de trabajo

**6.4.1.7. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo:**

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en esta Guía.

**6.4.1.8. Reposición de la tensión:** La reposición de la tensión solo comenzará una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados. Esta tarea sólo podrá ser realizada por trabajadores autorizados. El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.



3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
  4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.
- **Secuencia típica de operaciones, baja tensión, para retirar una puesta a tierra y en cortocircuito**
    - Comprobar el buen estado del equipo de protección individual, especialmente de los guantes aislantes para baja tensión, y ponérselos.
    - Situarse sobre la banqueta, tarima o alfombra aislante, cuando proceda.
    - Desconectar las pinzas del equipo de cada una de las fases (o los cartuchos insertados en el portafusibles) y del neutro.
    - Desconectar la pinza de puesta a tierra del conductor de protección o de la toma de tierra del cuadro de baja tensión.
  - **Equipo de protección individual requerido para la retirada de la puesta a tierra:** es el mismo citado anteriormente para su colocación.

**6.4.1.9. Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía:** Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica se seguirá el siguiente proceso:

1. Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión mediante su desconexión, ya sea con corte visible o testigos de ausencia de tensión fiables.
2. Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito, a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando incluya un seccionador de tierra y se esperará el tiempo necesario para la descarga.
3. Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores



automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores.

Antes de proceder a la descarga de los condensadores es necesario asegurarse de que la desconexión se ha realizado de manera efectiva. Cuando se trate de una batería de condensadores capaz de almacenar una gran cantidad de energía, se recomienda utilizar un descargador con una resistencia apropiada para que la descarga se produzca sin riesgo, es decir, de forma progresiva. Una vez que la descarga haya concluido se puede pasar a la tercera etapa, es decir, efectuar su puesta a tierra y en cortocircuito.

Durante estas operaciones, el trabajador debe utilizar el equipo de protección individual descrito anteriormente para realizar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación.

#### **6.4.1.10. Trabajo en los transformadores de tensión o de potencia, sin**

**tensión:** En este caso se requiere desconectar los circuitos primario y secundario, empezando, si es posible, por el circuito de menor tensión. El procedimiento para dejar sin tensión cada uno de dichos circuitos es el mismo que el descrito anteriormente para cualquier instalación, incluyendo las verificaciones de ausencia de tensión y la colocación de la puesta a tierra y en cortocircuito en todos los puntos de desconexión.

En el caso de los transformadores de intensidad es necesario tener en cuenta que una apertura accidental del secundario puede dar lugar a sobretensiones muy peligrosas entre sus terminales. Por esta razón, para trabajar sin tensión en el transformador (o en los circuitos que alimenta) es necesario dejar sin tensión el primario.

Si se presentara la necesidad de abrir el circuito conectado al secundario del transformador de intensidad, mientras el primario permanece en tensión, deben ser cortocircuitados previamente los bornes del secundario de una forma segura.

#### **6.4.2. Trabajos en tensión:** Podrán realizarse con la instalación en tensión los siguientes trabajos:

**6.4.2.1.** Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

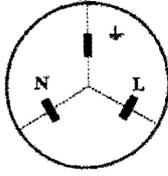
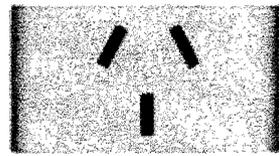
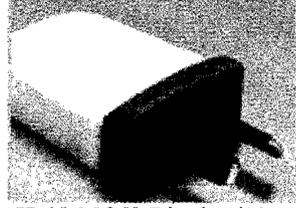


- 6.4.2.2. Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- 6.4.2.3. Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- 6.4.2.4. Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran

**Observación 1:** Es evidente que una operación tal como, por ejemplo, la conexión de una lámpara o de un equipo a un tomacorrientes de baja tensión puede realizarse (por el diseño del material eléctrico empleado) sin tener que dejar previamente la instalación sin tensión y sin precisar capacitación alguna, siempre que el material eléctrico utilizado:

- Esté legalmente comercializado y cumpla, por tanto, las disposiciones legales que le sean de aplicación.
- Esté en buen estado.
- Se use de la forma y con el fin adecuado. Lo que significa, por ejemplo, que no se debe «desenchufar tirando del cable», o conectar muchos aparatos a un misma tomacorrientes mediante un conjunto de conectores múltiples (“zapatilla”) en cascada.

**Observación 2:** De acuerdo a las normas vigentes solamente se podrán comercializar los Tomacorrientes IRAM 2071 Bipolar + Tierra de 10 y 20 A - 250 V y las Fichas IRAM 2063 Bipolar de 10 A -250V y la Ficha IRAM 2073 Bipolar + Tierra de 10 y 20 A cuyas imágenes se muestran en las siguientes figuras. No está permitida la comercialización de los tomacorrientes IRAM 63072, comúnmente llamados bi-norma, bi-uso o combinado. Tampoco se pueden comercializar, ni está permitido su uso, los adaptadores de tres patas planas a dos cilíndricas o viceversa y similares.

 <p>Ficha vista desde el lado de las espigas</p>	 <p>Tomacorrientes IRAM 2071 Bipolar + PE (10 A ó 20 A - 250 V)</p>
 <p>Ficha IRAM 2063 Bipolar (10 A - 250 V) para aparatos Clase II</p>	 <p>Ficha IRAM 2073 Bipolar + PE (10 A o 20 A - 250 V) para aparatos Clase I</p>

Es importante destacar que las conexiones de los conductores de fase, de neutro y de protección eléctrica deben ser efectuadas respetando las ubicaciones indicadas en el gráfico anterior.

Solamente se podrá prescindir de la conexión del conductor de protección eléctrica cuando se esté utilizando un aparato de Clase II identificado con el símbolo:



**6.4.2.5.** Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores calificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores calificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos. La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

- Es recomendable que la formación y el entrenamiento sean objeto de cursos y prácticas periódicas de reciclaje; por



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



ejemplo, una vez al año. Además, conviene prever una formación y entrenamiento adicionales en los casos siguientes:

- a. cuando se vayan a utilizar nuevas técnicas o procedimientos de trabajo;
  - b. cuando se vayan a utilizar procedimientos que se realizan muy esporádicamente, por ejemplo, menos de una vez al año.
- Dentro de la formación y entrenamiento de los trabajadores especializados en los trabajos en tensión se debería hacer especial énfasis en las habilidades para determinar las distancias mínimas de aproximación con arreglo a la tensión de la instalación, así como en la correcta aplicación de las técnicas y procedimientos específicos y en el uso apropiado de los equipos de protección individual y de las herramientas y equipos de trabajo.
- 6.4.2.6.** El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
  - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.)
  - Las pértigas aislantes
  - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
  - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

**6.4.2.7. Método de trabajo en tensión:** Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado, conforme con las normas técnicas que les sean de aplicación.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



En este método, las protecciones aislantes cumplen la función de recubrimiento de conductores y elementos activos, herrajes, aparatos, etc., con los cuales pueda entrar en contacto de forma accidental el trabajador que los realiza.

Las principales precauciones que deberán ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

**6.4.2.8.** A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.



## 7. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES:

De conformidad con las disposiciones legales vigentes, el RAMS deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

- **Información:** es obligación del RAMS informar a los trabajadores de los riesgos existentes, de las medidas y actividades de prevención y protección aplicables a aquéllos y de las medidas de emergencia. Esta información podrá suministrarse, en su caso, a través de sus representantes, aunque deberá ser directamente proporcionada al trabajador afectado en lo que se refiere a los riesgos de su propio puesto de trabajo y las medidas de prevención y protección aplicables.
- **Formación:** el RAMS garantizará que cada trabajador reciba formación en materia preventiva en el momento de su contratación, cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación será teórica y práctica, suficiente y adecuada y estará centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. Se procurará que esta formación se actualice de modo continuo.
- **Alcance:** En el caso del riesgo eléctrico, esta formación e información no solo atañe a los trabajadores que realizan operaciones en las instalaciones eléctricas, sino a todos aquellos trabajadores que, por su cercanía física a instalaciones en tensión o por trabajar en emplazamientos con riesgo de incendio o de explosión (máxime cuando exista la posibilidad de acumulación de electricidad estática), puedan estar expuestos a los riesgos que genera la electricidad. Para establecer la formación adecuada a cada destinatario, es preciso **realizar un estudio de necesidades**. Como punto de partida, y a título de ejemplo, se podría hacer una distinción entre tres figuras distintas de trabajadores:

- Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas:** la formación e información debe ser de nivel básico, lo más sencilla y breve posible, expresada en términos de fácil asimilación, todo ello en función de la experiencia y formación de los trabajadores implicados.  
En razón de la actividad que desarrolle el trabajador, es conveniente que se incida en los riesgos que se puedan presentar con mayor frecuencia; esta formación se puede completar con indicaciones precisas sobre las prácticas concretas que deben evitarse o aplicarse, tales como, por ejemplo entre otras:

*«No trabaje con equipos o instalaciones que presenten defectos en cables o enchufes»*



Vicerrectorado  
Universidad Nacional de Córdoba



«No desenchufe los equipos tirando de los cables»

«No manipule en el interior de los equipos ni los desmonte»

«No sobrecargue los enchufes utilizando prolongaciones (“zapatillas”) de forma abusiva»

«En emplazamientos de características especiales (húmedos, mojados, polvorientos, con riesgo de incendio o explosión, obras de construcción, etc.) no se olvide de aplicar las medidas de seguridad inherentes a ese emplazamiento».

- b. Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión:** además de la formación e información de tipo general indicadas en el apartado anterior, ajustadas a las características del trabajo concreto que desarrollen, los trabajadores deben ser formados sobre las medidas de prevención que se deben adoptar para no invadir la zona de peligro, sobre las protecciones colectivas y los elementos de protección personal (EPP) que, en su caso, deban utilizarse. Con respecto a estos últimos, el trabajador tendrá la información o la formación suficiente para conocer las características que un determinado EPP presenta, con el fin de que no se vean expuestos a situaciones frente a las cuales el EPP no presente garantías.
- c. Trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas:** en este caso la formación, además de la señalada en los dos apartados anteriores, deberá ser mucho más amplia y, a la vez, muy específica para cada tipo concreto de trabajo que deba realizarse.

- Como guía de los requerimientos de formación/capacitación mínima que deben poseer los trabajadores, en función del trabajo que desarrollen, se puede establecer la siguiente tabla:

CONDICIÓN	TIPO DE TRABAJO	TODOS	AUT.	CALIF.
a. Sin tensión	Supresión y reposición de la tensión		X	
	Ejecución de los trabajos	X		
b. En tensión	Realización			X
	Reposición de fusibles		X	
c. Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones	Mediciones, ensayos y verificaciones		X	
	Maniobras locales		X	
d. Trabajos en proximidad	Preparación		X	
	Realización	X		



## 8. MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES

**8.1. Disposiciones generales:** Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. A diferencia de lo establecido para la ejecución de trabajos en tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores calificados, para realizar las maniobras locales, basta con ser trabajador autorizado. Esto es así porque las maniobras locales son operaciones relativamente sencillas, que no implican el montaje o desmontaje de ningún elemento de la instalación y que se llevan a cabo accionando aparatos diseñados e incorporados a la instalación con esa finalidad. Los trabajadores autorizados también pueden realizar mediciones, ensayos o verificaciones en las instalaciones de baja tensión.

**8.2. Métodos, equipos y materiales de trabajo y protección:** El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Estos equipos y materiales de protección son similares a los citados en el punto 6.4.2.6. de esta Guía.

**8.3.** A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

**8.4.** Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

**8.5.** La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

**8.6.** Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

**8.7.** Entre las tareas y operaciones a las que se refiere el presente apartado conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones):

**8.7.1. Maniobras:** Para cada tipo de maniobra se debería elaborar una sistemática segura de ejecución que contemple lo siguiente:

- La secuencia de operaciones a realizar
- Los equipos auxiliares y los de protección individual requeridos
- Las comprobaciones previas de dichos equipos
- Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra

Cuando el trabajador tenga que realizar una maniobra, se deberían emplear los siguientes equipos de protección individual

- Pantalla facial
- Gafas inactivas (caso de no serlo la pantalla facial)
- Casco de seguridad
- Cinturón de seguridad, si procede

**8.7.2. Mediciones, ensayos y verificaciones:** Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc. así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se debería planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura. (Por ejemplo, en principio no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en baja tensión). En general, este procedimiento debería incluir, al menos, lo siguiente:

- **La delimitación y señalización de la zona de trabajo:** Cuando exista la posibilidad de que otras personas o trabajadores ajenos a las operaciones entren en la zona de trabajo es necesario proceder a su delimitación y señalización. La delimitación puede efectuarse mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo o bien utilizando cintas o bandas con colores distintivos en cuyos soportes pueden colocarse señales de peligro y prohibición de acceder a la zona.
- **Los aspectos relacionados con la puesta a tierra:** En los procedimientos de ejecución de las pruebas (mediciones, ensayos y verificaciones) es necesario recoger prácticas seguras para la



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



puesta a tierra de los equipos utilizados en las pruebas. En general, todas las partes conductoras accesibles al trabajador que realiza las operaciones deben ser conectadas a tierra durante el tiempo que dure su ejecución. Así mismo, todos los terminales o bornes puestos a tierra, tanto de los equipos usados para realizar las pruebas como de la instalación que va a ser objeto de ellas, deben ser tratados como elementos en tensión mientras no se compruebe que no lo están.

Antes de instalar la puesta a tierra es necesario aislar la instalación en pruebas desconectándola de toda fuente de alimentación y suprimiendo la tensión, de acuerdo con el **procedimiento ya descrito** para los trabajos sin tensión. Se debería emplear una conexión de puesta a tierra común para los equipos usados en las pruebas y la parte de la instalación en pruebas.

Asimismo, si las pruebas implican la circulación de intensidades muy altas se recomienda utilizar un conductor de retorno, con el fin de evitar la aparición de tensiones de paso y de contacto peligrosas. Si el tendido de dicho conductor de retorno presentara grandes dificultades, el procedimiento de trabajo debería asegurar una protección adecuada de los trabajadores frente a dichas tensiones de paso o de contacto, por ejemplo, mediante plataformas o recintos equipotenciales.

En el caso de que se emplee algún vehículo en la zona de pruebas, su chasis debería ser puesto a tierra. La protección contra las tensiones de contacto respecto al vehículo, panel de instrumentos y otras partes conductoras accesibles a los trabajadores, puede ser realizada mediante aislamientos adecuados o mediante una conexión equipotencial.

Una vez concluidos los trabajos, antes de levantar las restricciones para el libre acceso a la zona, es preciso suprimir la tensión de la instalación en pruebas y dejar instalado un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito. Por otra parte, en el caso de que la instalación en pruebas posea condensadores de elevada capacidad, antes de instalar la puesta a tierra, los condensadores deberían ser descargados mediante un descargador que posea una resistencia dimensionada para la energía acumulada en los condensadores. A continuación, se debe aplicar una puesta a tierra y en cortocircuito directamente conectada a los terminales de dichos condensadores cuando la energía almacenada en ellos caiga a un nivel en el que se pueda hacer esto de forma segura.



- **La forma de utilizar los equipos de pruebas:** Los terminales o elementos accesibles de los equipos de medida y demás instrumentos utilizados para realizar las pruebas deben estar aislados (por ejemplo, con manguitos aislantes) para proteger a los trabajadores de los riesgos derivados de las tensiones que pueden aparecer en los mismos durante dichas pruebas.

En general, se debe evitar tender en la zona de pruebas los cables de los equipos utilizados en ellas, salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico (unido en sus extremos a conectores coaxiales apropiados de puesta a tierra), o bien, se utilicen otros sistemas que aseguren una protección equivalente.

Por otra parte, en la medida de lo posible, se deberían ordenar todos los cables, de manera que se mantengan separados los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra.

En el caso de que los trabajadores deban permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de éstas en tensión, el Jefe de Trabajo o el responsable de su ejecución deberían vigilar su desarrollo y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia.

**8.7.3. Supervisión de las operaciones:** El jefe de Trabajo o el responsable de las pruebas debe asegurarse del cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido. Entre otras cosas, debería comprobar:

- Que el dispositivo de desconexión de la alimentación eléctrica para las pruebas está claramente identificado y es fácilmente accionable en caso de emergencia.
- Que las tomas de tierra están claramente identificadas y en buen estado.
- Que los elementos de protección personal y los de protección auxiliar están en buen estado y se utilizan de forma correcta.
- Que los sistemas de señalización y delimitación están correctamente instalados.

**8.7.4. Otras precauciones:** Cuando se realizan pruebas de aislamiento en una instalación, es necesario tener en cuenta que puede quedar cargada a la tensión suministrada por el equipo utilizado en las pruebas, debido a las capacidades existentes entre los conductores y entre éstos y tierra. Si bien en la mayoría de los casos esta carga es muy pequeña, debería tomarse la



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



precaución de proceder a su descarga una vez concluidas las operaciones, mediante el procedimiento ya descrito de puesta a tierra y en cortocircuito.

Por otro lado, los trabajadores no deberán entrar en lugares donde existan elementos accesibles en tensión si no se dispone de una iluminación que permita realizar su trabajo de forma segura. Para realizar las pruebas en condiciones de seguridad, es necesario disponer de unos niveles de iluminación en la zona de trabajo acordes con las exigencias visuales de la tarea y libre de deslumbramientos.

Cuando las medidas, ensayos o verificaciones hayan de ser realizadas al aire libre, el procedimiento de ejecución debería especificar las circunstancias que determinan la suspensión de los trabajos; por ejemplo, en caso de tormenta, viento o lluvia, para no poner en peligro la seguridad de los trabajadores.



## 9. TRABAJOS EN PROXIMIDAD

**9.1. Disposiciones generales:** En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

### 9.2. Preparación del trabajo.

**9.2.1.** Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión se determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente apartado.

**9.2.2.** De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

**9.2.3.** Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado. Se debe realizar un análisis de la situación para el que se requiere conocer, al menos, los siguientes datos:
  - La tensión nominal de la instalación
  - Las operaciones que han de ser realizadas en proximidad
  - En cuáles de dichas operaciones se puede delimitar con precisión la zona en la que se van a realizar los trabajos y en cuáles no se puede delimitar con precisión.
  - La proximidad máxima prevista en los trabajos con respecto a los elementos en tensión existentes.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de



seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

- 9.2.4.** Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en los casos en que las actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el RAMS deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

El alcance de dicha formación debe ajustarse a las necesidades que se pongan de manifiesto como resultado de la preceptiva evaluación de los riesgos en relación con las actividades que realicen los trabajadores. No obstante, en trabajos de carácter móvil (como las pequeñas obras y las reparaciones de albañilería, pintura, plomería, etc.) los propios trabajadores deberían ser capaces de detectar este tipo de peligros e informar de ellos al empresario para que tome las medidas oportunas antes de iniciar los trabajos. Esto sería también aplicable a los trabajadores cuyas actividades habituales conlleven la utilización de máquinas o equipos como los reseñados en la lista no exhaustiva que se incluye más adelante.

La detección de estos peligros no puede dejarse a la libre apreciación o intuición de cada trabajador, dado que si falla este primer eslabón de la cadena preventiva el trabajador quedará expuesto a los riesgos de accidente eléctrico. Ésta es la razón de que sea necesario proporcionar una formación adecuada a todos los trabajadores que realicen actividades en las que puedan presentarse este tipo de peligros, de manera que puedan identificar las situaciones de riesgo y ponerlas en conocimiento del empresario antes de comenzar el trabajo.

Una vez identificado el peligro, el RAMS debe poner en marcha la evaluación de riesgos y llevar a cabo las medidas preventivas necesarias, para lo cual puede requerir la intervención de trabajadores autorizados o calificados, según se trate de baja o de alta tensión.

- 9.2.5. Realización del trabajo:** Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto anteriormente no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información recomendadas, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

**9.3. Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico:**



**9.3.1.** El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

**9.3.2.** La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

**9.3.3.** El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el RAMS tenga conocimiento de esta necesidad y la autorice expresamente.

**9.3.4.** El acceso a los recintos de servicio eléctrico está reservado a los trabajadores calificados o autorizados. Para el resto del personal el acceso sólo está permitido si se cumple una doble condición:

- Que hayan recibido la información previa sobre los riesgos existentes y las precauciones que es preciso adoptar antes y durante el acceso.
- Que estén permanentemente bajo la vigilancia de algún trabajador calificado o autorizado.

**9.3.5.** En lo que concierne a la señalización de las puertas de acceso a los citados recintos, deben utilizarse las señales normalizadas. Esta señalización debería colocarse de manera que siga siendo efectiva cuando la puerta del recinto esté abierta (cuando en su interior permanezca algún trabajador autorizado). A estos efectos, se pueden colocar señales complementarias que permanezcan visibles para las personas que pudieran acceder al recinto.

**9.3.6.** Estando la instalación en servicio, ninguna persona que no sea un trabajador autorizado o calificado debe abrir, bajo ningún concepto, las envolventes de material eléctrico y, en el caso de los trabajadores autorizados, sólo podrán hacerlo con el permiso del RAMS. Éste puede ser el caso de las cajas generales de protección para acometidas, las que contienen barras de distribución en instalaciones de baja tensión, los armarios donde se alojan elementos eléctricos en tensión, los pupitres de mando, etc.

**9.3.7.** Siempre que sea posible, se recomienda el empleo de dispositivos de enclavamiento que impidan la apertura de las envolventes o resguardos



mientras la instalación permanezca en tensión. Estos dispositivos de enclavamiento no deberían ser manipulados nunca, salvo por trabajadores calificados por motivos debidamente justificados

**9.4. Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas:** Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

**9.4.1.** Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.

**9.4.2.** Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

**9.4.3.** Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores, y si dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en el apartado referido a los trabajos con tensión.

**9.4.4. Lista no exhaustiva de elementos que pueden aumentar el riesgo de accidente en los trabajos en proximidad de líneas aéreas**

**9.4.4.1. MÁQUINAS Y VEHÍCULOS**

- Grúas torre
- Grúas móviles
- Palas excavadoras
- Camiones con volquete, polipastos o similares
- Plataformas elevadoras
- Brazos hidráulicos elevadores

**9.4.4.2. OTROS EQUIPOS DE TRABAJO**



- Escaleras extensibles
- Escaleras de mano
- Andamios metálicos

#### 9.4.4.3. **MATERIALES**

- Tubos y perfiles metálicos
- Cables y alambres
- Árboles, ramas y madera húmeda

#### 9.4.5. **Equipos que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos**

- Máquinas excavadoras
- Máquinas perforadoras
- Martillos neumáticos

El estudio de la interacción entre máquinas y espacios de trabajo conviene que sea llevado a cabo empleando planos a escala, suficientemente precisos, de la zona de trabajo y de los equipos y máquinas. El análisis puede ser facilitado mediante el empleo de aplicaciones informáticas de diseño.



## 10. TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicados en las reglamentaciones y normativas eléctricas.

**10.1.** Los trabajos en instalaciones eléctricas, en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para ello se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona e trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

**10.2.** Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente mas graves que los que pueden derivarse del propio incendio.

**10.3.** Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores calificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.  
Las instalaciones y equipos eléctricos utilizados en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión deben cumplir los requisitos específicos contenidos en la normativa vigente.

### 10.4. Clasificación de los aparatos

Se establece la siguiente clasificación para los aparatos, en función de la peligrosidad del emplazamiento donde vayan a ser utilizados:

**10.4.1. Grupo I:** Aparatos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie, en los que puede haber peligro debido al grisú y/o al polvo combustible.

**10.4.1.1. Categoría M1:** Aparatos diseñados y, si es necesario, equipados con medios de protección especiales, de manera que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto



**10.4.1.2. Categoría M2:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y basados en un alto nivel de protección

**10.4.2. Grupo II:** Aparatos destinados al uso en otros lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.

**10.4.2.1. Categoría 1:** Aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto. Los aparatos de esta categoría están previstos para ser utilizados en un medio ambiente en el que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas polvo-aire.

**10.4.2.2. Categoría 2:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección. Los aparatos de esta categoría están destinados a ser utilizados en un ambiente en el que sea probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, nieblas o polvo en suspensión.

**10.4.2.3. Categoría 3:** Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea poco probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión y en que, con toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

## **10.5. Manual de instrucciones**

Para su puesta en servicio, cada aparato o sistema de protección debe ir acompañado del manual redactado en idioma español.

Las instrucciones incluirán los planos y esquemas necesarios para la puesta en servicio, mantenimiento, inspección, comprobación del funcionamiento correcto y, en su caso, reparación del aparato, así como de todas aquellas instrucciones que resulten útiles, especialmente en materia de seguridad.

## **10.6. Procedimiento de trabajo recomendado:**

**10.6.1.** Clasificar en zonas, con arreglo a los criterios dados, las áreas de trabajo en las que puedan formarse atmósferas explosivas.

**10.6.2.** Garantizar en dichas áreas la aplicación de las disposiciones mínimas que establece en esta Guía.

**10.6.3.** En caso necesario, los accesos a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas peligrosas para los trabajadores se deberán señalar adecuadamente.

**10.6.4.** Elaborar y mantener actualizado un documento, denominado «*documento de protección contra explosiones*» en el que se refleje la evaluación de los riesgos de explosión y las medidas preventivas adoptadas en cumplimiento de la citada Directiva.

Este «*documento de protección contra explosiones*» se elaborará antes de que comience el trabajo y se revisará siempre que se efectúen modificaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo.

**10.6.5. Clasificación de las áreas de riesgo:** Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y la duración de las mismas. De esta clasificación dependerá el alcance de las medidas que deban adaptarse.

**10.6.5.1. Primer grupo de zonas**

<b>Zona 0</b>	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia
<b>Zona 1</b>	Área de trabajo en la que es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
<b>Zona 2</b>	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante breves períodos de tiempo.

**10.6.5.2. Segundo grupo de zonas**

<b>Zona 20</b>	Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.
<b>Zona 21</b>	Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.
<b>Zona 22</b>	Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.



**10.6.5.3. Ejemplos del primer grupo de zonas (también denominado con Emplazamientos de Clase I):**

- Lugares donde se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro.
- 
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.
- Interior de cabinas de pintura donde se usen sistemas de pulverización y su entorno cercano cuando se utilicen disolventes.
- Secaderos de material con disolventes inflamables.
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Locales con depósitos de líquidos inflamables abiertos o que se puedan abrir.
- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables.
- Salas de gasógenos.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenes o consuman gases inflamables.
- Salas de bombas y/o de compresores de líquidos y gases inflamables.
- Interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

**10.6.5.4. Ejemplos del segundo grupo de zonas (también denominado con Emplazamientos de Clase II):**

- Zonas de trabajo, manipulación y almacenamiento de la industria alimentaria que maneja granos y derivados.
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.).
- Almacenes y muelles de expedición, donde los materiales pulverulentos se almacenan o manipulan en sacos o contenedores.
- Zonas de tratamiento de textiles como algodón, etc.
- Plantas de fabricación y procesado de fibras.
- Plantas desmotadoras de algodón.
- Plantas de procesado de lino.
- Talleres de confección.
- Industrias de procesado de madera, tales como carpinterías, etc.

**10.6.5.5.** Los aparatos eléctricos y los sistemas de protección y sus componentes, destinados a su empleo en los distintos tipos de emplazamientos deben cumplir con las correspondientes normas, debiendo estar amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por organismos autorizados según lo dispuesto en las resoluciones vigentes.

**10.7. Precauciones que deberían adoptarse**

**10.7.1.** Es preceptivo que los equipos e instalaciones utilizados en los emplazamientos con riesgo de incendio o explosión cumplan los requisitos que les sean de aplicación en las citadas normas.

**10.7.2.** Antes de entrar en un espacio cerrado en el que exista riesgo de incendio o explosión debido a la presencia de gases y vapores, debería comprobarse la atmósfera existente mediante un equipo adecuado, por ejemplo, un explosímetro. En caso de que se detectara riesgo se procederá del siguiente modo:

- Identificar y localizar la fuente de contaminación.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



- Proceder a eliminarla o, si no es posible, controlarla mediante ventilación (natural o, si es preciso, forzada) hasta reducir la contaminación a niveles alejados del límite de explosividad.
- Efectuar mediciones continuadas para verificar que, en todo momento, los niveles de contaminante se mantienen por debajo de los límites aceptables.

**10.7.3.** En todo caso, en este tipo de emplazamientos es preciso evitar la formación de arcos eléctricos o chispas que puedan actuar como fuentes de ignición. Estas chispas o arcos eléctricos pueden generarse de diversas formas:

- En la apertura y cierre de contactos eléctricos de aparatos que no dispongan de algún modo de protección.
- En herramientas eléctricas portátiles (pulsador y sistema colector/escobillas del motor).
- Al conectar una ficha a su base de enchufe o al desconectarla.
- Al establecer contacto con elementos en tensión mediante las puntas de las sondas de aparatos de medida.
- En conexiones flojas.
- En puntos de la instalación que pueden alcanzar temperaturas elevadas.
- El filamento incandescente de una lámpara que se rompe.
- Fusibles sin protección.
- La chispa originada entre lámpara y portalámparas durante los recambios.
- Inducción de tensiones en elementos conductores, causada por ondas electromagnéticas de radiofrecuencia (por ejemplo: emisores de radio, generadores de radiofrecuencia de uso médico o industrial para calentamiento, secado, soldeo, etc., situados en las inmediaciones).
- Chispas originadas por descargas electrostáticas.



### **10.8. Otros comentarios**

**10.8.1.** La desconexión de una instalación o parte de ella, cuando se pueda ver afectada por un incendio, está condicionada a la necesidad de su funcionamiento para combatir el propio incendio. Éste podría ser el caso de las bombas de agua del sistema de extinción de incendios alimentadas por el circuito en cuestión.

Tampoco se debería dejar sin tensión en el caso de que dependa de dicho circuito el sistema de alarma y evacuación o si alimenta procesos críticos, salvo que se pueda garantizar la operatividad de otras fuentes de alimentación suplementarias.

**10.8.2.** Todos los trabajos en instalaciones eléctricas existentes en emplazamientos con riesgo de incendio deben ser realizados por trabajadores autorizados. En el caso de que exista riesgo de explosión, es necesaria, antes de iniciar el trabajo, la elaboración de un procedimiento que garantice la seguridad de los operarios implicados. Dicho procedimiento debería hacerse por escrito. Además, el trabajo debe ser efectuado por trabajadores calificados siguiendo el citado procedimiento.



## 11. TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA

### 11.1. Electricidad estática

La electricidad estática se origina por intercambios de carga eléctrica que tienen lugar cuando se produce una fricción entre dos sustancias de distinta naturaleza. En la mayoría de los casos, la energía de la electricidad estática producida de forma espontánea es insuficiente para producir directamente efectos nocivos en el cuerpo humano. Sin embargo, las chispas producidas en las descargas constituyen un foco de ignición que puede dar lugar a incendios o explosiones. Entre los procesos que pueden originar descargas de electricidad estática se pueden distinguir dos clases:

- Los procesos en los que se produce una fricción continua entre materiales aislantes o aislados, por ejemplo:
  - La fabricación o empleo de rollos de papel (máquinas rotativas, etc.)
  - Las máquinas que llevan incorporadas cintas o correas de transmisión.
  - Las máquinas en las que giran rodillos de distinto material en contacto.
- Los procesos donde se trasvasan o transportan gases, líquidos o materiales pulverulentos. Entre ellos se encuentran:
  - Las operaciones de pintura con pistolas pulverizadoras.
  - Las operaciones en las que se hacen circular fluidos combustibles a través de conductos y su trasvase entre depósitos.
  - El transporte neumático de materiales pulverizados y su trasvase.

En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:

- 11.1.1. Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.



11.1.2. Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.

11.1.3. Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:

- Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
- Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersión o caída libre.
- Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).
- Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
- Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
- Mantener la humedad relativa del aire por encima del 50%.
- Emplear ionizadores de aire en las cercanías o junto a la zona donde se produce electricidad estática.
- Reducir la velocidad relativa de superficies en rozamiento, por ejemplo, de las cintas transportadoras.
- Reducir la velocidad de los líquidos trasvasados o usar conductos de mayor diámetro para reducir la velocidad.
- Utilizar tubos sumergidos en las operaciones de llenado de recipientes (o realizar el llenado desde el fondo) para evitar la caída a chorro.
- Usar suelos o pavimentos de materiales disipadores (hormigón, cerámica, madera sin recubrimiento aislante, etc.).
- Utilizar calzado antiestático y ropa de algodón o tejido antiestático.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



- Colocación de «peines metálicos», conectados a tierra, cerca de la totalidad de las poleas, cintas o correas que puedan originar carga estática.
- Conexión equipotencial y a tierra de los depósitos de almacenamiento entre los que se trasvasan los productos.
- Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.



## 12. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ZONAS PELIGROSAS

En primer término se exponen los criterios básicos para toda instalación antiexplosiva.

Con motivo del creciente uso de artefactos y equipos eléctricos en lugares donde la atmósfera presenta signos de peligrosidad (debido a que el aire puede contener en suspensión elementos que produzcan mezclas inflamables o explosivas), se hizo necesario desarrollar elementos y técnicas que aseguraran su uso sin peligro de posibles accidentes en los lugares mencionados ni daños en las instalaciones y determinar claramente los diferentes tipos de ambientes y clasificarlos según los elementos que componen su atmósfera.

Para definir a que se denomina "zona peligrosa" se puede recurrir a la norma IRAM IAP A20-1 y al artículo 500 del National Electrical Code, que la definen como aquella en la que pueden producirse deterioro en las instalaciones debido a la explosión o ignición de vapores, líquidos, gases y polvos, debido a ataques de productos químicos o a propagación de fuego, de mezclas de elementos contenidos en la atmósfera.

Un resumen de la clasificación propuesta por dichas normas definiendo "ambientes", "clases" y "divisiones" se detalla en el Cuadro 1.

### 12.1. Aclaraciones referidas a los ambientes, clases y divisiones:

**12.1.1. Ambiente Clase I, División I:** son aquellos lugares donde se trasvasan líquidos volátiles o gases licuados inflamables, operaciones de pintado o rociado con líquidos volátiles, secadores con evaporación de disolventes inflamables, lugares usados para extracción de gases con disolventes, lavaderos que usan líquidos volátiles inflamables, plantas generadoras de gas con posibilidad de escapes, salas de bombeo de gases inflamables y otros lugares en que la concentración de gas o vapor inflamable puede adquirir valores peligrosos.

**12.1.2. Ambiente Clase I, División II:** Esta división define lugares donde se emplean corrientemente líquidos volátiles, gases y vapores peligrosos, que representan peligro solamente en los casos de fallas, averías, accidentes o del anormal funcionamiento de las instalaciones. Para delimitar el área peligrosa, en estos casos, debe tenerse presente la cantidad de elementos peligrosos que pueden escapar, capacidad de ventilación, volúmenes de los locales, etc.

**CUADRO I - RESUMEN DE CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES**

<p><b>Clase I</b> Zonas donde el aire contiene o puede contener en suspensión gases o vapores en cantidades que puedan producir mezclas inflamables o explosivas (acetileno, hidrógeno, éter etílico, gasolina, butano, gas natural, etc.)</p>	<p><b>División I</b></p>	<p><b>Zona 0:</b> Ambiente con concentraciones peligrosas de gases y vapores inflamables en condiciones normales de funcionamiento</p>
		<p><b>Zona 1:</b> Ambientes donde las concentraciones pueden existir con frecuencia por pérdida o reparaciones.</p>
		<p><b>Zona 2:</b> Ambiente donde pueden liberarse concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por fallas o chispas en el funcionamiento de los equipos eléctricos</p>
<p><b>Clase II</b> Zonas donde el aire presenta polvo combustible en suspensión en cantidades que pueden producir ignición o explosión. (polvo de aluminio, polvo de Magnesio, negro de humo, carbón de piedra, polvo de coque, polvo granulado de flúor, etc.).</p>	<p><b>División II</b></p>	<p>Ambiente donde se usan, procesan o manufacturan líquidos volátiles y gases o vapores inflamables, pero ellos se encuentran en recipientes o cañerías cerradas, de los cuales pueden salir únicamente por algún accidente, rotura o mal funcionamiento del equipo.</p>
		<p>Ambiente donde se evitan las concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables por medio de ventilación forzada, pero que al producirse una falla o mal funcionamiento del equipo, representa peligro.</p>
		<p>Lugares vecinos a los de la Clase I División I, a los que pueden introducirse vapores y gases inflamables a menos que cuenten con ventilación forzada con un sistema de seguridad que impida fallas en el equipo de ventilación.</p>
<p><b>Clase III</b> El aire presenta en suspensión fibras y volátiles inflamables, pero no en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables</p>	<p><b>División I</b></p>	<p>Ambiente donde en condiciones normales no es posible que exista polvo combustible en suspensión en el aire</p>
		<p>Ambiente donde puede haber polvo conductor de electricidad</p>
	<p><b>División II</b></p>	<p>Puede ocurrir que la cantidad de polvo depositado sea suficiente para impedir la disipación del calor de los equipos eléctricos</p>
		<p>Puede ocurrir que por el polvo acumulado sobre y/o el interior de los equipos eléctricos éste pueda inflamarse debido a chispas o amos producidos por el polvo</p>
<p><b>División I</b></p>	<p>Corresponde a los lugares donde se emplean o fabrican fibras de fácil inflamabilidad y materiales productores de volátiles combustibles. Esta división incluye fábricas de rayón, algodón y textiles, carpinterías, fábricas para tratado de lino, etc., en general fábricas que procesen fibras y volátiles fácilmente inflamables. tales como rayón, nylon, algodón, estopa, cáñamo, etc.</p>	
	<p><b>División II</b></p>	<p>Corresponde a los lugares donde se almacenan o manipulean fibras y volátiles pero que no están en proceso de fabricación</p>

**12.1.3. Ambiente Clase II, División I:** comprende en general plantas de almacenamiento de granos (silos), plantas de pulverización, limpieza, mezcladoras, elevadoras, colectoras y todo equipo similar productor de polvo, todo lugar o depósito donde, en condiciones normales de funcionamiento, existe en el aire polvo que produzca mezcla inflamable o explosiva.

Los polvos muy peligrosos son conductores de la electricidad, al igual que los de coque y carbón vegetal. Los polvos no conductores de la electricidad pero combustibles, son los producidos en el manipuleo de granos, molienda del cacao y el azúcar y toda materia orgánica que pueda producir polvos combustibles.

**12.1.4. Ambiente Clase II, División II:** son lugares fundamentalmente vecinos a los de Clase II División I, además de los lugares que cuentan con transportadores, ventiladores y tolvas cerradas y equipos donde pueden



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



desprenderse cantidades de polvos en condiciones de funcionamiento anormales.



### 13. GRUPOS ATMOSFÉRICOS

Para realizar los ensayos y comprobaciones se han definido y agrupado mezclas atmosféricas según su peligrosidad en:

<b>Clase I</b>	<b>Grupo A</b>	Con acetileno
	<b>Grupo B</b>	Con hidrógeno, gas de alumbrado o equivalentes
	<b>Grupo C</b>	Con éter etílico, etileno cloropropano
	<b>Grupo D</b>	Con gasolina, butano, propano, alcohol, acetona, gas natural
<b>Clase II</b>	<b>Grupo E</b>	Con polvos metálicos de aluminio, magnesio y sus aleaciones
	<b>Grupo F</b>	Con negro de humo y polvo de carbón
	<b>Grupo G</b>	Con polvo de granos, harina, almidón, etc.



## 14. NORMAS Y APLICACIONES

Los siguientes son los requisitos generales exigidos por las normas vigentes sobre cajas y accesorios para instalaciones en ambientes peligrosos.

### 14.1. Alcance general de la norma:

14.1.1. Estos requerimientos serán exigidos en cajas y accesorios eléctricos, a utilizarse en ambientes peligrosos definidos como *Clase I, División I, Grupos A, B, C y D*, y *Clase II, División I, Grupos E, F y G*.

14.1.2. Estos requisitos abarcan los diferentes tipos de cajas, accesorios para cañerías, accesorios para drenaje y ventilación, accesorios selladores, conexiones y uniones de cañerías, accesorios de conexiones para tramos flexibles de cañerías, accesorios para aislación de cables y accesorios de sujeción flexible o rígida.

14.1.3. Estos aparatos o accesorios, cumplirán, además, con los requisitos exigidos para los aparatos similares, usados en ambientes comunes.

### 14.2. Generalidades

14.2.1. Las unidades de las cotas y dimensiones, serán expresadas en el sistema métrico decimal de uso de la República Argentina.

14.2.2. Los requerimientos para la puesta a tierra de cajas y accesorios usados en instalaciones, son especificadas en la REIEI AEA 90364 – Parte 5 – Sección 540.

### 14.3. Materiales

14.3.1. Las cajas y accesorios, se deben fabricar con materiales ferrosos, cobres, latón, bronce, aluminio o sus aleaciones que contengan más del 60% de aluminio. Los metales tales como el zinc y magnesio o sus aleaciones no son aceptados.

14.3.2. El cobre no debe ser usado en las utilizadas en ambientes Clase I Grupo A. Las aleaciones de cobre no deben ser usadas a menos que sea cubierto con estaño, níquel o algún metal equivalente. Una aleación puede usarse, si el contenido de cobre en la misma no es mayor del 30%.

### 14.4. Espesores

14.4.1. El espesor mínimo de las paredes de los accesorios y cajas no será menor que el especificado en la tabla, que a continuación se presenta, salvo las siguientes excepciones:

- Los accesorios y dispositivos flexibles.
- Los accesorios de conexiones flexibles.
- Los accesorios y aisladores para cables.

Dimensiones externas de las cajas		Espesores mínimos (mm)		
Longitud o diámetro	Área de las caras	Latón, bronce, cobre, fundición maleable	Fundición de hierro y aluminio	Chapa de acero
<i>mm</i>	<i>dm<sup>2</sup></i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
560	31	2,36	3,18	1,70
760	40	2,36	3,18	2,36
1525	97	3,18	4,75	3,18
> 1525	> 97	4,75	6,35	4,75

14.4.2. Los caños flexibles de pared delgada, de metal corrugado. deben tener un aislamiento interior para evitar daños eléctricos que produjeran chispas a través de las paredes. El aislamiento interior resistirá descargas según los ensayos que describiremos en su oportunidad.

14.4.3. El tubo metálico flexible y la trencilla de un accesorio flexible, debe ser soldado a los nipples terminales. En los accesorios flexibles la soldadura será del tipo blanda y resistente, según los valores de resistencia y temperatura que detallamos al describir los ensayos a que deben ser sometidos.

La longitud de la soldadura selladora entre los nipples terminales y el tubo metálico flexible no será menor que 15,9 mm.

14.4.4. Los accesorios flexibles tienen un diámetro interior aproximadamente igual al correspondiente del conducto. El diámetro interior de los terminales y el del aislamiento interior será aproximadamente igual.

#### 14.5. Resistencia

14.5.1. Las cajas y accesorios a usarse en ambientes peligrosos Clase I Grupos A, B, C y D, deberán resistir la presión interna resultante, de la explosión de una mezcla de aire-vapor o gas sin estallar y sin aflojarse ni deformarse en la unión con la tapa.

14.5.2. Las cajas y accesorios, deberán resistir también durante un minuto, sin rotura, sin deformaciones permanentes, una prueba de presión hidrostática cuyo valor será cuatro veces el valor de la presión aplicada durante la prueba de explosión. La prueba hidrostática puede ser evitada, si para el

cálculo de la caja y los tornillos, se toma un factor de seguridad basado en cinco veces, la presión máxima de la prueba de explosión, al determinar las secciones resistentes.

#### 14.6. Uniones

- 14.6.1. Las uniones en las cajas y accesorios serán del tipo metal-metal, las caras de contacto podrán tener una seguridad promedio no mayor de 0,0064 mm (250 micro-inch), según las normas para terminación superficial ANSI B 46.1.
- 14.6.2. El calibre utilizado para medir el huelgo especificado en estas normas será de 3,18 mm a 12,7 mm de ancho.
- 14.6.3. Excepto lo indicado en los párrafos 4.10., 4.11. y 4.12. la relación entre ancho de la unión y el huelgo entre caras, en el armado, será según lo ilustrado en la figura siguiente, además el ancho de la unión no debe ser menor que 19.1 mm.

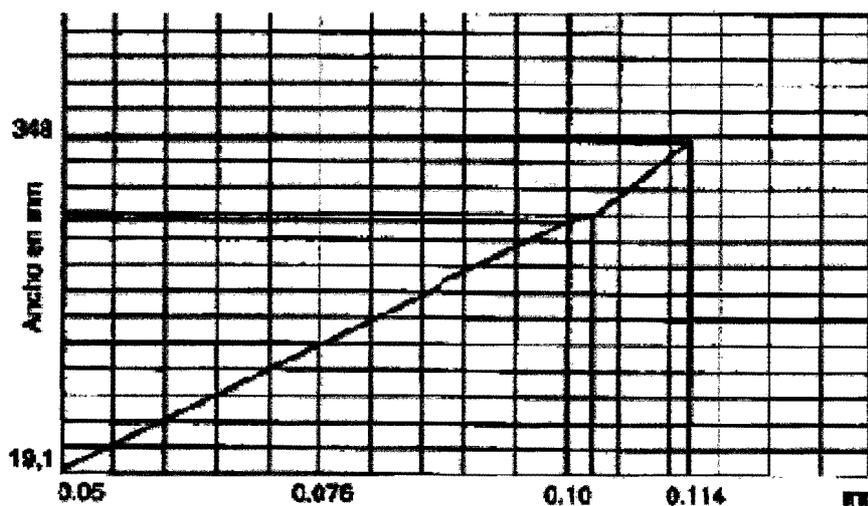
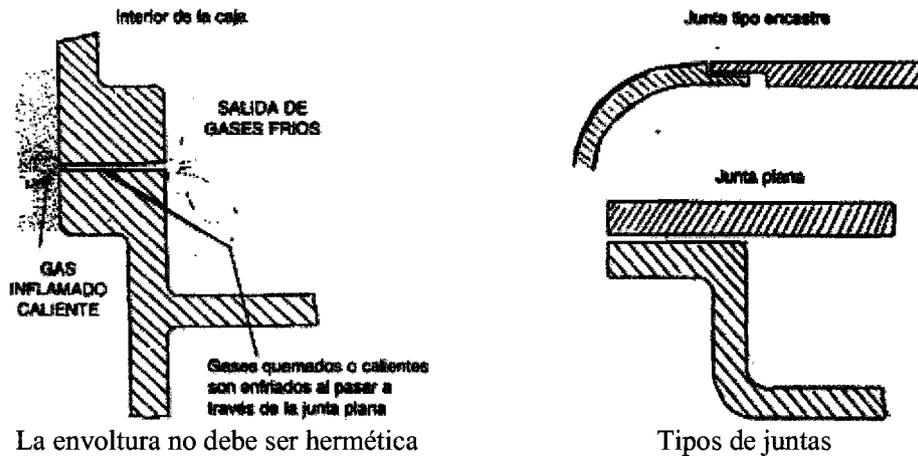


Gráfico de la relación entre el ancho y el huelgo de la unión.

- 14.6.4. Las uniones con encastre tienen un huelgo diametral en la sección axial, no mayor que dos veces el huelgo especificado en la figura siguiente, si ninguna de las secciones, axial o radial de la unión es menor que 1.6 mm de ancho.



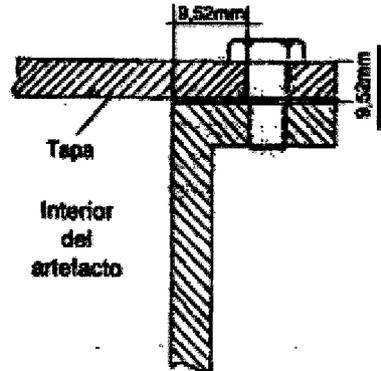
**14.6.5.** Un envoltorio (caja o accesorios) que tenga un volumen interior libre de 4,920 cm<sup>3</sup> o menor puede tener una unión con encastre de 12,7 mm de ancho o una unión plena de 9,52 mm de ancho, si el resto de los detalles cumplen con los requisitos detallados a continuación:

**14.6.5.1.** Uniones de encastre de 12,7 mm de ancho

- Ninguna de las secciones, axial o radial de la unión será menor que 1,2 mm de ancho.
- El huelgo diametral de la sección axial y el huelgo de la sección radial no será mayor que 0,05 mm.
- El ancho de la unión medido desde el interior de la envoltura (caja) al borde de cada agujero, no será menor que 12,7 mm con la tapa en la posición más desfavorable.

**14.6.5.2.** Uniones planas de 9,52 mm de ancho

- El huelgo entra caras de unión será menor que 0,038 mm, tal que un calibre de 0,038 mm de espesor no pueda penetrar en la unión no más de 3,2 mm en cada punto.
- El espesor de la tapa en la parte de unión no será menor que 9,52 mm, a menos que se utilice un matada de mayor resistencia; dependiendo su aceptación de su resistencia física, y su resistencia a deformarse en la unión al aplicársele la presión interior.
- El ancho de la unión, medido desde el interior de la caja al borde de cada agujero, no será menor que 9,52 mm con la tape en la posición más desfavorable.



Unión plana de ancho 9,52mm, para artefactos que tengan un volumen interior libre no mayor que 4.920cm<sup>3</sup>.

#### 14.6.6. Unión laberíntica

14.6.6.1. La unión laberíntica consiste un dentado perimetral o fileteado, según lo indicado en la tabla; pero en ningún caso serán menos de cinco filetes y el paso no será mayor que el indicado en dicha tabla.

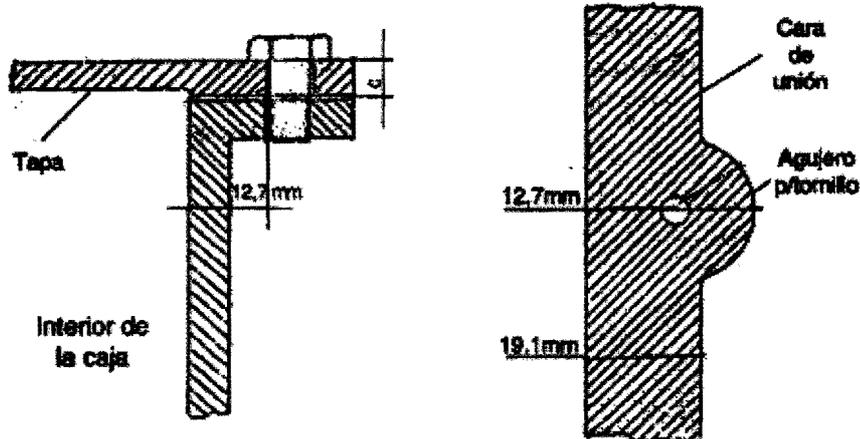
14.6.6.2. Las uniones del tipo dentado con fileteado perimetral no deberá tener más que 20 dientes por pulgada y deberá tener un mínimo de cinco filetes engranados, firmemente apretados.

Ancho diametral del sector fileteado (mm)	Máximo número de filetes por pulgada	Mínimo numero de dientes engranado
Sin límites	20	5
	24	5
9,5	24	6
	28	7
Más de 9,5	32	8

#### 14.6.7. Agujeros de la unión

14.6.7.1. Los agujeros de sujeción se ubicarán dentro de le banda de apoyo de la unión, a una distancia desde el borde interior de la envoltura hasta el borde del agujero para el tornillo, que no será menor que 12,7 mm, y que el huelgo diametral entre el tornillo y el agujero no será mayor que 1,14 mm, medidos sobre el diámetro mayor del tornillo, para una dimensión no menor que la mitad del ancho de junta requerido.

14.6.7.2. La distancia desde el interior de la envoltura al borde del agujero será medido con la tapa en la posición más desfavorable. Los tornillos pueden montarse con arandelas. Los tornillos de fijación de la tapa enroscarán como mínimo cinco filetes completos y los agujeros roscados deben ser pasantes (ver figura).



*Posiciones de los agujeros en las uniones.*

## 14.7. Especificaciones constructivas de cajas de derivación y accesorios seguros contra explosión

### 14.7.1. Material de construcción

Las cajas de derivación y accesorios pueden ser construidos en hierro, cobre, acero, latón, bronce o aluminio. No podrá utilizarse metales como el zinc o magnesio o sus aleaciones.

### 14.7.2. Forma de construcción

Estarán diseñados de tal manera que ante la presencia de gases o vapores inflamables o explosivos dentro del aparato y estos exploten, la ignición de los mismos no hará inflamarse la atmósfera circundante.

Las envolturas deberán soportar con márgenes de seguridad la explosión, sin roturas, fisuras ni deformaciones permanentes.

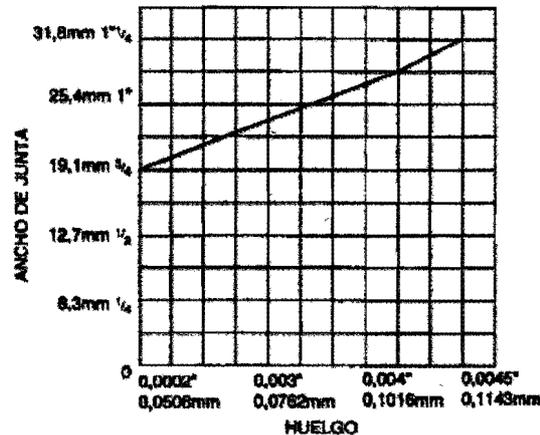
### 14.7.3. Juntas

Las juntas en todos los casos deben ser metal-metal, con adecuado ancho y huelgo para impedir la propagación de la llama. La envoltura o caja no debe ser hermética, por lo tanto queda prohibida todo tipo de junta (figuras 7a y 7b).

En todos los casos las juntas deben ser estrictamente planas y perfectamente rectificadas, el ancho de las mismas no debe ser menor de 19 mm, excepto cuando el volumen interno libre es menor a 6 litros.

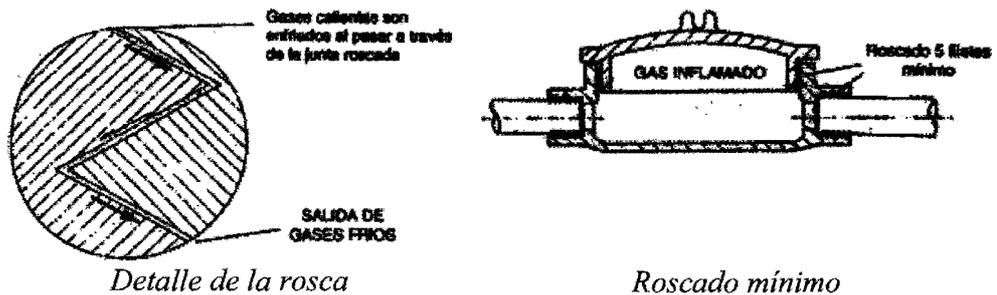
#### 14.7.4. Huelgo

La relación entre ancho de junta y huelgo se refleja en el siguiente gráfico.



#### 14.7.5. Juntas roscadas

Todas las juntas roscadas en elementos antiexplosivos, deben tener como mínimo cinco filetes de rosca, perfectamente terminados y completos y será como máximo de 20 filetes por pulgada (ver figuras).

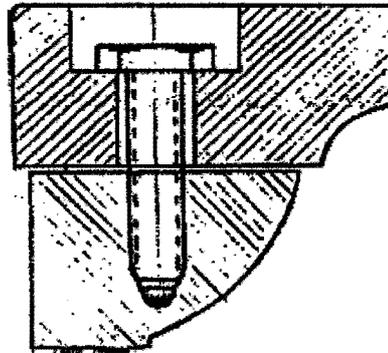


#### 14.7.6. Bulones, tornillos, pernos, tuercas, etc.

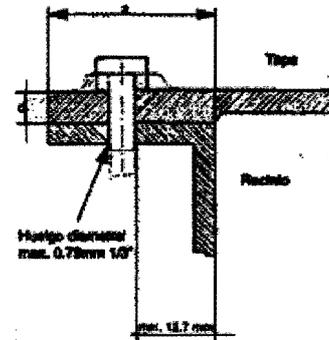
Todos los bulones, tornillos, tuercas y pernos utilizados en la confección de envolturas antiexplosivas o para unir piezas que la construyan, como ser tapas o bridas, serán de acero o aleación.

Los bulones y tornillos removibles, estarán dispuestos de modo que su ausencia no deje una abertura que tome ineficaz el gabinete antiexplosivo.

La utilización de tornillos para unir tapas o panes componentes no deberá nunca perforar la pared de la envoltura antideflagrante, en el fondo de estos agujeros se dejará un espesor mínimo de metal de 5 mm o de un tercio del diámetro del agujero cualquiera sea el más grande (ver figuras).



*Utilización de tornillos para unir tapas o partes componentes*



$d$  = distancia desde la junta hasta la superficie de apoyo de la cabeza del tornillo  
 Huelgo diagonal máximo 0,78mm  
 Mínimo 12,7mm

*Ubicación del tornillo*

#### 14.7.7. Espesores mínimos

El espesor mínimo será de 2,381 mm cuando las cañerías estén construidas en acero, hierro maleable, cobre, latón o bronce y no menor de 3.175 mm., cuando sea aluminio fundido. Estas pautas o exigencias no se aplican en el caso de conexiones con accesorios flexibles.

#### 14.7.8. Partes móviles

Cuando una varilla o eje deba atravesar la pared de una envoltura antiexplosiva, será de sección transversal circular en toda la longitud que atraviesa la pared, incluyendo el cuello o forro de metal, si existe el agujero para el paso de la varilla o eje, deberá ser también de sección circular.

La longitud del orificio desde el interior de la envoltura al exterior de la misma no será menor a 12.5 mm.

El huelgo de los elementos deslizantes deberá sujetarse al valor permitido para el gas o vapor inflamable, si el juego de la varilla puede aumentar por desgastes dentro de las condiciones normales de uso, el diseño proveerá el medio para contrarrestar el mismo.

#### 14.7.9. Sellado de cañería

Uno de los requisitos más importantes de cualquier instalación antiexplosiva, es que ante una explosión interna en un determinado gabinete o envoltura, la misma no deberá propagarse al exterior de la instalación, ni provocará ignición de la atmósfera circundante. Igualmente dicha explosión se circunscribirá al gabinete en cuestión y no deberá propagarse al resto de la instalación. Para que ello no suceda los conductos deberán estar perfectamente sellados. Se recomienda en conductos de largo recorrido, sellados cada 15 metros como máximo. Asimismo se especifica sellar todos los conductos a una distancia no mayor a 0,45 metros antes de entrar a la envoltura de llaves o aparatos que produzcan chispas o arcos eléctricos.

El propósito del sello en los conductos puede resumirse de la siguiente manera:

- 14.7.9.1. En el caso de equipos que producen chispas o arcos, confina la explosión a la envoltura y previene la comunicación de los conductos laterales.
- 14.7.9.2. Previene el desarrollo de presiones excesivas en envolturas conectadas a los conductos.
- 14.7.9.3. Para suprimir el desplazamiento de mezclas explosivas desde zonas peligrosas a no peligrosas a través de los conductos.

A su vez se recomienda el uso de drenadores para eliminar de los conductos y de las envolturas la acumulación de líquidos, producidos estos por la condensación de vapores o filtración de agua. El tamaño de los mismos será de acuerdo al tamaño de los gabinetes y a la cantidad de líquidos a drenar.

#### 14.7.10. Compuesto sellador

El compuesto sellante que se emplea para cierres herméticos, tendrá que cumplir los siguientes requisitos:

- No deberá contraerse cuando seque, ni ser afectado por la atmósfera que lo rodea.
- No se ablandará, ni agrietará bajo condiciones normales de uso.
- Su punto de fusión no será inferior a 93 °C.
- Su espesor no será menor a 16 mm.

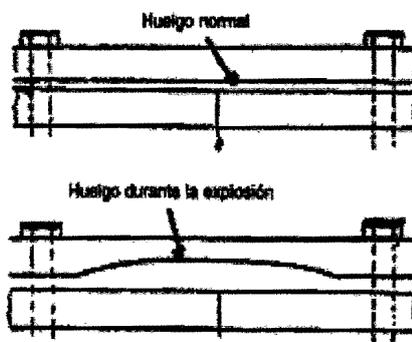
#### 14.7.11. Uso de vidrios, visores, mirillas y otros

Las mirillas para inspección, deberán ser en forma de disco plano o placa y tendrán una protección mecánica si su superficie excede los 50 cm<sup>2</sup>, deberá estar colocada en un marco que cubra ambas caras, sobre todo la periferia del alojamiento. Deberá ser capaz de soportar sin deterioro, un golpe de un peso de 1,8 Kg que caiga desde una altura de 1,5 metros y que tenga en el punto de impacto una esfera de acero de 25 mm de diámetro.

Todos los elementos usados como mirillas o envolturas deberán ser de vidrio o cualquier otro material transparente, que sea química y físicamente estable y capaz de soportar la temperatura máxima del aparato en sus condiciones normales de funcionamiento.

#### 14.7.12. Prueba de explosión

Los elementos usados en instalaciones en zonas peligrosas de Clase I, Grupos A, B, C y D, deben ser aptos para soportar la presión interna de explosión sin daños ni pérdidas a través de las juntas, por lo tanto serán sujetos a una serie de pruebas en presencia de mezclas de gas y vapor con aire en el rango de concentración explosiva.



Durante la prueba de explosión, la envoltura debe impedir el pasaje de llama o chispa que pueda inflamar la atmósfera circundante. La presión de explosión interna está determinada por el tamaño y forma de la envoltura, su volumen libre y por la naturaleza de la mezcla del gas o vapor con el aire. En general, las presiones de explosión estarán entre 5,2 kg/cm<sup>2</sup> y 9,5 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 14.7.13. Prueba de hidráulica

Las envolturas deben soportar sin roturas o detonaciones permanentes las pruebas hidráulicas, que serán con presiones no menores a cuatro veces la máxima presión adoptada en la prueba de explosión.



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



Esta presión deberá ser aplicada a razón de 7 kg/cm<sup>2</sup> por minuto hasta alcanzar la presión deseada. Se deberá usar sellos o empaquetaduras para impedir pérdidas durante la prueba.

## 15. REQUISITOS BÁSICOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA SER CONSIDERADAS A PRUEBA DE EXPLOSIONES

- Resistencia mecánica para resistir sin deterioro los efectos de una posible explosión, o sea presiones instantáneas de 7 a 9 kg/cm<sup>2</sup>.
- Empleo de cierre de cajas y uniones de caños con características tales que los gases inflamados lleguen al exterior lo suficiente fríos para no producir el encendido de los gases del ambiente. (NOTA: Tener en cuenta que la inflamación de los gases se produce generalmente en el interior del sistema, causado por el arco producido por un cortocircuito, una mala conexión o con el encendido o apagado de alguna llave o contactor).

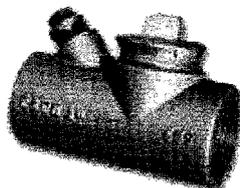
A continuación se detallará los materiales requeridos para dicho montaje y su función lógica específica dentro del sistema.

**15.1. Selladores:** Se emplea para el sellado de cañería tanto horizontal como vertical y su función, junto con el material de relleno (Pasta selladora) es limitar los efectos de compresión. Prevenir el pasaje de gases calientes en los sistemas de conductos provenientes de envolturas que tengan gases de inflamación. Prevenir la entrada de gases peligrosos en áreas no peligrosas. La instalación y uso de estos será:

**15.1.1.** cada vez que entre o salga de un área peligrosa, la cañería deberá ser sellada.

**15.1.2.** en las cajas para áreas peligrosas que contengan una fuente de inflamación en funcionamiento normal tales como aparatos de maniobra, que pueden llegar a producir chispas a alta temperatura (fusibles, llaves interruptoras, relés, contactores, etc.) deberán llenarse tanto la entrada como la salida. El sellador deberá ubicarse a una distancia no mayor de 450mm de la caja

**15.1.3.** las cañerías que ingresan en cajas para áreas peligrosas que contengan derivaciones, empalmes o terminales y en donde el diámetro de dicho conducto es mayor o igual a 50mm, deberá ir provisto de un sellador cuya ubicación no será mayor a 450mm



- 15.2. **Pasta selladora:** Es utilizada como complemento de los selladores para impedir el pasaje de gases, vapores o llamas desde una parte de la instalación a otra a través de la tubería, limitando cualquier explosión a su caja generadora.
- 15.3. **Conduit "L":** Dicho material es utilizado para las curvas de caños en una instalación IAP. Estas curvaturas vienen de distintos ángulos (30°-90°-120°). La diferencia de este material con un codo o unión "L" del tipo ESTANCO, radica en la pequeña tapa que tiene en uno de sus laterales que es utilizada, una vez finalizada la instalación, para agregarle el liquido sellador.

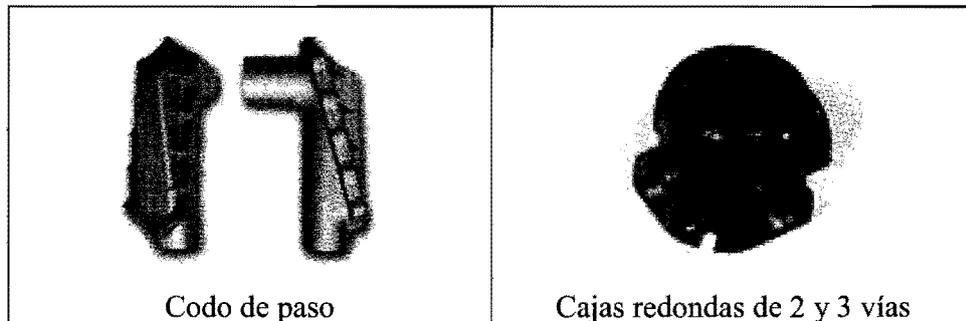


Conduit "L"



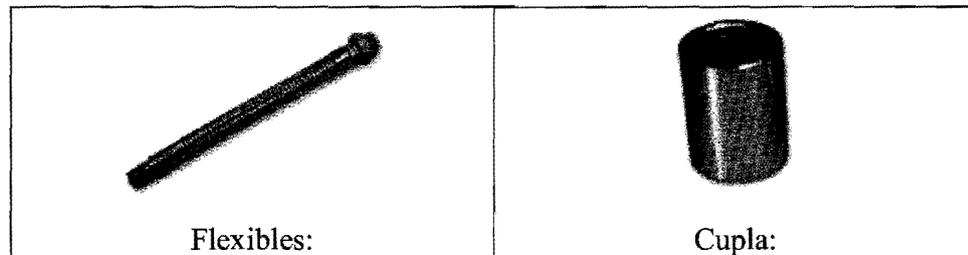
Conduit "T"

- 15.4. **Conduit "T":** Dicho material es utilizado para la unión de tres caños en forma de "T" en una instalación APE. La diferencia de este material con una unión "T" del tipo ESTANCO, radica en la pequeña tapa que tiene en uno de sus laterales que es utilizada una vez finalizada la instalación, para agregarle el liquido sellador.
- 15.5. **Codo de paso:** son utilizados para realizar empalmes a 90° generalmente cuando los cables son de gran sección, facilitando doblarlos en ángulos rectos. También puede ser utilizado para entradas laterales a tableros o motores.
- 15.6. **Cajas redondas de 2 y 3 vías:** Dichos materiales son utilizados para la puesta de bifurcaciones, empalmes en la línea de alimentación, etc. Se podría decir que es el reemplazo para los sistemas IAP de la caja de derivación ESTANCO.



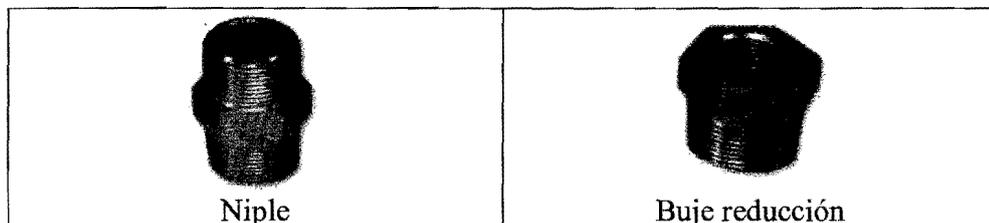
- 15.7. **Flexibles:** Estos caños corrugados anulares recubiertos por mallas trenzadas, son utilizados como accesorios de acople en instalaciones donde existen gran cantidad de curvas que dificultan la unión de cañerías conduit. Dichos

elementos son utilizados para la conexión de maquinarias eléctricas (que, a su vez, debe ser aptas para trabajos en zonas con riesgos de gases explosivos) a una caja redonda o tablero de conexión, donde ésta se energizará. Esto está dado así, ya que en las instalaciones APE, no se deben utilizar tomacorrientes a la intemperie (dado que estos produce arco o chispas eléctricas). No es muy común, pero para el caso, se puede colocar los tomas dentro de una caja o tablero de conexión en el caso de no querer utilizarse borneras de conexiones.



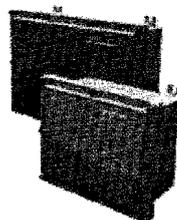
15.8. **Cupla:** este acople hembra-hembra de acero, se utiliza principalmente para uniones y prolongaciones de cañerías tipo conduit.

15.9. **Niple:** este acople construido con tubos sin costura de acero, posee rosca macho-macho y se utilizan principalmente para acometidas y uniones de cañerías rígidas y cajas



15.10. **Buje reducción:** Se emplea especialmente para la reducción de tuberías tipo conduit que contengan conductores eléctricos, y así permitir continuar con cañerías de menor diámetro según el cable utilizado

15.11. **Caja o tablero de conexiones:** Son elementos que tienen la función de reemplazar las cajas o tableros de conexión ESTANCO. Sus propiedades principales son la hermeticidad, no dejando penetrar dentro de ésta gases o líquidos que peligran la instalación en sí.





- 15.12. Caños galvanizados:** Estos elementos, son para el tendido de conductores eléctricos u señal. Deben ser de material galvanizado para obtener una mayor resistencia a la intemperie sin la necesidad de ser pintado y una mayor resistencia física-mecánica ante golpes u otro factor que haga peligrar la hermeticidad que debe existir entre el interior y el exterior.
- 15.13. Caja con una o más llave de un punto o combinada:** Es un elemento que comprende una caja hermética que posee dentro de ella un interruptor, cuyo pulsador tiene la característica de estar sellado con goma y retenes mecánicos que no dejan tener contacto alguno entre el interior de esta con el exterior.
- 15.14. Sistemas de iluminación:** Los sistemas de iluminación, deben de ser de uso apto para zonas con gases explosivos (APE), para impedir las filtraciones de estos dentro del habitáculo donde se encuentra alojado el artefacto luminoso.
- 15.15. Extractor de gases a prueba de zonas con presencia de gases explosivos:** Estos artefactos eléctricos, debe tener su motor aislado de todo contacto con los gases. Existen los que poseen una jaula hermética para el motor, donde no filtra aire ni gas alguno y su ubicación se encuentra dentro de la campana; y existen los que poseen el motor fuera de la campana de extracción (en el exterior del recinto, pero no son muy aconsejables dado que la dirección del viento puede variar e introducirle gases dentro de este). También se usa una variante del segundo caso pero con jaula para cubrir herméticamente al motor. Lo que más importa en estos casos, es que el extractor sea APE.
- 15.16. Otro de los requisitos básicos a tener en cuenta:** Todos los accesorios de la instalación, deben de ser, por norma, de igual color que el de la estructura (gris plomo), y no está permitido la implementación accesorios de gas o agua (codos o accesorios tales como uniones dobles, niples, etc. aunque se asemejen y se los pinte de color gris).  
Todos los principio y finales de línea, (línea es el circuito eléctrico que une una fuente de poder con el artefacto a alimentar), llevan selladores.  
El diseño de la estructura, siempre será aérea y a la vista. En ningún caso, esta puede ser embutida en el muro contenedor.  
La estructura, no debe entorpecer el paso peatonal, y en los casos donde se encuentre un pasaje, debe de ser a ras del piso, con la señalización correspondiente.  
La implementación de codos o cajas redondas de 2 vías, queda a criterio del proyectista instalador, debiéndose tener en cuenta que cumpla la función que les corresponde, no permitiéndose la modificación del accesorio bajo ninguna circunstancia.  
Los conductores, serán los típicos de una instalación estándar, con la sección apropiada ante los consumos estipulados. El diámetro del caño, deberá estar acorde con la cantidad de conductores que debe contener y sus secciones.



## 16. CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA SEGURIDAD AUMENTADA "e". MODOS DE PROTECCIÓN PARA MATERIALES ELÉCTRICOS USADOS EN ATMÓSFERAS GASEOSAS EXPLOSIVAS.

**16.1. Seguridad aumentada "e":** es el modo de protección que se aplica a un material, dispositivo o accesorio eléctrico que no produce arcos y chispas en servicio normal y en el cual se aplican medidas adicionales de forma de aumentar la seguridad contra la posibilidad de que se produzcan temperaturas excesivas, arcos y chispas. (Como referencias: **Norma IRAM – IAP – IEC 79-0:1994:** Materiales eléctricos para atmósferas gaseosas explosivas. Requisitos generales. y **Norma IRAM – IAP – IEC 79-7:1994:** Materiales eléctricos para atmósferas gaseosas explosivas. Seguridad aumentada "e".)

### 16.2. Definiciones:

**16.2.1. Temperatura límite:** Es la máxima temperatura de un material ó dispositivo capaz de:

- Iniciar la ignición de una atmósfera de gas explosivo.
- Superar la estabilidad térmica de los materiales aislantes utilizados

**16.2.2. Temperatura de Ignición de una atmósfera explosiva:** Es la menor temperatura de una superficie capaz de producir la ignición de una atmósfera inflamable de gas ó vapor mezclado con el aire.

**16.2.3. Línea de fuga:** Es la distancia más corta, a lo largo de la superficie de un material aislante eléctrico tomada, entre dos partes conductoras de potencial diferente.

**16.2.4. Distancia de aislación en aire:** Es la distancia más corta en el aire entre dos partes conductoras de potencial diferente.

**16.2.5. Tensión de trabajo:** Valor de la tensión eficaz (máxima de CA ó CC) que puede existir a través de cualquier aislación a la tensión nominal de la línea (sin considerar transitorios). Tanto en condiciones de circuito abierto ó de servicio nominal.

**16.2.6. Diseño autoestabilizante:** Construcción en la cual la temperatura del producto se estabiliza por debajo de la temperatura límite en las condiciones más desfavorables, sin la necesidad de un sistema de protección para limitar la temperatura.

### 16.3. Requisitos constructivos para todos los materiales eléctricos.

**16.3.1. Elementos de conexión para circuitos exteriores:** Deben ser :



- Fijos a sus soportes sin posibilidad de auto aflojamiento.
- Construidos de forma que los conductores no puedan deslizarse de su ubicación.
- Que el contacto quede asegurado sin dañar a los conductores aún con conductores multifilares.

**16.3.2. Elementos de conexión para circuitos exteriores: No deben:**

- Tener bordes filosos que puedan dañar a los conductores.
- Poder doblarse, retorcerse ó sufrir deformaciones permanentes durante el apriete normal.
- Afectarse por variación de temperatura.
- Transmitir el contacto a través de material aislante.

**Nota:** Los elementos previstos para fijar conductores multifilares deben incluir un elemento elástico intermedio.

**16.3.3. Elementos de conexiones internas:**

En el interior del dispositivo ó material eléctrico las conexiones no deben ser afectadas por tensiones mecánicas y los métodos serán:

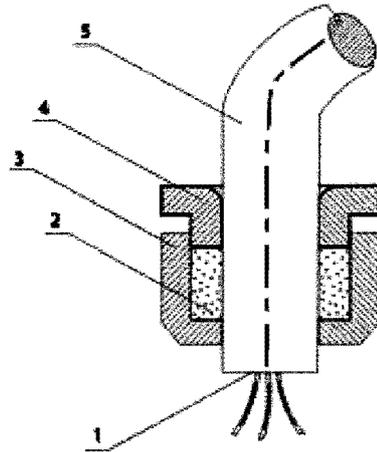
- Roscados con bloqueo.
- Compresión c/ deformación permanente (indentación, etc.)
- Distintos tipos de soldaduras.

**16.3.3.1. Entrada de cables y de conductores:**

Se deben construir y montar de tal manera de no alterar la seguridad aumentada ("e"), es decir que originen en el medio ambiente explosivo, arcos ó chispas ó sobre temperaturas excesivas.

La estanqueidad de las entradas de cable se deberá asegurar por los siguientes medios (ver figura).

- Un aro de estanqueidad.
- Una resina de alta resistencia.
- Un aro hermético (en el caso de cable con cubierta metálico)



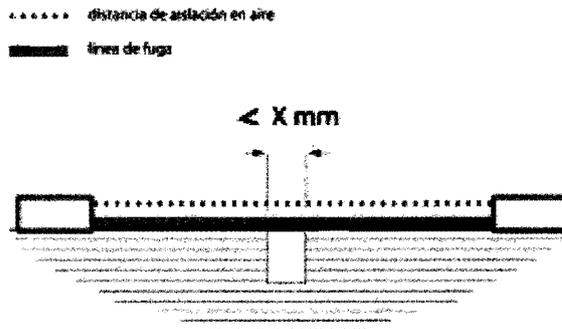
1. punto de separación de los conductores
2. Aro de estanqueidad
3. Cuerpo de entrada de cable
4. Anillo de sujeción con borde de curvado
5. Cable

Se debe evitar que la tracción ó la rotación del cable se transmitan a las conexiones.

**16.3.4. Características a considerar para determinar las líneas de fuga y en aire:** Las figuras adjuntas indican las características a considerar para determinar las líneas de fuga y en aire. X es el valor de 2,5 mm.

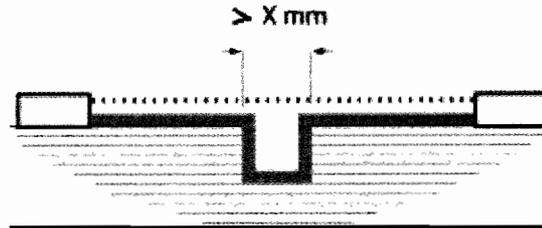
**16.3.4.1. Condición:** la distancia a considerar incluye una ranura de los lados paralelos o convergentes de cualquier profundidad con un ancho menor que X mm.

**Regla:** La distancia en aire y la línea de fuga se miden en línea recta por encima de la ranura; como se indica en la figura:



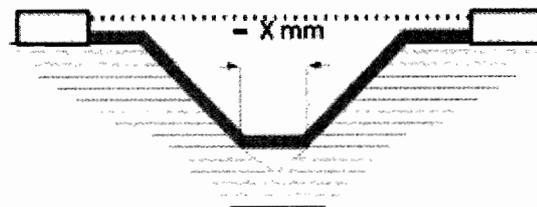
**16.3.4.2. Condición:** la distancia a considerar incluye una ranura de los lados paralelos de cualquier profundidad con un ancho mayor o igual que X mm.

**Regla:** La distancia en aire es la distancia en línea recta. La línea de fuga sigue el contorno de la ranura:



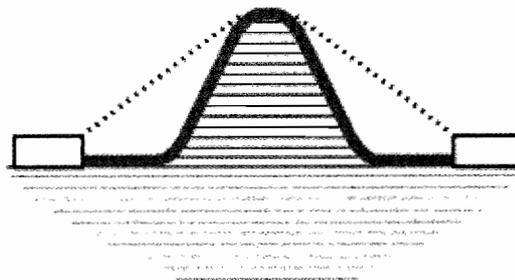
**16.3.4.3. Condición:** la distancia a considerar incluye una ranura con forma de V con un ancho mayor a X mm.

**Regla:** La distancia en aire es la distancia en línea recta. La línea de fuga sigue el contorno de la ranura pero cortocircuita el fondo de la ranura mediante un tramo de X mm:



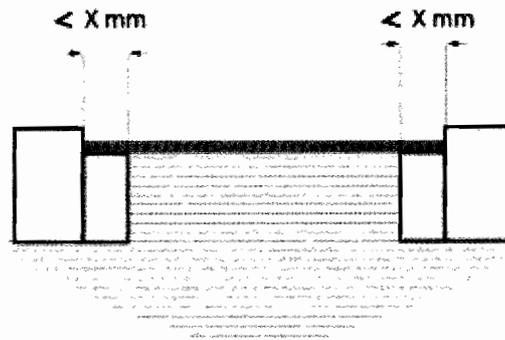
**16.3.4.4. Condición:** la distancia a considerar incluye una nervadura.

**Regla:** La distancia en aire es el camino más corto por encima de la cresta de la nervadura. La línea de fuga sigue el contorno de la nervadura:



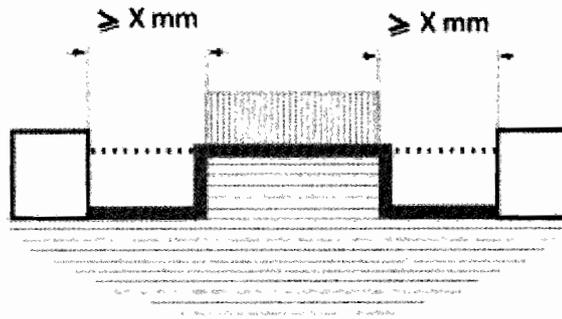
**16.3.4.5. Condición:** la distancia a considerar incluye una unión de dos partes no cementadas (no pegadas) y con las ranuras de ancho menor que X mm de cada lado.

**Regla:** La distancia en el aire y la línea de fuga es la distancia en línea recta:



**16.3.4.6. Condición:** la distancia a considerar incluye una unión de dos partes no cementadas (no pegadas) y con las ranuras de ancho mayor o igual que X mm de cada lado.

**Regla:** La distancia en aire es la distancia en línea recta. La línea de fuga sigue el contorno de las ranuras:



**Nota:** Si dos materiales son cementados se los considera un sólido.

### 16.3.5. Distancia de aislación en aire:

La distancia entre partes conductoras desnuda con potenciales diferentes será de acuerdo a la siguiente tabla, de un valor mínimo para conexiones externas de 3mm.

Tensión de trabajo [U]	Línea de fuga mínima Grupo de material [mm]			Distancia de aislación en aire mínima [mm]
	I	II	III	
$175 < U \leq 275$	5	6,3	8	5*
$275 < U \leq 420$	8	10	12,5	6
$420 < U \leq 550$	10	12,5	16	8

(\*) - Sin seguridad aumentada es 3 mm.

Las distancias de aislación en el aire se deben determinar en función de la tensión de trabajo especificada por el fabricante del producto ó material. Así en un balasto para tubo fluorescente de 105w (FeCu) dicha tensión será la tensión de vacío ó arranque 360VCA.

### 16.3.6. Líneas de fuga

Los valores de la línea de fuga dependen de la tensión de trabajo, de la resistencia al encaminamiento del material aislante y de la forma geométrica de la superficie.

La tabla siguiente indica la clasificación de los materiales eléctricos aislantes de acuerdo al (IRE) - Índice de resistencia al encaminamiento - Materiales como cerámicas y vidrio no dan lugar a estos encaminamientos (son inorgánicos).

Grupo de material		Índice de resistencia al encaminamiento (IRE)
Minas (Gas grisú) Atmósferas explosivas gaseosas	I	$600 \leq \text{IRE}$
	II	$400 \leq \text{IRE} < 600$
	IIIa	$175 \leq \text{IRE} < 400$

### 16.3.7. Materiales Eléctricos aislantes sólidos:

Las características mecánicas de los materiales, tales como resistencia mecánica - dureza, deben ser satisfactorias:

- a) Con una temperatura de 20° c sobre la temperatura máxima obtenida es servicio nominal y con un mínimo de 80° ó bien.
- b) Con una temperatura máxima obtenida en servicio nominal para arrollamiento aislados según la siguiente tabla:

Temperatura límite en servicio nominal	Método de medición de la temperatura	Clase térmica del material aislante de acuerdo con IRAM 2180				
		105 °C A	120 °C E	130 °C B	155 °C F	180 °C H
a) arrollamiento aislado de una sola capa	Resistencia o Termómetro	95	110	120	130	155
b) otros arrollamientos aislados	Resistencia	90	105	110	130	155
	Termómetro	80	95	100	115	135

**Nota:** Para cableados internos que puedan entrar en contacto con una parte conductora, deben estar mecánicamente protegidos ó fijados para evitar cualquier daño y riesgo eléctrico.

Las piezas aislantes de materiales plásticos ó laminados se deben cubrir con un barniz aislante que tenga igual ó mayor grado de IRE que la superficie original cuando esta se elimina ó se daña en la fabricación.

### 16.3.8. Temperatura Límite:

Ninguna parte del material eléctrico deberá alcanzar:

#### 16.3.8.1. Una temperatura superficial mayor que la máxima indicada.

Clase de Temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Temperatura superficial máxima (°C) *	≤ 450	≤ 300	≤ 200	≤ 135	≤ 100	≤ 85

(\*) En condiciones de uso más adversas. (Sobre cargas establecidas ó cualquier condición de falla especificada en la norma para el modo de protección considerado).

#### 16.3.8.2. Temperatura de arrollamiento (Motores - Bobinas etc.). Según Tabla del punto 6.3.7. - ó temperatura admisible en conductores y otras partes metálicas que está limitada por:

- Reducción de resistencia mecánica.
- Solicitaciones mecánicas inadmisibles debido a dilatación térmica.
- Daños a partes eléctricas aislantes vecinas.

### 16.3.9. Grados de protección proporcionados por envolturas:

Los grados de protección proporcionados por las envolturas deben ser:

#### 16.3.9.1. En envolturas que contienen partes conductoras desnudas (en vivos ó neutro) deberán tener un IP54 como mínimo.

#### 16.3.9.2. En envolturas que contienen partes conductoras aisladas deberán tener un IP 44 como mínimo.

**Nota:** Los agujeros de drenaje no deben reducir el grado de protección por debajo de IP44 en el caso 6.3.9.1 ó IP24 en el caso 6.3.9.2).

- 16.3.10. Tomacorrientes ó fichas enchufables:** Estos deben tener un dispositivo de enclavamiento, eléctrico ó mecánico de forma que los contactos no se puedan separar ó unir cuando tienen tensión eléctrica. Los tomacorrientes que no tienen un dispositivo de enclavamiento, deben llevar una placa de advertencia que diga "*No separar cuando está energizado*"



**16.3.11. Notas:**

- La efectividad del modo de protección no debe ser afectada por el empleo de herramientas de uso corriente.
- No se admiten fichas que presenten partes con tensión cuando no están introducidas en el toma corrientes.
- La temperatura superficial máxima, deberá estar por debajo de la menor temperatura de ignición de las atmósferas gaseosas explosivas existentes (esto es extensivo a todo producto eléctrico).

**16.4. Verificaciones y Ensayos de tipo:**

**16.4.1. Tensión resistida**

**16.4.1.1.** Este requisito del producto se verifica por un ensayo a  $(1000 + 2U_n)$  eficaces ó 1500V, el que resulte mayor durante 1.

**16.4.1.2.** Cajas de conexión y de empalmes de usos generales: La longitud del cableado para cada borne es igual a la máxima dimensión lineal interna de la caja, se toma el caso más desfavorable (el de máxima temperatura). Se hace circular una corriente igual a la  $I$  nominal del borne a través del circuito serie hasta alcanzar la estabilización. Se determina la potencia disipada máxima admisible utilizando la resistencia a 20° C (del circuito serie) y la corriente nominal del borne.

**16.4.2. Ensayos de rutina y verificación:**



*Vicerrectorado*  
*Universidad Nacional de Córdoba*



El fabricante debe efectuar los ensayos y las verificaciones de rutina necesarios para que el material eléctrico producido cumple con la especificación ó Norma.

Se realizará un ensayo de tensión resistida como se describió anteriormente.

**16.4.3. Marcado:**

- Nombre fabricante ó marca.
- Designación del tipo dado por el fabricante.
- El símbolo *Ex* - que ha sido construido y ensayado para usar en una atmósfera explosiva.
- Símbolo para cada protección en seguridad aumentada "e".
- Símbolo del grupo del material eléctrico.



**17. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN CASO DE INCENDIO Y PARA EVITAR EL INCENDIO DE ORIGEN ELÉCTRICO EN LOCALES CON MAYOR RIESGO DEBIDO A LAS INFLUENCIAS EXTERNAS.**

Las siguientes prescripciones deben ser aplicadas en los locales en los cuales se tienen en cuenta distintas condiciones de evacuación de las personas en caso de incendio, definidos como locales BD2, BD3 y BD4. En ellos se deben cumplir:

- 17.1. Canalizaciones eléctricas:** las embutidas deben estar envueltas por material incombustible y las que están a la vista no deberán invadir rutas de escape o evacuación, ni las salidas de emergencia, salvo que los cables, conductores y conductos no alcancen temperaturas tan elevadas como para inflamar los materiales vecinos
- 17.2. Aparatos de maniobra y protección:** en las condiciones BD3 y BD4, los aparatos de maniobra y protección serán solamente accesibles a personas autorizadas. En el caso de que los mismos se encuentren en lugares de paso o circulación, deberán estar montados en cajas, gabinetes o tableros construidos con material incombustible o difícilmente combustible y que sólo pueden ser abiertos con llaves o herramientas.
- 17.3. Equipos y materiales eléctricos que contienen líquidos inflamables:** se prohíbe su uso en los locales con condiciones BD3 y BD4 y en las rutas de escape de los locales BD2, BD3 y BD4.



**18. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DONDE EXISTE RIESGO DE INCENDIO POR LA NATURALEZA DE LOS MATERIALES PROCESADOS O ALMACENADOS (LOCALES BE2):**

- 18.1. Los equipos eléctricos de estos recintos deben ser limitados a aquellos que son necesarios para el funcionamiento de los locales.
- 18.2. Cuando se presume que sobre las envolturas de los materiales y equipos eléctricos se pueda depositar polvo combustible en cantidad suficiente como para provocar un riesgo de incendio, se procurará que dichas envolturas no alcancen temperaturas excesivas. El grado de protección que deben proporcionar es el IP5X.
- 18.3. La elevación de la temperatura normal en servicio y la elevación previsible en caso de falla en los materiales y equipos eléctricos, no debe ser tal que pueda provocar un incendio, por lo que se debe seleccionar cuidadosamente el material y equipamiento a utilizar.
- 18.4. Los aparatos de protección, maniobra y seccionamiento deben estar ubicados fuera del recinto peligroso, salvo que estén contenidos en envolturas con grado de protección adecuado, no menor a IP5X.
- 18.5. Los principios vistos en el punto 7 referidos a canalizaciones son de aplicación, también, para este caso
- 18.6. Los motores deberán estar protegidos contra temperaturas excesivas por dispositivos sensibles a la misma y deberán ser de rearme manual.
- 18.7. En los locales donde abunden polvos y/o fibras, se deberá evitar que los mismos se acumulen en forma peligrosa sobre las luminarias, cuyos grados de protección deberán ser IP6X como mínimo. La temperatura en sus superficies deberán estar limitadas a 90 °C en las condiciones normales y 115 °C en caso de defecto
- 18.8. Los circuitos que alimentan o atraviesan un locales BE2 deberán estar protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos por dispositivos de protección ubicados aguas arriba del local
- 18.9. El conductor neutro también debe ser seccionado en todos los casos
- 18.10. No se admiten conductores desnudos.
- 18.11. Cuando se requiere el uso de cables flexibles, se deben utilizar los previstos para uso intensivo.



**19. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DONDE EXISTE RIESGO DE INCENDIO POR SER CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON MATERIALES COMBUSTIBLES (LOCALES CA2):**

- 19.1. Se debe limitar las consecuencias de la circulación de corrientes de defecto en las instalaciones debido a fallas de la aislación eléctrica.
- 19.2. Se deben utilizar cables, bandejas o conductos abiertos no propagantes de la llama.
- 19.3. Los equipos eléctricos tales como los tomacorrientes e interruptores de efecto deben ser atornillados y no de fijación por garras, grapas, clips, broches o similares.



**20. MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DONDE EXISTE RIESGO DE INCENDIO POR SER ESTRUCTURAS PROPAGANTES DEL INCENDIO (LOCALES CB2):**

En las estructuras en las cuales las formas y dimensiones faciliten la propagación del incendio, (por ejemplo, por efecto chimenea), de deberán tomar precauciones especiales para asegurar que la instalaciones eléctricas no puedan propagarlo, por ejemplo, colocando pantallas adecuadas, cierre de obturadores, persianas, etc.



Vicerrectorado  
Universidad Nacional de Córdoba



	ÍNDICE	Pág.
	Objetivo.....	1
1	Introducción.....	1
2	Definiciones .....	3
3	Obligaciones del Responsable del Área de Mantenimiento y Servicios (RAMS).....	7
4	Instalaciones eléctricas .....	9
5	Mantenimiento .....	12
6	Técnicas y procedimientos de trabajo .....	13
7	Formación e información de los trabajadores .....	26
8	Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones .....	28
9	Trabajos en proximidad .....	33
10	Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión .....	38
11	Trabajos en emplazamientos con riesgo de generación de electricidad estática.....	45
12	Instalaciones eléctricas en zonas peligrosas.....	48
13	Grupos atmosféricos.....	50
14	Normas y aplicaciones.....	51
15	Requisitos básicos que debe de cumplir las instalaciones eléctricas para considerarse a prueba de explosiones .....	61
16	Conceptos principales de la Seguridad Aumentada “e”. Modos de protección para Materiales Eléctricos usados en atmósferas gaseosas explosivas.....	65
17	Medidas de protección en caso de incendio y para evitar el incendio de origen eléctrico en locales con mayor riesgo debido a las influencias .....	74
18	Medidas de protección en las instalaciones eléctricas donde existe riesgo de incendio por la naturaleza de los materiales procesados o almacenados (BE2).....	75
19	Medidas de protección en las instalaciones eléctricas donde existe riesgo de incendio por ser construcciones realizadas con materiales combustibles (CA2).....	76
20	Medidas de protección en las instalaciones eléctricas donde existe riesgo de incendio por ser estructuras propagantes del incendio (CB2).....	77