ACCIÓN AS2018-0101

MANUAL SOBRE

RIESGO ELÉCTRICO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

FINANCIADO POR:

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.
FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN

ÍNDICE

01

INTRODUCCIÓN

1.1.	Qué es la Electricidad	7
1.2.	Cómo se transporta la electricidad	7
1.3.	Clasificación de las líneas eléctricas	9
1.4.	Qué es el Riesgo Eléctrico	12
1.5.	Consecuencias en el organismo causadas por la electricidad	13
1.6.	Qué factores intervienen al paso de la electricidad	16
1.7.	Protecciones Colectivas y Equipos de Protección Individual	18
1.8.	Actuaciones de Emergencia y Primeros Auxilio frente a choques eléctricos	21

02

COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1.	Acometida	29
2.2.	Puesta a tierra	33
2.3.	Cuadro provisional de obra	36
2.4.	Bases y conexiones	44
2.5.	Códigos IP e IK	46
2.6.	Verificación, inspecciones y revisiones de las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión	49

03

TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES

3.1.	Trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas	58
3.2.	Trabajos en proximidad de líneas eléctricas enterradas	63
3.3.	Trabajos en ambientes húmedos y mojados	68
3.4.	Trabajos Subacuáticos	75
3.5.	Trabajos con campos magnéticos	76
3.6.	Trabajos en atmósferas explosivas	79
3.7.	Trabajos ferroviarios	83

04

EQUIPOS DE TRABAJO

4.1.	Maquinaria de movimiento de tierras	89
4.2.	Equipos de elevación y distribución de cargas	92
4.3.	Otros equipos de elevación	96
4.4.	Apantalladoras y pilotadoras por taladro rotatorio	97
4.5.	Herramientas manuales en trabajos de demolición y movimientos de tierra	98
4.6.	Equipos de soldadura eléctrica	98
4.7.	Hormigonera eléctrica, sierra circular y tronzadora de material cerámico	99
4.8.	Máquinas portátiles de alimentación eléctrica	100
4.9.	Equipos de iluminación portátiles. Iluminación de obra	102

05

CONJUNTO DE BUENAS PRÁCTICAS

5.1. Las Cinco Reglas de Oro 107

5.2. Sistema LOTO 108

5.3. Acciones a evitar en trabajos con riesgo eléctrico 109

5.4. Señalización 111

06

GLOSARIO

113

07

LEGISLACIÓN Y NORMAS

122

08

BIBLIOGRAFÍA/ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

125

A1

ANEXO 1 LISTA DE COMPROBACIÓN DE CONDICIONES ESPECIALES DE TRABAJO CON RIESGO ELÉCTRICO

127

A2

ANEXO 2 CARTELES INFORMATIVOS

137

El presente manual ha sido desarrollado en el marco del Proyecto Nº: AS2018-0101 "Manual sobre riesgo eléctrico en obras de construcción", con la financiación de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales F.S.P. (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2018). El contenido de dicho manual es responsabilidad exclusiva de la entidad ejecutante y no refleja necesariamente la opinión de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales.

La Fundación Laboral de la Construcción agradece su colaboración a todas aquellas personas que de alguna manera han formado parte de este proyecto haciéndolo posible.

Depósito Legal M-35634-2019

01
INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué es la Electricidad?

1.2. ¿Cómo se transporta la electricidad?

1.3. Clasificación de las líneas eléctricas

1.4. ¿Qué es el Riesgo Eléctrico?

1.5. Consecuencias en el organismo causadas por la electricidad

1.6. ¿Qué factores intervienen al paso de la electricidad?

1.7. Equipos de Protección Individual y Protecciones Colectivas

1.8. Actuaciones de Emergencia y Primeros Auxilios frente a choque eléctricos

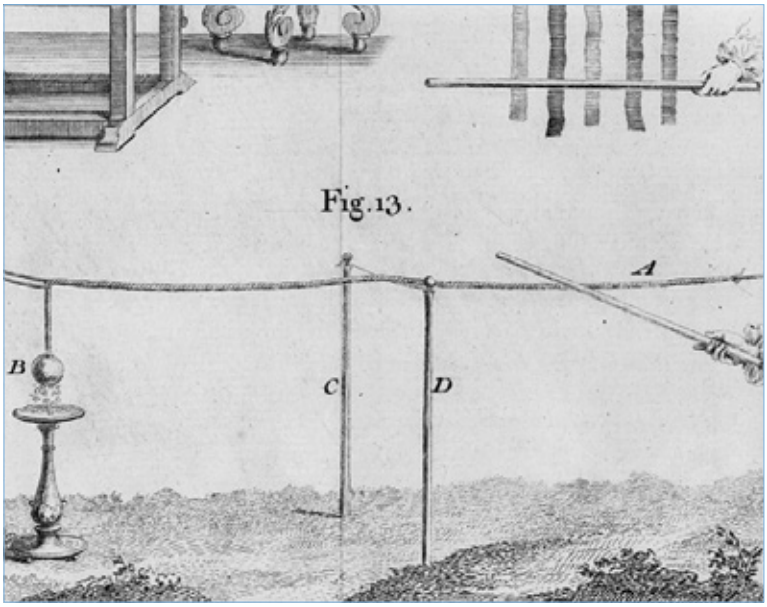


Figura 1
Ilustración del primer experimento de la conductividad eléctrica.

INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios sobre la conductividad eléctrica datan del año 1729, cuando el físico inglés Stephan Gray (1666-1736) hizo sus primeros experimentos sobre la electricidad o los efluvios, como él la denominó. [1]

Posteriormente el médico y físico inglés William Watson (1715-1787) estudió los fenómenos de la corriente eléctrica. Así, llegó a demostrar que una descarga estática es una corriente eléctrica. También pudo estudiar los fenómenos de la propagación de la corriente eléctrica en gases enrarecidos.

En 1752 el estadounidense Benjamín Franklin (1706-1790) estudió los fenómenos eléctricos naturales. Su más conocido experimento es el que realizó con cometas a las que hacía volar durante las tormentas. Los resultados de estos experimentos sirvieron para inventar el *pararrayos.*

Alessandro Volta (1745-1827) inventa la ***pila*** en 1800, precursora de la batería eléctrica y al cual se debe el nombre de la tensión eléctrica y a su unidad, el Voltio (símbolo V).

Durante el siglo XIX, aparecen los principales teóricos de la electricidad siendo alguno de ellos los siguientes:

- Humphry Davy (1778-1829): **la electrólisis y el arco eléctrico.**
- Hans Christian Ørsted (1777-1851): **el electromagnetismo.**
- Thomas Johann Seebeck (1770-1831): **la termoelectricidad.**
- André-Marie Ampère (1775-1836): **el solenoide.**

- William Sturgeon (1783-1850): **el electroimán, el conmutador y el galvanómetro.**

- Georg Simon Ohm (1789-1854): **la ley de Ohm.**

Durante la primera revolución industrial (1750-1840) no se hizo uso de las propiedades de la electricidad. Solamente se empleó de forma práctica y generalizada para el telégrafo eléctrico de Samuel Morse (1833).

No será hasta el cuarto final del siglo XIX cuando se empiece a generar electricidad de forma industrial, principalmente para la iluminación de calles y viviendas.

De forma creciente se fueron incrementando las aplicaciones de este tipo de energía que hizo que fuera el impulsor de la Segunda Revolución Industrial.

Todo ello motivó un cambio social estando presente en diferentes ámbitos de la sociedad, desde la iluminación de nuestras calles, avenidas y monumentos, hasta las diferentes formas de aplicación en la industria, en el transporte de personas y mercancías hasta llegar a las telecomunicaciones.

En la actualidad las aplicaciones de la energía eléctrica siguen aumentando y el sector de la construcción acompaña a ese aumento.

Desde maquinaria pesada que funciona con energía eléctrica como el caso de las grandes excavadoras que se emplean en minas, hasta excavadoras mini que se emplean en construcción que ya funcionan con baterías recargables o con suministro exterior de generadores eléctricos, pasando por las clásicas grúas torre y, sobre todo, la mayor parte de las herramientas portátiles que son necesarias para la ejecución de las obras.

Llegado a este punto, no hay que olvidarse de los riesgos eléctricos que se presentan en las distintas actividades que realizan los trabajadores de la construcción.

Si se examinan los datos de las estadísticas de accidentes de trabajo durante el año 2017 en el sector de la construcción, los accidentes por contactos directos o indirectos con la electricidad durante la jornada de trabajo, se aprecia que:

- 0,3 % son accidentes leves.

- 1,8 % son accidentes graves o muy graves.

- 3 % son accidentes mortales.

Este último resultado refleja que los trabajos con riesgos eléctricos tienen consecuencias muy graves que hacen necesario tomar las medidas preventivas necesarias para eliminar o minimizar el riesgo por contactos directos o indirectos con la electricidad.

Figura 2
Dos ejemplos de máquinas mini que funcionan con energía eléctrica.

1.1. QUÉ ES LA ELECTRICIDAD

La electricidad es un tipo de energía que envuelve la vida diaria, bien de forma natural, como los rayos provocados por tormentas, bien de forma artificial empleándola en nuestros hogares y lugares de trabajo, para iluminar o hacer funcionar aparatos electrodomésticos, máquinas, equipos y herramientas.[1]

Definimos **Electricidad** como el fenómeno físico en el que se produce un flujo de electrones a través de un material que puede permitir su circulación.

Es una energía muy variable y se puede emplear para diferentes objetivos, desde mover grandes máquinas, en la que se requieren grandes cantidades de electricidad, hasta un nivel más bajo empleada para electrónica, donde se requiere poca cantidad de electricidad.

1.2. CÓMO SE TRANSPORTA LA ELECTRICIDAD

Es interesante recordar que la electricidad, tal como se conoce es un tipo de energía y, según el principio físico de La conservación de la energía, la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Así, para producir electricidad, se puede partir de otras formas de energía. Algunas de ellas pueden ser:

- **Energía Mecánica: Producida por los saltos de agua de las centrales hidroeléctricas y que mueven turbinas eléctricas.**

- **Energía Térmica:** Al quemar combustibles fósiles, como el petróleo, carbón o gas natural para generar vapor de agua que mueva una turbina.

- **Energía Nuclear:** Al producir reacciones nucleares que liberan mucha energía que sirve para generar vapor de agua y accionar una turbina.

- **Energía Eólica:** Al mover las aspas de un molino o aerogenerador y convertirla en mecánica o eléctrica.

- **Energía Solar:** Que emplea la energía del Sol para producir electricidad directamente con paneles fotovoltaicos o para producir vapor de agua que mueva unas turbinas.

También es posible tener sistemas mixtos en el que se combinen dos o más formas de energía como pudiera ser por ejemplo la energía mecánica con la energía térmica combinadas en los generadores eléctricos que se pueden encontrar en la obras de construcción, donde al quemar combustibles derivados del petróleo, gasolina o gasoil, se produce una energía térmica para transformarla en mecánica al mover con engranajes un alternador y así producir la energía eléctrica.

El principal problema de la electricidad es que no puede almacenarse en grandes cantidades, por lo que los centros de generación están continuamente produciendo electricidad para abastecer a los puntos de suministro.

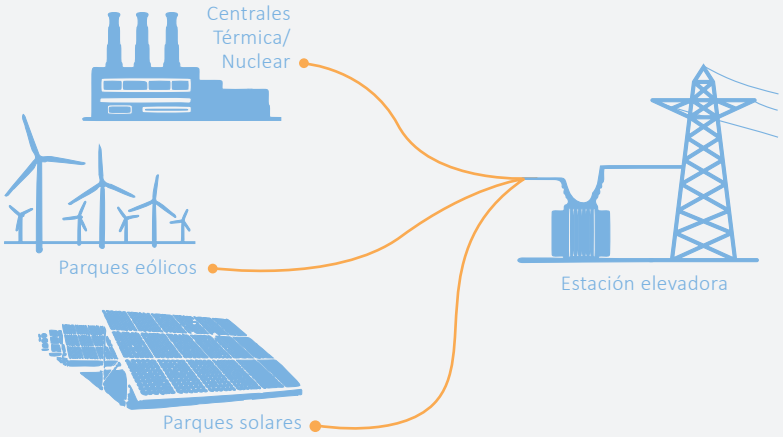
Para transportar esa energía eléctrica generada en los centros de producción tales como centrales térmicas, centrales hidroeléctrica, central nuclear, parques eólicos o parques fotovoltaicos, estos centros cuentan con estaciones de transformación que elevan la tensión para su distribución. El motivo principal para elevar la tensión es que es más fácil transportarla para evitar pérdidas debidas al efecto Joule, lo que implicaría emplear cables conductores más gruesos los que conlleva un encarecimiento del transporte.

[1] ¿Qué es la electricidad?
https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/1_qu_es_la_electricidad.html

En las figuras 3, 4, 5 se describen de forma visual cuales son las fases del transporte de la energía eléctrica desde los centros de producción hasta llegar a los centros de consumo.

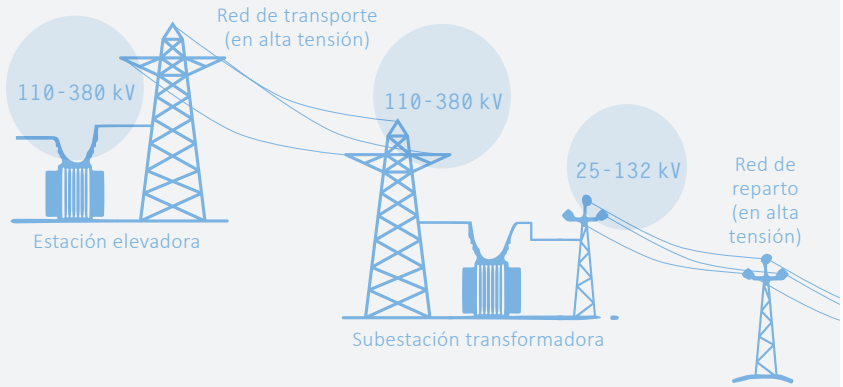
Primera fase en la distribución de la energía eléctrica que consiste en la elevación de la tensión de transporte

Figura 3



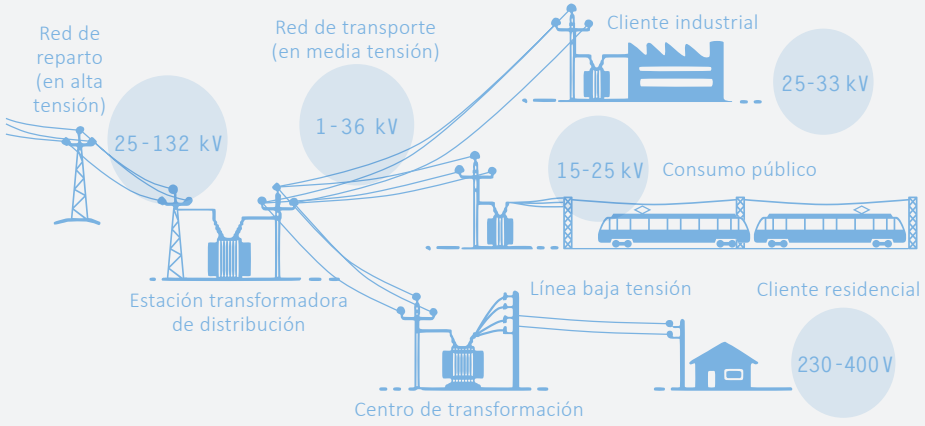
La segunda fase de la distribución de la energía eléctrica es el transporte de la misma a través de las principales redes de transporte

Figura 4



La tercera fase de la distribución de la energía eléctrica es la distribución a los diferentes consumidores

Figura 6



1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

En España, las líneas eléctricas se dividen en dos grupos principales: líneas eléctricas de **Alta Tensión** y de **Baja Tensión.**

En la Tabla 1, se detalla, de forma general, cómo se distribuyen sus tensiones:

Clasificación de las líneas eléctricas en España

Tabla 1

	CATEGORÍA	TENSIÓN NOMINAL	TENSIONES NORMALIZADAS	USOS
ALTA TENSIÓN[2]	Líneas de categoría especial	Igual o superior a 220 kV	220 kV y 400 kV	Transporte a grandes distancias
	Líneas de 1ª categoría	Superior a 66 kV e inferior a 220 kV	110 kV, 132 kV, 150 kV	Transporte y distribución
	Líneas de 2ª categoría	Superior a 30 kV e igual o inferior 66 kV	45 kV, 66 kV	Distribución
	Líneas de 3ª categoría[3]	Superior a 1 kV e igual o inferior a 30 kV	3 kV, 6 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV, 25 kV, 30 kV	Generación, distribución y clientes industriales y terciarios
BAJA TENSIÓN[4]	Líneas de baja tensión alternas	Inferior a 1 kV (1000 V)		Distribución
	Líneas de baja tensión continua	Inferior a 1,5 kV (1500 V)		Distribución

[2] Clasificación en España de líneas de Alta Tensión (según el Art. 3. Tensiones nominales. Categorías de las líneas. Real Decreto 223/2008, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias).

[3] En la industria eléctrica, se emplea el término «Media Tensión» para referirse a instalaciones con tensiones nominales entre 1 y 36 kV (kilovoltios) lo que corresponde a instalaciones eléctricas de Alta Tensión de 3º categoría.

[4] Clasificación de las líneas de Baja Tensión (según el Art. 1, apdo. 1 del Real Decreto 842/2002, Reglamento electrotécnico para baja tensión).

A efectos de este manual, las tensiones con las que trabajaremos usualmente serán de baja tensión, de las cuales podemos ver su clasificación en la Tabla 2:

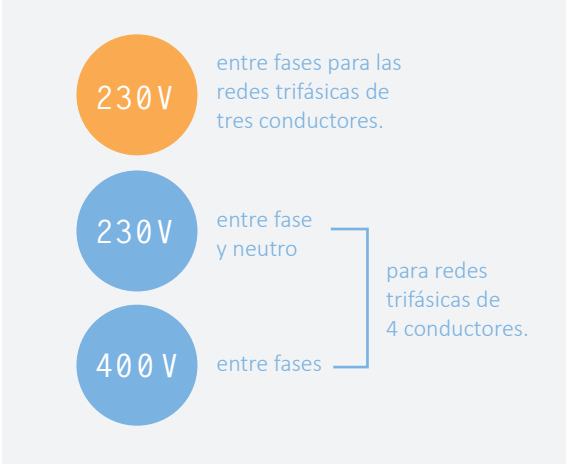
Clasificación de las tensiones en instalaciones de Baja Tensión

Tabla 2

	CORRIENTE ALTERNA (VALOR EFICAZ)	CORRIENTE CONTINUA (VALOR MEDIO ARITMÉTICO)
MUY BAJA TENSIÓN	Inferior a 50 V	Inferior a 75 V
TENSIÓN USUAL	Superior a 50 V e igual o inferior a 500 V	Superior a 75 V e igual o inferior a 750 V
TENSIÓN ESPECIAL	Superior a 500 V e igual o inferior a 1000 V	Superior a 750 V e igual o inferior a 1500 V

Esta clasificación responde a la presentada en el Art. 4, apdo. 1 del RD 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

En el apartado 2 del mencionado artículo, se indica que las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:



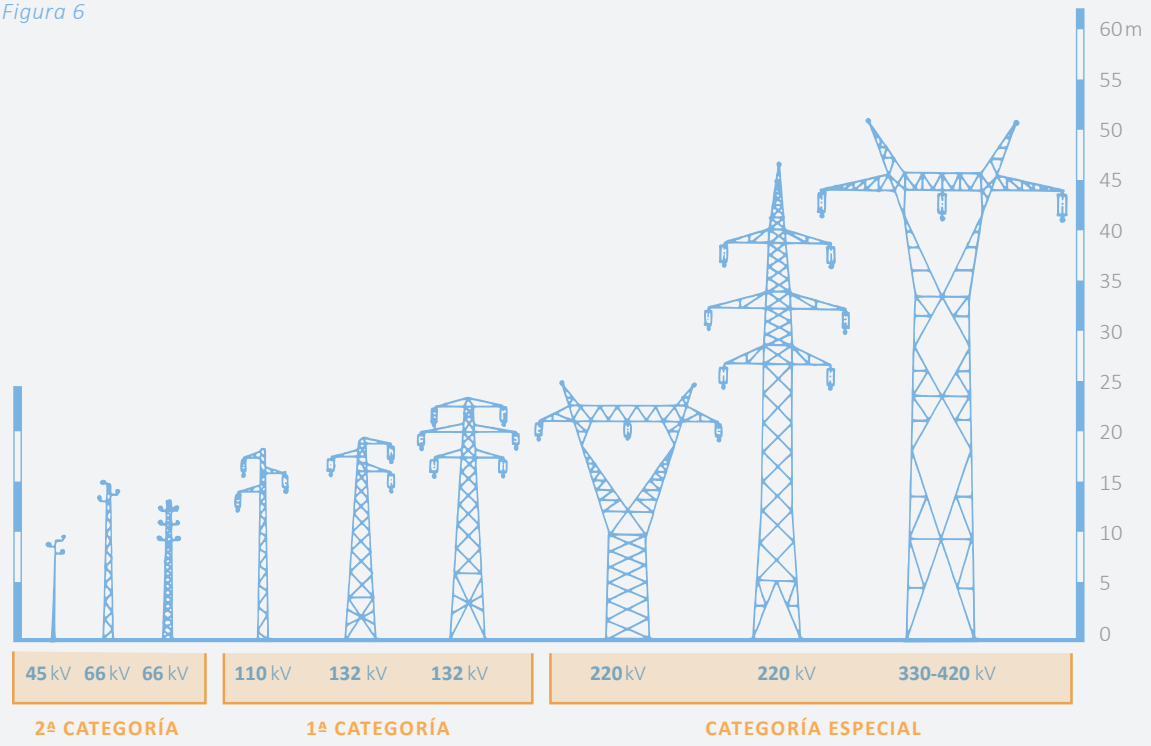
Hay que recordar que el suministro de electricidad en obra es realizado por instalaciones de baja tensión o por equipos autónomos.

En este manual se tratan las líneas de alta tensión más por los riesgos generados en trabajos próximos a las líneas que por su empleo directo en obras de construcción.

En la Figura 6 podemos observar un modelo práctico de clasificación de las líneas eléctricas en función del tipo de torre de apoyo y la altura.

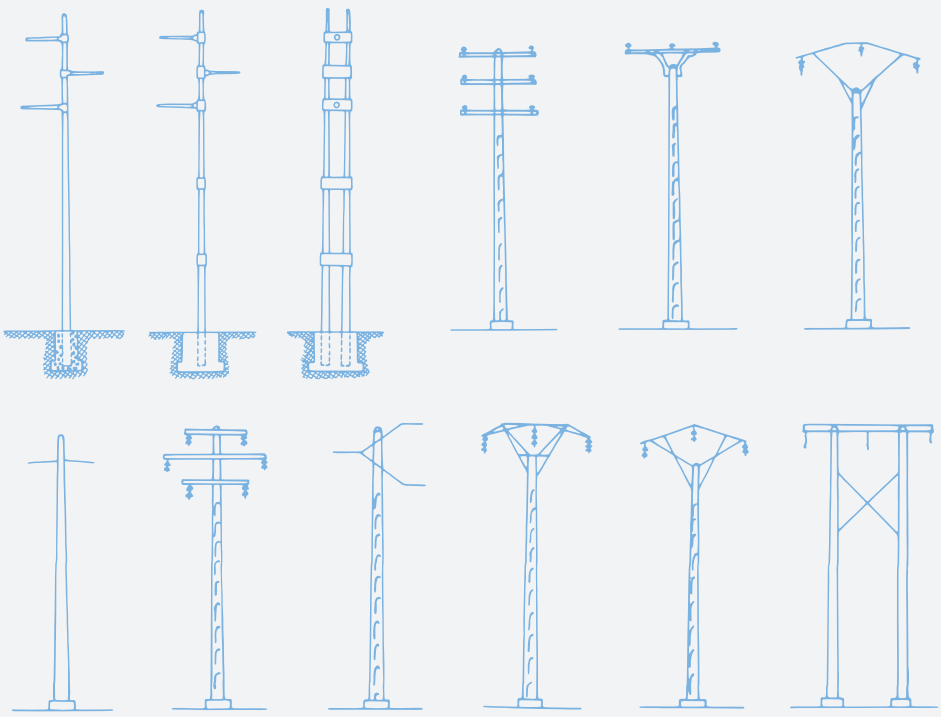
Clasificación de líneas eléctricas de alta tensión en función del tipo de torre de apoyo y su altura

Figura 6



Tipos de postes de hormigón empleados en Baja y Media Tensión

Figura 7



Postes de Hormigón empleados en Baja (< 1000 V) y Media Tensión (1 kV- 30 kV)

1.4. QUÉ ES EL RIESGO ELÉCTRICO

Se entiende por riesgo eléctrico, según el RD 614/2001, como el riesgo originado por la energía eléctrica y en el que quedan incluidos los siguientes:

a) Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).

b) Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.

c) Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.

d) Incendios o explosiones originados por la electricidad.

En esta definición no solo se contempla el riesgo propio de choque eléctrico, si no que incluye otros riesgos asociados, generalmente considerados por separado y relativamente frecuentes, tales como quemaduras, caídas, incendios, explosiones, intoxicaciones, etc.

Por lo general, los riesgos por contactos directos e indirectos son los más comunes y para ello los definimos como:

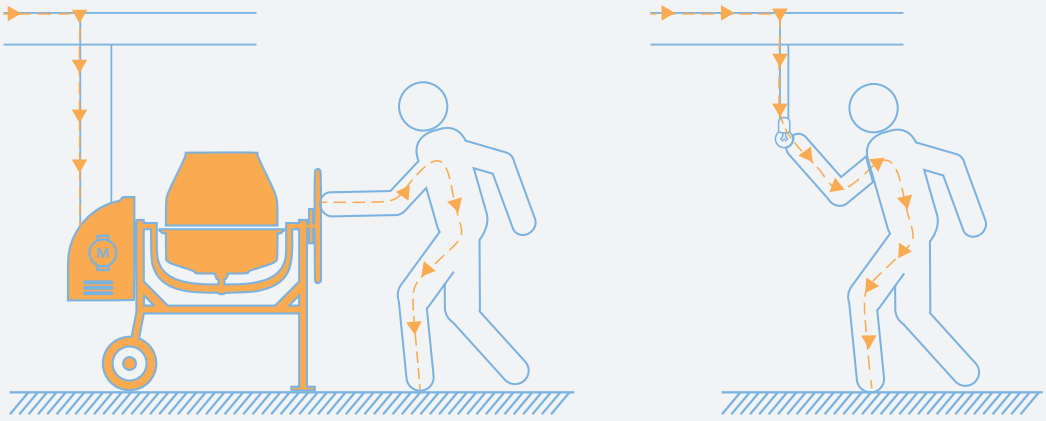
- **Contactos Directos,** los contactos que se producen cuando tocamos las partes activas eléctricamente de una instalación o equipo en tensión, es decir, cuando tocamos los cables directamente o el embarrado de una instalación.

- **Contactos Indirectos,** los contactos de una parte del cuerpo con un elemento de un equipo, máquina o instalación que normalmente no está bajo tensión pero cuya protección se ha perdido de forma accidental y no previsible.

En la Figura 8 se pueden observar las diferencias entre los contactos directos e indirectos. En la primera imagen de la figura, se observa que el sujeto toca una parte activa mal aislada como puede ser el casquillo de una lámpara. En la segunda imagen, aunque el equipo está aislado, existe un fallo en la zona del motor, donde las partes activas se encuentran en contacto con las aisladas.

Diferencia entre contactos directo e indirecto

Figura 8



CONTACTO INDIRECTO

CONTACTO DIRECTO

Figura 9.
Momento de manifestación del arco eléctrico.

Pero como ya se ha visto, no hace falta estar en contacto con conductores o partes aisladas para sufrir las consecuencias de la electricidad. También es posible sufrir las consecuencias de un arco eléctrico.

Se denomina **arco eléctrico o arco voltaico** a la descarga eléctrica que se produce entre dos electrodos que se encuentra a una gran diferencia de potencial (existe un alto voltaje entre los dos electrodos que no están en contacto) y separados por el aire. Si bien el aire es un buen aislante, cuando se produce una gran diferencia de potencial, se produce la descarga eléctrica entre los electrodos, sirviendo el aire de conductor de la corriente.

Esta circunstancia la se puede observar en los días de tormentas, donde el aire está cargado de iones y humedad que facilita las descargas eléctricas entre las nubes cargadas eléctricamente y el terreno que recoge esa descarga.

El riesgo del arco eléctrico se produce cuando la persona actúa como el electrodo que recibe la descarga.

1.5. CONSECUENCIAS EN EL ORGANISMO CAUSADAS POR LA ELECTRICIDAD

El peligro de la electricidad radica en que no es una energía que sea perceptible habitualmente por nuestros sentidos tal como indica Juan Antonio Calvo Sáez [2]:

- No tiene olor. En el caso del ozono que se produce por la descarga de un arco eléctrico, sí es percibido.
- No puede ser detectada por la vista. En el caso que un cable esté en tensión, no podemos descubrir si está o no en tensión.
- Por lo general, no apreciamos su presencia por el oído. Existen instalaciones o equipos eléctricos que generar un zumbido particular, como por ejemplo al pasar por debajo de una línea eléctri-

ca de alta tensión o al acercarnos a un transformador eléctrico.

Solamente se puede conocer su presencia empleando instrumentación que la detecte por varios procedimientos.

Las consecuencias que provoca el paso de la corriente eléctrica por el organismo pueden ser diferentes, tal como se indica en la NTP-400 del INSST sobre ***Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano*** [3]***, así tenemos que:***

- Una persona se **electriza** cuando la corriente pasa por el organismo debido a que la persona pasa a formar parte del circuito eléctrico, y donde se distinguen dos puntos de contacto, uno de entrada y otro de salida.

- Una persona sufre **electrocución** cuando fallece debido al paso de la corriente por su cuerpo.

- Cuando una persona sufre una **fibrilación ventricular** se produce un movimiento anárquico del corazón y no sigue el ritmo normal de funcionamiento.

- Una persona sufre una **tetanización** cuando aguanta el movimiento incontrolado de los músculos debido al paso de la corriente eléctrica. Dependiendo del recorrido de la corriente no controlaremos el movimiento de manos, brazos músculos pectorales, etc.

- Una persona puede sufrir **quemaduras** en la piel cuyos efectos pueden ser evaluados en función de la densidad de corriente que circula por un área determinada (mA/mm²) y el tiempo de exposición a esa corriente (s, segundos). Estas zonas se distinguen como (Figura 10):

- **Zona 0:** habitualmente no hay alteración de la piel, salvo que el tiempo de exposición sea de varios segundos, en cuyo caso, la piel en contacto con el electrodo puede tomar un color grisáceo con superficie rugosa.

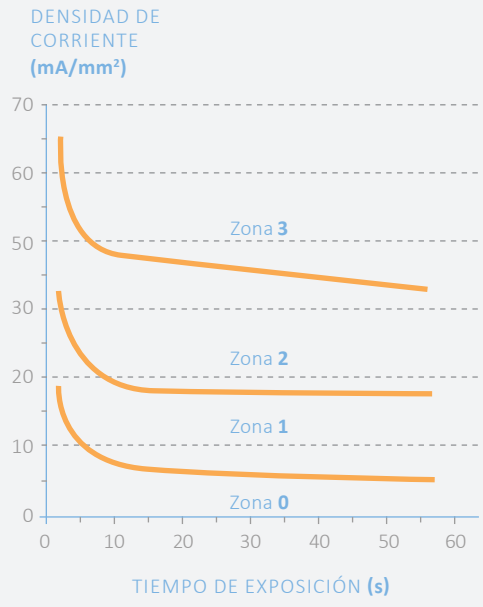
- **Zona 1:** se produce un enrojecimiento de la piel con una hinchazón en los bordes donde estaba situado el electrodo.

- **Zona 2:** se provoca una coloración parda de la piel que estaba situada bajo el electrodo. Si la duración es de varias decenas de segundos se produce una clara hinchazón alrededor del electrodo.

- **Zona 3:** se puede producir una carbonización de la piel.

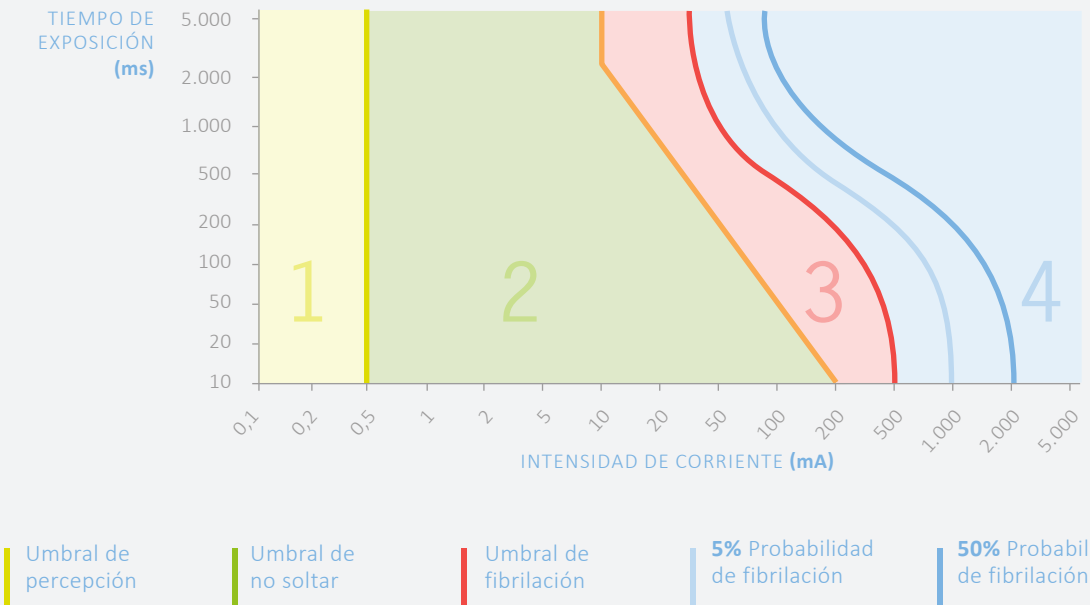
Efecto sobre la piel

Figura 10



Corriente alterna, efecto en el organismo

Figura 7



En la Figura 11, presente en la Nota Técnica de Prevención NTP-400 [3], se detallan los efectos que produce la corriente alterna en el rango de frecuencias entre 15 y 100 Hz para un recorrido **mano izquierda-los dos pies,** con los siguientes resultados:

- **Zona 1:** habitualmente ninguna reacción.
- **Zona 2:** habitualmente ningún efecto fisiológico peligroso.
- **Zona 3:** habitualmente ningún daño orgánico. Con duración superior a 2 segundos se pueden producir contracciones musculares dificultando la respiración, paradas temporales del corazón sin llegar a la fibrilación ventricular, ...
- **Zona 4:** riesgo de parada cardiaca por: fibrilación ventricular, parada respiratoria, quemaduras graves,...

Para otras trayectorias de entrada-salida del contacto eléctrico, se emplean valores que corrigen estos resultados, como se puede observar en la Figura 13.

Los principales efectos fisiológicos que presenta el cuerpo tras el paso de la corriente pueden ser [2]:

- Físicos: Se genera calor y se producen fuerzas electromagnéticas.
- Químicos: Resultado de la electrolisis que se produce en el organismo.
- Biológicos: Se producen contracciones de los músculos, se afecta al sistema nervioso y se afecta al normal funcionamiento del corazón.

Las consecuencias físicas que se producen por el paso de la corriente eléctrica por el organismo pueden ser [2]:

a) Quemaduras internas.
La considerable energía disipada por el efecto Joule en los músculos y tejidos internos, provoca graves quemaduras que llegan incluso a la carbonización de miembros y órganos.

b) Quemaduras de superficie.
Son debidas, generalmente, por la elevada temperatura del arco eléctrico (hasta 20.000 °C). Estas quemaduras abarcan toda la gama, del primero al tercer grado.

c) Trastornos renales.
Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras puesto que se ven obligados a eliminar las ingentes cantidades de mioglobina y hemoglobina que les invaden después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.

Pero no solamente existen estos efectos, si no que se pueden sufrir otros efectos indirectos originados por el choque eléctrico como pueden ser [2]:

- Caídas de altura.
- Golpes contra objetos.
- Proyección de material.

Resumen de los efectos de la intensidad de la corriente en el cuerpo humano

Tabla 3

INTENSIDAD	EFECTOS EN EL CUERPO HUMANO
< 0,5 miliamperios (mA)	**No se percibe.**
1 – 3 mA	**Umbral de percepción** (pequeño hormigueo).
3 – 10 mA	**Electrización**: movimiento reflejo muscular (calambre).
10 mA	**Tetanización muscular**: contracciones musculares sucesivas y mantenidas (incapacidad de soltarse del elemento conductor).
25 mA	**Parada respiratoria**, si la corriente atraviesa el cerebro.
25 – 30 mA	**Asfixia** (parada respiratoria) y **quemaduras**.
60 – 75 mA	**Fibrilación ventricular**.

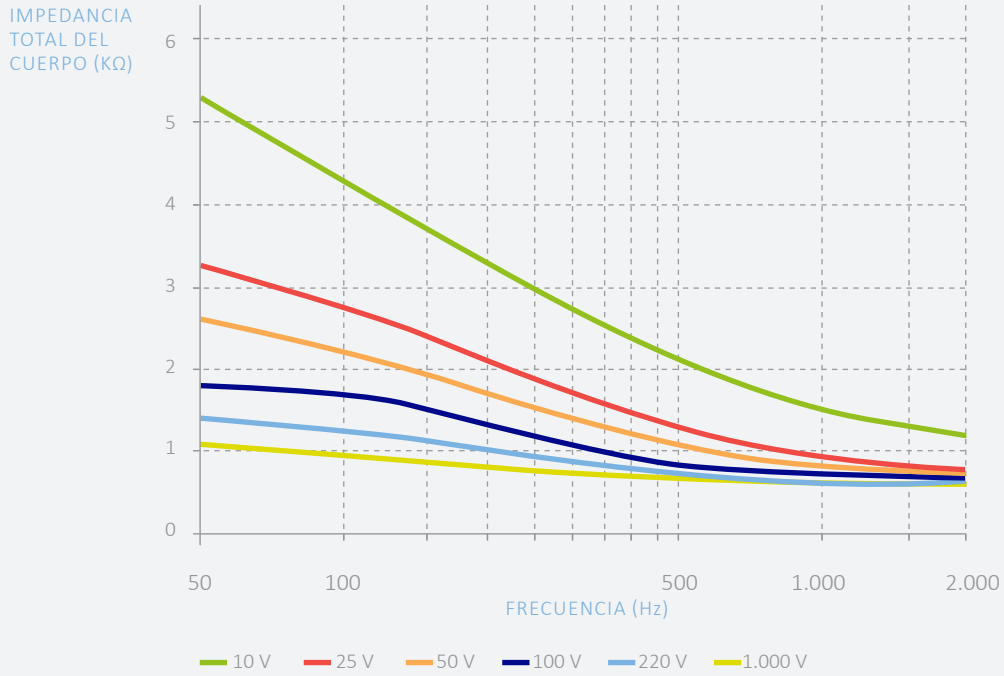
1.6. QUÉ FACTORES INTERVIENEN AL PASO DE LA ELECTRICIDAD

Tal como se recoge en la Nota Técnica de Prevención NTP-400 [3], los siguientes elementos influyen en el paso de la corriente por el cuerpo:

- **Intensidad de la corriente:** Factor que tiene mucha relevancia por sus consecuencias.
- **Duración del contacto eléctrico:** Es junto con la intensidad de la corriente de los que tienen mucha importancia en las consecuencias que se deriven del paso de la electricidad.
- **Impedancia del cuerpo humano:** La impedancia (medida en Ω, Ohmios) en este caso es la resistencia que opone el cuerpo a la corriente eléctrica y magnitud depende de varios factores:
  - Tensión.
  - Frecuencia.
  - Duración del paso de la corriente eléctrica.
  - Temperatura.
  - Grado de humedad de la piel.
  - Superficie de contacto.
  - Presión de contacto.
  - Dureza de la epidermis.
- **Tensión aplicada:** En sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa, produciendo consecuencias graves en el organismo.

Variación de la Impedancia en función de la tensión de trabajo y la frecuencia

Figura 12



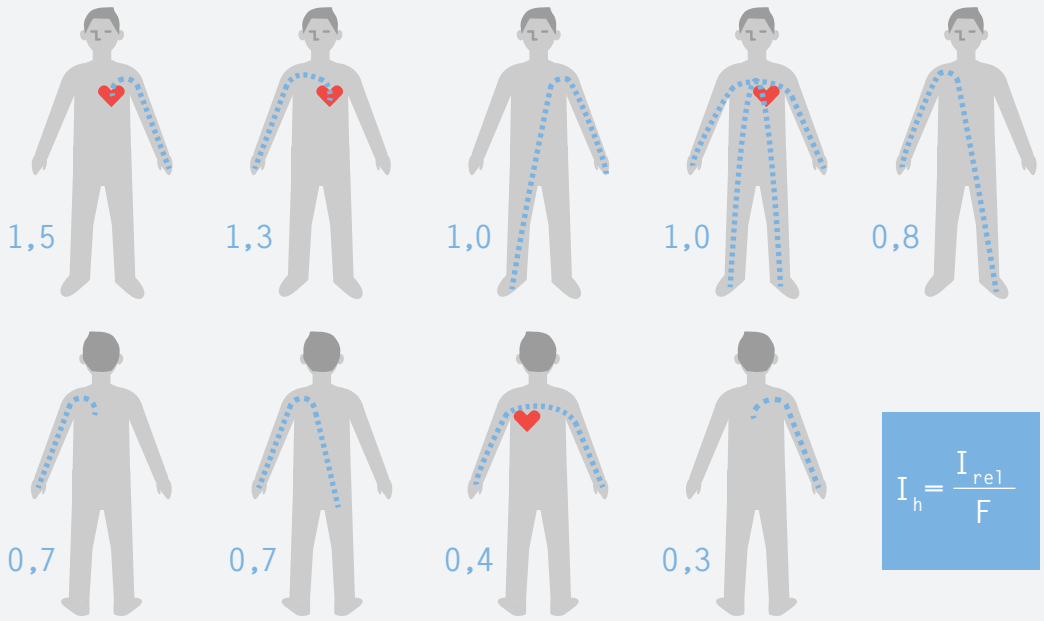
- **Frecuencia de la corriente alterna:** La frecuencia normal de las viviendas o centros de trabajo es de 50 Hz (por ejemplo, Estados Unidos emplea una frecuencia más elevada de 60 Hz). Existen otras frecuencias de trabajo para trabajos específicos, por ejemplo:
  - 400 Hz empleados en aeronáutica.
  - 450 Hz usados en soldaduras.
  - 4000 Hz aplicados en electroterapia.
  - 1 MHz utilizados para alimentadores de potencia.

A raíz de los experimentos realizados en la variación de la frecuencia de la corriente alterna, se ha revelado que para tensiones bajas y frecuencias bajas aumenta la impedancia del cuerpo reduciéndose este valor cuando se aumenta la frecuencia de trabajo. Esta diferencia de valores de impedancia entre frecuencias bajas y altas se reduce cuando la tensión de trabajo es elevada, esto puede observarse en la Figura 12.

- **Recorrido de la corriente a través del cuerpo:** Las consecuencias del accidente varían en función del camino que recorre la corriente por el cuerpo. Las figuras 10 y 11 muestran los efectos de la intensidad de corriente en función del tiempo de aplicación para una trayectoria mano izquierda a los dos pies, como se muestra en la Figura 13. Si necesitamos conocer los resultados para otras trayectorias emplearemos el factor de corriente de corazón **F**, cuyo valor lo podemos obtener de la Figura 13. En el caso de las figuras 10 y 11 el factor de corriente de corazón que se aplica a las mismas es la unidad.

Factor de corriente de corazón “F”

Figura 13



La relación que se muestra en la Figura 13 consta de los elementos:

I_h = corriente que atraviesa el cuerpo por un trayecto determinado.

I_{ref} = corriente “mano izquierda-pies”.

F = factor de corriente de corazón.

1.7. PROTECCIONES COLECTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Para todas aquellas actividades del trabajador en el que se haya identificado el riesgo eléctrico como uno de los presentes en el desarrollo de las tareas, se deberán contar con los correctos Equipos de Protección Individual (EPI), cuando los procedimientos de trabajo así como las Protecciones Colectivas, no sean suficientes para garantizar la seguridad del trabajador.

1.7.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

Entendemos por Protecciones Colectivas como aquellos elementos o equipos que protegen a uno o varios trabajadores expuestos a un riesgo determinado de forma simultánea.

En el caso de la exposición al riesgo eléctrico en actividades del sector de la construcción, las

protecciones colectivas son aquellas que impiden el acceso de los trabajadores o equipos de trabajo a zonas en tensión o que protegen al trabajador de contactos directos o indirectos con elementos en tensión.

Destacan las siguientes:

- **Interruptores diferenciales,** que previenen de las consecuencias de los contactos directos e indirectos con partes activas.

- **Interruptores de enclavamiento** que constan de unos orificios en el que se insertan unos candados que impiden el accionamiento del interruptor.

- **Barreras de acceso y confinamiento,** que impiden el acceso a zonas trabajo limitadas que estén en tensión.

- **Pórticos de control de gálibo** de equipos de trabajo que limitan el acceso a zonas donde existan líneas eléctricas en tensión, ya sean por circulación de equipos de trabajo debajo de las mismas como por aproximación de cargas suspendidas a las líneas.

1.7.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

En todas aquellas actividades en las que existe con una instalación de baja tensión en la que el trabajador esté expuesto a un riesgo eléctrico, habrá que evaluar los Equipos de Protección Individual con los que contará el trabajador. Para ello, se pueden utilizar diferentes equipos según la parte del cuerpo que proteja, siendo estos:

- **Protección de la cabeza:** Serán cascos dieléctricos para el empleo en instalaciones de baja tensión, esto es, instalaciones con tensiones inferiores a 1000 V en corriente alterna o 1500 V en el caso de corriente continua que tienen por referencia las siguientes normas:

Figura 14
Símbolo que identifica que el equipo o herramienta es apto para trabajos con tensión en instalaciones inferiores a 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua.

  - UNE-EN 50365:2003 (Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión). Deberá estar marcado con el doble triangulo, definido en la norma IEC 60417-5216 que identifica que es apto para trabajos en baja tensión.

  - UNE-EN 397:2012+A1:2012 (Cascos de protección para la industria).

  - UNE-EN 443:2009 (Cascos para la lucha contra el fuego en los edificios y otras estructuras).

- **Protección facial y ocular:** Este tipo de protección viene definida por la norma UNE-EN 166:2002 (Protección individual de los ojos. Especificaciones) siendo las pantallas faciales las que tienen que estar certificadas por esta norma que además incluye la exigencia de protección contra arcos eléctricos de cortocircuito.

- **Protección en manos y brazos:** Para este tipo de protección se diferencian dos equipos de protección, manguitos y guantes o manoplas.

  - Los manguitos dieléctricos tienen que estar certificados por la norma UNEEN 60984:1995 (Manguitos de material aislante para trabajos en tensión).

  - Los guantes o manoplas dieléctricos protegen a los trabajadores de

los contactos eléctricos y según la tensión máxima de utilización la norma UNEEN 60903:2005 (Trabajos en tensión. Guantes de material aislante) recomienda un tipo de guante u otro. Principalmente, estos guantes se diferencian por la longitud, por el espesor del material con el que están hechos así como por la tensión de prueba y tensión máxima de utilización.

Es interesante indicar que aparte de las propiedades dieléctricas que deben contar los guantes, será importante contar con otras propiedades especiales dependiendo del entorno de trabajo en el que se encuentre el trabajador, clasificables por las letras:

A: Resistencia al ácido.
H: Resistencia al aceite.
Z: Resistencia al ozono.
R: Resistencia al ácido, aceite y ozono.
C: Resistencia a muy bajas temperaturas.

- **Protección de los pies:** Para la protección del trabajador, el calzado se puede clasificar en calzado de seguridad, calzado de protección, calzado de trabajo. Para trabajos con riesgo eléctrico, estos pueden clasificarse, dependiendo del uso:

  - Eléctricamente aislante o dieléctrico: Es un calzado que previene al trabajador frente a choques eléctricos que puedan recorres sus pies, con lo que deben presentar una alta resistencia eléctrica. Tienen que estar certificados por la norma UNE-EN 50321-1:2018 (Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes.). Las tensiones máximas de trabajo nos las suministrará el fabricante indicando a que clase pertenece, clase 0 o clase 00. Estará marcado con el símbolo de la Figura 14.

  - Conductor y antiestático: Son calzados destinados a prevenir la carga electrostática.
  · **Conductor:** Tienen una resistencia muy baja para que la electricidad pueda circular rápidamente por el calzado para favorecer la descarga de la electricidad, por ejemplo, cuando se están manipulado sustancias inflamables. No se pueden emplear cuando existe un riesgo de choque eléctrico. La marca que deberán mostrar será una **C.**
  · **Antiestático:** Este tipo de calzado está indicado cuando se trata de disipar la carga electrostática, empleándolos por ejemplo, en trabajos con riesgo de ignición en atmósferas potencialmente explosivas. Cuentan con una resistencia mayor que en el caso del calzado Conductor, aunque no es en absoluto aislante, presentando cierta protección frente a contactos imprevistos. La marca que deberán mostrar será una **A.**
  En ambos casos, conductor y antiestáticos, deberán contemplar las prescripciones de las normas UNE-EN ISO 20345:2012 (Equipo de protección individual. Calzado de seguridad.), UNE-EN ISO 20346:2014 (Equipo de protección personal. Calzado de protección.), UNE-EN ISO 20347:2013 (Equipo de protección personal. Calzado de trabajo.).

- **Ropa de protección:** Por ropa de protección se entiende, aquella que sustituye o cubre a la ropa personal y que está especialmente diseñada para proteger de uno o más peligros. Concretamente, para los trabajos con riesgos eléctricos existen distintos tipos de ropas de protección siendo estas:

- Prendas aislantes de protección,certificadas según la norma UNEEN 50286:2000 CORR:2005 (Vestimentas aislantes de protección para instalaciones de baja tensión) y empleadas por electricistas cualificados para trabajos en tensiones nominales inferiores a 500 V en corriente alterna o 750 V en corriente continua.

- Prendas antiestáticas de protección, son prendas pensadas para evitar la acumulación de cargas electrostáticas que puedan iniciar una explosión o incendio, por ejemplo en trabajos en espacios confinados. Estas prendas deberán estar certificadas según la norma UNEEN 11495:2018 (Ratificada) (Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño).

- Prendas conductoras para trabajos en tensión que protegen de los efectos producidos por los arcos eléctricos, entre ellos, las altas temperaturas que se generan en la descarga. Serán certificadas según la norma UNEEN 60985:2005 (Trabajos en tensión. Ropa conductora para trabajos en tensión) y empleadas por electricistas cualificados para trabajos en tensiones nominales inferiores a 800 kV en corriente alterna o ±600 kV en corriente continua.

1.8. ACTUACIONES DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIO FRENTE A CHOQUES ELÉCTRICOS.

1.8.1. CONSEJOS GENERALES DE ACTUACIÓN

Ante un accidente es necesario controlar la situación y actuar de forma rápida pero no descontrolada. Es especialmente importante reaccionar y actuar de forma racional, evitando tanto la posible sensación de paralización que puede llegar a producirse, como el efecto contrario, actuar de forma impetuosa y precipitada.

Existen una serie de consejos, de carácter general, que se deben tener en cuenta a la hora de intervenir ante un accidente.

– Permanecer sereno, no perder la calma.

– Tomar el mando de la situación.

– No actuar si no se sabe cómo proceder, no se tiene claro lo que debe hacer o no se siente en ese momento capacitado de hacerlo de forma adecuada. Es mejor no hacer nada que hacerlo mal.

– No hacer comentarios negativos sobre su estado de salud.

– No mover al accidentado, salvo que corra peligro su vida o se esté completamente seguro de que no se van a agravar sus lesiones. En ocasiones se pueden seguir produciendo descargas eléctricas que pueden derivar en un fuego que hará necesario trasladar o proteger al accidentado.

– En caso necesario, movilizar y trasladar al accidentado de forma adecuada, en función de las lesiones que sufra.

Figura 15. **Protocolo PAS.**

– Activar rápidamente el sistema de emergencia.

– Dar órdenes claras y precisas.

– Evitar aglomeraciones.

– Examinar al herido sin tocarle innecesariamente y evitando movimientos, salvo que sea indispensable.

– Valorar el alcance de las lesiones, controlando especialmente, aquellas que puedan poner en peligro la vida del accidentado.

– Actuar de forma tranquila y tranquilizar al accidentado.

– No administrar nunca medicación.

– En general, mantener caliente al accidentado, salvo en casos de golpe de calor y quemaduras.

1.8.2. P.A.S. (PROTEGER, AVISAR, SOCORRER)

Antes de realizar cualquier tipo de intervención es imprescindible efectuar rápidamente un breve análisis y valoración inicial del escenario con el fin de intentar determinar cuál es el origen del accidente y si las causas que lo han provocado todavía siguen presentes, ya que podrían ocultar otros peligros y generar un daño mayor.

Puede ser que persista la fuente de origen de los contactos eléctricos, como por ejemplo cables dañados o partes de equipos que hayan perdido el aislante y sigan en tensión. O bien recibir descargas por arco eléctrico al estar el equipo en contacto o próximo a líneas de alta tensión.

Una vez analizada la situación de partida, se debe activar el sistema de emergencia, poniendo en marcha la estrategia denominada P.A.S, iniciales de Proteger, Avisar y Socorrer.

La actuación de un trabajador ante un accidente siempre debe seguir estas tres fases sin alterar el orden.

PROTEGER

Como ya se ha comentado anteriormente, las causas del accidente todavía pueden estar presentes, pudiendo afectar a la persona que presta la ayuda, impidiendo, por una parte, que pueda intervenir y lo que es más importante, pudiendo provocar una nueva víctima. Es, por este motivo, muy importante garantizar la autoprotección antes de realizar cualquier tipo de actuación, para posteriormente, proteger al accidentado.

La protección al accidentado consiste, básicamente, en evitar que sufra daños mayores que los que ya tiene. Las acciones a realizar son:

- Desconectar la corriente eléctrica de la instalación para posteriormente poder actuar sobre la víctima o el entorno.

- Evitar que los daños se hagan extensivos a otros trabajadores, por ejemplo, señalizar y acotar la zona, retirar fuentes de peligro como, disolventes o gases que puedan producir incendios o explosiones, cables dañados que puedan derivar en nuevas descargas, equipos que hayan perdido parte del aislamiento eléctrico, etc.

- No desplazar al accidentado salvo que corra peligro su vida. Si es seguro, se le debe atender en el lugar del accidente.

- Si existe peligro de explosión, fuego, caída, intoxicación, etc., trasladar a la víctima a un lugar seguro. A la hora de mover al accidentado se deberán tener muy en cuenta las lesiones que se aprecian o que se sospecha que el accidentado puede sufrir, para no agravarlas. Por ejemplo, a la hora de tratar a un accidentado que ha sufrido una caída de altura al haber recibido una descarga eléctrica, se sospechará siempre que puede sufrir daños graves en cabeza, cuello o columna, de forma que solo en casos de extrema necesidad, se le moverá en bloque, manteniendo recto el eje cabeza-cuello-tronco.

- Impedir aglomeraciones en torno al accidentado.

- Evitar la intervención de otros trabajadores que no tengan conocimientos en primeros auxilios, salvo para determinadas tareas de apoyo, como por ejemplo pedir ayuda o conseguir ropa de abrigo.

AVISAR

Una vez fuera de peligro o ante la imposibilidad de proteger al accidentado, se procederá a avisar a los de servicios de atención de urgencias a través del teléfono **112** y/o a los responsables de la obra.

En esta fase de aviso es importante seguir los protocolos de actuación en caso de accidente de cada obra, puesto que en éstos suele estar definido a quien se debe avisar en función del tipo de accidente, la gravedad de las lesiones y el número de trabajadores afectados.

Con carácter general, se suele establecer que los destinatarios el aviso sean:

Accidente grave o muy grave. Aviso al 112

En casos de accidentes graves o muy graves es primordial avisar rápidamente al **112** para que la ayuda especializada llegue lo antes posible, evitando pérdidas de tiempo que pueden ser muy perjudiciales para el accidentado. La información facilitada al **112** deberá ser lo más exacta, detallada, clara y concisa posible, ya que es clave para determinar cuál es el tipo de asistencia que requiere el accidente (servicios sanitarios, bomberos, policía o una combinación de los mismos) y de esa forma garantizar intervención adecuada y eficaz.

En la llamada se deberá informar de:

- **Tipo de accidente** (electrocución, caída de altura, amputación….)

- **Número de trabajadores afectados.**

- **Estado del herido o heridos y síntomas** que se aprecien (consciente o inconsciente, respira o no respira, sangra –mucho o poco y por dónde–, se mueve o no se mueve, presenta fracturas…).

- **Dirección exacta de la obra,** así como la forma de acceso al lugar en que se ha producido (indicar si el acceso es

difícil, si existen puntos S.O.S., etc.). La información aportada debe ser lo más precisa posible, puesto que, en caso de dificultades en la localización, la ayuda tardará más en llegar.

- **Identificación de la persona que llama** y número de teléfono para poder recuperar la llamada en caso de que se corte, existan problemas de comunicación o sea necesario ampliar información sobre la localización o estado de los accidentados.

- **Cualquier otra información que se considere relevante.** Por ejemplo, puede ser útil notificar que se proceda a informar a las compañías suministradoras de electricidad para que procedan al corte de la línea en los casos en que sea necesario.

Se deberá mantener la comunicación con el personal del 112 mientras éstos no indiquen que ya se puede finalizar la llamada.

Una vez se haya colgado, mantener el teléfono operativo y disponible para que, en caso necesario, el 112 o los servicios de asistencia puedan volver a contactar si requieren información adicional a la aportada o proporcionar consejos e instrucciones de actuación.

Posteriormente se deberá avisar a los responsables de la obra, tal como aparezca especificado en los protocolos de actuación en caso de accidente.

Accidente leve. Aviso a los responsables de la obra.

Si el accidente es leve se debe avisar en primer lugar a los responsables de la obra, tal como se indique en las instrucciones a seguir en los protocolos de actuación en caso de accidente.

SOCORRER

Antes de socorrer a una persona electrocutada es primordial analizar la situación. Antes de tocarla hay que asegurarse de que ya no permanece en contacto con la fuente de electricidad para no sufrir también la descarga eléctrica.

Un caso especial, por la gravedad de las lesiones, es el shock que se produce por una descarga eléctrica, que puede paralizar la respiración e incluso el corazón.

Los síntomas son:

- Inconsciencia.
- Ausencia de respiración.
- Pulso débil o carencia del mismo.
- Quemaduras en la piel.

El siguiente paso en la activación del sistema de emergencia es el auxilio del accidentado, mediante la evaluación de su estado.

Valoración primaria

La valoración primaria consiste en controlar y reconocer los signos vitales del accidentado, observando la consciencia y respiración, siempre en este orden. En caso de que sean varios los accidentados se deberá realizar una valoración rápida de consciencia y respiración en cada uno de ellos.

- Consciencia

La forma de controlar y reconocer la consciencia de un accidentado es situarse a su lado y estimularle, preguntándole que le ha pasado y agitándole ligeramente por los hombros. Si no se obtiene respuesta, estamos ante una persona inconsciente.

- Respiración

Para ello se procederá a abrir las vías aéreas utilizando la maniobra frente-mentón, que consiste en colocar una mano sobre la frente del

accidentado e inclinar con suavidad su cabeza hacia atrás; con las yemas de los dedos índice y corazón bajo el mentón, elevarlo para abrir la vía aérea. A continuación, mirar, escuchar y sentir la respiración normal. Observar si se mueve la caja torácica, si sube y baja al ritmo de la inspiración-expiración; acercarse a la nariz a escuchar el sonido de la respiración y sentir la salida de aire.

Valoración secundaria

Tras realizar la valoración primaria de conciencia y respiración, se procederá a valorar las lesiones del accidentado: qué tipo de lesiones tiene (heridas, fracturas, hemorragias, quemaduras, intoxicación, etc.) y cuál es el grado de las mismas, para determinar si se realiza algún tipo de atención o se espera ayuda del personal de la obra con conocimientos en primeros auxilios o de personal sanitario especializado.

Como ya se ha comentado con anterioridad, se evitarán las acciones que puedan empeorar el estado de la víctima o producirle unas nuevas lesiones.

No actuar si no se sabe cómo proceder, no se tiene claro lo que se debe hacer o no se siente en ese momento capacitado de hacerlo de forma adecuada. Es mejor no hacer nada que hacerlo mal.

No mover al accidentado si no es imprescindible.

Permanecer junto al accidentado hasta la llegada de personal capacitado.

1.8.3. ACTUACIÓN ANTE UN CONTACTO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA CON UNA LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA

- Si la maquina entra en contacto con una línea de alta tensión, el **operador debe permanecer dentro** de la misma, y mantener la calma. No debería existir riesgo mientras se permanezca a un voltaje constante dentro de la cabina.
- **Mantener a los demás trabajadores del entorno alejados de la máquina,** carga o cualquier otra parte que esté en contacto con la misma como, por ejemplo, los cables de elevación en máquinas dedicadas a ese trabajo, hasta que se confirme que la línea ha sido desconectada.
- **El conductor deberá intentar retirar la máquina** del contacto con la línea eléctrica y moverla a una distancia apropiada de la misma.
- Si no se puede retirar, el operador debe permanecer en la máquina, hasta que se desconecte la tensión de la línea eléctrica.
- Si el contacto con la línea persiste o se ha rotó algún cable, **avisar a la compañía eléctrica** para que desconecte la corriente de la línea.
- Si es necesario abandonar la cabina de la máquina antes de desconectar la corriente de las líneas eléctricas (por ejemplo, en caso de incendio), hay que **saltar con los pies juntos**, lo más alejado posible de la máquina, cayendo con ambos pies a la vez.
- **Evitar tener contacto con el suelo y la máquina al mismo tiempo**, pues hacerlo podría ser mortal.
- **Alejarse andando lentamente o a pequeños saltos, manteniendo los pies juntos, evitando correr o andar a grandes pasos.** La corriente eléctrica va a tierra en forma de gradientes, y la diferencia de potencial entre gradientes puede matar.
- **Solicitar ayuda médica** mientras se despeja la zona de la máquina.

02

COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1. Acometida

2.2. Puesta a tierra

2.3. Cuadro provisional de obra

2.4. Bases y conexiones

2.5. Códigos IP e IK

2.6. Verificación, inspecciones y revisiones de las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión

COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En una instalación de obra, al igual que en cualquier otra instalación, será necesario una planificación de la misma para conocer cuáles son las necesidades. Por ello, será indispensable realizar un proyecto eléctrico por un técnico competente en esta materia que realice un estudio de las necesidades eléctricas adaptadas a la obra.

Pero, ¿siempre es necesario hacer un proyecto de instalación eléctrica para las obras?

La instrucción técnica complementaria ITC-BT-04, en su apartado 3, en el que se relaciona el tipo de instalación, se indican los límites a partir de los cuales es preciso realizar un proyecto de instalaciones eléctricas.

Relación de instalaciones que precisan de proyecto de instalación eléctrica, instrucción técnica complementaria ITC BT 04

Tabla 4

GRUPO	TIPO DE INSTALACIÓN	LÍMITES
A	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW
B	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	P>10 kW
C	Las correspondientes a: - Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
D	- de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
E	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección
F	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P>50 kW
G	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
H	Las de garajes que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
I	Las correspondientes a locales de pública concurrencia;	Sin límite
J	Las correspondientes a: - Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; - Máquinas de elevación y transporte; - Las que utilicen tensiones especiales; - Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITCBT 44; - Cercas eléctricas; - Redes aéreas o subterráneas de distribución;	Sin límite de potencia
K	- Instalaciones de alumbrado exterior.	P > 5 kW
L	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	Sin límite
M	Las de quirófanos y salas de intervención	Sin límite
N	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P> 5 kW
O	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

En la anterior tabla se puede observar que para las instalaciones de obra de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción o de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos que requieran suministro eléctrico, serán requisito obligatorio realizar el proyecto de la instalación eléctrica en aquellas en que la potencia de suministro supere los 50 kW. En el caso de suministro eléctrico mediante generadores, el proyecto será obligatorio a partir de 10kW.

También se advierte, en la tabla anterior, que en el caso en que se trabaje en locales húmedos, polvorientos o se empleen bombas de extracción o elevación de agua, es necesario la redacción de un proyecto cuando la potencia necesaria supere los 10kW.

Pero no solamente es necesario observar esta norma, sino también habrá que atender al almacenamiento de combustible, si el suministro de energía eléctrica se realiza desde una instalación con generadores eléctricos. Estos requisitos están regulados por la instrucción técnica complementaria **ITC MI-IP03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio"** en la que se dan los requisitos para realizar la instalación eléctrica cuando se cuenta con almacenamiento de combustible.

2.1. ACOMETIDA

En las instalaciones provisionales de obra es necesario realizar una instalación eléctrica para dar servicio durante la fase de ejecución.

En dichas instalaciones pueden distinguirse, de forma general, dos partes:

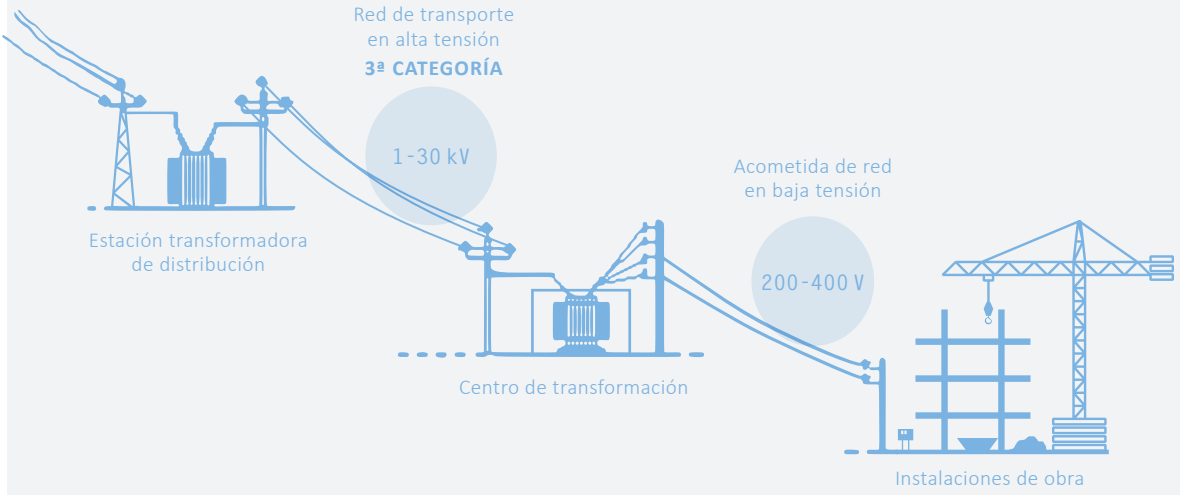
- **La instalación desde su conexión a la red,** la cual se realiza a través de una estación transformadora ya existente o una de nueva construcción para dicha obra y, por otra parte, la acometida hasta el cuadro general provisional de obra pasando por la unidad de contadores y de mando y protección.

- **La instalación necesaria de fuerza,** (400 V) y alumbrado, (230 V) de la obra la cual parte del cuadro general de protección.

En la Figura 16 se representa como se distribuye esa instalación. De forma previa a la propia instalación eléctrica dentro de la obra de

La segunda fase de la distribución de la energía eléctrica es el transporte de la misma a través de las principales redes de transporte

Figura 16



construcción, es necesario tener en cuenta el abastecimiento de energía que queda sujeto a las prescripciones particulares de la compañía eléctrica suministradora. Su ejecución debe realizarse siguiendo los criterios recogidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

Las características que deben reunir las instalaciones provisionales y temporales de obra, están definidas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-33, (Instalaciones provisionales y temporales de obra).

2.1.1. CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

La alimentación más habitual se realiza a través del suministro de la red eléctrica de una compañía. En este caso, es fundamental conocer las condiciones de suministro, ya que varían las formas en que las empresas suministradoras pueden proporcionar la corriente eléctrica, en función del esquema de distribución:

Esquemas TN

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- **Esquema TN-S:** En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema (Figura 17).
- **Esquema TN-C:** En el que las funciones de neutro y protección están combinados en un solo conductor en todo el esquema (Figura 18).
- **Esquema TN-C-S:** En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema (Figura 19).

- **Esquema TT:** En este esquema el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente, y sin elemento de protección alguno, a tomas de tierra separadas (Figura 20).

En caso de un primer defecto, un **medidor de aislamiento** monitoriza constantemente la instalación, provocando una alarma en caso de fallo del aislamiento.

El Esquema IT requiere una "puesta a tierra" totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea más peligroso que inicialmente. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

2.1.2. SUMINISTRO CON GENERADORES

El caso de producción de energía eléctrica mediante generadores implica la adopción de medidas de seguridad similares a las obligadas en caso de suministro de red. Tales medidas son, por ejemplo, la disposición de una adecuada toma de tierra y los dispositivos de protección contra contactos eléctricos indirectos de tipo diferencial.

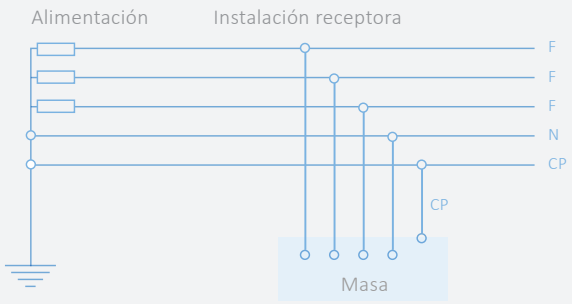
Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna. Se utiliza habitualmente en lugares donde no hay suministro a través de la red eléctrica, por inexistencia de infraestructuras, cuando hay déficit en la generación de dicha energía o cuando hay corte en el suministro eléctrico y es necesario mantener la actividad.

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes fundamentales:

- **Motor.** El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Los

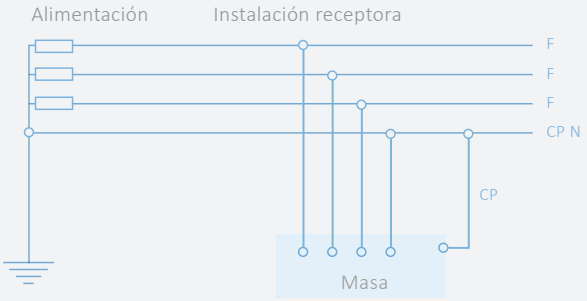
Esquema TN-S

Figura 17



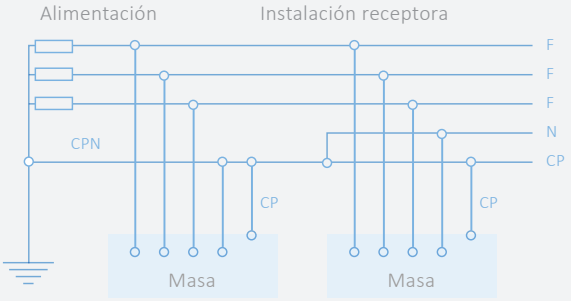
Esquema TN-C

Figura 18



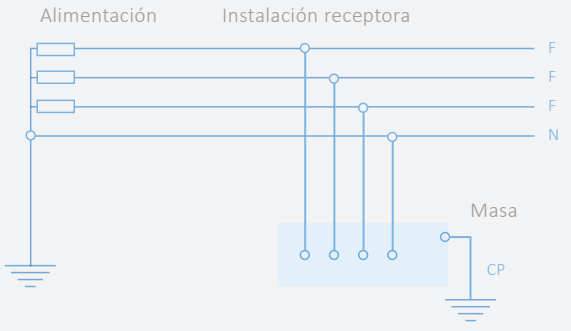
Esquema TN-C-S

Figura 19



Esquema TT

Figura 20



motores pueden ser de gasolina y de gasoil (diésel), éstos últimos generalmente más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas y económicas.

- **Regulador del motor.** Es un dispositivo mecánico previsto para mantener un régimen de funcionamiento constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

- **Alternador.** La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

- **Sistema eléctrico del motor.** Este sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una o varias baterías libres de mantenimiento (acumuladores de plomo), si bien se pueden instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manómetro que indica la presión del aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

- **Sistema de control.** Puede tener distintas configuraciones, y sirve para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el grupo electrógeno.

- **Interruptor automático de salida.** Para proteger al alternador, el generador cuenta con un interruptor automático de salida, adecuado para el modelo y

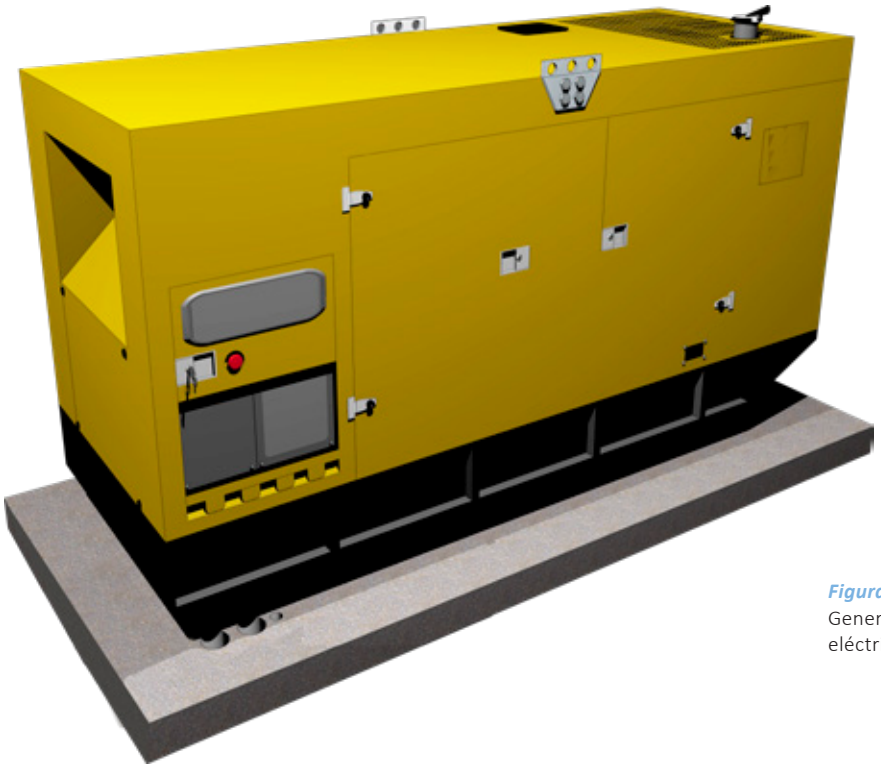


Figura 21
Generador eléctrico de obra

régimen de salida del grupo electrógeno, con control manual. En el caso de grupos electrógenos con control automático, la protección se efectúa mediante contactores adecuados al modelo y al régimen de salida.

Como elementos componentes del generador eléctrico tenemos además los siguientes conjuntos:

- **Sistema de refrigeración.** El sistema de refrigeración del motor evita su sobrecalentamiento, y puede actuar por medio de aire, agua o aceite. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua o aceite consta de un radiador y un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

- **Depósito de combustible y bancada.** El motor y el alternador irán acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. A la bancada irá acoplado el depósito de combustible, que deberá tener una capacidad mínima que permita 8 horas de funcionamiento a pleno rendimiento.

- **Sistema de aislamiento de la vibración.** El grupo electrógeno está dotado de tacos especialmente diseñados para absorber y reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador. Estos aisladores deben estar colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

- **Silenciador y sistema de escape.** El silenciador y el sistema de escape tienen por misión reducir la emisión de ruidos producidos por el motor, y evacuar correctamente los gases procedentes de la combustión interna del motor. Es necesario cuidar la evacuación de gases procedentes del motor para evitar acumulaciones de CO_2, o incluso CO.

- **Otros accesorios instalables en un grupo electrógeno.** Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Estos dispositivos, constituidos a base de tarjetas electrónicas y mecanismos magnéticos, controlan la entrada de combustible al motor y regulan el régimen de revoluciones del mismo para mantener un suministro eléctrico uniforme.

2.2 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra es la conexión eléctrica directa, sin fusibles ni elementos de corte alguno, de un circuito eléctrico, (por ejemplo todas las partes metálicas de un edificio), mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Las puestas a tierra se establecen para limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas y asegurar la intervención de los dispositivos de protección.

Las masas metálicas se conectan a tierra mediante un conductor de mínima resistencia, con el fin de reducir al máximo la posible tensión que pueda tener una masa metálica y facilitar así el paso de la corriente de fuga.

Para que una toma de tierra sea eficaz debe ser capaz de transmitir la posible derivación eléctrica a tierra antes de que llegue al usuario o, si llega, que la intensidad no sea dañina. Para ello es necesario medir la resistencia eléctrica de la tierra y garantizar las condiciones de la puesta a tierra.

Las partes metálicas de una instalación que no están normalmente en tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, son:

- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos, de los transformadores, motores y máquinas.
- Las puertas metálicas y de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.
- Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica.
- Las columnas, soportes, pórticos.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Toda máquina eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24 V.

Los elementos de una puesta a tierra son: tierra, toma de tierra, borne de puesta a tierra y conductores de protección.

2.2.1. TIERRA

Es el elemento al que se llevará la electricidad en caso de derivación eléctrica. Necesitamos un terreno con unas adecuadas características, ya que deberá ser capaz de disipar las derivaciones de energía eléctrica que pueda recibir, es decir, deberá presentar una buena conductividad (facilidad al paso de la electricidad a su través). La característica inversa a la conductividad es la resistividad. Ambas dependen de la composición del suelo, de la humedad, de la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas, la temperatura o la presión. Como referencia, un suelo a base de terreno cultivable tiene una resistividad de 50 ohmios-metro (Ω·m), y un suelo de roca granítica, una resistividad de 14.000 Ω·m (Ω·m corresponde a la resistencia teórica en Ohmios de un cilindro de tierra de 1 m² de sección y de 1 m de longitud).

Como se indica en la Guía que desarrolla la instrucción técnica complementaria **ITCBT18**, el valor de resistencia de tierra deberá ser calculada de tal manera que cualquier masa o tierra de cualquier equipo no pueda superar las tensiones de contacto de:

- 24 V en local o emplazamiento conductor (lo que se asimilaría a locales húmedos o donde las partes activas o conductoras no están aisladas)
- 50 V en los demás casos.

Para ello. en la citada instrucción se establecen unas tablas que nos ayudan a realizar la resistencia de tierra, que deberá ser garantizada mediante las oportunas mediciones por un técnico autorizado.

También se nos indica en la **Guía de ITC-BT-18**, que la resistividad del terreno depende de la humedad y de la temperatura, circunstancias que varían en las estaciones del año. Por ejemplo, la resistividad del terreno aumenta debido a:

- Bajas temperaturas, alcanzando varios miles de Ohmios-metro (Ω·m) en los estratos helados.
- Sequedad, alcanzándose valores semejantes a los de zonas heladas.

En la Guía de **ITC-BT-18** se señala que los terrenos próximos a corrientes de agua o por los cuales pueda fluir, estos estratos ocasionalmente pueden emplearse para instalar los electrodos. En los terrenos que son muy pedregosos y muy permeables, saturados del agua proveniente de filtraciones naturales, la resistividad del terreno es elevada, por lo que para conseguir unos resultados adecuados deberemos disponer de electrodos de gran longitud que puedan alcanzar estratos más profundos que faciliten la conductividad. Es incorrecto el empleo de picas que estén parcial o completamente sumergidas en agua.

Pero en terrenos compactos o previamente compactados del tipo de terraplenes empleados en construcción, como hemos indicado arriba, la conductividad del terreno disminuye con la sequedad del terreno, por lo que es posible mejorar la conductividad humedeciendo lo suficiente donde estén clavadas las picas de tierra sin arruinar el terreno compactado. Como es lógico pensar, esto será posible hacerlo en instalaciones temporales de obra.

2.2.2. TOMA DE TIERRA

Se trata de unos electrodos formados por:

- **Barras o tubos:** las barras deberán tener un buen contacto con la tierra. Según el REBT, las barras o picas deberán tener una longitud de 2 metros y un diámetro de 16 milímetros.
- **Pletinas o conductores desnudos**
- **Placas.** Las placas deberán ser de cobre, con unas dimensiones de 50x50x2,5 (centímetros).
- **Anillos o mallas metálicas** constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- **Armaduras de hormigón enterradas,** con excepción de las armaduras pretensadas.
- **Otras estructuras enterradas** que se demuestre que son apropiadas.

Figura 22 *(arriba)*
Colocación de placas de cobre para toma de tierra.

Figura23 *(abajo)*
Conductor desnudo como toma de tierra en la base de una grúa torre.

Es importante aclarar que las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas jamás como tomas de tierra por razones de seguridad.

2.2.3. BORNES DE PUESTA A TIERRA

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al que deberán unirse los conductores siguientes:

- **Conductores de tierra.**
- **Conductores de protección.**
- **Conductores de unión equipotencial principal.**
- **Conductores de puesta a tierra funcional**, si fueran necesarios.

2.2.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

2.2.5. COMPROBACIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que tienen para la protección de los trabajadores y el correcto funcionamiento de equipos de trabajo, las tomas de tierra de una instalación eléctrica se deberán comprobar:

- En el momento en que el Director de la Obra o Instalador Autorizado den de alta la instalación para su puesta en marcha.
- Al menos anualmente, en la época en que el terreno esté más seco, será comprobada por personal técnicamente competente.
- Al menos cada cinco años, se descubrirán los electrodos y conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, allí donde el terreno sea desfavorable para la conservación de estos.

2.3. CUADRO PROVISIONAL DE OBRA

2.3.1. CUADRO GENERAL

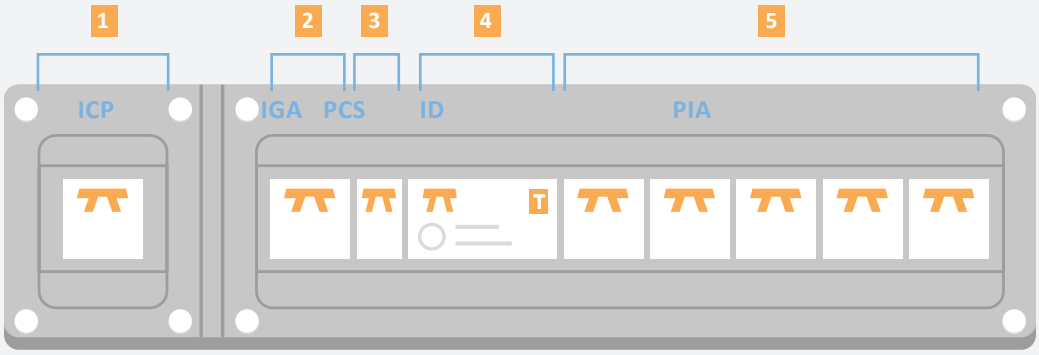
Es el primer elemento que permite la distribución de la energía eléctrica ya dentro de la obra. Está sujeto a la instalación por personal cualificado y deberá cumplir las especificaciones de la reglamentación vigente.

El cuadro eléctrico principal de obra es un armario en cuyo interior se disponen diferentes elementos de la instalación eléctrica como son diferenciales, magnetotérmicos, tomas de corriente, etc. Como todo elemento de la instalación, deberá disponer de un índice de protección, como mínimo, IP45. Además, los cuadros de obra contarán con una protección contra impactos mínima de 6 julios (resistencia mecánica).

El conjunto de elementos básicos de funcionamiento y protección que integran un cuadro general los podemos ver en la Figura 24:

Configuración de elementos mínimos de protección con los que debe contar un cuadro general de mando y protección de obra

Figura 24



1 ICP

INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA

Es un dispositivo magnetotérmico cuyo objetivo es cortar el suministro eléctrico cuando se supera la potencia contratada.

2 IGA

INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO

Es un equipo eléctrico que tiene la función de proteger la obra de posibles sobrecargas o cortocircuitos que se pueden producir en una instalación eléctrica.

3 PCS

PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES

Es un equipo eléctrico que se utiliza para minimizar los efectos perjudiciales que produce un pico de tensión o sobretensión.

4 ID

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

Es un equipo eléctrico empleado en detectar pequeñas fugas de corriente eléctrica que pueda haber en nuestra instalación. Esto es importante porque, en teoría, no debería haber fugas en la instalación.

5 PIA

PEQUEÑOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Son equipos eléctricos que tienen la función de controlar por separado la electricidad que llega a las herramientas u otros equipos eléctricos o circuitos, ya sean de alumbrado o fuerza.

También en su interior debe existir una placa de características que informe, como mínimo de los siguientes aspectos:

- Nombre del fabricante.
- Designación del tipo o número de identificación.
- Indicación de la Norma UNE-EN 61439-4:2013.
- Naturaleza y valor de la intensidad (frecuencia en caso corriente alterna)
- Tensiones asignadas de empleo.
- Grado de protección.
- Peso (si es superior a 50 kg).
- Declaración de conformidad.

La paramenta interior debe estar protegida mediante una puerta con llave con el fin de que los dispositivos instalados en el interior sólo sean accesibles al instalador o persona competente responsable. De esta manera se evita la manipulación y desconexión de las protecciones de la instalación eléctrica.

Figura 27
Disposición de cuadro en obra con extintor.

Figura 25 *(arriba)*
Elementos que deben acompañar a un cuadro eléctrico, señal de riesgo eléctrico y extintor de CO_2.

Figura 26 *(abajo)*
Aparamenta de cuadro eléctrico principal con dispositivo de seccionamiento y corte omnipolar accesible desde el exterior "Seta de Emergencia". Se debe asegurar con una cerradura que impida la manipulación del mismo por personal no autorizado.

En la puerta del cuadro se colocará una señal indicativa de **riesgo eléctrico.**

Las envolventes de los cuadros eléctricos provisionales de obra deben estar conectados eléctricamente a tierra, así como las máquinas y equipos eléctricos que lo requieran. Además, se recomienda la colocación de un extintor de CO_2 en las proximidades del cuadro.

Los cuadros eléctricos principales deberán disponer de un dispositivo que asegure el seccionamiento y el corte omnipolar en carga y que sea fácilmente accesible desde el exterior (Figura 26). El dispositivo de corte más utilizado es la denominada "seta de emergencia" o pulsador de seguridad.

Dado que es el elemento que permite la distribución de la energía eléctrica desde la acometida a los distintos puntos de consumo, deberá contar con los siguientes componentes:

Tomas de corriente

Deberán tener unos índices de protección mínimos IP45 e IK08 que permiten su uso en intemperie.

No se deben permitir las conexiones a la base de enchufe con terminales desnudos, debiendo utilizarse para ello las clavijas correspondientes

Las clavijas de conexión del cuadro deben conectarse y desconectarse sin tensión. Para ello, una posibilidad es instalar las denominadas “mariposas de corte” que impiden la conexión y desconexión mientras exista tensión debido al enclavamiento de la clavija. Mediante un simple giro elimina la tensión y desbloquea la toma de corriente.

Protectores magnetotérmicos

La función del magnetotérmico, es la de limitar la intensidad máxima que circulará por un circuito o cable. Este dispositivo está preparado para interrumpir la corriente en caso de que la intensidad supere el máximo permitido por el propio dispositivo o el cable unido a él. El cable debe soportar una intensidad mayor al valor del magnetotérmico. El sistema debe provocar el corte de la corriente eléctrica antes de que el cable se caliente y se queme.

Además, ante un cortocircuito, saltará el magnetotérmico al superarse la intensidad máxima que soporta el mismo.

Protectores diferenciales

Este dispositivo de seguridad está diseñado para cortar la corriente eléctrica cuando detecte una derivación, es decir, cuando se produzca una pérdida de electricidad que pueda causar un contacto eléctrico a cualquier trabajador.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente debe estar protegida por dispositivos diferenciales de corriente residual asignada igual, como máximo, a 30 mA. Además, estarán protegidas contra sobreintensidades por interruptores automáticos de corte omnipolar y tendrán conexión a tierra.

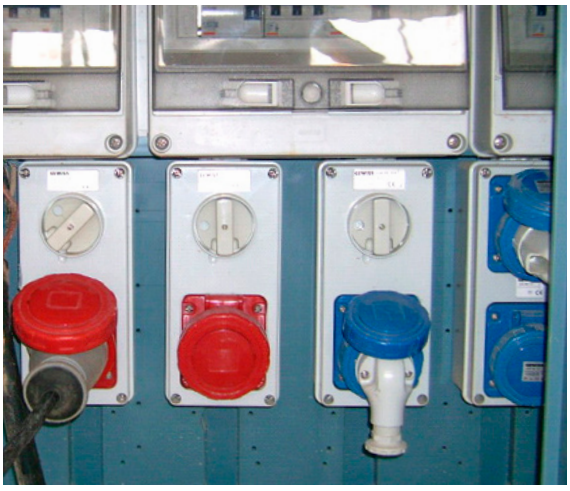


Figura 28 *(arriba)*
Cuadros secundarios móviles.

Figura 29 *(abajo)*
Clavijas de conexión con enclavamiento mecánico tipo “mariposa de corte” que impide conexión y desconexión mientras exista tensión por enclavamiento de la clavija.

2.3.2. CUADRO SECUNDARIO

Es el siguiente punto de distribución de la electricidad en una obra y consta de los mismos elementos que un cuadro principal. Deberá contar con la protección adecuada para su uso en intemperie (según el REBT, mínimo IP45).

2.3.3. CONDUCTORES Y LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Son los elementos que permiten llevar la energía eléctrica desde las tomas de corriente hasta los puntos de consumo, desde la acometida al cuadro principal, o desde éste a los secundarios. Deben cumplir las especificaciones recogidas en el REBT.

Los cables eléctricos son los encargados de transportar la energía eléctrica. Según la ITC BT 1 están constituido por:

- Uno o varios conductores aislados.
- Su eventual revestimiento individual.
- La eventual protección del conjunto, coloquialmente conocido como manguera.
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan.
- Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

El número de conductores variara en función del tipo de corriente que tengamos. Así, podemos distinguir:

- **Monofásicos:** Compuesto por fase y neutro
- **Trifásicos:** Compuesto por 3 fases, con posibilidad de neutro.

En ambos casos pueden tener conductor de tierra.

El revestimiento de los conductores, así como la de protección de conjunto, tiene una doble función. Por un lado es aislante y por otro los conductores son fácilmente identificables, especialmente en lo que respeta al conductor neutro y al conductor de protección (tierra), por medio de los colores que presentan dichos aislamientos.

- Cuando exista conductor neutro identificará con el color azul claro.
- Al conductor de protección (tierra) se le identificará con el color verde-amarillo.
- Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro.
- Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

El color del revestimiento del conjunto nos indicará si es libre de halógenos (color verde) o no (color negro).

2.3.4. DENOMINACIÓN DE UN CABLE

Según requisitos de la ITC-BT-24 los cables a emplear en obras en instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 o UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.

Por ello se hace necesario interpretar la denominación de un cable. Los sistemas de designación de los cables para las obras de construcción vienen definidos en la norma UNE 20434. Así, podemos encontrarnos, por ejemplo, cables con las siguientes denominaciones y significados:

H07 RN-F 3G 4	H05V-K
H: Cable armonizado.	H: Cable armonizado.
07: Tensión nominal 450/750 V.	05: Tensión nominal 300/500 V.
R: Aislamiento de caucho natural.	V: Policloruro de vinilo (PVC)
N: Cubierta de policloropreno.	
-F: Flexible	-K: Flexible de varios alambre finos para instalaciones fijas (clase 5 de UNE EN 60228:2005)
3: Tres conductores.	
G: Conductor de tierra (verde/amarillo).	
4: Sección de 4 mm²	

2.3.5. CUIDADOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los cables eléctricos están expuestos a agresiones mecánicas en las obras. Por tanto, debemos fijar nuestra atención en su estado de conservación.

En caso de deterioro no deben de repararse con cinta aislante, debido a que dicho producto se degrada con el tiempo y las condiciones climatológicas, no asegurando, por tanto, su estanqueidad.

Entonces, ¿qué se puede emplear para garantizar la estanqueidad? Cómo se ha mencionado, la cinta aislante sirve para aislar, es decir, se emplea para evitar contactos con elementos activos. Pero si lo que se pretende también es impermeabilizar de la humedad u otros líquidos que puedan penetrar en la zona del cable a reparar, hay que emplear cintas vulcanizadas, también denominada como cinta autosoldable o cinta autofundente.

Figura 30
Cinta eléctrica autosoldable 3M.

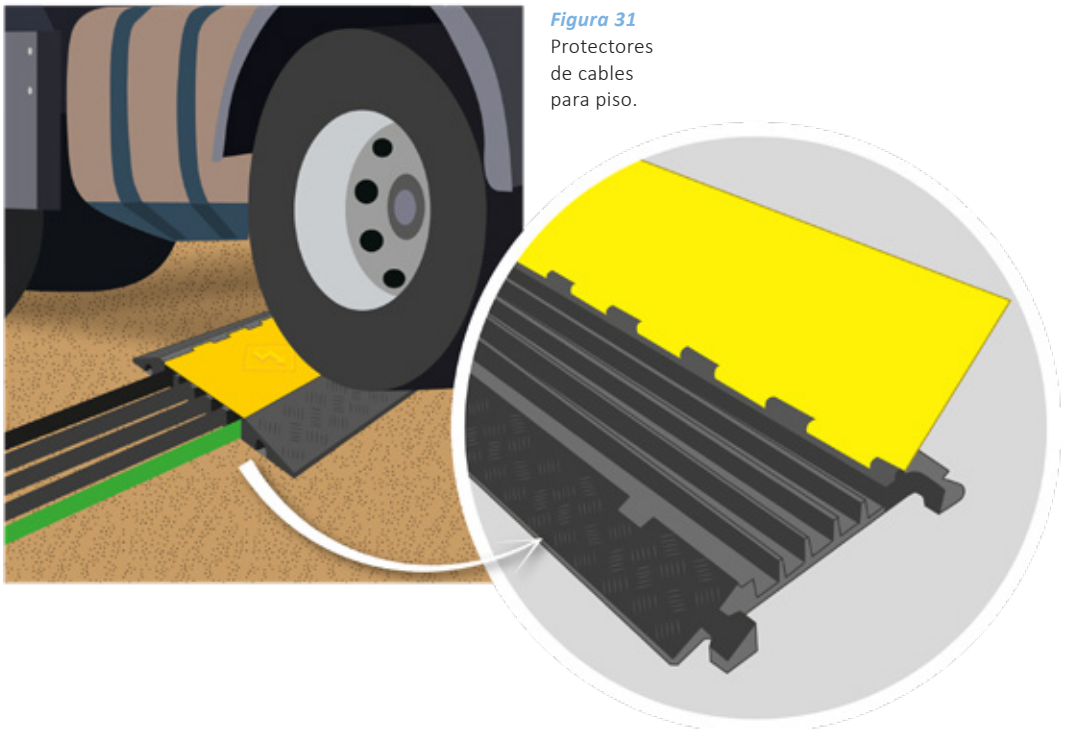


Figura 31
Protectores de cables para piso.

¿Qué propiedades tienen estas cintas autosoldables? Tiene la facultad de irse sellando o autosoldando con ella misma a medida que se va aplicando a la zona a reparar o que necesitamos cubrir, sean por ejemplo, fichas o regletas de conexión. Esta cinta vulcanizada actúa como una goma que cubre la zona aplicada, de forma que cuando se le aplica un poco de calor, por ejemplo el calor del sol, encoge ligeramente formando una pieza vulcanizada de goma que impermeabiliza la zona reparada.

Es importante recordar que las reparaciones solo las realizará personal autorizado y con sistemas que garanticen una protección eficaz.

Para evitar las agresiones mecánicas a los diferentes cables, se pueden tomar medidas como el soterramiento de los mismos o cubrición de los mismo mediante protectores de cable para piso y, en la medida de lo posible, realizar instalaciones aéreas, las cuales deberán estar a una altura mínima de 2 m, elevándose a 6 m si hay paso de vehículos. Si estas medidas no pudieran ser efectuadas, se pueden emplear soluciones como los protectores de cables para piso que existen en el mercado como los que se muestran en las siguientes figuras.

Otro de los cuidados que hay que tener en cuenta con los cables es evitar el *Efecto Bobina* que aparece en los carretes portacables y consiste en la aparición de un reactancia inductiva (una resistencia) en los cables enrollados en un carrete por el que circula electricidad, que hace que se acreciente el consumo de energía que se necesite, provocando un aumento de la temperatura del cable enrollado, pudiendo provocar que funda la envoltura del cable y llegar a un cortocircuito del mismo.

En algunos carretes portacables se indican, mediante instrucciones de uso, las limitaciones a la hora de emplearlo con el cable enrollado o si lo tenemos totalmente extendido. Por ello, habrá que fijarse en las instrucciones o placas de seguridad del carrete portacables, y saber con qué limitaciones de potencia se cuenta.

De manera que, para sacar la máxima potencia a uno de estos carretes, es necesario extender totalmente el cable enrollado de forma correcta para no correr ningún riesgo que derive en un aumento de la temperatura del cable y por ello pueda prender la funda protectora del cable.

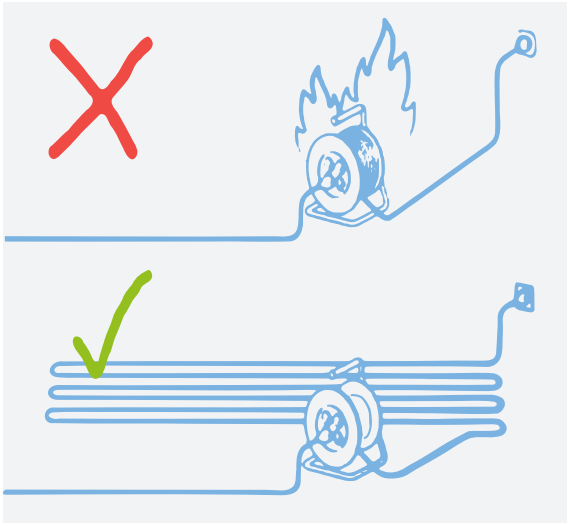


Figura 32
Los cables deberán estar desenrollados del carrete portacables para evitar el Efecto Bobina.

Secciones mínimas de cables para distintas intensidades

Tabla 5

INTENSIDAD	SECCIÓN DEL CONDUCTOR
10 A	1,5 mm²
16 A	2,5 mm²
20 A	4 mm²
25 A	6 mm²

También es posible que dichos cables sufran deterioros debidos a una sobreintensidad. Esto es debido a que se hace circular por ellos una intensidad superior a la que están diseñados para soportar. A modo indicativo podemos facilitar la siguiente tabla sobre secciones mínimas para distintas intensidades:

Los principales problemas que vamos a encontrar en el uso de estos elementos son:

- **Cable de sección no adecuada.** Una sección pequeña del cable para la potencia de los receptores producirá dos problemas, por un lado tendremos una fuerte caída de tensión que puede producir averías y funcionamientos incorrectos en los equipos de trabajo y, por otro, existe la posibilidad de que se caliente demasiado destruyendo el aislamiento del mismo.

- **Cable de material no adecuado.** Un material inadecuado puede producir fallos en el aislamiento del conductor.

- **Cable dañado.**

Un cable con el aislamiento deteriorado puede producir contactos eléctricos.

2.4. BASES Y CONEXIONES

Aparecidas en el siglo XIX, las tomas de corriente surgen de la necesidad esencial de conectar temporalmente aparatos móviles.

Una conexión está compuesta por una hembra, que es la portadora de tensión, y por un macho que es el que está conectado al equipo móvil.

Es obvio que las dimensiones y formas de las clavijas han de estar normalizadas para poder intercambiar machos y hembras de diferentes fabricantes. Estas dimensiones varían en función del amperaje que soportan y del número de conductores.

Los accesorios deben de estar diseñados y construidos de forma que en uso normal su funcionamiento sea seguro y sin peligro para el usuario o entorno.

Asimismo, han de garantizar la estanqueidad del circuito, evitar la entrada de objetos y la rigidez dieléctrica del circuito.

Para definir la clavija necesaria, se han de conocer dos características fundamentales, voltaje a la que se va a conectar y corriente que va a circular por ella.

Tensión de funcionamiento

Se establecen los siguientes rangos de tensiones de funcionamiento preferentes:

Rangos de tensiones de funcionamiento

Tabla 6

TENSIONES DE FUNCIONAMIENTO (V)		
20-25	40-50	100-130
200-250	277	380-415
440-460	480-500	600-690

Series diferentes de amperajes

Tabla 7

SERIE I (A)	SERIE II (A)
16	20
32	30
63	60
125	100
250	200

Intensidad de funcionamiento

La norma de referencia hace mención a dos series diferentes de amperajes:

2.4.1. TIPOS DE CONEXIONES

Se pueden clasificar los distintos elementos en función de diversas variables:

- Según el propósito:
  - Clavijas.
  - Bases de toma de corriente.
  - Tomas móviles.
  - Bases de conectores.
- Según el grado de protección: (Norma UNE-EN 60529)
  - Protegidos contra proyecciones de agua.
  - Protegidos contra inmersión.
- Según la presencia de contactos de puesta a tierra.
  - Con contacto de puesta a tierra.
  - Sin contacto de puesta a tierra.

En caso de no tener conductor de protección de tierra, el aparato, equipo o clavija deberá indicar y disponer de doble aislamiento.

- Según el modo de conexión del cable.
    - Desmontables.
    - No desmontables.
- Según la presencia o no de enclavamiento.
    - Sin enclavamiento.
    - Con enclavamiento mecánico.
    - Con enclavamiento eléctrico.

2.4.2. MARCAS E INDICACIONES

Los accesorios deben de llevar las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada en amperios.
- La tensión asignada de funcionamiento o el rango en voltios.
- El símbolo para la naturaleza de la alimentación.
- Si el accesorio no está destinado a la vez para corriente alterna y corriente continua, o si el accesorio está destinado para corriente alterna a frecuencias distintas de 50 o 60 Hz, o si las características nominales son diferentes para la corriente alterna y la corriente continua.
- La frecuencia asignada cuando ésta es superior a 60 Hz.
- El nombre o la marca de fábrica del fabricante o del vendedor responsable.
- La referencia de tipo que puede ser un número de catálogo.
- El símbolo del grado de protección, si es aplicable.
- El símbolo que indica la posición del contacto de tierra o los medios utilizados para asegurar la intercambialidad, si existen.

El color de la clavija de conexión indicará el voltaje que soporta.

Letras y símbolos que podemos encontrar en aparatos, equipos, clavijas

Tabla 8

SÍMBOLOS/LETRAS	DESCRIPCIÓN
A	amperios
V	voltios
Hz	hertzios
~	corriente alterna
⎓	corriente continua
⏚ (preferente) o ⏚	tierra
(una gota en un triángulo)	construcción protegida contra las proyecciones de agua
(dos gotas)	construcción estanca a la inmersión
IPXX (cifras correspondientes)	grados de protección según la UNEEN 60529:2018

El color de la clavija de conexión nos indicará el voltaje que soporta.

Tabla 9

TENSIÓN ASIGNADA DE FUNCIONAMIENTO (V)	COLOR
20 a 25	Violeta
40 a 50	Blanco
100 a 130	Amarillo
200 a 250	Azul
380 a 480	Rojo
500 a 690	Negro

Para las frecuencias de 60 a 500 Hz, el color verde puede utilizarse, si es necesario, en combinación con el color que indica la tensión asignada de funcionamiento. En los países donde se emplean los accesorios de corriente asignada de la serie II, en corriente alterna, el color naranja está reservado a los accesorios para 125/250 V y el color gris a los accesorios para 277 V.

2.5. CÓDIGOS IP E IK

En el presente manual se ha venido indicando la necesidad de que determinados dispositivos o elementos dispusieran de unos índices de protección. Estos índices denominados IP e IK describen, respectivamente los grados de protección contra los sólidos y líquidos (grado de protección IP) y contra los impactos mecánicos (grado de protección IK).

Los valores IP e IK hacen referencia a la protección de los materiales y equipos que haya en el interior de las envolventes.

Estos valores hacen referencia a la protección de los materiales y equipos que haya en el interior de las envolventes (también puede darse para envolventes vacías).

En las siguientes tablas se indican los distintos valores con su correspondiente significado.

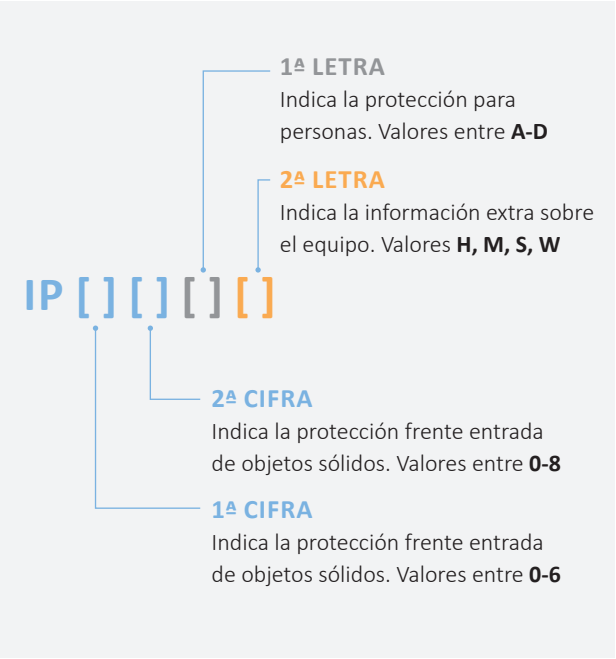


Figura 33
Significado de las letras y cifras que forman un código IP.

2.5.1. CÓDIGO IP

Los códigos IP hacen referencia principalmente al grado de protección de los elementos o equipos eléctricos frente a partículas y cuerpos sólidos o líquidos.

Estos grados están desarrollados en la norma **UNE-EN 60529:2018/A1:2018: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)[3],** siendo las envolventes aquellos elementos de prevención que asegura la protección contra los riesgos eléctricos.

Como ya se ha comentado, el código IP es una mnemotecnia que nos recuerda el grado de protección que tiene una envolvente, herramienta, equipo o elemento eléctrico frente a contactos eléctricos.

El código está compuesto de una parte fija que son dos letras y dos cifras, que pueden cambiar, y otro grupo de dos letras, que también pueden cambiar. Estas dos últimas letras no son obligatorias que se incluyan en el código, así como las cifras, que en caso de que no se indiquen, son sustituidas por la letra mayúscula X.

Este grado de protección contra sólidos y líquidos está recogido en la norma UNE-EN 60529:2018. Viene indicado por dos dígitos (el primero para sólidos y el segundo para líquidos) y, adicionalmente, de forma opcional, se añade una letra con objeto de proporcionar información suplementaria.

[3] *La norma UNE-EN 60529:2018* anuló a la norma UNE 20324:1993 la cual es nombrada en la *Nota Técnica de Prevención NTP- 588: Grado de protección de las envolventes de los materiales eléctricos.*

Descripción de la primera cifra del código IP

Tabla 10

1ª CIFRA DEL CÓDIGO IP

CIFRA	Significado para la protección contra sólidos	Significado para la protección de las personas
0	No protegida	No protegida
1	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 50 mm	Protección al acceso con el dorso de la mano
2	Protegida contra los cuerpos sólidos de más de 12,5 mm	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo, Ø≥ 12 mm y 80 mm de longitud
3	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 2,5 mm	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta, Ø≥ 2,5 m
4	Protegida contra cuerpos sólidos de más de 1 mm	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de Ø≥ 1 m
5	Protegida contra la penetración de polvo	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de Ø≥ 1 m
6	Totalmente estanco de polvo	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de Ø≥ 1 m

Descripción de la segunda cifra del código IP

Tabla 11

2ª CIFRA DEL CÓDIGO IP

CIFRA	Descripción abreviada
0	No protegida
1	Protegida contra la caída vertical de gotas de agua
2	Protegida contra la caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15°
3	Protegida contra la lluvia fina (pulverizada)
4	Protegida las proyecciones de agua
5	Protegida contra los chorros de agua
6	Protegida contra fuertes chorros de agua o contra la mar gruesa
7	Protegida contra los efectos de la inmersión
8	Protegida contra la inmersión prolongada

Descripción de la letra que puede acompañar al código IP

Tabla 12

LETRA	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano tal como la mano (pero no permite una penetración deliberada). Prueba con: esfera de 50 mm
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm. Prueba con: dedo de 12 mm d diámetro y 80 mm de longitud.
C	Herramientas, alambres, etc., con diámetro o espesor superior a 2,5 mm. Prueba con: varilla de2,5 mm de diámetro y 100 mm de longitud.
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm. Prueba con: varilla de 1 mm de diámetro y 100 mm de longitud

Información adicional al código IP sobre protección del equipo

Tabla 13

LETRA	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
H	Dispositivo de alto voltaje
M	Dispositivo en movimiento durante la prueba de agua
S	Dispositivo estático durante la prueba de agua
W	Protección contra la intemperie verificada por medios diferentes de los utilizados para la segunda cifra característica.

En algunos casos, las cifras características pueden sustituirse por símbolos, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Símbolos que pueden reemplazar al código IP

Tabla 14

PRIMERA CIFRA	IP5X		Malla sin recuadro
	IP6X		Malla con recuadro
SEGUNDA CIFRA	IPX1		Una gota
	IPX3		Una gota dentro de un cuadrado
	IPX4		Una gota dentro de un triángulo
	IPX5		Dos gotas, cada una dentro de un triángulo
	IPX7		Dos gotas
	IPX8		Dos gotas seguidas de una indicación de la profundidad máxima de inmersión en metros

NOTA: Los grados de protección no incluidos en esta tabla no tiene símbolo para su representación.

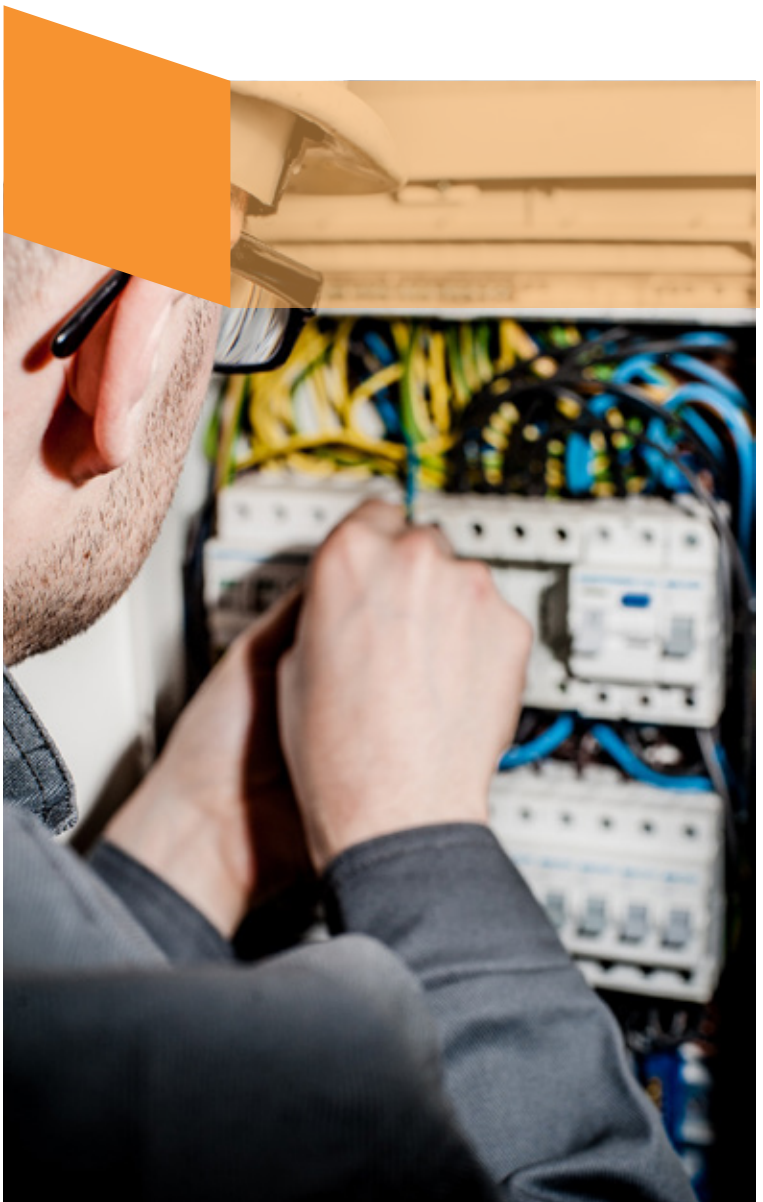
Grados de protección IK

Tabla 15

GRADO IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
ENERGÍA (J)	--	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
MASA Y ALTURA DE LA PIEZA DE GOLPEO	--	0,2 Kg 70 mm	0,2 Kg 100 mm	0,2 Kg 175 mm	0,2 Kg 250 mm	0,2 Kg 350 mm	0,5 Kg 200 mm	0,5 Kg 400 mm	1,7 Kg 295 mm	5 Kg 200 mm	5 Kg 400 mm

2.5.2. GRADO IK

Este sistema de codificación indica el grado de protección proporcionado por la envolvente contra los **impactos mecánicos**, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior. Este grado de protección está recogido en la norma UNE–EN 50102.



2.6 VERIFICACIÓN, INSPECCIONES Y REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Para la verificación de la instalación se puede seguir de partida los contenidos que ofrece el documento de la Guía Técnica de aplicación del REBT en su Anexo 4.

En este documento se explica que las instalaciones eléctricas antes de su puesta en servicio deberán ser verificadas y para ello se actuará en dos fases: **verificación por examen y verificación por medidas.** El alcance de estas verificaciones están recogidas en las **ITC-BT-19**, y norma UNE-HD 60364-5-52:2014, y aparte, la **ITCBT18** recoge las verificaciones que se deben realizar a las puestas a tierra.

2.6.1. VERIFICACIÓN POR EXAMEN

Es la verificación que se realiza sobre la instalación estando **sin tensión** y está destinada a comprobar:

- Que el material eléctrico que permanezca instalado por tiempo en la obra es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño.

- Que el material se ha elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante.

- Que el material no presenta ningún daño visible que afecte a la seguridad de la instalación.

En particular, los aspectos cualitativos que se deberán verificar son:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos, como, por ejemplo: el aislamiento de las partes activas, el empleo de envolventes, barreras, obstáculos o alejamiento de las partes en tensión.

- La existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo de aislamiento de las partes activas de la instalación, es decir, contactos indirectos. Dichas medidas pueden ser el uso de dispositivos de corte automático de la alimentación tales como interruptores de máxima corriente, fusibles, o diferenciales, la utilización de equipos y materiales de clase II, disposición de paredes y techos aislantes o alternativamente de conexiones equipotenciales en locales que no utilicen conductor de protección, etc.

- La existencia y calibrado de los dispositivos de protección y señalización.

- La presencia de barreras cortafuegos y otras disposiciones que impidan la propagación del fuego, así como protecciones contra efectos térmicos.

- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.

- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.

- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.

- La correcta ejecución de las conexiones de los conductores.

- La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.

2.6.2. VERIFICACIÓN MEDIANTE MEDIDAS O ENSAYOS

Estas verificaciones corresponden a las que se apuntan en la ITCBT-19 e ITCBT18 y son:

1. Medida de continuidad de los conductores de protección.

2. Medida de la resistencia de puesta a tierra.

3. Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.

4. Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.

5. Medida de la rigidez dieléctrica.

Aparte de las referidas en el párrafo anterior habrá que tener en cuenta las siguientes mediciones y comprobaciones necesarias para garantizar que se han adoptado correctamente los requisitos de protección contra los choques eléctricos:

6. Medida de las corrientes de fuga.

7. Medida de la impedancia de bucle.

8. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.

9. Comprobación de la secuencia de fases.

2.6.3. INSPECCIONES Y REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

Aparte de las verificaciones que se han indicado, en la Guía para la evaluación del Riesgo Eléctrico que desarrolla las prescripciones del RD 614/2001, se puede observar la siguiente tabla donde se dan directrices para la inspección y revisión de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

Inspecciones y revisiones de las instalaciones eléctricas de baja tensión

Tabla 17

INSPECCIONES Y REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	
PARA LAS TOMAS A TIERRA	Comprobación inicial y revisión, al menos anual, en la época en la que el terreno esté más seco, realizada por personal técnicamente competente. Se repararán con carácter urgente los defectos encontrados. (ITC-BT-18)
PARA LAS INSTALACIONES SIGUIENTES: • Instalaciones industriales que precisen proyecto (según ITC-BT-04, punto 3) con una potencia instalada superior a 100 kW • Locales de Pública Concurrencia • Locales con riesgo de incendio o explosión, clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas • Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW • Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW • Quirófanos y salas de intervención • Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW	Inspección inicial, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma, e inspección periódica cada 5 años. Realizadas por un "Organismo de Control" autorizado, el cual emitirá un "Certificado de Inspección". (ITC-BT-05)
En lo referente a la periodicidad de las inspecciones y los agentes que intervienen, las instalaciones ya existentes antes de la entrada en vigor del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (por el que se aprueba el actual REBT) quedan sometidas al mismo régimen, si bien los requisitos exigibles a dichas instalaciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.	

03

TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES

3.1. Trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas

3.2. Trabajos en proximidad de líneas eléctricas enterradas

3.3. Trabajos en ambientes húmedos y mojados

3.4. Trabajos Subacuáticos

3.5. Trabajos con campos magnéticos

3.6. Trabajos en atmósferas explosivas

3.7. Trabajos ferroviarios

TRABAJOS EN CONDICIONES ESPECIALES

Antes de abarcar este tema, será importante definir las figuras preventivas que pueden intervenir durante los trabajos con riesgo eléctrico.

1. El RD 614/2001 define al:

   ***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, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.*

Si bien la Guía del RD 614/2001 aclara:

- Un *trabajador autorizado no solamente ha recibido la formación a la que se refiere los artículos 18 y 19 de la* **Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sino que, además, debe ser autorizado por el empresario para realizar el tipo de trabajo con riesgo eléctrico que se trate.**

- También, **la formación** (teórica y práctica) requerida por un ***trabajador autorizado debe*** **capacitarle** para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar. Entre el repertorio que se indica en la Guía, en este apartado se recoge:

  e) Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión), de acuerdo con lo establecido en el anexo V de este RD.

2. También el RD 614/2001 define al:

   ***Trabajador cualificado**: 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.*

- La Guía complementa que la definición de *Trabajador cualificado engloba a la de Trabajador autorizado, es decir, que un "Trabajador cualificado" debe ser siempre un "Trabajador autorizado". Esto significa que un trabajador* **no puede realizar un trabajo** con riesgo eléctrico, aunque tenga conocimientos o formación en materia de instalaciones eléctricas, **si no ha sido previamente autorizado para ello por el empresario.**

3. La tercera figura preventiva que aparece en los trabajos con riesgo eléctrico está definida en la Nota Técnica de Prevención NTP 994 [4] (no está definida en la Ley 54/2003, que sí crea la figura):

   *El **recurso preventivo** es una o varias personas designadas o asignadas por la empresa, con formación y capacidad adecuada, que dispone de los medios y recursos necesarios, y son suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas que así lo requieran.*

En la NTP 994 se aclara también que esta figura es una medida preventiva complementaria y en ningún caso podrá ser utilizada para sustituir cualquier medida de prevención o protección que sea preceptiva.

Se indica también en la Nota que la designación o asignación debería realizarse por escrito mediante la utilización de un documento de nombramiento. Según el artículo 32 bis 2 de la LPRL las personas que pueden ser designadas, son:

– Uno o varios trabajadores designados de la empresa (entendiendo por tal la figura a la que se refiere el artículo 30 de la LPRL).

– Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

– Uno o varios miembros del servicio o servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

No obstante, el empresario podrá asignar también la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa, aunque no formen parte del servicio de prevención propio ni sean trabajadores designados.

En la siguiente tabla se trata de resumir la relación entre las anteriores figuras detalladas, cuando puedan coincidir en diferentes trabajos con riesgo eléctrico, en que sea necesaria su presencia.

Relación entre Trabajadores Autorizados, Cualificados y Recursos Preventivos que pueden intervenir en trabajo con riesgos eléctricos

Tabla 18

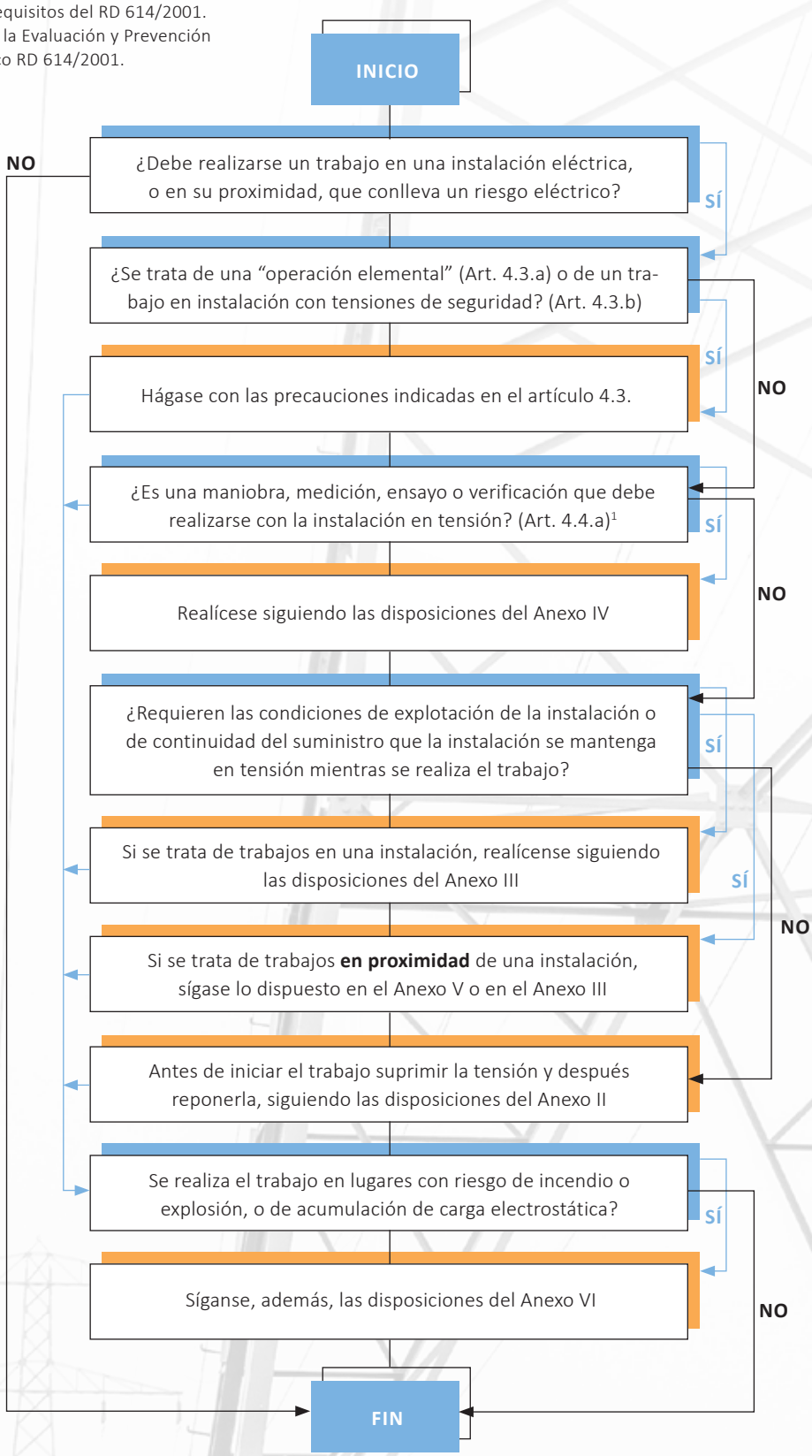
RELACIÓN DE TRABAJOS Y EQUIPOS	Trabajador Autorizado	Trabajador Cualificado	Recurso Preventivo
ASCENSORES Y MONTACARGAS		• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos. • Verificará si es viable realizar los trabajos.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Durante el montaje puede coincidir con la figura del ***trabajador cualificado***
ANDAMIOS MOTORIZADOS DE CREMALLERA Y COLGADOS MOTORIZADOS.		• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos. • Verificará si es viable realizar los trabajos.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Durante el montaje puede coincidir con la figura del ***trabajador cualificado***.
TRABAJOS SIN TENSIÓN	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos. (Nombramiento) • Podrá realizar operaciones y maniobras para dejar sin tensión en instalaciones de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos. • Podrá realizar operaciones y maniobras para dejar sin tensión en instalaciones de **alta tensión**.	• No es necesario el nombramiento del recurso preventivo a no ser que se requiera por coincidir con otros trabajos que sí sea obligatorio la designación. • Puede coincidir con la figura del ***trabajador autorizado o cualificado***.
TRABAJOS CON INSTALACIONES EN TENSIÓN EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN		• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos. • Verificará si es viable realizar los trabajos con tensión.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del ***trabajador cualificado***.
TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos próximos a líneas de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos próximos a líneas de **alta tensión**. • Verificará si es viable realizar los trabajos con tensión.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del ***trabajador cualificado***.
TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos próximos a líneas de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos próximos a líneas de **alta tensión**. • Verificará si es viable realizar los trabajos con tensión.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del trabajador autorizado o cualificado.

RELACIÓN DE TRABAJOS Y EQUIPOS	Trabajador Autorizado	Trabajador Cualificado	Recurso Preventivo
TRABAJOS ELÉCTRICOS EN AMBIENTES HÚMEDOS Y MOJADOS	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **alta tensión**. • Verificará si es viable realizar los trabajos con tensión.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del trabajador autorizado o cualificado.
TRABAJOS SUBACUÁTICOS	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **alta tensión**. • Verificará si es viable realizar los trabajos con tensión.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del trabajador autorizado o cualificado.
TRABAJOS CON CAMPOS MAGNÉTICOS	• No es necesario la presencia de un *trabajador autorizado* para realizar estos trabajos a no ser que se requiera por coincidir con otros trabajos en que sí sea obligatorio la autorización.	• No es necesario la presencia de un *trabajador cualificado* a no ser que se requiera por coincidir con otros trabajos que sí sea obligatorio la autorización.	• No es necesario el nombramiento del recurso preventivo a no ser que se requiera por coincidir con otros trabajos que sí sea obligatorio la designación.
TRABAJOS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS		• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar los trabajos en atmósfera explosivas.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del ***trabajador cualificado***.
TRABAJOS FERROVIARIOS	• El empresario tendrá que autorizar a un trabajador para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **baja tensión**.	• El empresario tendrá que autorizar a un ***trabajador cualificado*** para realizar ciertos trabajos en instalaciones de **alta tensión**.	• Se requiere el nombramiento de un recurso preventivo. • Puede coincidir con la figura del trabajador autorizado o cualificado.

Por norma general, para los trabajos con riesgo eléctrico, se deberán atender los requisitos que se enumeran en el **artículo 4 del RD 614/2001** con relación a las técnicas y procedimiento de trabajo.

Por ello la **Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico** que desarrolla el RD 614/2001, en su explicación del artículo 4, acompaña una figura en la que describe el proceso de toma de decisiones para realizar los trabajos con riesgo eléctrico y puede resultar de ayuda.

Figura 34
Proceso de toma de decisiones para la realización de trabajos con riesgo eléctrico de acuerdo con los requisitos del RD 614/2001. Fuente: Guía para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico RD 614/2001.



[1] Si durante la realización de estas operaciones se tuviera que invadir la zona de peligro, sígase el Anexo III; si se tuviera que invadir la zona de proximidad, sígase el Anexo V. En ambos casos se considerarán también las disposiciones del Anexo IV.

3.1. TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

Una de las situaciones más importantes que hay que resolver con carácter previo a la ejecución de los trabajos en las obras de construcción es la de determinar las posibles interferencias con líneas eléctricas aéreas.

La primera acción que se ha de considerar ante dicha circunstancia es determinar, mediante el acuerdo con el titular del servicio afectado (en general, la compañía suministradora), la solución que se debe adoptar frente a dichas interferencias.

Dentro de estas posibles soluciones la opción más conveniente es el corte o desvío del suministro.

Con objeto de evitar los riesgos asociados a la presencia de instalaciones para el suministro de electricidad en el área de actuación de la obra, se deben adoptar las medidas más adecuadas desde el punto de vista de la seguridad y la salud de los trabajadores. A tal fin, el corte del suministro o el desvío de las instalaciones son las soluciones adecuadas.

Cuando no sea posible la anulación del suministro, se considerarán las alternativas encaminadas a la protección de los trabajadores frente a las situaciones de riesgo que se puedan derivar.

La realización de trabajos en la proximidad de instalaciones en tensión y el consiguiente riesgo de contacto con elementos bajo tensión accesibles conlleva un alto grado de peligrosidad que, unido a unas condiciones atmosféricas desfavorables, potencia la probabilidad de que se produzcan accidentes laborales.

El riesgo es particularmente grave si, además de no percibirse con la suficiente antelación, no se adoptan a tiempo las medidas preventivas pertinentes.

Por ello, ante la presencia de líneas eléctricas aéreas se recomienda realizar un estudio detallado de la situación, analizando los movimientos de máquinas, equipos y materiales que pudieran entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro.

Si los resultados obtenidos lo hacen necesario, se deben prever las actuaciones oportunas para delimitar o restringir los movimientos y desplazamientos de las máquinas, de manera que éstas trabajen dentro de unas zonas seguras, sin invadir las zonas de peligro en las situaciones más desfavorables (máximas elevaciones o desplazamientos de las partes móviles), teniendo en cuenta también las mayores oscilaciones de los cables y de las cargas suspendidas.

Para la delimitación de las zonas de trabajo seguras se fijan unas distancias de seguridad que se recomienda no sobrepasar durante la realización de aquellas tareas en las que las máquinas, los equipos o los materiales sustentados en ellas tengan una longitud suficiente para entrar en contacto con elementos en tensión o generar un arco eléctrico entre ellos.

Estas distancias tienen un valor diferente en función de que los trabajos se lleven o no a cabo con la supervisión de un **trabajador autorizado.**

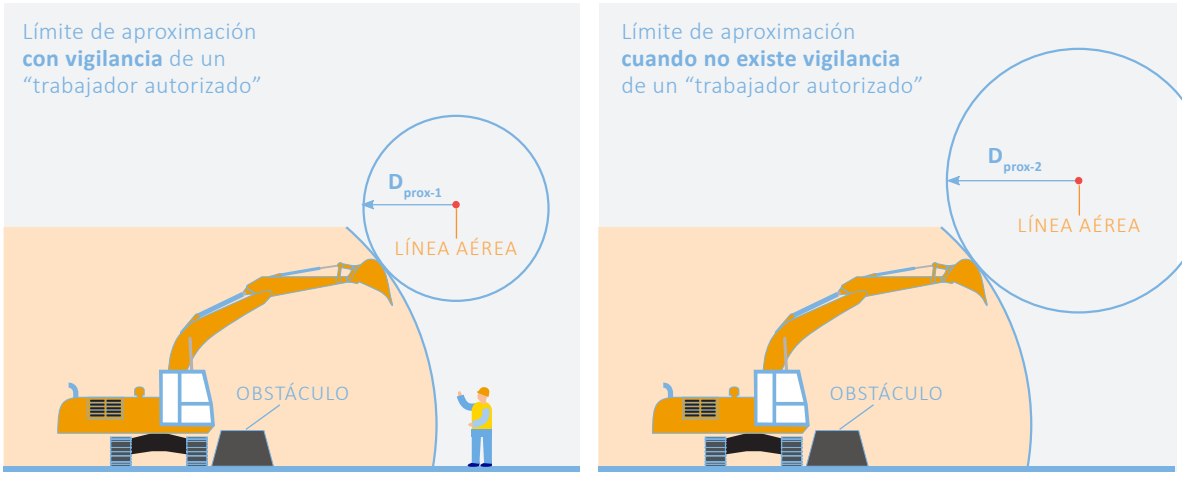


Figura 35
Distancias de Seguridad según exista o no un "trabajador autorizado".

En el caso de que no exista vigilancia por parte de un **trabajador autorizado**, la distancia (D_{PROX-2}) hasta el límite exterior de la zona de proximidad (espacio de seguridad establecido alrededor de cualquier elemento en tensión) de una línea eléctrica aérea en tensión que no debe ser rebasada por ningún trabajador, sea con su cuerpo o con las herramientas, equipos de trabajo (por ejemplo, aparatos elevadores), dispositivos o materiales que manipula, no será inferior a:

- **3 m,** si la tensión nominal de la instalación es menor o igual a 66.000 voltios (Líneas de Alta Tensión de 2ª Categoría y 3ª Categoría o "Media Tensión").

- **5 m,** si la tensión nominal de la instalación es superior a 66.000 voltios e inferior o igual a 220.000 voltios (Líneas de Alta Tensión de 1ª Categoría).

En el caso de una instalación de baja tensión (inferior a 1.000 voltios en corriente alterna), esta distancia límite de proximidad entre los elementos en tensión y los equipos o máquinas manejados por personas será, como mínimo, de **3 m.**

Zonas de proximidad según el Real Decreto 614/2001

La zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente ésta última.

Los trabajos en proximidad son los que puede realizar el trabajador en la zona definida como de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo con las herramientas, equipos o dispositivos que manipula.

Las distancias mínimas de seguridad que se deben mantener donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo de arco eléctrico o contacto directo con el elemento en tensión vienen dadas por la intensidad y se representan en la siguiente tabla incluida en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico:

Distancias límite de las zonas de trabajo[8]. (RD 614/2001)

Tabla 19

Un	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un Tensión nominal de la instalación (kV).

D_{PEL-1} Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2} Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

El trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Antes de iniciar los trabajos en proximidad es necesario que se determine su viabilidad:

- En **baja tensión** ésta se debe determinar por un **trabajador autorizado.**
- En **alta tensión** debe ser determinada por un **trabajador cualificado.**

Si el trabajo puede realizarse en condiciones adecuadas de seguridad, se deben reducir al máximo el número de elementos que permanezcan en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, utilizando para ello: pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes.

Asimismo, pueden adoptarse medidas preventivas encaminadas a restringir los movimientos de las partes móviles de las máquinas con la finalidad de lograr el control del riesgo eléctrico generado en aquellas situaciones en las que los equipos pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra.

La zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la

[8] Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Figura 36
Pórticos para la delimitación de altura y zona de seguridad en presencia de línea eléctrica.

que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

El trabajador debe permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

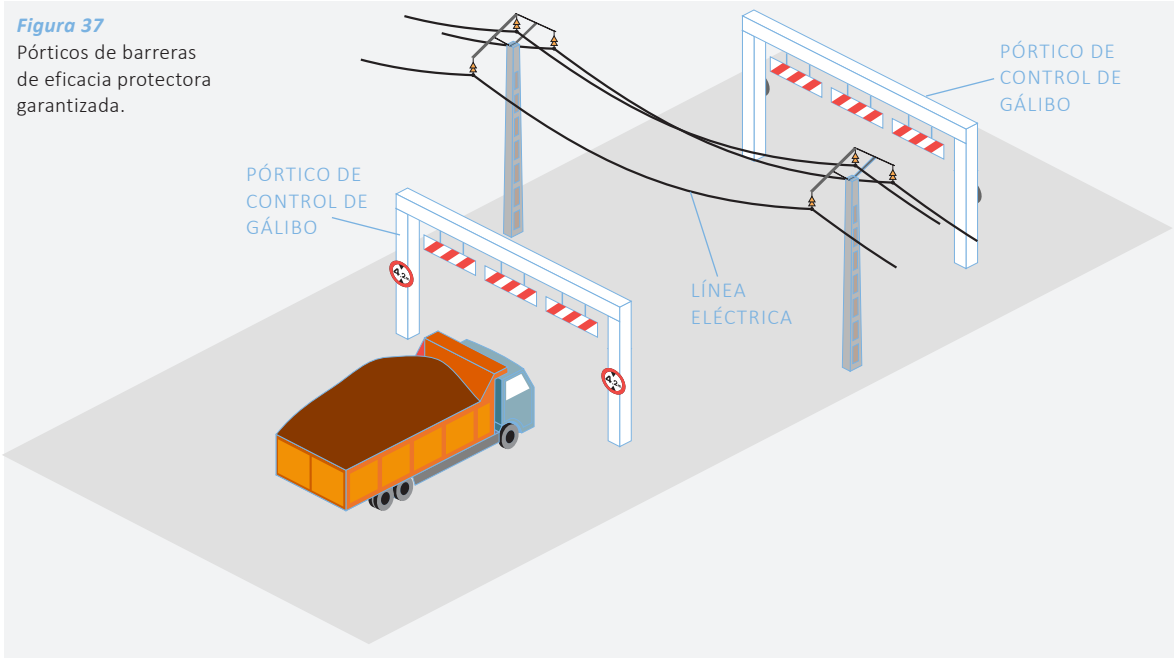
Se proponen, a modo de ejemplo, tanto la colocación de barreras de eficacia protectora garantizada entre las líneas eléctricas y las máquinas (Figura 36 y Figura 37), como la instalación de dispositivos en los propios equipos que limiten la amplitud del movimiento de sus partes móviles.

Sin embargo, en ambos casos es esencial considerar la presencia de un trabajador autorizado que vigile las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Por otro lado, en el caso de que algunos de los equipos utilizados en la obra tuvieran que circular bajo el tendido eléctrico aéreo en tensión, se recomienda tanto señalizar tal circunstancia durante el tiempo que dure esta situación, como instalar, por ejemplo, pórticos de seguridad, que impidan el acceso de aquellos equipos cuya altura sea susceptible de generar accidentes por contacto con la línea eléctrica o por la generación de un arco eléctrico.

Otra opción es colocar unos sensores que detectan si los camiones o las cargas que trans-

Figura 37
Pórticos de barreras de eficacia protectora garantizada.



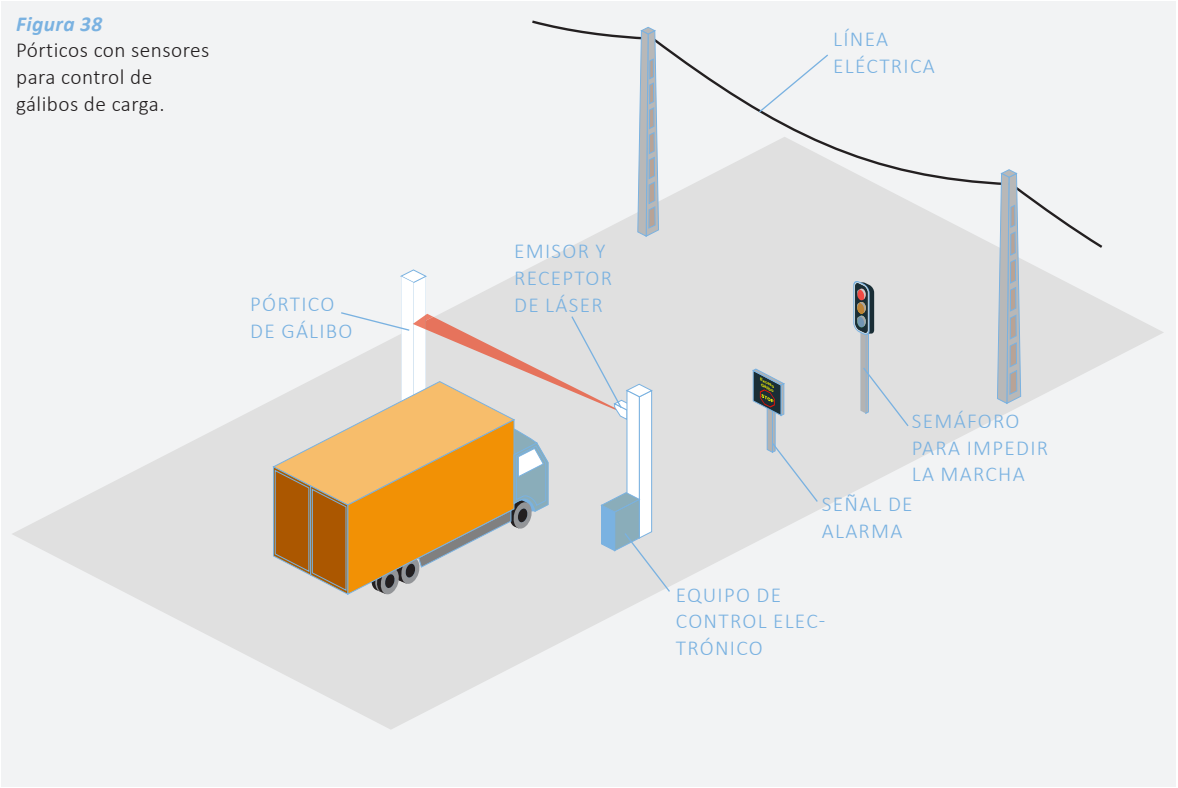


Figura 38
Pórticos con sensores para control de gálibos de carga.

portan superan la altura permitida, y por tanto, la distancia de seguridad no se respeta. En función de la altura del vehículo, unos semáforos permiten o no, el paso de los mismos. Complementando los semáforos se puede conectar un aviso acústico para avisar al operador de la maquinaria o conectarse una barrera automática.

Respecto al trabajo con una grúa torre y a su correcto emplazamiento en una obra es necesario cumplir las exigencias establecidas en la reglamentación de aplicación: la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones, aprobado por el Real Decreto 836/2003.

Con objeto de que durante la ejecución de la obra se eviten incompatibilidades derivadas de un emplazamiento inadecuado de la grúa torre (interferencias con líneas aéreas, con otras grúas, etc.), es necesario que, en la fase previa de organización de dicha obra, se identifiquen las necesidades productivas de ésta en referencia al número de grúas que deberán disponerse para el movimiento y transporte de los materiales.

Para satisfacer estas necesidades productivas e integrar los criterios preventivos exigibles para el control de los riesgos asociados a la utilización de este tipo de equipos, es preciso establecer una coordinación previa con la empresa instaladora de la grúa.

En particular, para el correcto emplazamiento de la grúa, se deben tener en cuenta, entre otros requisitos recogidos en la legislación anteriormente citada, el de que "en ningún momento cualquier parte de la grúa así como las cargas suspendidas de la misma pueden entrar en contacto con líneas eléctricas. Si estas líneas eléctricas son de alta tensión, tiene que existir, entre estas líneas y cualquiera de estos elementos, un espacio de seguridad de 5 m, como mínimo, medidos en su proyección horizontal" (Figura 39).

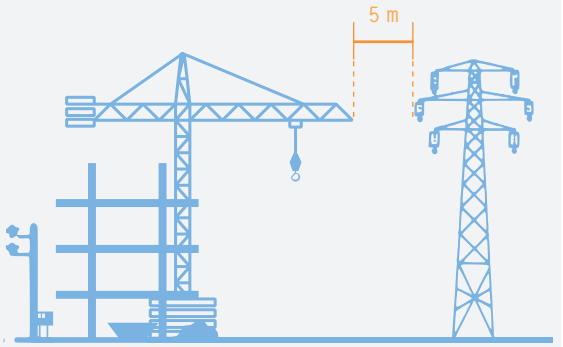
El operador de aparatos elevadores, alertará de cualquier anomalía en las protecciones previstas al responsable de la obra.

En caso que se produzca un contacto de cualquier parte del equipo o incluso la carga, con una línea eléctrica, se pueden seguir las indicaciones que se desarrollan en el punto *1.8.3 Actuación ante un contacto eléctrico de una máquina con una línea eléctrica aérea.*

Al comenzar los trabajos y, sobre todo, si se utiliza maquinaria móvil que pueda alcanzar grandes alturas, conviene determinar siempre, con la suficiente antelación, si existen riesgos derivados de la proximidad de líneas eléctricas aéreas.

Distancia mínima de posicionamiento de una grúa torre y su carga en las cercanías de una línea de alta tensión

Figura 39



3.2 TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS

En diferentes fases de la ejecución de una obra existe el riesgo de afectar una línea eléctrica subterránea, con el consiguiente riesgo para la salud del trabajador que ejecuta dicha actividad o de los trabajadores que están en proximidad.

Actividades asociadas al riesgo eléctrico

En la actividad de obra existen diferentes trabajos que pueden verse afectados por líneas eléctricas subterráneas. Entre ellas, las más significativas son las siguientes:

- Movimiento de tierras con maquinaria pesada como: retroexcavadoras, excavadoras giratorias y mini-excavadoras.
- Demoliciones y movimientos de tierras manuales, donde el operario emplea equipos de trabajo manuales como martillo neumático rompedor, pico manual, pala, rastrillo, etc.
- Cimentaciones, perforaciones y sondeos. En este tipo de trabajos se emplean diferentes máquinas que pueden entrar en contacto con líneas eléctricas soterradas. Ejemplos de estos trabajos son: pantallas de hormigón, pilotes, micro pilotes, sondeos e inyecciones.
- Perforación de túneles, pozos y galerías

En diferentes fases de la ejecución de una obra existe el riesgo de afectar una línea eléctrica subterránea, con el consiguiente riesgo para la salud del trabajador que ejecuta dicha actividad, o los trabajadores que están en proximidad.
La actividad de obra donde podemos encontrar la afectación a una línea subterránea, es principalmente el movimiento de tierras y las demoliciones.

Normas preventivas para evitar o minimizar el riesgo

Al realizar trabajos en los que exista riesgo de contacto con líneas eléctricas soterradas podemos establecer, entre otras, como medidas preventivas las siguientes:

- Gestionar la forma de desviar o anular los servicios eléctricos afectados por la ejecución de la obra.
- Si no es posible desviar ni anular el servicio se debe evaluar el riesgo, en función de los trabajos a ejecutar (maquinaria, medios auxiliares, tiempo de exposición, trabajadores afectados).
- Utilizar localizadores de servicios subterráneos con el fin de localizar el punto exacto de las distintas líneas.
- Evitar útiles metálicos en localización de servicios.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

En el proyecto de la obra en uno de sus anejos se debe detallar todos los servicios afectados por la obra con el fin que todos los trabajadores conozcan la información necesaria que les permita disponer de un correcto conocimiento sobre la posible existencia y ubicación de posibles servicios subterráneos en el solar o recinto.

Además, el contratita podrá solicitar planos a las diferentes compañías de suministro, susceptibles de tener canalizaciones en el recinto de afectación de las obras; en caso de que existan servicios, se tendrá que gestionar su posible traslado o suspensión, antes del inicio de los trabajos.

Una vez conocida la localización de las diferentes conducciones eléctricas es obligatorio señalizar adecuadamente su situación. Esta obligación viene recogida en el RD 1627/1997, en su anexo IV parte C, punto 10 B que señala que “Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente”

Figura 40
Balizamiento de servicios afectados (electricidad, gas, abastecimiento de agua).

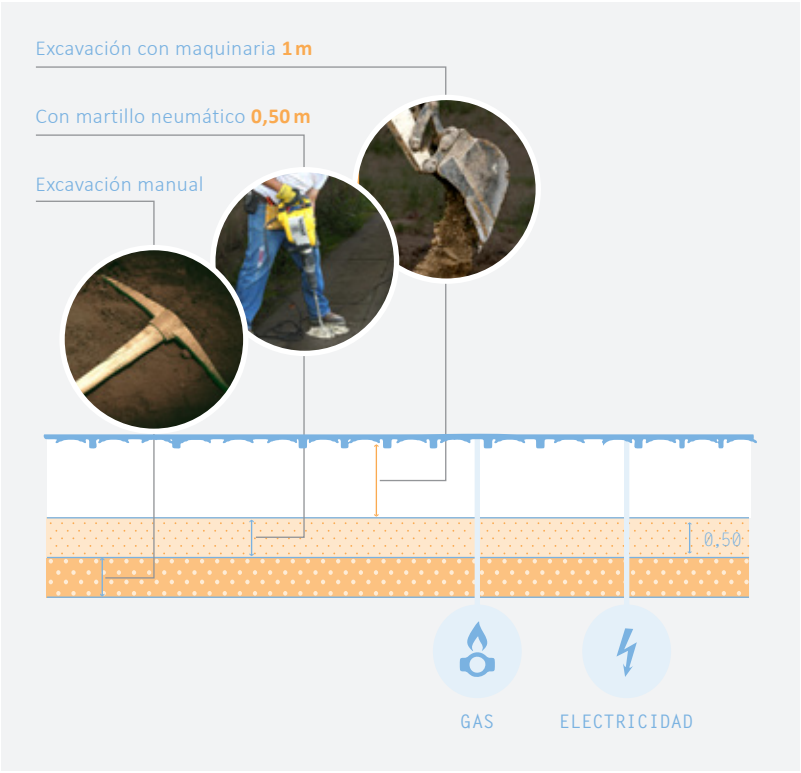


Figura 41
Detalle de las diferentes cotas a las que se puede trabajar con máquina de excavación, martillo neumático y excavación manual

Asimismo, se solicitará autorización a las distintas compañías suministradoras o autoridad competente en su caso, para poner fuera de servicio o anular aquellas instalaciones que puedan causar interferencias con los trabajos a realizar.

Cualquier tipo de manipulación que tenga que realizarse en estas conducciones, líneas o elementos accesorios, se llevará a cabo por personal de la propia Compañía Suministradora, o por compañías autorizadas.

En caso de no ser posible la descarga, o existen dudas del corte de tensión, se habrán de considerar los siguientes procedimientos:

1. Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado, sistema de protección, etc.):

- Antes de empezar se tiene que hablar con la compañía para intentar dejar los cables sin tensión.
- Se podrá excavar con maquinaria de obras públicas hasta una distancia de un metro de la conducción.
- A partir de esta cota, y hasta 0,5 metros se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc.
- A partir de esta cota y hasta acceder a la protección de reja de plástico de color vivo, tocho, tubo, arena, etc. se pedirá autorización a la compañía, haciéndose servir pala manual.
- Los trabajos de excavaciones, apuntalamiento, cambios de emplazamiento y posterior protección, se efectuarán con el consentimiento de la compañía suministradora.
- Los trabajos citados anteriormente han de estar supervisados “in situ” por un recurso preventivo por parte de la Empresa Contratista.
- Se utilizarán las protecciones individuales correspondientes: botas dieléctricas, casco dieléctrico, protección ocular y calzado de seguridad aislante.
- En cualquiera caso es preceptivo el uso de detectores de campo, la realización de calas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

2. Conocida la existencia de la línea, pero no su trazado, profundidad y sistema de protección:

- Se tiene que solicitar a la compañía la información de la ubicación y tensión de la línea, así como de las medidas preventivas a tener en cuenta, en relación a los trabajos que se tienen que realizar.

- Si no nos ofrecen las garantías sobre la ubicación, se ha de operar de acuerdo con el punto anterior (conociendo el emplazamiento de la línea), pero solicitando la supervisión de una persona responsable cualificada de la compañía suministradora.

- De estas medidas el Jefe de Obra, o el Responsable de Seguridad, informará a todos los trabajadores afectados.

3. Desconociendo de la existencia de líneas.

Cuando se deben realizar trabajo como zanjas, por ejemplo para sustituir canalizaciones de agua, y con el fin de detectar los posibles cables eléctricos enterrados, antes de empezar estos trabajos (ya sea que estos se realicen de forma manual o con maquinaria), puede utilizarse un radio detector de campos eléctricos, como método de detección y evitar, con ello, el riesgo de contacto eléctrico.

Los trabajos de apertura de zanjas, se planificaran teniendo en cuenta la información obtenida con el radio receptor, preparando los planos y cartografías necesarias.

Se ha de informar a los trabajadores que en caso de afectación la compañía realimenta automáticamente en unos minutos; si los trabajadores se encuentran cerca del cable afectado pueden sufrir daños graves como quemaduras.

En cualquier caso donde haya líneas eléctricas soterradas, deben usarse detectores de campo, la realización de catas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

BUENAS PRÁCTICAS PREVENTIVAS

Para evitar o minimizar el riesgo en los trabajos en proximidad a líneas soterradas en tensión, se deberán contemplar las siguientes normas:

1. Conocer y consultar los planos del proyecto de la obra, pues deben detallar todos los servicios afectados por la obra.
2. El contratista tras ser adjudicatario de la obra, debe recabar la información necesaria que le permita tener un correcto conocimiento sobre la existencia y ubicación de posibles servicios subterráneos en el solar o recinto.
3. Cualquier tipo de manipulación que tenga que realizarse en estas conducciones, líneas o elementos accesorios, se llevará a cabo por personal de la propia Compañía Suministradora, o por compañías autorizadas.
4. La principal medida preventiva a tomar frente a las interferencias previstas, es efectuar las descargas de las líneas eléctricas
5. Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado, sistema de protección, etc.) Se podrá excavar con maquinaria de obras públicas hasta una distancia de un metro de la conducción.
6. A partir de esta cota, y hasta 0,5 metros se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc.
7. A partir de esta cota y hasta acceder a la protección de reja de plástico de color vivo, tocho, tubo, arena, etc. se pedirá autorización a la compañía, haciéndose servir pala manual.
8. Los trabajos de excavaciones, apuntalamiento, cambios de emplazamiento y posterior protección, se efectuarán con el consentimiento de la compañía suministradora.
9. Los trabajos citados anteriormente han de estar supervisados “in situ” por un responsable por parte de la Empresa Contratista.
10. Se utilizarán las protecciones individuales correspondientes: botas dieléctricas, casco dieléctrico, protección ocular, y calzado de seguridad aislante.-En cualquier caso es preceptivo el uso de detectores de campo, la realización de catas, al menos a dos puntos del trazado, por poder confirmar la posición de la línea. Una vez localizada, se dejará constancia de su existencia mediante hitos o señales apropiadas. Esta señalización se aprovechará para indicar su voltaje y el área de seguridad.

3.3. TRABAJOS EN AMBIENTES HÚMEDOS Y MOJADOS

A continuación, vamos a definir los siguientes conceptos:

Locales húmedos. Son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas ni el techo o paredes o estén impregnados de agua.

Locales mojados. Son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vea aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gruesas gotas de agua debido a condensación o bien están cubiertos de vaho durante largos períodos.

Las finas capas conductoras líquidas que se forman sobre las superficies metálicas y aislantes en ambientes húmedos o mojados crean caminos nuevos, irregulares y peligrosos para la corriente. La infiltración de agua reduce la eficacia del aislamiento y, si el agua llega a penetrar en el aislamiento, puede provocar fugas de corriente y cortocircuitos.

Se trata de efectos que multiplican los riesgos para las personas. Así, este peligro justifica la necesidad de normas especiales para trabajar en ambientes duros, como emplazamientos a la intemperie.

Las obras de construcción en la medida que diversas fases se realizan a la intemperie, deben considerarse, en relación a las instalaciones, como húmedas y/o mojadas.

Además, se han de considerar actividades como las que se ejecutan en locales húmedos y mojados. Un ejemplo de ellas son las que se realizan en algunos espacios confinados donde las filtraciones de agua puedan producirse habitualmente. Como, por ejemplo:

- Trabajos en alcantarillado y cloacas.
- Trabajos de instalación y reparación del saneamiento de aguas, etc.

Las medidas de prevención a adoptar van dirigidas a evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores en estos ambientes, dado la peligrosidad que implica la humedad y el agua frente a los contactos eléctricos directos e indirectos.

> Las medidas de prevención a adoptar van dirigidas a evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores en los ambientes húmedos y mojados dados la peligrosidad que implica la humedad y el agua frente a los contactos eléctricos directos e indirectos.

Una de estas medidas, cuando estamos trabajando en ambientes húmedos o mojados, es la de no manipular elementos eléctricos con las manos mojadas, para evitar accidentes por contacto eléctrico directo.

No hay que olvidar la necesidad del uso de calzado aislante por parte de los trabajadores. La Norma UNE-EN 50321-1:2018[9] es aplicable al calzado aislante de la electricidad utilizado para trabajos en o en proximidad de partes en tensión en instalaciones cuya tensión sea igual o inferior a 1000 V en corriente alterna.

Este calzado tiene por finalidad evitar el paso de una corriente peligrosa para las personas a través de los pies y se utiliza junto con otros equipos de protección aislantes tales como guantes o alfombrillas. Se caracteriza porque, en presencia de una descarga eléctrica de baja tensión, se polariza y se opone a la misma actuando de barrera para el usuario.

[9] *UNE-EN 50321-1:2018. Trabajos en tensión. Calzado de protección eléctrica. Parte 1: Calzado y cubrebotas aislantes.*

En las siguientes tablas se especifican las características que deben tener las canalizaciones, conductores, aparamenta etc. para este tipo de instalaciones, para evitar el riesgo de electrocución a los trabajadores.

Requisitos mínimos para canalizaciones, conductores, aparamenta etc.

Tabla 20

LOCALES HÚMEDOS	LOCALES MOJADOS
Si no se utiliza MTBS cumplirá lo siguiente:	Además de locales húmedos, lo siguiente:
CANALIZACIONES ELECTRICAS	
Grado de Protección IP-X1	Grado de Protección IP-X4
CONDUCTORES Y CABLES AISLADOS EN TUBOS	
Tensión 450/750 V en tubos: – Empotrados – De superficie (resit. Corrosión 3) UNEEN 50086-1(int.Media-ext. Elev).	Tensión 450/750 V en tubos: – Empotrados – De superficie (resit. Corrosión 4) UNEEN 50086-1 (int. y ext. Elevada)
CABLES CON CUBIERTA EN CANALES AISLANTES	
– Canales instalados en superficie – Conexiones, empalmes y derivaciones en interior de cajas.	– Conductores tensión 450/750 V – Canales instaladas en superficie – Conexiones, empalmes y derivaciones en interior cajas
CABLES AISLADOS Y ARMADOS SIN TUBO PROTECTOR	
Tensión 0,6/ 1 kV y discurrirán por: – Interior huecos de construcción – Fijados en superficie con dispositivos hidrófugos y aislantes.	Tensión 0,6/ 1 kV y discurrirán por: – Interior huecos de construcción – Fijados en superficie con dispositivos hidrófugos y aislantes.
APARAMENTA	
– Grado de protección IP-X1 – Cubiertas y partes accesibles no metálica	– Se instalarán fuera del local – Si no es posible, IP-X4
RECEPTORES DE ALUMBRADO	
– Grado de protección IP-X1 – No serán de clase 0	– Grado de protección IP-X 4 – No serán de clase 0
APARATOS PORTÁTILES	
Los de alumbrado serán Clase II	– PROHIBIDO aparatos móviles y portátiles excepto: – Protegidos por separación de circuitos – Alimentados a MBTS
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	
	Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local

Requisitos mínimos para canalizaciones según la GUÍA-BT-30[10]

Tabla 21

GUIA BT – 30

LOCALES HÚMEDOS	LOCALES MOJADOS
– Instalaciones de puesta a tierra tensión de contacto < 24 V. – Evitar condensación o acumulación de agua en canalizaciones	– Instalaciones de puesta a tierra tensión de contacto < 24 V. – Evitar condensación o acumulación de agua en canalizaciones
CANALIZACIONES ELECTRICAS (otros sistemas)	
BANDEJAS PORTACABLES	
– Cables de tensión 0,6/ 1kV – Empalmes en interior de cajas que podrán estar soportadas por las bandejas – Resistencia a la corrosión CLASE 5	– Cables de tensión 0,6/ 1kV – Empalmes en interior de cajas IP-X4 que podrán estar soportadas por las bandejas – Cajas de empalme en intemperie IP-44 – Resistencia a la corrosión CLASE 5
CANALES METÁLICAS	
– Resistencia a la corrosión como bandejas y tubos – Instalación en superficie – Conexiones en interior de cajas – Cable 0,6/ 1 kV	– Resistencia a la corrosión como bandejas y tubos – Instalación en superficie – Conexiones en interior de cajas – Cable 0,6/ 1 kV
INSTALACIONES A LA INTEMPERIE	
	– Ver ITC específica – Bandejas limitadas a recintos acceso restringido a más de 2,5 m – Si hay paso de vehículos, 4 m o altura de gálibo

En ningún caso se llevarán a cabo trabajos eléctricos sin estar capacitado y autorizado para ello. La instalación, modificación y reparación de las instalaciones y equipos eléctricos, así como el acceso a los mismos, es competencia exclusiva del personal de mantenimiento, que los llevará a cabo en todo caso haciendo uso de los elementos de protección precisos.

[10] *GUÍA-BT-30. Guía Técnica de Aplicación: Instalaciones en locales de características especiales.*

Trabajos en colectores

Previo al trabajo se debería canalizar el agua con el fin de conseguir zonas secas de trabajo para minimizar el riesgo eléctrico.

La instalación eléctrica debe ser de 24V y, preferentemente, debe discurrir por los hastiales, fuera del alcance de las aguas que transporta el colector.

Otra opción es la de utilizar un separador de circuitos, dejando fuera del colector las fuentes de energía y utilizar dispositivos de disparo contra contactos indirectos de alta sensibilidad.

En cualquier caso, es primordial conseguir zonas secas de trabajo desde el acceso al colector hasta la zona de trabajo.

Trabajos en túneles

Los trabajos en túneles los podemos enclavar en cualquiera de los dos tipos de locales a los que se hace mención en el anterior punto, dependiendo del ambiente que encontremos en el mismo e incluso las zonas afectadas.

Uno de los problemas que se pueden encontrar a la hora de ejecutar túneles es el de encontrarse con *aguas colgadas,* que se entiende como aquella capa de agua freática sostenida por una capa impermeable o semipermeable que a su vez se encuentra por encima de una capa de aguas freáticas más importante. En estos casos puede haber considerables filtraciones en la excavación del túnel provocando elevados riesgos eléctricos en las operaciones que se estén realizando.

Por este motivo, se puede entender que se trata de un claro ejemplo de locales mojados para lo cual se aplicarán las prescripciones y las tablas 20 y 21 incluidas en este capítulo, para este tipo de locales.

También es importante conocer qué tipo de componentes se encuentran en el terreno en el que se está excavando el túnel ya que, por ejemplo, las calizas, cuando reaccionan con el agua, son altamente corrosivas con los elementos metálicos como el acero, inclusive galvanizado. Será necesario diseñar una instalación eléctrica en la que también se contemple este inconveniente, contando con canalizaciones, tubos de protección o cables aislados resistentes a la corrosión.

Figura 42
Espacios confinados en colectores y pozos

Trabajos en condiciones climatológicas adversas con presencia de agua

Cuando se proceda a realizar trabajos en condiciones climatológicas adversas y como resultado se produzca una acumulación de agua en los distintos puntos de trabajo, habrá que extremar la medidas preventivas y más aún cuando se estén llevando a cabo trabajos con riesgos eléctricos.

En el RD 614/2001 deja claro que cuando se realicen trabajos en tensión (Anexo III, apdo. 6), se deben adoptar las medidas preventivas en los términos siguientes:

> **6.** *Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.*

La lluvia o cualquier otra precipitación como nieve, granizo, llovizna, rocío o escarcha, pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados. Para evitar daños a los trabajadores, la norma establece que en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición que dificulte la visibilidad o la manipulación de las herramientas, los trabajos deberán prohibirse o suspenderse, cualquiera que sea el método utilizado.

La persona responsable del trabajo debe estar capacitada para identificar las situaciones climatológicas que requieren la interrupción de los trabajos, es decir, debe haber recibido una formación y adiestramiento que le permita evaluar la situación. Una vez tomada la decisión, lo comunicará a los trabajadores a su cargo para que cese la actividad.

Las **medidas preventivas** que se deben adoptar para evitar la peligrosidad que implica la humedad y el agua frente a los contactos eléctricos directos e indirectos, están las siguientes:

- En general, cuando se trabaja en ambientes húmedos o mojados, se prohibirá manipular elementos eléctricos con las manos mojadas, para evitar accidentes por contacto eléctrico directo.

- Además, se utilizarán equipos, herramientas eléctricas y materiales especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido.

- Cuando se formen nieblas, se deberán suspender los trabajos cuando la condensación forme películas de agua sobre las herramientas eléctricas y mermen la capacidad de aislamiento de los equipos por contactos eléctricos.

- Cuando se realicen trabajos en proximidad de líneas eléctricas en tensión y la formación de niebla dificulta la visibilidad y con ello la capacidad de distinguir distancias, se suspenderán los trabajos por el riesgo que supone la cercanía de las líneas eléctricas.

- Si se está trabajando sobre terrenos al aire libre, se diseñarán las vías de accesos o caminos, así como cualquier tipo de superficie del terreno, para que puedan evacuar el agua lo más pronto posible y se evite la formación de zonas encharcadas o zonas de acumulación de agua que puedan entrar en contacto con elementos en tensión.

- En zonas donde se prevean avenidas de agua procedentes de torrentes y ramblas con un caudal temporal u ocasional debido a las lluvias o deshielo, se adoptaran y darán las instrucciones para la evacuación de los trabajadores y equipos de trabajo que impliquen riesgo eléctrico para los mismos.

- Cuando no sea posible adoptar las medidas anteriores, siempre que se trabaje a cielo abierto, se diseñarán las instalaciones eléctricas para evitar el contacto de conductores con zonas encharcadas o acumulaciones de agua.

Cuando se prevea la formación de tormentas, se adoptarán las siguientes **medidas preventivas:**

- Disponer de información sobre la previsión de posibles tormentas en el lugar donde se ubica la obra y valorar convenientemente los indicios que advierten la probable llegada de una tormenta eléctrica, como la presencia de nubes densas y plomizas, vientos fuertes, truenos, lloviznas persistentes, etc.

- Disponer de un procedimiento que especifique las normas de actuación en caso de tormenta, especificando las situaciones en las que deben interrumpirse los trabajos, el responsable de tomar la decisión y lo que debe hacer cada uno de los trabajadores en tales circunstancias.

- Disponer de lugares adecuados en los que los trabajadores puedan refugiarse, con la protección necesaria, ante una posible descarga eléctrica. Cualquier instalación cerrada debe ser previamente evaluada para determinar si es posible permanecer en su interior.

- Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

- Las descargas por rayo en una línea aérea pueden originar sobretensiones que afectan a las instalaciones interiores directamente conectadas a ellas, por lo que tampoco se permitirán los trabajos en instalaciones interiores cuando se den tales circunstancias.

- En presencia de tormentas eléctricas, se deben suspender los trabajos con grúa torre, sobre andamios, escaleras o cualquier estructura metálica.

- Las partes metálicas de otras instalaciones que normalmente no están en tensión, pero pueden estarlo por la acción de un rayo, necesitarán disponer de toma de tierra. Estas partes metálicas las podemos encontrar en :

  - Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos, de los transformadores, motores y máquinas.

  - Las puertas metálicas y de los locales.

  - Las vallas y cercas metálicas.

  - Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica.

  - Las columnas, soportes y pórticos metálicos.

  - Las tuberías y conductos metálicos.

  - Toda máquina eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24 V.

Por otro lado, los trabajadores tomarán las siguientes **medidas preventivas:**

- Nunca se debe correr, especialmente con la ropa mojada, puesto que la turbulencia creada en el aire puede atraer el rayo.

- Evitar contacto con cualquier material metálico (herramientas, medios auxiliares, etc.), puesto que los rayos aprovechan su buena conducción. Desprenderse de cualquier objeto metálico que se lleve encima (como hebillas, colgantes, etc.).

- Apagar teléfonos móviles y walkie-talkies para evitar que sus radiaciones electromagnéticas atraigan los rayos.

- No refugiarse bajo elementos prominentes solitarios.

- Alejarse de objetos metálicos como vallas metálicas, alambradas, tuberías, instalaciones eléctricas, maquinaria, raíles de ferrocarril, etc.

- Alejarse de terrenos abiertos y despejados, así como de ríos, lagos, charcos y otras masas de agua.

- No refugiarse en pequeños edificios aislados, chozas o cobertizos. Tampoco en la boca de una cueva o bajo un saliente rocoso.

- Colocarse de cuclillas, lo más agachado posible, con las manos en las rodillas, tocando el suelo sólo con el calzado.

- Un buen lugar para refugiarse a la intemperie es un vehículo cerrado, con el motor apagado y con las ventanillas y las entradas de aire cerradas.

Dentro de las obras de construcción podemos encontrar trabajos auxiliares que requieran la inmersión de trabajadores en ambiente subacuático; básicamente lo podemos englobar en las obras marítimas (puertos, diques, dragados, etc.) y en las actividades de soldadura bajo el agua.

3.4. TRABAJOS SUBACUÁTICOS

Cabe señalar que estos trabajos son de alta especialidad y que están incluidos en la lista no exhaustiva de trabajos especiales, dentro del RD 1627/1997.

Además, este tipo de trabajos están regulados por la **Orden de 14 de Octubre de 1997** en su artículo 13, por la que se aprueba las Normas de Seguridad para el Ejercicio de Actividades Subacuáticas.

Actividades asociadas al riesgo eléctrico

Dentro de las obras de construcción podemos encontrar trabajos auxiliares que requieran la inmersión de trabajadores en ambiente subacuático; básicamente lo podemos englobar en las obras marítimas (puertos, diques, dragados, etc.) y en las actividades de soldadura bajo el agua o empleo de equipos eléctricos.

Medidas preventivas

Dentro de los trabajos subacuáticos, los relacionados con los riesgos eléctricos son, generalmente, trabajos de soldadura submarina. Ante este tipo de trabajos se deben consideran las siguientes medidas preventivas:

- Sólo se usarán máquinas y accesorios expresamente indicados para su utilización submarina.
- Deberá considerarse el peligro de explosiones e incendios en la zona de trabajo y en los compartimentos contiguos, tanto por el material que se encuentre en dicho compartimento, como por la acumulación de gases que producen el corte o la soldadura.
- Cuando se efectúen trabajos de corte o soldadura debajo del agua con equipos eléctricos, los buceadores deberán ir provistos de trajes secos.
- Deberá existir un interruptor de corte, operado por el personal ayudante.
- Nunca se empleará corriente alterna en equipos de corte o soldadura eléctricos submarinos.
- Deberá asegurarse de que el grupo electrógeno y chasis tienen buena toma a tierra.
- No se dirigirá el porta-electrodos de manera que apunte hacia uno mismo u otras personas.
- Todas las partes del cable sumergido deberán estar perfectamente aisladas.

En trabajos submarinos, sólo se usarán equipos de trabajo y accesorios expresamente indicados para su utilización submarina. Los equipos eléctricos bajo el agua, deben ser expresamente indicados para su uso submarino, estar perfectamente aislados y con las protecciones en perfecto estado.

3.5. TRABAJOS CON CAMPOS MAGNÉTICOS

Una corriente eléctrica alterna se define como el movimiento de electrones en una misma dirección, usualmente a través de un alambre. Esta corriente produce dos tipos de campos: un campo eléctrico y un campo magnético.

Ambos forman lo que se llama un campo electromagnético.

Los campos eléctricos de la corriente alterna resultan de la intensidad de la carga y los campos magnéticos resultan del movimiento de las cargas. La gente puede sentir el campo eléctrico de más de 20 kV/m como una sensación de hormigueo sobre su piel. Estos niveles se pueden encontrar bajo las líneas de alto voltaje. Por otro lado, la mayoría de gente no puede sentir la presencia de campos magnéticos, excepto bajo altas cargas de electricidad.

A pesar de no sentirlos, estamos expuestos a campos magnéticos estáticos como consecuencia de la actividad humana, porque los circuitos eléctricos de AT y BT, los transformadores, los moto-

Figura 46
Creación de campos magnéticos por corriente alterna en líneas de alta tensión.

res, las instalaciones de telecomunicaciones, etc., producen campos magnéticos estáticos.

Influencia del campo magnético en el cuerpo humano

Los mecanismos de interacción entre los campos electromagnéticos (CEM) y las estructuras biológicas se evidencian de forma natural en el cuerpo humano con las corrientes eléctricas.

Se ha demostrado que los campos eléctricos estáticos interactúan con el cuerpo induciendo una carga eléctrica superficial. El principal mecanismo de interacción ocurre cuando una persona entra en contacto con un objeto conductor cargado, o cuando existe una diferencia de potencial suficientemente alta para ionizar el aire de tal manera que permita la conducción eléctrica entre un objeto cargado y una persona con buen contacto a tierra.

Los efectos que podrían provocar los campos magnéticos en el ser humano son:

- Generando campos eléctricos y corrientes alrededor del corazón, así como dificultar ligeramente la circulación de la sangre.
- Tener efectos sobre implantes metálicos, y eventualmente sobre moléculas biológicas y estructuras celulares del cuerpo.

Sin embargo, la validez de dichos resultados apenas ha sido comprobada por los investigadores, por lo que de momento, no resulta posible establecer conclusiones definitivas.

Por lo que se refiere a las investigaciones que han estudiado los posibles efectos a largo plazo de la “exposición” y especialmente al cáncer, no se pueden extraer conclusiones sobre tales efectos.

Campos electromagnéticos de frecuencias mayores a 100Khz

La exposición a campos electromagnéticos, generalmente, produce una mínima absorción de energía, provocando un incremento no mesurable de temperatura, sin embargo por encima de los 100Khz puede presentarse una absorción de energía e incrementos de temperatura significativos.

Un ejemplo del aumento de temperatura lo encontramos en los procesos de manipulación de

los accesorios de las grúas torre. En el movimiento cerca de los campos magnéticos, las corrientes inducidas hacen que, en determinadas ocasiones, el gancho de elevación, el aparejo y cables se calienten, pudiendo alcanzar temperaturas que pudieran producir algún enrojecimiento de la piel o hinchazón a los trabajadores que manipularan las partes citadas si dicha manipulación se hiciera sin ningún elemento de protección.

Factores que afectan la exposición

Muchos factores afectan la influencia que la exposición a CEM tiene en la materia viva tanto en ambientes ocupacionales como para el público en general, entre los cuales están:

- La potencia de salida, la frecuencia y el tipo de fuente.
- La distancia de la persona con respecto a la fuente.
- La ubicación de la persona con respecto a la fuente.
- El tipo de antena y la dirección de la onda emitida.
- La presencia de objetos que puedan reflejar los campos o escudar a las personas de ellos.
- El tiempo de exposición.

En todo caso y con carácter general, se deberían establecer medidas preventivas para restringir la exposición de los trabajadores mediante normas y procedimientos de trabajo, además de aislando los campos.

De esta forma, las personas que realizan trabajos en instalaciones de alto voltaje y de altas frecuencias que están expuestas a un nivel de carga electromagnética significativa, requieren una delimitación clara como zona de exposición ocupacional a campos electromagnéticos conforme a su nivel y tiempo de exposición lo que implica tener y tomar medidas de seguridad y salud en el trabajo que permitan hacer compatibles el desarrollo técnico en este campo con el cuerpo humano.

Otro tema a tener en cuenta es que el gancho que incorpora la eslinga generalmente pesa menos y es más manejable que el que incorpora de fábrica la grúa torre.

3.6. TRABAJOS EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

Una atmósfera explosiva es toda mezcla, en condiciones atmosféricas, de aire y sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos en la que, tras la ignición, se propaga la combustión hacia la mezcla no quemada.

Según establece el RD 681/2003, de transposición de las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas potencialmente explosivas en el lugar de trabajo, podemos clasificar, las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas, en función de la frecuencia con que se produzcan dichas atmósferas y su duración.

En el ámbito del sector de la construcción, puede ejecutarse una obra dentro de una empresa industrial donde hubiera ambiente con riesgo de incendio y explosión.

También se han de considerar las actividades de mantenimiento y reparación de silos, buques, depósitos de combustible, trabajos en alcantarillados, saneamiento de aguas, almacenamiento de productos químicos etc., donde puedan acumularse gases.

Figura 44
Señalización atmósfera explosiva.

Medidas preventivas

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 de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva.

Si se formase esta atmósfera, queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo que se efectúen en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

> Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

Es importante tener en consideración una serie de medidas preventivas entre las que podemos destacar:

- 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.

  - Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

- Se deberán tener en cuenta las descargas electrostáticas producidas por los trabajadores o el entorno de trabajo como portadores o generadores de carga.

  - Se deberá proveer a los trabajadores de calzado antiestático y ropa de trabajo adecuada hecha de materiales que no den lugar a descargas electrostáticas que puedan causar la ignición de atmósferas explosivas.

- Instalaciones, aparatos, sistemas de protección, etc. sólo se pondrán en funcionamiento si el documento de protección contra explosiones indica que pueden usarse con seguridad.

- Se adoptarán todas las medidas necesarias para asegurarse de que los lugares de trabajo, los equipos de trabajo y los correspondientes dispositivos de conexión han sido diseñados, construidos, ensamblados e instalados de tal forma que reducen al máximo los riesgos de explosión.

Clasificación de las zonas de atmósferas explosivas (ATEX)

Según el RD 681/2003; el empleo de aparatos en atmósferas explosivas se debe realizar, siempre que resulten adecuados a las zonas donde se vayan a utilizar. Estas zonas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **Zona 0:** 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.

- **Zona 1:** 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.

- **Zona 2:** 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.

- **Zona 20:** 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.

- **Zona 21:** 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.

- **Zona 22:** 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.

Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección

Siempre que en el documento de protección contra explosiones, basado en una evaluación de los riesgos, no se disponga otra cosa, en todas las áreas en que puedan formarse atmósferas explosivas deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección con arreglo a las categorías fijadas en el RD 144/2016, de 1 de marzo por el que se dictan las disposiciones relativas a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

- En la zona 0 o en la zona 20, los aparatos de la categoría 1.

- En la zona 1 o en la zona 21, los aparatos de las categorías 1 o 2.

- En la zona 2 o en la zona 22, los aparatos de las categorías 1, 2 o 3.

La Categoría 1. Los aparatos de esta categoría están previstos para utilizarse 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.

Los aparatos de esta categoría deben asegurar el nivel de protección requerido, aun en caso de avería infrecuente del aparato, y se caracterizan por tener medios de protección tales que:

- O bien en caso de fallo de uno de los medios de protección, al menos un segundo medio independiente asegure el nivel de protección requerido,
- O bien en caso de que se produzcan fallos independientes el uno del otro, esté asegurado el nivel de protección requerido.

La Categoría 2. Los aparatos de esta categoría están destinados a utilizarse en un ambiente en el que sea probable la formación de atmósferas explosivas debidas a gases, vapores, nieblas o polvo en suspensión. Los medios de protección relativos a los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido, aun en caso de avería frecuente o de fallos de funcionamiento de los aparatos que deban tenerse habitualmente en cuenta.

La Categoría 3. 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 arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración. Los aparatos de esta categoría asegurarán el nivel de protección requerido durante su funcionamiento normal. La utilización de la categoría de aparatos indicada en cada una de las zonas para las que son apropiados, garantiza que dichos equipos no provocarán atmósfera explosiva, ni serán fuente de ignición efectiva.

Características de los equipos de trabajo

Adecuados a la clasificación de la zona.

Las herramientas manuales y equipos de trabajo deben ser anti-chispa, con puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

Además, dispondrán de envolventes ATEX.

Marcado normativo de equipos eléctricos.

Es preciso distinguir entre material eléctrico para atmósferas explosivas debidas a gases y vapores inflamables y material eléctrico para uso en presencia de polvo inflamable. A este respecto, cabe señalar que existen una serie de marcas comunes a ambos tipos de equipos y otras específicas, conforme se indica a continuación:

EEx o Ex: es una redundancia heredada de las antiguas directivas (76/117/CEE y 82/130/CEE) que indica equipos destinados a atmósferas potencialmente explosivas.

Cada aparato y sistema de protección deberá presentar, como mínimo, de forma indeleble y legible, las siguientes indicaciones:

a. El nombre y la dirección del fabricante.
b. El marcado «CE»
c. La designación de la serie o del tipo.
d. El número de serie, si es que existe.
e. El año de fabricación.
f. El marcado específico de protección contra las explosiones <x>, seguido del símbolo del grupo de aparatos y de la categoría.
g. Para el grupo de aparatos II, la letra «G» (referente a atmósferas explosivas debidas a gases, vapores o nieblas) y/o la letra «D» referente a atmósferas explosivas debidas a la presencia de polvo.

Por otra parte, y siempre que se considere necesario, deberán asimismo presentar cualquier indicación que resulte indispensable para una segura utilización del aparato. Instrucciones. Cada aparato y sistema de protección deberá ir acompañado de instrucciones que contengan, como mínimo, las siguientes indicaciones:

a. En su caso, la indicación de las zonas peligrosas situadas frente a los dispositivos de descarga de presión.

b. En su caso, las instrucciones de formación.

c. Las indicaciones necesarias para determinar con conocimiento de causa si un aparato de una categoría indicada o un sistema de protección puede utilizarse sin peligro en el lugar y en las condiciones que se hayan previsto.

d. Los parámetros eléctricos y de presión, las temperaturas máximas de superficie u otros valores límite.

e. En su caso, las condiciones especiales de utilización, comprendidas las indicaciones respecto a un posible mal uso del aparato que sea previsible según muestre la experiencia.

Cada aparato o sistema de protección deberá ir acompañado, en el momento de su puesta en servicio, del manual original y de su traducción al idioma o a los idiomas del país de utilización.

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 o del sistema de protección, así como todas aquellas instrucciones que resulten útiles, especialmente en materia de seguridad. Toda documentación de presentación del aparato o del sistema de protección deberá coincidir con las instrucciones en lo que se refiere a los aspectos de seguridad.

3.7. TRABAJOS FERROVIARIOS

Los trabajos ferroviarios están expuestos a numerosos riesgos; unos comunes a otros trabajos del sector de la construcción y otros específicos como pueden ser los riesgos de atropello o el de contacto eléctrico. Este último tipo de riesgo es uno de los más importantes en los trabajos relacionados con las infraestructuras ferroviarias.

Para ello, la Fundación Laboral de la Construcción publicó dos **Guías para el desarrollo de buenas prácticas de PRL en obras de ingeniería civil en trabajos ferroviarios** en el que se completan las actuaciones necesarias para llevar a cabo dichas prácticas.

Las instalaciones que originan dicho riesgo son las siguientes:

- Líneas de transporte y alimentación a subestaciones
- Subestaciones y centros de transformación y sus feeders
- Líneas aéreas de contacto (catenaria) y sus feeders
- Líneas aéreas de señalización
- Líneas subterráneas.

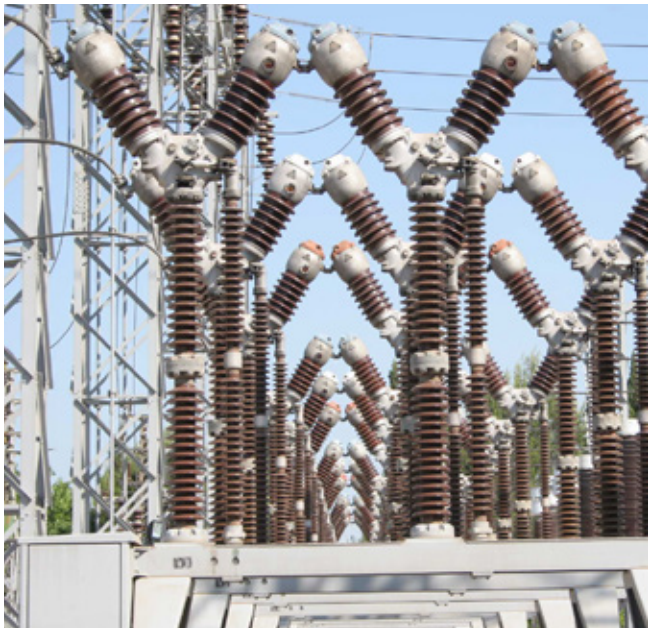


Figura 45 (arriba)
Imagen de una estación transformadora.

Figura 46 (izquierda)
Diferentes líneas aéreas de contacto y sus feeders.

El riesgo eléctrico en los trabajos ferroviarios se puede diferenciar en:

1. Trabajos de renovación de vía en proximidad de la catenaria. Trabajos de electrificación (montaje y realización de pruebas) tanto de la propia catenaria, feeders y cuadros eléctricos de alimentación de la instalación.

2. Trabajos de renovación de vía. Este tipo de trabajos se pueden realizar con tensión en la catenaria o sin ella.

3. Trabajos de electrificación.

4. Trabajos en instalaciones con condensadores

5. Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

6. Trabajos en la estructura ferroviaria.

Medidas preventivas

Siempre que sea posible, los trabajos en infraestructuras ferroviarias se realizarán sin tensión.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar “trabajo sin tensión”, y la reposición al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados.

En el caso de instalaciones de alta tensión, serán trabajadores cualificados.

Identificada la zona y los elementos donde se va a trabajar se seguirán las siguientes cinco etapas (5 reglas de oro):

1. Abrir todas las fuentes de tensión.

2. Una vez realizado el corte de tensión, estableciendo las zonas neutras correspondientes, se bloquearán los aparatos

de corte a fin de asegurar la imposibilidad de su cierre intempestivo.

3. Comprobación de la ausencia de tensión en cada uno de los conductores donde se va a trabajar, teniendo siempre presente que se debe considerar dicho conductor en tensión.

4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión, conectando primero el cable a la tierra y después a la línea de contacto.

5. Se colocarán las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

No podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión sin haber completado las cinco etapas, considerándose en tensión la parte de la instalación afectada por los trabajos.

La señalización de seguridad (5ª etapa) podrá establecerse, si se han cumplido las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Para el bloqueo de los aparatos de corte se utilizarán sistemas de enclavamiento que garanticen la reposición de la tensión de forma intempestiva.

Además, se utilizarán señales que garanticen que todos los trabajadores dispongan de la información adecuada.

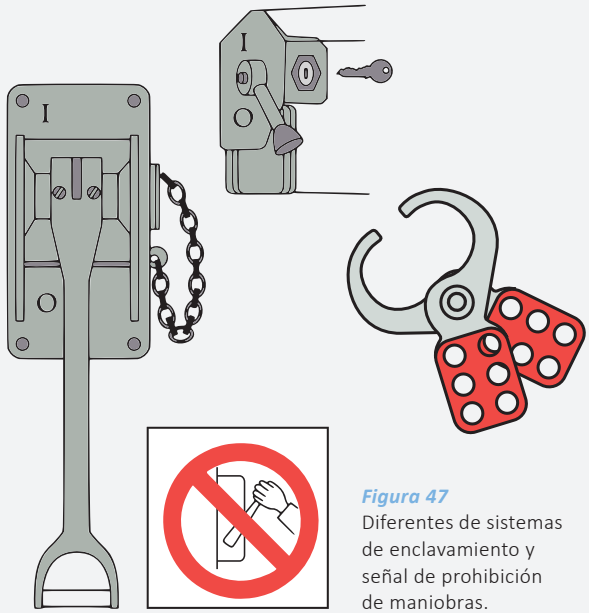


Figura 47
Diferentes de sistemas de enclavamiento y señal de prohibición de maniobras.

Figura 48
Ejemplos de señalización para colocar en dispositivos de maniobra para prohibir su accionamiento.

Reposición de la tensión

Solo comenzará una vez finalizado el trabajo, retirados los trabajadores (no indispensables) y recogidas las herramientas y equipos.

El proceso será el siguiente:

- Retirada, si las hubiera de las protecciones adicionales y de la señalización de límites de zona de trabajo.

- Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.

- Desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- El cierre de los circuitos para reponer tensión.

Trabajos con tensión

Si no es posible eliminar la tensión en los distintos trabajos ferroviarios se deben tener en cuenta una serie de medidas preventivas, entre las que destacan:

- Si se trabaja con aparatos elevadores de cargas, se vigilará el correcto estado de funcionamiento de los limitadores de altura de brazos de la retroexcavadora bivial u otros aparatos elevadores, que se utilicen. Los limitadores de altura podrán ser bien mecánicos o eléctricos.
- Señalizar o proteger las líneas eléctricas en zona acopios, zona de paso de máquinas, etc.
- Respetar las distancias de seguridad en función de la tensión de la catenaria, de acuerdo con el contenido del RD 614/2001

Instalación eléctrica auxiliar

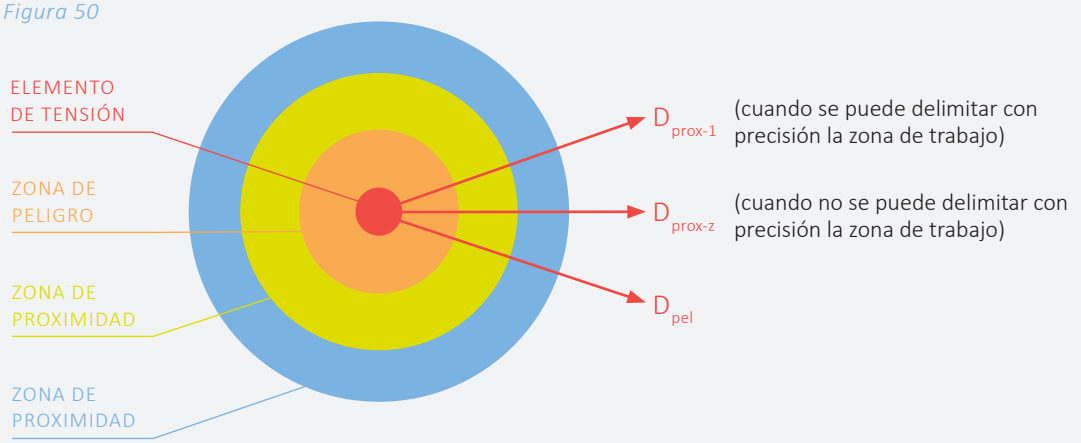
Para la instalación eléctrica auxiliar a los trabajos, se respetarán los siguientes aspectos:

- Los grupos electrógenos dispondrán de **piqueta de puesta a tierra,** se clavará y se regará el terreno con periodicidad
- Los grupos electrógenos y cuadros eléctricos deben señalizarse con la advertencia de **riesgo eléctrico**

Figura 49
Ejemplo de excavadora bivial en trabajos de elevación de cargas. Máquina que incorpora limitador de altura.

Distancias de seguridad para elementos en tensión

Figura 50



- Dispondrá de dispositivos de corte **diferencial residual**
- Se utilizarán enchufes y clavijas homologadas
- Se vigilará el **tendido de cables** de distribución; por ejemplo en hastiales de túneles
- Se controlará mensualmente la resistencia del circuito de tierra.
- Se protegerán y señalizarán las líneas eléctricas aéreas que puedan interferir los trabajos con grúas o el paso de maquinaria y vehículos
- Las empresas que realicen los trabajos de electrificación, autorizarán y formarán especialmente a sus trabajadores, y elaborarán un plan de seguridad.

04

EQUIPOS DE TRABAJO

4.1. Maquinaria de movimiento de tierras

4.2. Equipos de elevación y distribución de cargas

4.3. Otros equipos de elevación

4.4. Apantalladoras y pilotadoras por taladro rotatorio

4.5. Herramientas manuales en trabajos de demolición y movimientos de tierra

4.6. Equipos de soldadura eléctrica

4.7. Hormigonera eléctrica, sierra circular y tronzadora de material cerámico

4.8. Máquinas portátiles de alimentación eléctrica

4.9. Equipos de iluminación portátiles. Iluminación de obra

EQUIPOS DE TRABAJO

En capítulos precedentes se han detallado diferentes problemas asociados al manejo de determinados equipos de trabajo. En este capítulo se resumirán los problemas desde otro punto de vista, analizando el equipo y asociar los riesgos, desde el punto de vista asociado al riesgo eléctrico, que puedan surgir durante su manejo.

Los equipos de trabajo que se van a estudiar son los siguientes:

- Maquinaria de movimiento de tierras.
- Equipos de elevación y distribución de cargas.
- Apantalladora y pilotadora por taladro rotatorio.
- Herramientas manuales en trabajos de demolición y movimientos de tierra.
- Equipos de soldadura eléctrica.
- Hormigonera eléctrica, sierra circular y tronzadora de material cerámico.
- Máquinas portátiles de alimentación eléctrica.
- Equipos de iluminación portátiles.

4.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

La maquinaria de movimiento de tierras se puede clasificar de dos formas.

En primer lugar las podemos clasificar en función de si realizan su trabajo necesariamente en movimiento (buldózer, mototraílla, riper, etc.) o pueden realizan los trabajos en estado de estacionamiento (como cargadoras, excavadoras, retroexcavadora, etc.).

Asimismo, las podemos clasificar en maquinaria de transporte de tierras y maquinaria de movimiento de tierras.

4.1.1. MAQUINARIA DE TRANSPORTE DE TIERRAS

Es el caso del camión de caja basculante que también llamamos “camión volquete”.

Se emplea para los movimientos de tierras y transporte de materiales diversos. Equipa una caja basculante que permite el volteo de la carga.

Medidas preventivas

Para evitar los contactos eléctricos que podrían producirse en las maniobras de descarga debido al movimiento (elevación) de la caja basculante y contacto con cables aéreos bajo tensión, se deben tomar las siguientes medidas preventivas:

Se ha de solicitar a la compañía suministradora la descarga de la línea. Además, se han de poner todos los conductores en cortocircuito y a tierra, y adoptar la señalización correspondiente.

Si no es posible la mencionada descarga, se realizarán los siguientes pasos:

- Antes de iniciar los trabajos, se han de identificar todas las líneas y planificar las actuaciones para no invadir las zonas de peligro. Puede servirnos de ejemplo la propuesta de la Figura 37.
- En caso de duda o dificultades, hay que requerir la presencia de empleados de la compañía suministradora.
- En todo caso, se han de mantener las distancias de seguridad que exige el RD 614/2001.
- Se deben suspender los trabajos cuando las condiciones meteorológicas pongan en peligro las condiciones de seguridad.
- Como protección colectiva, colocaremos pórticos de seguridad, medios para delimitar o restringir los movimientos de la máquina, máximas elevaciones barreras, etc.
- Deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones.

4.1.2. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Aunque el número de modelos de máquinas de movimiento de tierras es elevado, en este apartado se van a estudiar aquellas que, por el

Figura 51
Camión de carga de tierras bajo pórtico de balizamiento.

movimiento de alguna de sus partes, puedan provocar riesgos de contacto eléctrico. Este tipo de máquinas tienen unos riesgos especiales distintos a los de transporte de tierras.

Concretamente, se detallan aquellos que disponen de brazos articulados y elevables como son: excavadoras, retroexcavadoras y miniexcavadoras.

Este tipo de máquinas se usan en excavaciones de vaciados y de zanjas, en trabajos de demolición, en la carga de vehículos, en la extracción de materiales bajo el nivel del suelo y en la construcción de taludes.

Además, existe la posibilidad de sustituir el cazo de carga por un martillo hidráulico rompedor. De esta forma, se pueden realizar los mismos trabajos en terrenos duros, rocas, etc.

Hay que tener presente que, cuando se trabaja con estas máquinas, existen diversas posibilidades de contacto eléctrico:

1. El que se puede producir con líneas eléctricas aéreas al contactar con ellas el conjunto pluma-balancín-cucharón o cazo.

2. Por el que se podría producir cuando se están haciendo vaciados y/o zanjas por contacto con eléctricas líneas subterráneas.

3. Por contacto del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina.

Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- Por lo que se refiere a los contactos con líneas eléctricas aéreas, se han de cumplir las normas ya expuestas en el apartado anterior, al hablar de movimiento de tierras por medio de vehículos de transporte de tierras.

- Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: “Trabajos en proximidad de líneas eléctricas enterradas” desarrollado anteriormente.

- Si existen líneas soterradas y no es posible la anulación o desvío de la instalación, deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones.

- Por último, por lo que se refiere a posibles contactos eléctricos del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina, se deberá asegurar que dichas partes bajo tensión estén adecuadamente protegidas.

4.2. EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

Estos equipos de trabajo: Grúa torre, grúa móvil autopropulsada, y grúa hidráulica sobre camión, se emplean para elevación y distribución de cargas (no para transportarlas) por los distintos puntos de la obra.

Los contactos eléctricos se pueden producir por líneas aéreas eléctricas tanto en el movimiento de elevación como en el de giro.

En el caso de la grúa torre, las partes que pueden incidir con líneas eléctricas en tensión son el carro de distribución en su desplazamiento y la propia pluma en el giro.

La grúa móvil autopropulsada y la grúa hidráulica sobre camión pueden incidir igualmente con líneas eléctricas en tensión, ya sea cuando se realiza el extendido de la pluma y/o plumines o cuando efectúa movimientos de giro.

Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria de elevación se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- En los trabajos a realizar en zonas donde no se pueda mantener las distancias de seguridad citadas, se ha de solicitar la descarga de la línea por parte de la compañía. Además, se han de poner todos los conductores en cortocircuito y a tierra, y adoptar la señalización correspondiente.
- Antes de iniciar los trabajos se han de identificar todas las líneas y planificar las actuaciones para no invadir las zonas de peligro.
- En caso de duda o dificultades, hay que requerir la presencia de empleados de la compañía suministradora.
- Si se han de realizar trabajos de carga y descarga cerca de líneas eléctricas, se han de mantener las distancias de seguridad que exige el RD 614/2001.
- Se deben suspender los trabajos cuando las condiciones meteorológicas pongan en peligro las condiciones de seguridad.
- Como protección colectiva, colocaremos pórticos de seguridad, medios para delimitar o restringir los movimientos de la máquina, máximas elevaciones barreras, etc.
- En el caso de la grúa torre, se puede limitar la zona de alcance de la carga, instalando un dispositivo de limitación del recorrido del carro de distribución. Asimismo, se puede equipar con un dispositivo que limite el ángulo de giro de la pluma.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la grúa.
- Señalar rutas seguras cuando las grúas deban circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la grúa en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones.
- Prohibir que se toque la grúa o sus cargas hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

Mantenimiento de las grúas torres

Las operaciones de mantenimiento que se realizan en las grúas torre son de dos tipos:

- Preventivo.
- Curativo.

Corresponde al operador de grúa hacer un mantenimiento **preventivo**, mediante revisiones periódicas y engrases de puntos de la grúa que se le indiquen. Además el operador de grúa torre debe poder:

a) Eliminar o, por lo menos, minimizar los paros por averías y, por tanto, incrementar la productividad de la máquina y, consecuentemente, la de la obra.

b) Mantener las condiciones de seguridad en la utilización de la máquina.

c) Conservarla en el mejor estado, o lo que es lo mismo, prolongar su vida útil.

El operador de grúa torre también interviene en el mantenimiento **curativo** en las siguientes situaciones:

a) Si se origina una avería, dará el máximo de detalles en cuanto a la situación de la misma, elementos o partes afectadas y los síntomas detectados. De esta forma, el experto que acuda a realizar la reparación lo hará con una idea bastante clara en cuanto a los recambios y las herramientas que va a necesitar.

b) En el momento de la reparación sería bueno que ejerciera como ayudante del mecánico o electricista. El operador de grúa torre puede y debe ser un ayudante eficaz. Es además el momento de ampliar sus conocimientos sobre las partes de la grúa, que conviene que conozca con más profundidad. Permitir que el gruista actúe como ayudante en una reparación resulta estimulante

para él (porque es una situación en la que aprende mucho), y además puede aminorar el tiempo de la misma.

Medidas preventivas de los operadores de grúa torre durante operaciones de mantenimiento

En todos los trabajos de mantenimiento, como por ejemplo el control, la lubricación, el ajuste y la reparación, deberán tenerse en cuenta los puntos que se citan a continuación:

- El gruista dispondrá del **Manual de Instrucciones de Utilización** facilitado por la empresa instaladora/conservadora, cuyo contenido atenderá a lo indicado en el Anexo IV de la **ITC-MIE-AEM-2.**
- No manipular nunca los sistemas de seguridad de la grúa.
- Emplear siempre un arnés anticaídas para trabajos en alturas.
- Si hace falta hacer funcionar la grúa para efectuar cierta fase de trabajo, avisar a la persona que se encuentra dentro o en las cercanías de la zona peligrosa de la grúa, de modo que esta persona pueda ponerse en un lugar seguro antes de comenzar el funcionamiento. Esperar a que se dé el aviso de que todo está en orden.
- Tener un cuidado extremo al trabajar con las partes de la grúa que tienen que estar en movimiento. El personal de mantenimiento no deberá trabajar nunca sólo. También deberán evitar llevar prendas de vestir sueltas o colgando relojes, anillos u otros objetos que puedan agarrarse a las partes de la grúa en movimiento, así como evitar entrar en contacto con dichas partes.
- El operador de la grúa y el personal de mantenimiento deberán mantenerse en contacto cuando efectúen una misión de trabajo común.
- Al trabajar con las partes de la grúa que no necesitan estar en movimiento:
  - Desconectar la tensión de maniobra.
  - Cuidar que los mandos de maniobra estén en posición neutra.
  - Desconectar la alimentación eléctrica de la grúa colocando el seccionador de entrada de corriente en posición OFF y asegurar esta posición mediante un candado.
  - Colocar en la grúa y su órgano de maniobra rótulos de advertencias bien visibles y claramente legibles sobre el trabajo en curso.
  - No emplear la grúa antes de que la persona responsable haya dado la señal de listo.
  - Cuidar que todos los dispositivos de protección estén en su sitio cuando la grúa entre en servicio.
- Dejar la grúa sin tensión antes de trabajar con componentes eléctricos.
- No trabajar nunca una persona sola.
- Cuidar que no haya tenido lugar ninguna modificación importante en la grúa después de la última inspección.
- Informar inmediatamente de las averías descubiertas a las personas responsables. Interrumpir el funcionamiento de la grúa y tomar las medidas necesarias.
- Cuidar, cuando se levantan los pesos de prueba, que no estén adheridos a causa del hielo, etc., y que estén libres de otros objetos que no pertenezcan a dichos pesos.

- Cuidar que los caminos de acceso a la grúa estén exentos de objetos que puedan obstaculizarlos.
- Cuidar que la grúa esté exenta de objetos sueltos.
- Al vaciar aceite u otro líquido, el aceite/agua que caiga deberá recogerse en una vasija.
- El aceite y la grasa solamente deberán estar en lugares destinados para la lubricación. Eliminar todo el aceite o grasa sobrantes para evitar el resbalamiento.
- No se debe emplear la grúa antes de haber efectuado los controles e inspecciones necesarias y tomado las medidas obligatorias. Esperar información de la persona responsable.
- Si existen circunstancias especiales, que hacen que no pueda efectuarse en su totalidad el control y mantenimiento, deberá ponerse en conocimiento del fabricante o su representante para obtener las instrucciones necesarias.
- Instalaciones eléctricas: Verificar en el armario o cuadro general el estado de la clavija (tanto macho como hembra), así como el funcionamiento del interruptor diferencial, accionando el pulsador correspondiente, y el funcionamiento del interruptor general.
- Seguir el cable que va desde el cuadro hasta la grúa, y asegurarse de su buen aislamiento, así como de su fijación y de su enrollado en el tambor del enrollador, si dispone de él.
- Control del estado de las tomas de tierra: verificar la continuidad de los conductores de tierra de la toma de la alimentación eléctrica (armario o tablero de conexiones), y de los rieles de la vía.
- Verificar la buena conexión eléctrica efectuada en las uniones de los rieles.
- Si la grúa está empotrada, verificar que el conductor que va desde la piqueta o jabalina a la estructura de la grúa está firmemente atornillado a dicha estructura.
- El operador de grúa no realizará reparaciones de la máquina.
- Podrá admitirse que alguna reparación de tipo sencillo, como cambiar un tornillo, reponer un fusible, etc, la realizará el operador, pero en general su trabajo en este tipo de mantenimiento es de otro carácter.

Hay que recordar que cualquier pequeña intervención en materia de riesgo eléctrico como la indicada en el punto anterior, el operador de grúa torre deberá estar autorizado por el empresario para llevarlas a cabo.

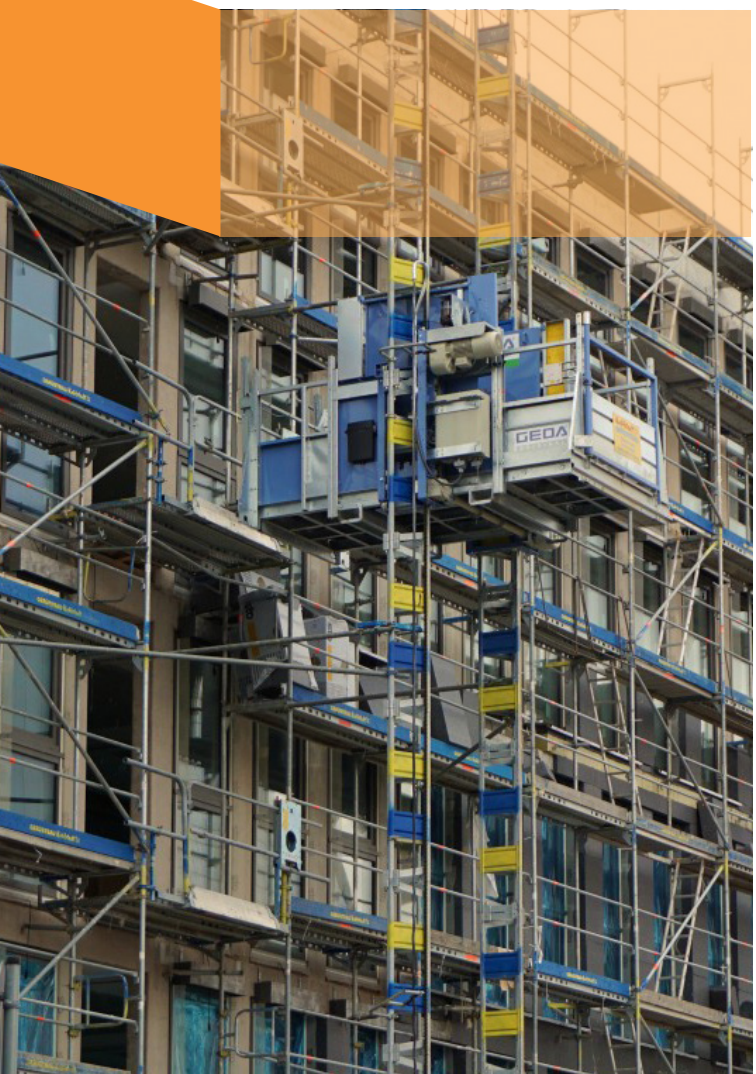
4.3. OTROS EQUIPOS DE ELEVACIÓN

En este apartado se ha considerado incluir los Ascensores de obra y montacargas, así como los Andamios motorizados para trabajos en altura.

Son equipos de trabajo en los que el desplazamiento de las cargas se hace en una sola dirección y están situados en un emplazamiento fijo.

Funcionan con energía eléctrica, por lo que las instalaciones eléctricas de obra deberán incluirlos en los cálculos de necesidades de potencia. Por ello, deberán contar con su correspondiente cuadro eléctrico y protecciones necesarias.

Estos equipos deberán ser montados por personal cualificado que pueda dar garantías de un correcto montaje.



Medidas preventivas

Los andamios motorizados deben de ser montadas por personal cualificado y competente. Se establecerá un protocolo para su uso y revisión.

Antes de la instalación del andamio, se comprobará la existencia de líneas eléctricas que puedan afectar durante la fase de montaje y durante su empleo.

El riesgo eléctrico que se puede presentar en los andamios motorizados y montacargas es durante la fase de montaje, pruebas y durante el empleo del mismo ya que el equipo está energizado.

En la fase de montaje se seguirán todas las indicaciones que se faciliten el manual de montaje del mismo o proyecto de montaje si se solicita.

Se pondrá la máxima precaución durante el montaje eléctrico y la comprobación de los mandos y funciones.

Durante el uso del andamio se darán instrucciones a los operarios sobre el correcto uso mandos eléctricos y elementos de protección.

Se dispondrán de los correspondientes cestos recogecables con las respectivas mallas portacables para evitar que estos se deslicen fuera y puedan sufrir daños en la funda exterior y producir contactos eléctricos con partes metálicas del andamio motorizado.

En caso de anomalías durante el funcionamiento del andamio, se atenderán las indicaciones del manual de montaje o proyecto. Hay que recordar que toda comprobación y reparación la deberá hacer personal cualificado y autorizado.

Al ser equipos expuestos a condiciones meteorológicas, se deberá suspender su empleo cuando estas sean adversas y supongan un peligro para los trabajadores, por ejemplo, en condiciones de tormenta.

Figura 52
Banderolas para la señalización y delimitación de altura y zona de seguridad en presencia de línea eléctrica durante trabajos con pilotadoras de taladro.

4.4. APANTALLADORAS Y PILOTADORAS POR TALADRO ROTATORIO

La apantalladora es un equipo de trabajo destinado a la excavación de muros pantalla. Estos trabajos comportan riesgo eléctrico ya sea por trabajar en las cercanías con elementos viarios, líneas eléctricas o similares o por el riesgo de contacto eléctrico con cables enterrados cuando se trabaja en zonas con servicios afectados.

La pilotadora es un equipo de trabajo que se utiliza para la construcción de pilotes por medio de un taladro rotatorio.

Estos trabajos comportan riesgo eléctrico por lo que habrá que verificar que la altura máxima de la pilotadora es la adecuada para evitar interferencias con líneas eléctricas, y si se trabaja en zonas de servicios afectados y no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, se requerirá la presencia de un señalista.

Medidas preventivas

En la utilización de este tipo de maquinaria se deben seguir las siguientes medidas preventivas:

- Por lo que se refiere a los contactos con líneas eléctricas aéreas, se han de cumplir las normas ya expuestas en el apartado anterior, al hablar de movimiento de tierras por medio de vehículos de transporte de tierras

- Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: “Trabajos en proximidad de líneas eléctricas enterradas” desarrollado anteriormente

- Si existen líneas soterradas y no es posible la anulación o desvío de la instalación, deberá estar presente un trabajador autorizado que vigile las operaciones

- Por último, por lo que se refiere a posibles contactos eléctricos del operador con la instalación eléctrica de la propia máquina, se deberá asegurar que dichas partes bajo tensión estén adecuadamente protegidas

4.5. HERRAMIENTAS MANUALES EN TRABAJOS DE DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

Son trabajos donde el operario emplea equipos de trabajo manuales como martillo neumático rompedor, pico manual, pala, rastrillo, etc.

En estos trabajos existe riesgo eléctrico debido a que pueden encontrase líneas eléctricas subterráneas.

Para evitar los contactos eléctricos con líneas subterráneas se deben cumplir las medidas preventivas desarrolladas en el apartado: "Trabajos en proximidad de líneas eléctricas enterradas" desarrollado anteriormente.

4.6. EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Es un equipo de trabajo que consiste en un sistema de soldadura caracterizado porque el arco eléctrico generado salta entre la pieza que hay que soldar, conectada a uno de los polos de la fuente de energía, y un electrodo que se encuentra conectado al otro polo.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50V).

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Medidas preventivas

El riesgo de electrocución en el manejo de este equipo de trabajo es muy importante por lo que se deben tener presentes una serie de medidas preventivas entre las que destacan:

- Equipo de soldar. La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico que se basa en limitar la tensión en el secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío de 24 V, considerada tensión de seguridad.

  - Pinza portaelectrodos. La pinza debe ser adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.

  - Circuito de acometida. Los cables de alimentación deben de ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000V. Los bornes de conexión de la máquina y la clavija deben de estar aislados.

- Circuito de soldadura. Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.

- Carcasa. La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

- Se deberá vigilar periódicamente el estado de los cables.

- En trabajos en zona húmeda o mojada la tensión nominal de trabajo no podrá exceder de 50 V en corriente altera o 75 V en corriente continua.

- Si se trabaja con este equipo en zonas con riego especial de incendio, hay que prever la instalación de extintores.

- No se realizarán trabajos de soldadura en locales donde se almacenen materiales combustibles y/o inflamables, así como en el interior de contenedores depósitos o barriles mientas no hayan estado limpiados correctamente y desgasificados.

- No se debe trabajar en condiciones climatológicas adversas.

- Se deben hacer revisiones de mantenimiento a estos equipos.

- Se deben utilizar equipos de protección individual adecuados (pantallas, guantes, mandiles, etc.).

4.7. HORMIGONERA ELÉCTRICA, SIERRA CIRCULAR Y TRONZADORA DE MATERIAL CERÁMICO

La hormigonera es un equipo de trabajo que consiste en un depósito rotatorio donde se mezclan los ingredientes del hormigón: áridos de diferente granolumetría, cemento y agua.

La sierra circular se utiliza en el sector de la construcción para la fabricación de piezas, generalmente de madera, para su utilización en el proceso constructivo. Se trata de un equipo de trabajo muy utilizado por los encofradores y que, normalmente, se encuentra a la intemperie.

La tronzadora de material cerámico es un equipo de trabajo utilizado para cortar las diferentes piezas cerámicas que posteriormente se utilizarán en los cerramientos, y chapados de diferentes estructuras.

El riesgo eléctrico de estos equipos de trabajo deriva de que su alimentación es, generalmente, eléctrica y que en la realización durante su manejo están expuestos, directa o indirectamente, al contacto con el agua.

Medidas preventivas

Como medidas preventivas, relacionadas con los riesgos eléctricos, se pueden citar las siguientes:

- Se evitarán la presencia de cables por el suelo con el fin de evitar su deterioro y un posterior contacto eléctrico directo por parte de los trabajadores.

- La conexión de la alimentación eléctrica debe hacerse con cable antihumedad.

- Se recomienda paralizar los trabajos en caso de lluvia y cubrir la máquina con

Figura 45 (izquierda) Hormigonera eléctrica.

Figura 46 (derecha) Tronzadora de materiales cerámicos.

material impermeable. Una vez finalizado el trabajo, colocarla en un lugar abrigado.

- Se verificará, periódicamente, el correcto estado de la toma de tierra.
- Se conectarán todas las masas a tierra o se establecerá otra medida de protección adecuada para evitar los contactos eléctricos indirectos.

4.8. MÁQUINAS PORTÁTILES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado podríamos englobar, entre otras, las máquinas siguientes:

- Amoladora angular.
- Martillo electro neumático.
- Motosierra de cinta o de cadena.
- Plegadora mecánica de ferralla.
- Pulidora.
- Cortadora de disco manual.
- Cortadora de pavimento eléctrica.
- Y en general cualquier otra máquina de alimentación eléctrica.

Medidas preventivas

El objetivo es evitar que se puedan producir contactos con partes activas, es decir, con partes que normalmente están en tensión (contacto directo) o con partes que se han puesto en tensión accidentalmente, en general debido a un fallo de aislamiento (contacto indirecto). Entre las medidas preventivas enfocadas a evitar los contactos eléctricos con estos equipos de trabajo podemos destacar:

- Las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.

- Todo equipo de trabajo deberá ser diseñado o adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.

- En todas las partes en tensión debe existir protección contra contactos directos, mediante alejamiento, interposición de obstáculos y aislamiento.

- La protección contra contactos indirectos debe estar garantizada conforme a los sistemas de protección establecidos en la ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Los sistemas previstos para hacer que los contactos no sean peligrosos o para impedir los contactos simultáneos entre masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa (sistemas de la Clase A), son:

  – Separación de circuitos; empleo de pequeñas tensiones de seguridad; separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.

  – Se deberá tener especial atención al buen estado de funcionamiento de estas máquinas, por lo que deberán someterse a un correcto proceso de mantenimiento, realizándose de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

  – En el caso de trabajar con determinadas máquinas en espacios confinados húmedos o mojados, dichas maquinas serán de Clase II, es decir, de doble aislamiento.

  – Deberá impartirse la necesaria y obligatoria información y formación a los trabajadores.

Figura 55
Plegadora de ferrralla con cuadro de mando y protección.

4.9. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN PORTÁTILES. ILUMINACIÓN DE OBRA

Los equipos de iluminación portátiles se utilizan, preferentemente, en los locales considerados húmedos o mojados.

En el año 2012 se prohibió la fabricación y venta de lámparas de filamento incandescente y desde el 2018 ya no se pueden adquirir las lámparas halógenas. Por ello, una buena opción para el sector de la construcción es el empleo de focos y equipos portátiles de iluminación provistos con componentes y tecnología LED, del inglés *Light Emitting Diode*.

Actualmente el mercado ofrece gran variedad de soluciones para incorporar la tecnología LED al formato de los antiguos focos. Incluso existen equipos que por sus características pueden superar en luminosidad a los antiguos equipos de elementos incandescentes con la ventaja de necesitar un menor consumo energético, hasta un 85% de ahorro respecto de estos últimos.

Cómo elegir nuestro foco

Como ya se ha comentado, el mercado actual ofrece una enorme variedad de productos de iluminación LED y dependiendo de los fabricantes, cada uno aporta diferentes tablas en las que se comparan lámparas LED contra las lámparas convencionales de bajo consumo o de filamento incandescente. Dos ejemplos de tablas comparativas son las que se muestran a continuación:

Tabla comparativa entre potencias y ahorro de focos proyectores halónenos y LED

Tabla 22

LUMINARIA CONVENCIONALES	EQUIVALENTE LED	AHORRO
Proyector halógeno exterior 80W	Proyector MICROLED 10W	80%
Proyector halógeno exterior 200W	Proyector MICROLED 30W	80%
Proyector halógeno exterior 320W	Proyector MICROLED 50W	80%
Proyector halógeno exterior 800W	Proyector MICROLED 100W	80%
Proyector sodio / halogenuro 70W	Proyector MICROLED 30W	50%
Proyector sodio / halogenuro 140W	Proyector MICROLED 50W	50%
Proyector sodio / halogenuro 250W	Proyector MICROLED 100W	50%

Otra tabla comparativa con diferentes luminarias

Tabla 23

LED	INCANDES-CENTES Y HALÓGE-NAS	BAJO CONSUMO	TUBOS FLUORES-CENTES	HALOGE-NUROS METÁLICOS	VAPOR DE SODIO	VAPOR DE SODIO SIN BALASTRO	LÚMENES
%AHORRO	90%	72%	64%	61%	73%	87%	
2w	20w	6w					80-120
3w	35w	8w					120-250
5w	40w	11w					280-380
6w	50w	13w	12w				360-450
7w	60w	15w	14w				450-600
9w	70w	18w	18w				600-800
10w	80w	20w	20w				750-850
12w	100w	25w	25w				800-950
13w	110w	30w	28w				900-1.000
15w	120w	40w	32w				1.100-1.300
18w	140w	50w	36w				1.250-1.500
20w	150w	60w	44w				1.600-1.800
25w	200w	70w	58w				1.850-2.050
30w	250w	80w	70w	60w	80w	250w	2.200-2.650
50w	400w	100w	120w	100w	120w	300w	3.000-4.000
80w	600w	150w		150w	200w	500w	6.000-7.500
100w	750w	200w		200w	250w	750w	9.000-10.000
120w	850w	250w		240w	300w	900w	10.500-12.000
150w	1000w	300w		300w	400w	1200w	13.000-15.000
200w	1500w	400w		400w	500w	1500w	18.000-20.000

Como se aprecia, existen variaciones en los datos que se aportan. Estas y otras fuentes, tendrán valores próximos, pero para la elección del foco que se debe emplear para las necesidades de iluminación en el entorno de trabajo, se seleccionarán los elementos de iluminación más por los lúmenes que son necesarios emplear que por los watios que sean necesario consumir, ya que para tener un resultado de los watios consumidos se debe disponer de aparatos de medición que nos revelen la potencia real consumida, que en ocasiones no coincidirá con los de las tablas que consultemos. En definitiva, no es cuestión de watios.

Ventajas de la iluminación LED

Las ventajas de la iluminación LED, actualmente, frente a la iluminación convencional, son:

1. **Reducido consumo energético:** Comparadas con las lámparas de bajo consumo, las bombillas LED pueden consumir hasta alrededor de un 60% menos. Otros elementos de iluminación como pueden ser los focos, empleados en obra donde los requerimientos de iluminación son más exigentes en potencia, si se comparan los que son incandescentes y los de vapor de sodio con los focos de tecnología LED, se pueden conseguir ahorros hasta del 90%.

2. **Emplean menos contaminantes que otros sistemas:** Frente a las lámparas de vapores de sodio, lámparas de bajo consumo y fluorescentes, que emplean gases o mercurio para su funcionamiento, la lámparas y focos LED no emplean nada de esos componentes. Gracias al bajo consumo, emiten menos CO_2, reduciendo así la huella de carbono. Asimismo, los LED empleados en iluminación no emiten radiaciones nocivas como las ultravioletas o las infrarrojas.

3. **Son elementos adaptativos:** Pueden funcionar a mitad de la potencia requerida para adaptarse a las necesidades de la actividad que se esté realizando. Hay equipos en el que se puede escoger la potencia y por tanto la luminosidad. En otros casos, pueden cambiar el color de luminiscencia, adoptando colores más cálidos si fueran necesarios.

4. **Tienen un largo periodo de funcionamiento:** Los equipos de alumbrado con tecnología LED, cuentan con gran duración llegando a funcionar entre 40.000-50.000 horas.

5. **Tienen buena solidez:** Son equipos que aguantan bien las vibraciones y golpes, cosa que en los equipos de filamento incandescente, en la mayoría de las ocasiones, no soportaban bien. Esto conlleva que en caso de sufrir un golpe no se generen residuos por destrucción del elemento.

6. **Si fuera necesario, trabajan en una sola dirección:** Si necesitamos iluminar una determinada zona de trabajo, se aprovecha al máximo la dirección en la que ilumina, no interfiriendo ni deslumbrado en otras direcciones.

Medidas preventivas

Para evitar el riesgo eléctrico para los trabajadores deberán cumplir las siguientes condiciones:

- En locales húmedos:
  - Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-X1 y nunca serán de Clase 0. Se pueden consultar los grados de protección en la Tabla 14 de este manual.
  - Los aparatos portátiles de alumbrado serán de Clase II, es decir, de doble aislamiento.
  - Dispositivos de protección. Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local.
- En locales mojados:
  - Los receptores de alumbrado tendrán un grado de protección IP-X4 y nunca serán de Clase 0.
  - Aparatos portátiles de alumbrado. Sólo se podrán utilizar si están protegidos, bien por separación de circuitos o alimentados a muy baja tensión de seguridad (MBTS).
  - Dispositivos de protección. Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que penetre en el local.

En la Tabla 24, se puede ver la clasificación de los receptores, es decir, de cualquier dispositivo, aparato o máquina que transforme la energía eléctrica en otro tipo de energía, indicada en la ITC-BT-43.

Clasificación de los receptores del REBT, ITC-BT-43

Tabla 24

	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS APARATOS	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD
CLASE 0	Sin medios de protección por puesta a tierra	Entorno aislado de tierra
CLASE I	Previstos medios de conexión a tierra	Conexión a la toma de tierra de protección
CLASE II	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	No es necesaria ninguna protección
CLASE III	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)	Conexión a muy baja tensión de seguridad

05

CONJUNTOS DE BUENAS PRÁCTICAS

5.1. Las cinco reglas de oro

5.2. Sistema LOTO

5.3. Buenas prácticas en trabajos con tiesgo eléctrico

5.4. Criterios de mantenimiento de máquinas e instalaciones

CONJUNTO DE BUENAS PRÁCTICAS

Se tratan en este capítulo una serie de pautas y recomendaciones encaminadas a proporcionar acciones correctas que se incorporen a los hábitos de trabajo con riesgo eléctrico.

5.1. LAS CINCO REGLAS DE ORO

Se conoce así al procedimiento que se ha de seguir para trabajar sin tensión y está regulado en España por en el Anexo II del RD 614/2001. Es un procedimiento aceptado entre los profesionales vinculados a los riesgos eléctricos.

Básicamente, trata de establecer unos pasos que se han de seguir para dejar sin tensión eléctrica una instalación en la que se vaya a proceder a realizar operaciones y maniobras.

Los pasos comprenden:

1) Desconectar.

   En la de la instalación donde se vayan a realizar las operaciones y maniobras, deberá estar **desconectada** de cualquier fuente de alimentación.

2) Prevenir cualquier posible realimentación.

   Los dispositivos de maniobra empleados para realizar el corte de tensión deben bloquearse de forma mecánica, para evitar el cierre del circuito y **realimentar** la instalación.

   Si los dispositivos empleados para realizar el corte de tensión emplearan otra fuente auxiliar de energía (baterías, conjuntos mecánicos, aire comprimido) estos deberán desconectarse o enclavarse igualmente.

   En el caso de que hubiera dispositivos de telemando, estos deberán bloquearse para impedir una maniobra errónea.

   Una vez se haya procedido a los diferentes bloqueos, estos deberán señalizarse con la información relativa a las operaciones o maniobras que se vayan a realizar.

3) Verificar la ausencia de tensión.

   En la zona donde se vayan a realizar las operaciones se realizará la comprobación de la ausencia de tensión por medio de instrumentos adecuados, ya que, la electricidad “ni se ve, ni se huele, ni se oye”.

   Las comprobaciones se realizarán directamente sobre los conductores o elementos que puedan estar en tensión (pincha-cables, embarrados, etc.).

   Al realizar este paso, se garantiza que se han realizado las aperturas de todos los elementos de maniobra que alimentan la instalación y no existen diferencias de potencial peligrosas para pasar al siguiente.

4) Poner a tierra y en cortocircuito.

   Este paso comprende poner en cortocircuito y puesta a tierra aquellas partes de las instalaciones (conductores o

embarrados) donde se vaya a trabajar. Serán las siguientes:

a) En instalaciones de Alta tensión

b) En instalaciones de Baja tensión que, por inducción o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Se conectará primero la puesta a tierra para, a continuación, ir conectando esta con los distintos conductores o elementos con los que se vaya a operar o maniobrar y serán siempre visibles desde el lugar de trabajo.

Se adoptarán las medidas necesarias para comprobar que los elementos de puesta a tierra y cortocircuito están correctamente conectados durante el tiempo que lleve realizar los trabajos.

5) Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Este punto es importante, ya que si es necesario que sigan estando elementos en tensión, próximos a la zona de trabajo, deberán adoptarse las medidas de protección adicionales para evitar cualquier tipo de contacto con los mismos.

Asimismo, se señalizará la zona afectada por los trabajos para evitar cualquier intromisión de personal ajeno a los trabajos.

En 2019, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, editó un vídeo explicativo sobre las 5 Reglas de Oro que podrá visualizar en la dirección:

▶ **https://youtu.be/atL-7CQfjhc**

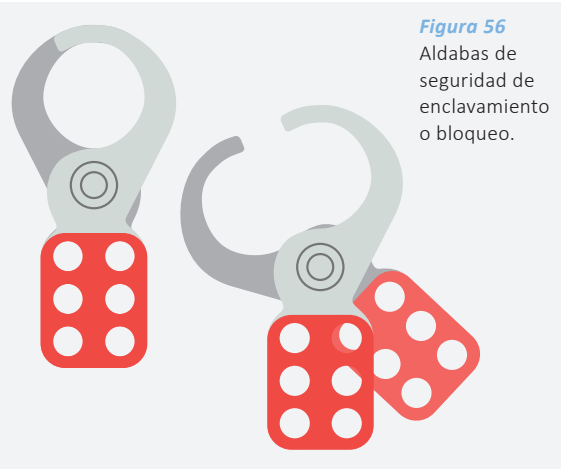


Figura 56
Aldabas de seguridad de enclavamiento o bloqueo.

5.2. SISTEMA LOTO

El sistema LOTO es un procedimiento cuya finalidad es la de evitar la puesta en marcha de forma accidental de un aparato, equipo de trabajo eléctrico o máquina en el que se realicen tareas de reparación o mantenimiento y en las que ha de intervenir personal de diferentes empresas.

Las siglas LOTO derivan del término inglés *LOCK OUT-TAG OUT* que se traduce como **Bloqueo-Etiquetado** del elemento a reparar.

Básicamente el sistema LOTO implica 2 acciones:

1. **Bloquear** los elementos de accionamiento de la máquina para impedir la puesta en marcha, previa retirada del suministro de energía para el funcionamiento de la misma. Ese bloqueo se realizará con uno o varios candados personalizados por trabajador con el fin de conocer siempre que trabajadores están realizando operaciones de mantenimiento, evitando la puesta en marcha hasta que no se hayan retirado todos los candados, lo que indica que han finalizado las labores de reparación o mantenimiento de cada uno de los trabajadores implicados. En la Figura

56 tenemos un ejemplo de aldabas de seguridad de enclavamiento o bloqueo.

2. **Señalizar** con *etiquetas* estos elementos de bloqueo en las que figuren los datos de las personas que han procedido al bloqueo de la máquina y los motivos del mismo. En la Figura 57 podemos ver los elementos empleados en esta técnica preventiva.

5.3. BUENAS PRÁCTICAS EN TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Se indican, a continuación, un conjunto de acciones de buenas prácticas que se tendrán presentes en trabajos con riesgo eléctrico en general.

1. Solo el personal cualificado y designado puede instalar, modificar, reparar y mantener las instalaciones eléctricas.

   No se podrá realizar ningún tipo de intervención en una instalación, que NO sea realizada en condiciones de seguridad para los trabajadores.

2. Las clavijas y conexiones se manipularán de forma correcta. Para ello, se emplearán únicamente clavijas normalizadas.

3. Se ha de evitar colocar los cables rozando aristas vivas que pueden deteriorar o eliminar el aislamiento exterior del cable.

   Por ejemplo, se evitará pasar cables por vanos de puertas metálicas, que por sus características, pueden llegar a cortar, aplastar o deteriorar el cable, debido a cierres accidentales, llegando a producir contactos eléctricos con la puerta.

Figura 57 *(arriba)*
Elementos de enclavamiento empleados en el sistema LOTO aplicados también en la Segunda Regla de Oro de los trabajos con riesgo eléctrico.

Figura 58 *(abajo)*
Sistema de bloqueo y señalización empleado.

4. Las canalizaciones de cables estarán protegidas contra riesgos de aplastamiento, cizalladura, corte, etc.

5. Cuando una herramienta eléctrica sufra un golpe fuerte, choque o caída, no se usará hasta que no sea comprobada por personal competente para que verifique el correcto funcionamiento de la misma.

6. Se prohibirá el empleo de herramientas eléctricas en condiciones climáticas de lluvia que pueden favorecer contactos eléctricos con facilidad.

7. Quedará prohibido el almacenamiento de pinturas, disolventes, combustibles o cualquier elemento inflamable que esté cercano a cuadros eléctricos o elementos en tensión que puedan producir chispas o producir fuego por sobreintensidades.

8. Se evitará la instalación de elementos eléctricos en tableros de madera u

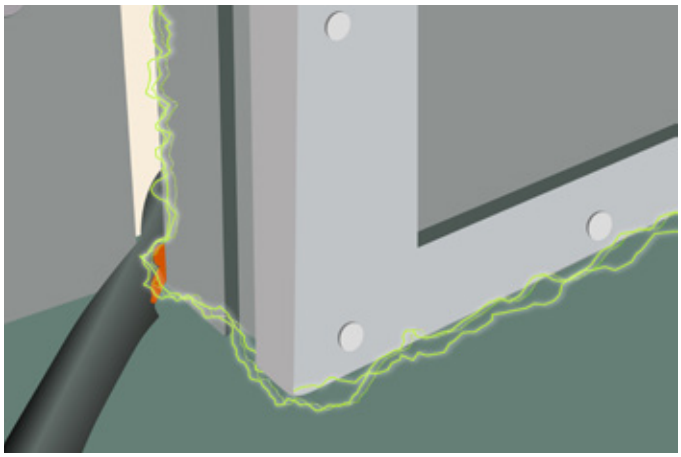


Figura 59
(izquierda arriba)
Falta de clavijas normalizadas.

Figura 60
(izquierda abajo)
Falta de clavijas normalizadas.

Figura 61
(derecha arriba)
Efecto de una puerta sobre los cables.

Figura 62
(derecha abajo)
Cuadro instalado en paramento de madera.

otros sólidos inflamables que, por su naturaleza, puedan producir calentamientos o igniciones de fuegos.

9. En relación con los cuadros eléctricos o elementos eléctricos, se observará que no se instalen en zonas de posible inundación o depositados en el suelo expuesto a vertido de líquidos.

10. En general, los elementos eléctricos se mantendrán limpios y ordenados para que no produzcan interferencias y confusión.

Figura 63 *(arriba)*
Cuadro instalado próximo a nivel de inundación del terreno.

Figura 64 *(abajo)*
Cuadro eléctrico depositado en el suelo expuesto al vertido de líquidos.

5.4. CRITERIOS DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS E INSTALACIONES

El mantenimiento de maquinaria, equipos de trabajo e instalaciones es una labor que se realiza en el sector de la construcción para poder continuar las actividades sin que haya que sufrir percances que afecten a trabajadores o al curso normal de la obra.

En general, el mantenimiento va enfocado a preservar y reparar los equipos o instalaciones de las que se hace uso en el trabajo. Para eso, será conveniente disponer de un plan de mantenimiento que incluya los elementos ya mencionados.

Podemos distinguir dos tipos de mantenimientos:

1. Mantenimientos de conservación.

2. Mantenimientos de actualización.

5.4.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO DE CONSERVACIÓN

El mantenimiento de conservación es el destinado a arreglar el deterioro de elementos de los equipos de trabajo o instalaciones. Existen, a su vez, dos tipos de mantenimiento de conservación, siendo estos:

- Correctivo
- Preventivo.

Mantenimiento de conservación correctivo

Es el mantenimiento enfocado a corregir los fallos o averías que sean detectadas. Se distinguen dos tipos:

- **Inmediato.** Las operaciones de mantenimiento se realizan en el mismo momento en que se producen o son detectadas las averías o fallos, con los medios disponibles, destinados a tal fin. Por ejemplo, la sustitución de un fusible averiado de la instalación eléctrica o maquinaria para poder continuar trabajando.

- **Diferido.** Una vez que se han detectado las averías o fallos, se para la instalación o los equipos de trabajo, para, a continuación, proceder a la reparación solicitándose los medios destinados a tal fin. Un ejemplo puede ser la sustitución de un transformador de corriente averiado de un equipo de trabajo o maquinaria, en el que necesariamente haya que parar el equipo.

Mantenimiento de conservación preventivo

Es el mantenimiento destinado a garantizar la fiabilidad de los equipos, máquinas o instalaciones antes de que puedan producirse accidentes o averías. Se distinguen los siguientes:

- **Programado.** Son las operaciones de mantenimiento que usualmente se realizan de forma programada como, por ejemplo, por horas de funcionamiento de instalaciones o equipos, kilometraje de maquinaria de transporte, etc.

- **Predictivo.** Es aquel mantenimiento que se realiza observando o comprobando parámetros o variables de forma medible con instrumentación que reflejen anomalías en los datos. Por ejemplo, valores de voltajes elevados en una instalación o maquinaria que den como resultado la sustitución de un elemento que devuelva valores normales de voltajes.

- **De oportunidad.** El mantenimiento de oportunidad es el que aprovecha las paradas de la instalación o equipo, porque no se prevea su empleo inmediato, con lo que se procede a revisar el correcto funcionamiento y sustitución de elementos deteriorados localizados en la revisión.

5.4.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN

El finalidad de este mantenimiento es la de actualizar elementos de la instalación eléctrica o maquinaria porque hayan quedado obsoletos tecnológicamente o porque incorporen nuevas funcionalidades de seguridad, que en el momento de la construcción no existían.

Puede servir de ejemplo en este punto, las obligaciones de adaptación de los equipos de trabajo anteriores a 1995 a las prescripciones del RD 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

06
GLOSARIO

A

1.1.1.1.1 **Aislante**

Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

1.1.1.1.1 **Aislamiento de un cable**

Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

1.1.1.1.1 **Aislamiento principal**

Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.

1.1.1.1.1 **Aislamiento funcional**

Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.

1.1.1.1.1 **Aislamiento reforzado**

Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hace que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

1.1.1.1.1 **Alta sensibilidad**

Se consideran los interruptores diferenciales de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 mA.

1.1.1.1.1 **Amovible**

Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que, fácilmente, se pueda quitar.

1.1.1.1.1 **Aparamenta eléctrica**

Se trata del conjunto de aparatos de maniobra, de regulación y control, de medida, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas, utilizados en las instalaciones eléctricas, cualquiera que sea su tensión.

1.1.1.1.1 **Aparato fijo**

Es el que está instalado en forma inamovible.

B

1.1.1.1.2 Base móvil

Base prevista para conectarse a, o a integrase con, cables flexibles y que puede desplazarse fácilmente cuando está conectada al circuito de alimentación.

1.1.1.1.3 Borne o barra principal de tierra

Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.

C

1.1.1.1.4 Cable

Conjunto constituido por:

- Uno o varios conductores aislados.
- Su eventual revestimiento individual.
- La eventual protección del conjunto.
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan.

Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

1.1.1.1.5 Cable blindado con aislamiento mineral

Cable aislado por una materia mineral y que tiene una cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

1.1.1.1.6 Cable con cubierta estanca

Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa que proporcionan una protección eficaz contra la penetración de agua.

1.1.1.1.7 Cable flexible

Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.

1.1.1.1.8 Cable multiconductor

Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.

1.1.1.1.9 Cable unipolar

Cable que tiene un solo conductor aislado.

1.1.1.1.10 Canalización eléctrica.

Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.

1.1.1.1.11 Canalización fija

Canalización instalada en forma inamovible.

1.1.1.1.12 Canalización movible

Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

1.1.1.1.13 Cebado

Establecimiento de un arco como consecuencia de una perforación de aislamiento.

1.1.1.1.14 Choque eléctrico

Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

1.1.1.1.15 **Circuito**

Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparamenta, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

1.1.1.1.16 **Conducto**

Envolvente cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.

1.1.1.1.17 **Conductor de un cable**

Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.

1.1.1.1.18 **Conductor aislado**

Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.

1.1.1.1.19 **Conductor equipotencial**

Conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.

1.1.1.1.20 **Conductor flexible**

Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.

1.1.1.1.21 **Conductor de protección (CP o PE)**

Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes:

- Masas.
- Elementos conductores.
- Borne principal de tierra.
- Toma de tierra.
- Punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

1.1.1.1.22 **Conductor neutro**

Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

1.1.1.1.23 **Corriente de choque**

Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.

1.1.1.1.24 **Corriente de defecto o de falta**

Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

1.1.1.1.25 **Corriente de fuga en una instalación**

Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.

1.1.1.1.26 **Corriente de puesta a tierra**

Corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

Nota: la corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

1.1.1.1.27 **Corriente de sobrecarga de un circuito**

Sobreintensidad que se reproduce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.

1.1.1.1.28 **Corriente diferencial residual**

Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los

conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.

1.1.1.1.29 Corriente diferencial residual de funcionamiento

Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.

1.1.1.1.30 Corte omnipolar

Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

• Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.

• No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

1.1.1.1.31 Cubierta de un cable

Revestimiento tubular continuo uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.

D

1.1.1.1.32 Dedo de prueba o sonda portátil de ensayo

Dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones, internacionalmente normalizado, qué se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o materias son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados .a diferentes, aparatos, según su clase, tensión, etc.

1.1.1.1.33 Defecto franco

Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.

1.1.1.1.34 Defecto monofásico a tierra

Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

1.1.1.1.35 Doble aislamiento

Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.

E

1.1.1.1.36 Elementos conductores

Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado, canalizaciones metálicas, y los aparatos no eléctricos conectados a ellas.

1.1.1.1.37 Elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica

Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra.

1.1.1.1.38 Envolvente

Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.

F

1.1.1.1.39 Factor de diversidad

Inverso del factor de simultaneidad.

1.1.1.1.40 **Factor de simultaneidad**

Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

1.1.1.1.41 **Fuente de energía**

Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

I

1.1.1.1.42 **Impedancia**

Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.

1.1.1.1.43 **Impedancia del circuito de defecto**

Impedancia total ofrecida al paso de una corriente de defecto.

1.1.1.1.44 **Instalación eléctrica**

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: reducción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

1.1.1.1.45 **Instalación de puesta a tierra**

Conjunto de conexiones y a tierra, individual o colectivamente, dispositivos necesarios para poner un aparato o una instalación.

1.1.1.1.46 **Instalaciones provisionales**

Son aquellas que tienen una duración limitada a las circunstancias que las motiven.

1.1.1.1.47 **Intensidad de defecto**

Valor que alcanza una corriente de defecto.

1.1.1.1.48 **Interruptor automático**

Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

1.1.1.1.49 **Interruptor de control de potencia y magnetotérmico**

Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:

- Mando.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuitos.

1.1.1.1.50 **Interruptor diferencial**

Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

J

1.1.1.1.51 **Jefe de trabajo**

Persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

L

1.1.1.1.52 Línea general de distribución

Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

1.1.1.1.53 Luminaria

Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.

M

1.1.1.1.54 Masa

Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Nota: Una parte conductora que sólo puede ser puesta bajo tensión en caso de fallo a través de una masa, no puede considerarse como una masa.

1.1.1.1.55 Material de clase 0

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.

1.1.1.1.56 Material de clase I

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del tableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

1.1.1.1.57 Material de clase II

Material en el cual la protección contra el eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento choque principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización depuesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación. Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.

1.1.1.1.58 Material de clase III

Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy baja tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. ó a 75V en c.c.

1.1.1.1.59 Material eléctrico

Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparamenta, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etc.

1.1.1.1.60 Material móvil

Material que se desplaza durante su funcionamiento, o que puede ser fácilmente desplazado, permaneciendo conectado al circuito de alimentación.

1.1.1.1.61 **Material portátil (de mano)**

Material móvil previsto para ser tenido en la mano en uso normal, incluido el motor si este forma parte del material.

1.1.1.1.62 **MBTS**

Muy baja tensión de seguridad.

N

1.1.1.1.63 **Nivel de aislamiento**

Para un aparato determinado, característica definida por una o más tensiones especificadas de su aislamiento.

1.1.1.1.64 **Nivel de protección**

Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.

P

1.1.1.1.65 **Partes accesibles simultáneamente**

Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado.

Nota: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).

1.1.1.1.66 **Partes activas**

Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el con-ductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.

1.1.1.1.67 **Perforación (ruptura eléctrica)**

Fallo dieléctrico de un aislamiento por defecto de un campo eléctrico elevado o por la degradación físico-química del material aislante.

1.1.1.1.68 **Persona adiestrada**

Persona suficientemente informada o controlada por personas cualificadas que puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

1.1.1.1.69 **Persona cualificada**

Persona que teniendo conocimientos técnicos o experiencia suficiente puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

1.1.1.1.70 **Poder de cierre**

El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.

1.1.1.1.71 **Poder de corte**

El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

1.1.1.1.72 **Potencia prevista o instalada**

Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

1.1.1.1.73 Potencia nominal de un motor

Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

1.1.1.1.74 Protección contra choques eléctricos en servicio normal

Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.

1.1.1.1.75 Protección contra choques eléctricos en caso de defecto

Prevención de contactos peligros de personas o de animales con:

- Masas.
- Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.

1.1.1.1.76 Punto a potencial cero

Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

1.1.1.1.77 Punto mediano

Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.

1.1.1.1.78 Punto neutro

Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

R

1.1.1.1.79 Reactancia

Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la, que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

1.1.1.1.80 Receptor

Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica ara un fin determinado.

1.1.1.1.81 Red de distribución

El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

1.1.1.1.82 Redes de distribución privadas

Son las destinadas, por un único usuario, a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamiento de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el órgano Competente dé la Administración.

1.1.1.1.83 Redes de distribución pública

Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica.

1.1.1.1.84 Resistencia limitadora

Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.

1.1.1.1.85 **Resistencia de puesta a tierra**

Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

1.1.1.1.86 **Resistencia global o total de tierra**

Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra

S

1.1.1.1.87 **Sobreintensidad**

Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.

T

1.1.1.1.88 **Tensión de contacto**

Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.

1.1.1.1.89 **Tensión de defecto**

Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.

1.1.1.1.90 **Tensión nominal (o asignada)**

Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación Y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.

1.1.1.1.91 **Tensión asignada de un cable**

Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.

1.1.1.1.92 **Tensión de puesta a tierra (tensión a tierra)**

Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a cero, cuando por potencial pasa dicha instalación una corriente de defecto.

1.1.1.1.93 **Tierra**

Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada se toma, convencionalmente, punto igual a cero.

1.1.1.1.94 **Toma de tierra**

Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.

1.1.1.1.95 **Tubo blindado**

Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.

1.1.1.1.96 **Tubo normal**

Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenado, transporte y colocación.

07

LEGISLACIÓN Y NORMAS

- **Real Decreto 614/2001,** de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 1627/1997,** de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- **Orden de 14 de octubre de 1997** por la que se aprueban las normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas.
- **Real Decreto 681/2003,** de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- **Real Decreto 144/2016, de 8 de abril,** por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
  DEROGA el Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo.
- **Real Decreto 842/2002,** de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **Real Decreto 836/2003,** de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- **Real Decreto 560/2010,** de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el

libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- **Real Decreto 1053/2014,** de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- **Ley 54/2003,** de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL REBT ACTUALIZADA EN REVISIÓN DE NOVIEMBRE DE 2017.** **http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx**

Son de aplicación para este manual las siguientes ITC incluidas en Reglamento de Baja Tensión y sus correspondientes Guías de aplicación:

- **ITC-BT-04:** Documentación y Puesta en Servicio de las Instalaciones
- **ITC-BT-08:** Protecciones. Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica
- **ITC-BT-09:** Instalaciones de alumbrado exterior
- **ITC-BT-18:** Instalaciones de puesta a tierra
- **ITC-BT-19:** Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales
- **ITC-BT-20:** Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación
- **ITC-BT-21:** Instalaciones interiores. Tubos y canales protectora**s**
- **ITC-BT-22:** Protecciones. Protección contra sobreintensidades
- **ITC-BT-23:** Protección de instalaciones interiores. Protección contra sobretensiones
- **ITC-BT-24:** Protecciones. Protección contra los contactos directos e indirectos
- **ITC-BT-27:** Instalaciones interiores. Locales que contienen una bañera o ducha
- **ITC-BT-33:** Instalaciones provisionales y temporales de obras
- **Guía-BT-Anexo 4.** Guía técnica de aplicación- Anexos: Verificación de las instalaciones eléctricas

RELACIÓN DE NORMAS UNE CITADAS EN ESTE DOCUMENTO	
NORMAS ANULADAS	**ÚLTIMAS NORMAS VIGENTES**
UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por las envolventes. Código IP.	**UNE-EN 60529:2018.** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)	**UNE-EN 50102 CORR:2002.** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
	UNE-EN 60439-4:2005. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para conjuntos para obras (CO).

RELACIÓN DE NORMAS UNE CITADAS EN ESTE DOCUMENTO	
NORMAS ANULADAS	**ÚLTIMAS NORMAS VIGENTES**
UNE-EN 50086-1:1995. Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.	**UNE-EN 61386-1:2008.** Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
	UNE 21027-9:2017. (Solo vigente este apartado). Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
	UNE 21031:2017. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC) de más de 5 conductores.
	UNE 21150:1986. Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.
UNE 20481:1990. Instalaciones eléctricas en edificios. Campos de tensiones.	**UNE-EN 61140:2017.** Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
UNE 20460-4-41:1998. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra los choques eléctricos.	**UNE HD 60364-4-41:2010.** Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos
UNE 20572-1:1997. Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales.	**UNE-IEC/TS 60479-1:2007.** Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum 1:2006).
	UNE 20434:1999. Sistema de designación de los cables.
UNE 20572-1:1997. Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales.	**UNE-IEC/TS 60479-1:2007.** Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum 1:2006).
	UNE 20434:1999. Sistema de designación de los cables.
	UNE-EN 61439-4:2013. Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para conjuntos para obras (CO).
	UNE-HD 60364-5-52:2014. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

08

BIBLIOGRAFÍA/ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

1. Power Line Safety for Workers:
https://www.youtube.com/watch?v=dJ1NoYfEdZw

2. Napo en… situaciones de tensión:
https://www.youtube.com/watch?v=v1loazmfHVc

3. Reglas de oro (electricidad):
https://es.wikipedia.org/wiki/Reglas_de_oro_(electricidad)

4. Calzado de protección frente al riesgo eléctrico:
https://www.insst.es/documents/94886/538970/Calzado+de+proteccion+frente+al+riesgo+electrico.pdf/2930368e-7b0c-416b-b2a8-57f7776e498d

5. Cuadros Eléctricos 2 – Verificación del cuadro eléctrico – infoPLC
https://www.infoplc.net/documentacion/11-instalaciones-cuadros-electricos/1877-cuadros-el%C3%A9ctricos-2-%E2%80%93-verificaci%C3%B3n-del-cuadro-el%C3%A9ctrico

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] Fundación Wikimedia, Inc, «Historia de la electricidad. (es.wikipedia.org),» Wikipedia, la enciclopedia libre, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_electricidad. [Último acceso: 02 10 2019].

[2] J. A. C. Sáez, Seguridad en las instalaciones eléctricas de obra, San Sebastián: Asociación para la Prevención de Accidentes, 2005.

[3] L. P. Gabarda, «NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano,» INSST- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, 1995.

[4] M. R. Alonso y T. P. Ardanuy, «NTP 994: El recurso preventivo,» INSST- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, 2013.

ANEXO 1

LISTA DE COMPROBACIÓN DE CONDICIONES ESPECIALES DE TRABAJO CON RIESGO ELÉCTRICO

DATOS DE LA OBRA	
PROMOTOR:	
EMPRESA CONTRATISTA:	
DIRECCIÓN DE LA OBRA:	
ENCARGADO/ PERSONA DE CONTACTO:	
TELÉFONO / CORREO ELECTRÓNICO DE LA PERSONA DE CONTACTO:	

CONDICIONES GENERALES DE LA OBRA				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Se ha instalado un transformador para abastecer de energía eléctrica a la obra.				
El transformador para abastecer de energía está encerrado y aislado para impedir su acceso y manipulación.				
Todos los factores de riesgo eléctrico están claramente señalizados.				
El terreno de trabajo está acondicionado para evacuar el agua de lluvia que impida la formación de charcos en las zonas de instalaciones y equipos eléctricos.				
Se han adoptado medidas preventivas para las zonas donde se vaya a trabajar, en las que haya previsión de avenidas o posibilidad de inundaciones de agua de lluvia.				

CONDICIONES DEL CUADRO GENERAL DE OBRA				
CONDICIONES	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
El cuadro general permanece cerrado bajo llave y debidamente identificado y señalizado.				
Cuenta con dispositivo de parada de emergencia.				
Existe extintor de CO_2 (Anhídrido Carbónico) al lado del cuadro.				
El cuadro cuenta con toma de tierra.				
El conexionado coincide con el esquema de proyecto.				
El cuadro eléctrico está situado alejado de materiales combustibles o inflamables.				
En la envolvente no se observan aprietes defectuosos.				
En la envolvente los elementos están en buen estado (placas no dañadas, bien colocadas, con rótulos).				
En las canalizaciones se observa fijación correcta.				
Las canalizaciones están en buen estado (no saturadas, cerradas, encuadradas, etc.)				
Las fases están correctamente conexionadas.				
La identificación o conexionado de los cables es correcto.				
Los cables están en buen estado con punteras				
Las masas son suficientes.				
Los embarrados están bien dimensionados y conexionados.				
Los separadores de los embarrados cuentan con soporte correcto, placas correctas, tornillería correcta, identificación correcta.				
El embarrado está protegido por pantalla de metacrilato. Está bien colocada y limpia.				
Las bornas son correctas, están bien colocadas, no dobladas, bien etiquetadas, con topes, etiquetas mal orientadas.				
Los dispositivos de corte y protección coinciden con los de proyecto y son correctos.				
El interruptor diferencial funciona correctamente cuando se prueba el botón de comprobación T.				

CONDICIONES DE LOS CUADROS SECUNDARIOS / AUXILIARES				
CONDICIONES	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
El cuadro general permanece cerrado bajo llave y debidamente identificado y señalizado.				
Cuenta con dispositivo de parada de emergencia.				
Existe extintor de CO_2 (Anhídrido Carbónico) al lado del cuadro.				
El cuadro cuenta con toma de tierra.				
El conexionado coincide con el esquema de proyecto.				
El cuadro eléctrico está situado alejado de materiales combustibles o inflamables.				
En la envolvente no se observan aprietes defectuosos.				
En la envolvente los elementos están en buen estado (placas no dañadas, bien colocadas, con rótulos).				
En las canalizaciones se observa fijación correcta.				
Las canalizaciones están en buen estado (no saturadas, cerradas, encuadradas, etc.)				
Las fases están correctamente conexionadas.				
La identificación o conexionado de los cables es correcto.				
Los cables están en buen estado con punteras				
Las masas son suficientes.				
Los embarrados están bien dimensionados y conexionados.				
Los separadores de los embarrados cuentan con soporte correcto, placas correctas, tornillería correcta, identificación correcta.				
El embarrado está protegido por pantalla de metacrilato. Está bien colocada y limpia.				
Las bornas son correctas, están bien colocadas, no dobladas, bien etiquetadas, con topes, etiquetas mal orientadas.				
Los dispositivos de corte y protección coinciden con los de proyecto y son correctos.				
El interruptor diferencial funciona correctamente cuando se prueba el botón de comprobación T.				

CONDICIONES DE LA MAQUINARIA DE TRANSPORTE DE TIERRAS				
CONDICIONES	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
Se han planificado los trabajos para que no se puedan invadir las zonas de peligro próximas a líneas eléctricas aéreas o enterradas.				
Se ha designado un trabajador autorizado, cualificado o recurso preventivo para vigilar los trabajos en proximidad de líneas eléctricas.				
Las líneas eléctricas aéreas, están balizadas y señalizadas para que los equipos de movimiento de tierras (camiones, dumpers, excavadoras, retroexcavadora, pilotadoras) estén advertidos de la presencia.				
Están referenciadas, balizadas y señalizadas las líneas eléctricas enterradas.				
Se ha desarrollado un protocolo de actuación en el caso que se tengan dudas por donde discurre la línea eléctrica enterrada.				

CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CARGAS				
CONDICIONES	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
Se han planificado los trabajos para que no se puedan invadir las zonas de peligro.				
Se ha delimitado el alcance de las grúas y su carga.				
Se ha designado un trabajador autorizado, cualificado o recurso preventivo para vigilar los trabajos en proximidad de líneas eléctricas.				
Se han balizado y señalizado las líneas eléctricas aéreas para que los equipos de elevación y distribución de cargas estén advertidos de la presencia.				
Las grúas torres llevan al día las operaciones de mantenimiento que correspondan desde su puesta en funcionamiento.				
Los camiones grúa, maquinillos y montacargas, así como las grúas torres cuentan con tomas de tierra.				
Los camiones grúa, maquinillos y montacargas, así como las grúas torres tienen las conexiones eléctricas en correcto estado.				

CONDICIONES DE LAS APANTALLADORAS Y PILOTADORAS POR TALADRO ROTATORIO				
CONDICIONES	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES
Se han planificado los trabajos para que no se puedan invadir las zonas de peligro.				
Se ha designado un trabajador autorizado, cualificado o recurso preventivo para vigilar los trabajos en proximidad de líneas eléctricas.				
Se han balizado y señalizado las líneas eléctricas aéreas para que las apantalladoras y pilotadoras por taladro rotatorio estén advertidos de la presencia.				
Están referenciadas, balizadas y señalizadas las líneas eléctricas enterradas.				
Se ha desarrollado un protocolo de actuación en el caso que se tengan dudas por donde discurre la línea eléctrica enterrada.				

CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
El equipo de soldadura cuenta con resistencia de absorción y TRIAC (Triodo de Corriente Alterna) como medidas de seguridad.				
La pinza portaelectrodos es adecuada al tipo de electrodo empleado.				
La fijación de la pinza portaelectrodos al cable es correcta.				
Los cables de alimentación del circuito de acometida son de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos.				
Los cables del circuito de soldadura son de la sección adecuada y están protegidos por aislante resistente a proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc, que eviten la formación de arcos o circuitos irregulares.				
La carcasa del equipo de soldadura está conectada a tierra.				
Se ha previsto la disposición de un extintor en las cercanías del equipo de soldadura.				
Se han planificado los trabajos de soldadura para evitar que se realicen en lugares donde se almacene materiales combustibles o inflamables o donde haya indicios de existencia de atmósferas explosivas.				

CONDICIONES DE LA HORMIGONERAELÉCTRICA, SIERRA CIRCULAR Y TRONZADORA DE MATERIAL CERÁMICO				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Están las carcasas o las masas de los equipos conectados a tierra.				
Los elementos de aporte de agua de la tronzadora de material cerámico se encuentran en correcto estado y no interfieren con el suministro de energía eléctrica.				
Los cables de alimentación de los equipos están en correcto estado y no presentan deficiencias en su aislamiento.				

CONDICIONES DE LA MÁQUINAS PORTÁTILES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Los equipos o herramientas portátiles son de Clase II, es decir, de doble aislamiento.				
Los cables de alimentación de los equipos están en correcto estado y no presentan deficiencias en su aislamiento.				

CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE ILUMINACIÓN PORTÁTILES. ILUMINACIÓN DE OBRA				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Los grados de protección son los indicados para el tipo de local de trabajo que se indican a continuación: - Locales húmedos: IP-X1 - Locales mojados: IP-X4				
Los equipos o herramientas portátiles son de Clase II, es decir, de doble aislamiento.				

CONDICIONES DE LOS TRABAJOS EN PROXIMIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Las líneas eléctricas próximas a zonas de circulación o transito se han balizado con pórtico y señales de advertencia.				
Se han delimitado otras zonas de trabajo seguras afectadas por la proximidad de las líneas eléctricas, fijando distancias de seguridad.				

CONDICIONES DE LOS TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Existen líneas eléctricas enterradas que afecten a los trabajos y actividades de la obra.				
Está en conocimiento de la compañía suministradora la afección de las líneas eléctricas enterradas por los trabajos de la obra.				
Se conocen los trazados de las líneas enterradas y se ha señalizado y balizado debidamente las zonas afectadas por el paso de las líneas eléctricas enterradas.				
Se ha informado a los trabajadores de los procedimientos a seguir para descubrir, de forma correcta y segura, las líneas eléctricas enterradas.				

CONDICIONES DE LOS TRABAJOS EN AMBIENTES HÚMEDOS Y MOJADOS				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Se tienen previsto realizar trabajos en ambientes húmedos o mojados.				
Se han adoptado medidas preventivas para este tipo de trabajos.				
Se ha previsto una instalación eléctrica de 24 V para los trabajos en este entorno.				

CONDICIONES DE LOS TRABAJOS EN TÚNELES				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Se conoce la existencia de *aguas colgadas* en las excavaciones del túnel.				
Se ha realizado un proyecto de la instalación eléctrica dentro del túnel.				
Las canalizaciones de la instalación eléctrica cumplen con la ITC-BT-30 sobre Instalaciones en locales de características especiales.				
Los elementos de la instalación eléctrica son resistentes a ambientes corrosivos				

CONDICIONES DE LOS TRABAJOS CON CLIMATOLÓGIA ADVERSA CON PRESENCIA DE AGUA				
CONDICIONES	**SI**	**NO**	**NO APLICA**	**OBSERVACIONES**
Se ha desarrollado un protocolo que contemple las medidas preventivas en caso de concurrencia en la obra de condiciones climatológicas adversas como: ▪ Lluvias ▪ Nieblas ▪ Tormentas ▪ Escarchas ▪ Vientos fuertes				
Para evitar los contactos eléctricos por rayos en días de tormenta se han previsto la conexión a tomas de tierra de las siguientes partes metálicas: ▪ Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos, de los transformadores, motores y máquinas. ▪ Las puertas metálicas y de los locales. ▪ Las vallas y cercas metálicas. ▪ Las casetas metálicas de obra que dispongan de instalación eléctrica. ▪ Las columnas, soportes y pórticos metálicos. ▪ Las tuberías y conductos metálicos. ▪ Toda máquina eléctrica que trabaje a tensiones superiores a 24 V.				

Firma	Fecha

ANEXO 2

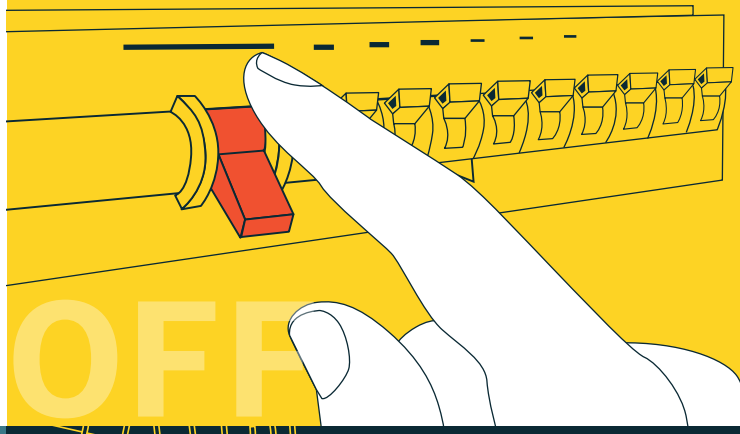
CARTELES INFORMATIVOS

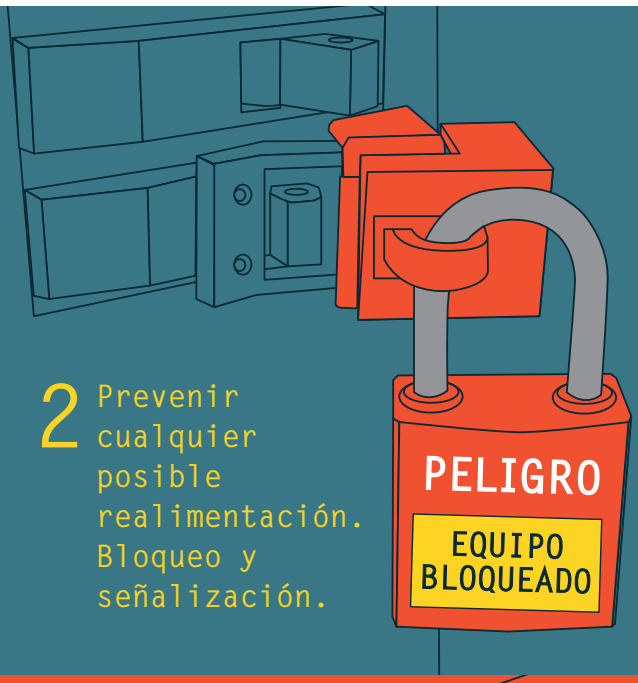
LAS 5 REGLAS DE ORO

Para los trabajos con riesgo eléctrico

Échale un vistazo al vídeo de las 5 REGLAS DE ORO DEL INSST

1 Desconexión. Corte efectivo.





2 Prevenir cualquier posible realimentación. Bloqueo y señalización.

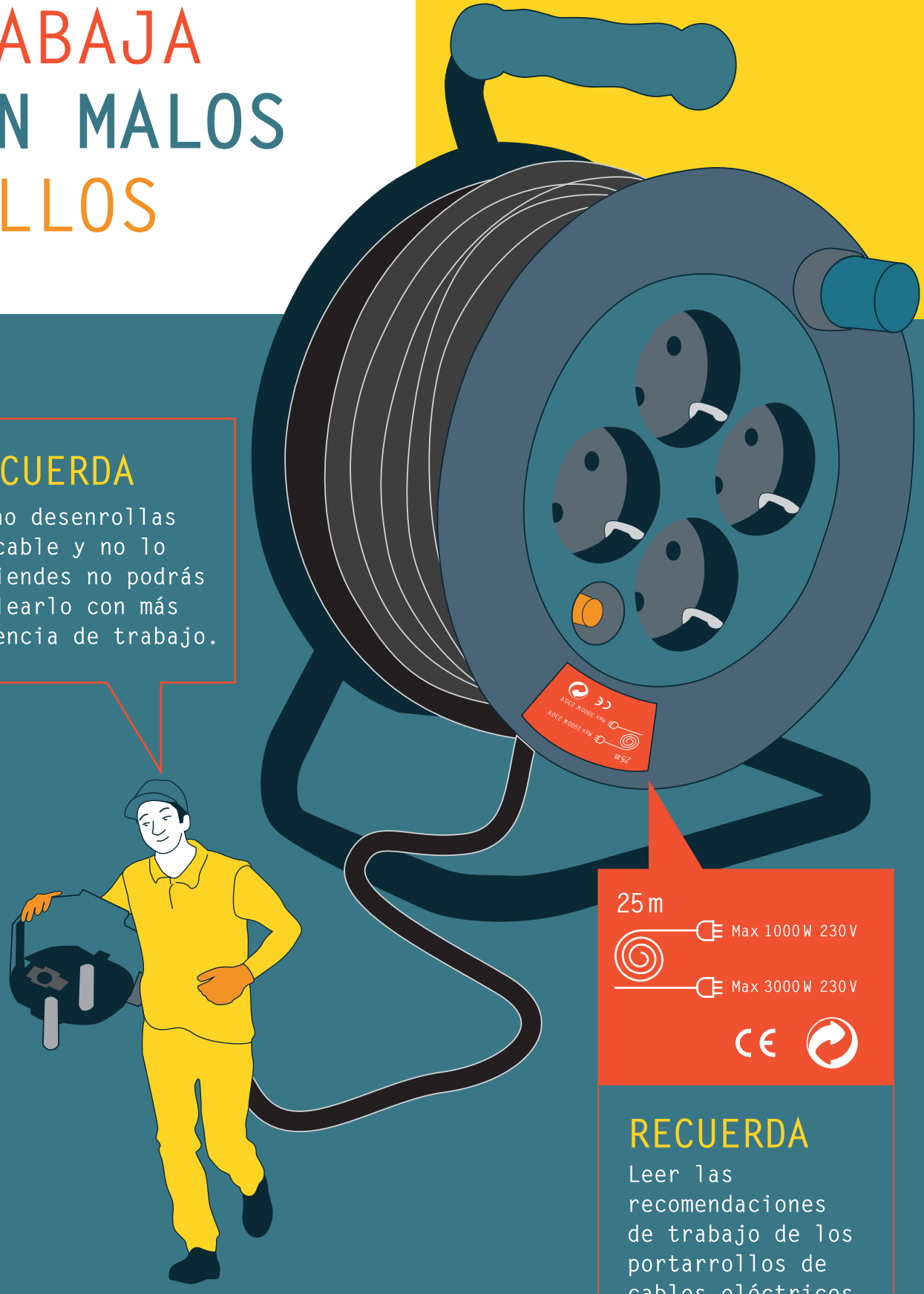
3 Verificar ausencia de tensión.

4 Puesta a tierra y cortocircuito.

5 Señalización la zona de trabajo.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.
FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN

TRABAJA SIN MALOS ROLLOS



RECUERDA

Si no desenrollas el cable y no lo extiendes no podrás emplearlo con más potencia de trabajo.

RECUERDA

Leer las recomendaciones de trabajo de los portarrollos de cables eléctricos.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.
FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN

PROTEGE

1

+ Autoprotégete.
+ Desconectar la corriente eléctrica de la instalación
+ No muevas al accidentado, salvo que corra peligro su vida.
+ Evita las aglomeraciones alrededor del accidentado.
+ Evita la intervención de otros trabajadores que no tengan conocimientos en primeros auxilios.

AVISA

2

Llama al teléfono **112**.

Si es grave o muy grave:

+ Llama rápidamente al 112 para que la ayuda especializada acuda cuanto antes.
+ La información facilitada al 112 deberá ser lo más exacta, detallada, clara y concisa posible.
+ Informa del tipo accidente, número de trabajadores afectados, estado de los heridos, dirección de la obra.

Si es leve: Llama a los responsables de la obra.

SOCORRE

3

Analiza la situación, asegúrate que el accidentado no sigue en contacto con elementos de tensión.

+ Evaluar el estado del accidentado:
  - **Valoración primaria:** Consciencia y respiración.
  - **Valoración secundaria:** heridas, fracturas, hemorragias, quemaduras.
+ Se deben evitar las acciones que puedan empeorar el estado de la víctima o producirle nuevas lesiones.

FINANCIADO POR: AS2018-0101

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.
FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN

FINANCIADO POR:

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL
FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.
FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN