

NTP 271: Instalaciones eléctricas en obras de construcción

Installation électriques des chantiers de bâtiment
Electrical installations on-site constructions

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

Honorato del Hierro Gil
Ingeniero Técnico Industrial

GABINETE TÉCNICO PROVINCIAL CIUDAD REAL

Objetivo

Facilitar las características más comunes de las instalaciones eléctricas, materiales y protecciones en las obras de construcción, ajustándose a las normas básicas y prácticas para este tipo de instalaciones.

Normativas de aplicación

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción M.I.B.T.028, se establece prescripciones particulares para aquellas instalaciones con fines especiales, y su apartado 4 se dedica a instalaciones temporales en obras. Para conseguir el permiso de suministro de la compañía suministradora, la instalación deberá estar adaptada a la citada Instrucción.

Contadores de energía. Caja general de protección. Acometida

Las compañías suministradoras vienen exigiendo, para un cuadro temporal de obra, un módulo normalizado para la ubicación de contadores de energía, especificando que, si la potencia a contratar es superiora 15 Kw, deberá contar con contador de energía reactiva y siendo optativo la discriminación horaria, en otro caso dispondrá de un sólo contador (activo). Se debe realizar una derivación de la red de suministro hasta la caja general de protección apropiada, en función de la potencia instalada y dotada de cartuchos fusibles calibrados e incluso puesta a tierra y borne de conexión para el Centro.

El grado de protección será tipo intemperie IP.55.

La acometida normalmente se realizará con red trenzada de Baja Tensión grapeada sobre fachadas próximas a la obra o mediante postes de sujeción, siendo los conductores aislados de tensión nominal 1.000 V, designación 0,6/1 kV Se debe respetar una altura mínima al suelo de 2,5 m y, en recorridos por debajo de esta altura, se asegurará protección mecánica por un grado de protección IP. 55.7. (Fig. 1)

Índices de protección de los materiales eléctricos

IP: grado de protección de las carcasas de los materiales eléctricos hasta 1.000 V y 1.500 V (norma UTE C 20 010)



















1ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos			2ª cifra: protección contra los líquidos			1ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos		
IP	test		IP	test		IP	test	
0		Sin protección	0		Sin protección	0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)	1		Energía de choque: 0,225 julios
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm (ej.: dedos de la mano)	2		Protegido contra las caídas de agua hasta 15° de la vertical	2		Energía de choque: 0,375 julios
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas finas, cables...)	3		Protegido contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical	3		Energía de choque: 0,500 julios
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: herramientas finas, pequeños cables)	4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas direcciones	5		Energía de choque: 2,00 julios
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra el lanzamiento de agua en todas direcciones	6		Energía de choque: 6,00 julios
6		Totalmente protegidos contra el polvo	6		Protegido contra la inmersión	7		Energía de choque: 20,00 julios
Las dos primeras cifras son definidas de idéntica forma por las normas UTE C 20 010, CEI 144 y 525 DIN 0 050			La tercera cifra ha sido definida por la norma francesa UTE C 20 010 en estudio por la CEE y la CEI					

Fig. 1: Índices de protección de los materiales eléctricos

Cuadro general

De la caja general de protección se realiza la derivación al equipo de medida, cuadro general de mando y protección. Dicha derivación será como todas las utilizadas para instalaciones exteriores, de 1.000 V de tensión nominal. En instalaciones interiores podrán ser del tipo flexible aislados, con elastómeros o plásticos, de 440 V como mínimo de tensión nominal.

El cuadro general de mando y protección (Fig. 2) tipo intemperie y de montaje provisional, ha de instalarse de las dimensiones apropiadas para albergar tanto al equipo de medida, como los elementos de mando y protección del conjunto de la instalación, e incluso las distintas tomas de corriente para los puntos de utilización. Será tipo estanco, con un grado de protección mínimo IP.557, contra chorro de agua y polvo.

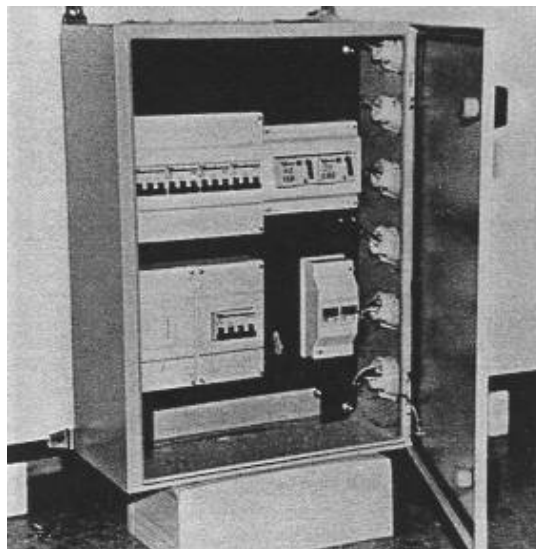


Fig. 2: Cuadro general de mando y protección. Armario mural estanco IP.55 7. Resistente a corrosión. Aislante

Estos cuadros, si son metálicos, estarán debidamente conectados a tierra. Las protecciones con que debe contar este cuadro, ya que han de instalarse varios circuitos, tanto en fuerza como en alumbrado y contando con tensión 220/380 V en (3 F + N + T), son: interruptor automático de corte omnipolar, interruptor diferencial tetrapolar, distintos automáticos magnetotérmicos III (para proteger T. C. trifásicas), interruptor diferencial bipolar, magnetotérmicos unipolares (para las distintas salidas a T.C. monofásicas), transformador de seguridad con salida no superior a 24 V (para alimentación de herramientas eléctricas portátiles).

Los elementos que se instalen adosados a la superficie del cuadro (tomas de corriente, mando de accionamiento, etc.) tendrán el mismo tipo de aislamiento y grado de protección. Los cuadros secundarios de distribución serán de la misma naturaleza y si se instalan en interiores o locales secos su grado de protección será IP.54

Dentro del cuadro se instalarán como mínimo los siguientes elementos:

- Fusibles generales.
- Contador (activa-reactiva).
- Embornado distribución.
- Interruptor automático general tetrapolar.
- Interruptor diferencial (fuerza)
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en diferentes circuitos de fuerza, 300 mA.
- Interruptor diferencial (alumbrado 30 mA).
- Interruptores automáticos magnetotérmicos en diferentes circuitos de alumbrado.
- Salidas para tomas de corriente y cuadros secundarios con sus correspondientes protecciones.
- Transformador de seguridad.
- Salida de enlace con toma de tierra.

El dimensionamiento y calibración de los distintos elementos, que compondrán el cuadro de obra, vendrán definidos en función de la potencia de los receptores.

Las tomas de corriente, (Fig. 3) en general serán del tipo industrial y adecuadas para el uso intemperie. Su grado de protección corresponderá a IP 447. Las tomas de corriente a la salida del cuadro estarán protegidas por interruptores automáticos omnipolares y dotados de conductor de protección y como mínimo serán para una intensidad de 16 A/220 V, 32 A/380 V, monofásicos o trifásicos con toma de tierra. Colores normalizados Azul 220 V, Rojo 380 V y Violeta 24 V.

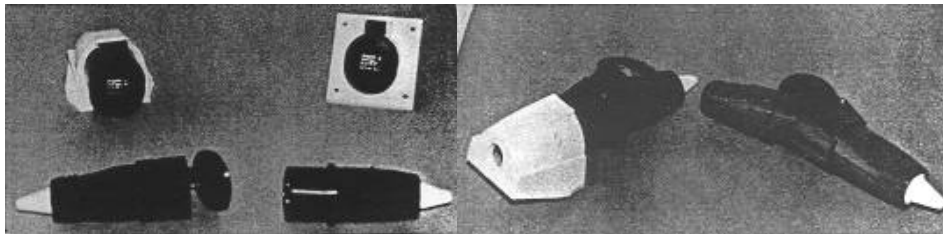


Fig. 3: Tomas de corriente. Bases salientes

La calibración de tomas de corriente, protecciones magnetotérmicas y diferenciales, así como la sección de los conductores a emplear, vendrán determinados por la potencia de los receptores, bien individuales o de forma colectiva. Los interruptores en general de la instalación serán tipo Intemperie. (Fig. 4)

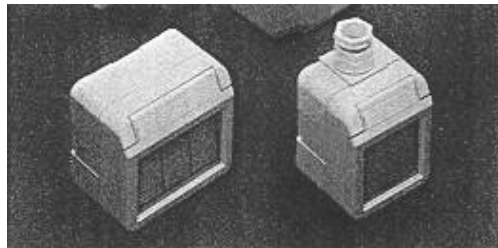


Fig. 4: Interruptor tipo intemperie con protección contra salpicadura y lluvia, contra polvo y contra contactos indirectos

En la figura 5 y figura 6 se muestran esquemas eléctricos unifilares con protecciones calibradas en función de la potencia de los receptores.

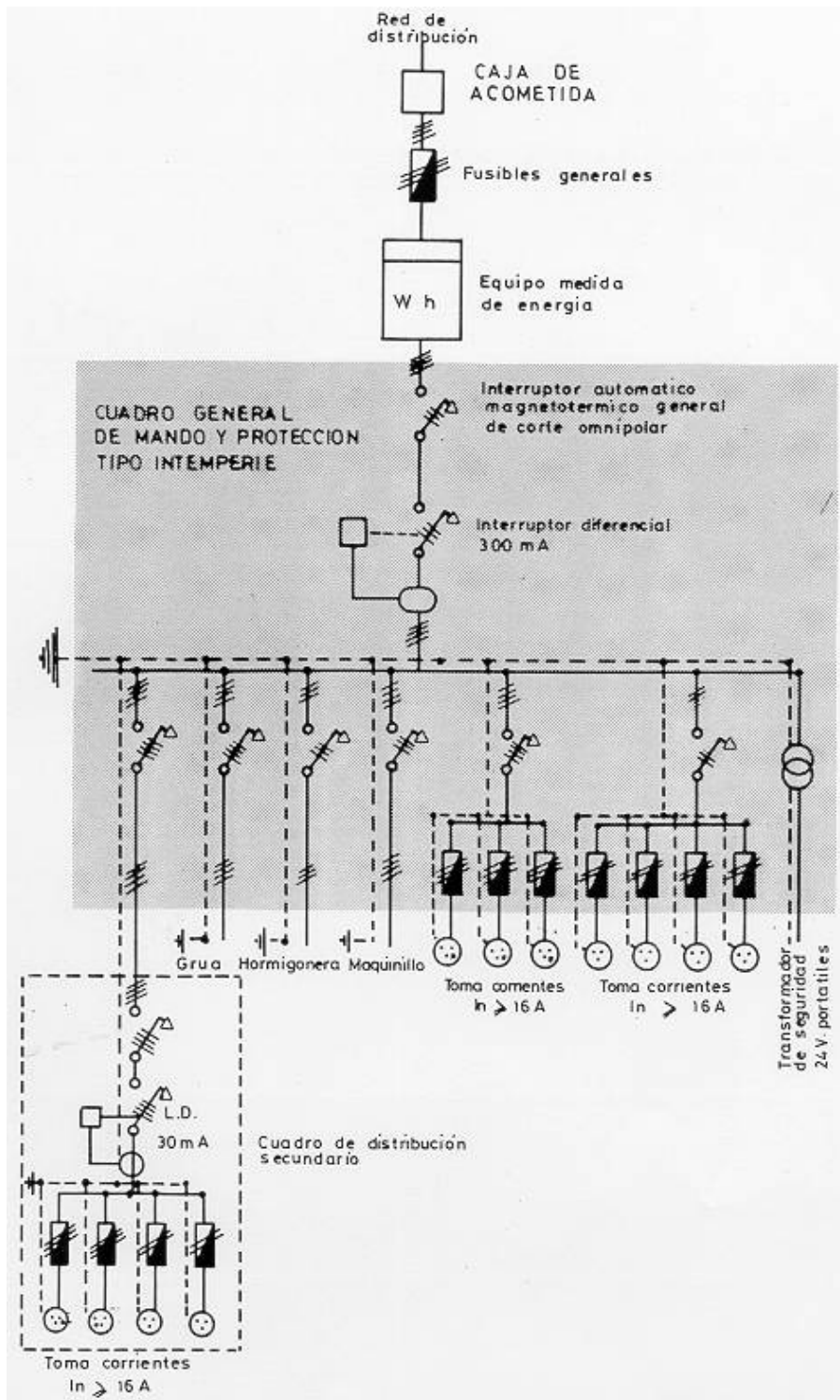


Fig. 5: Esquema eléctrico unifilar

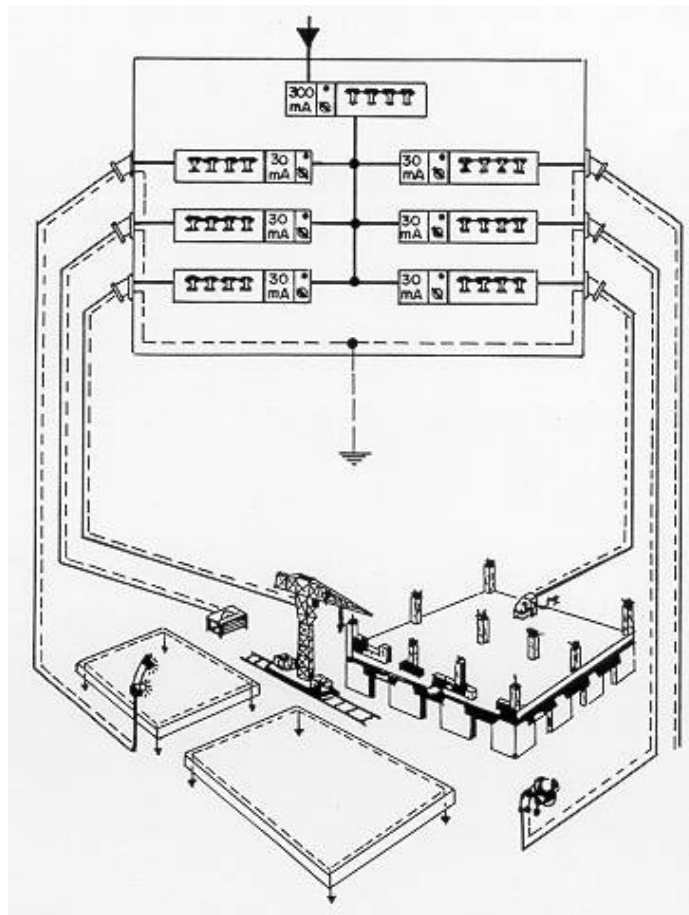


Fig. 6: Representación esquemática de una instalación interior de obra

Cuadros secundarios

Los cuadros secundarios de distribución, que se pueden repetir en distintos puntos de la obra, cumplirán con lo expuesto para el cuadro general.

El **interruptor general** automático de corte omipolar tendrá la capacidad de corte suficiente, para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación.

Los **interruptores diferenciales** deberán resistir las corrientes de cortocircuitos que puedan presentarse en el punto de su instalación y si no cumplieran esta condición estarán protegidos por cortocircuitos fusibles.

Los **dispositivos** de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (magnetotérmicos) tendrán polos protegidos, que correspondan al número de fases del circuito que protegen, y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores.

Conductores

Las corrientes máximas admisibles para cables de 1.000 V serán los especificados en las tablas de la Instrucción M.I.B.T. 004 del Reglamento Electrotécnico y para aislamiento de 750 y 450 V la tabla I y la tabla II de la Instrucción M.I.B.T. 017.

El grado de protección para los conductores será I.P. 44 para ambientes húmedos y polvorientos. Las mangueras eléctricas en general estarán protegidas mecánicamente cuando discurran por el suelo y, a ser posible, su instalación será preferentemente aérea. La identificación de conductores en función del calor de la capa aislante, corresponderá a la siguiente especificación, y su dimensionamiento en función de la potencia del circuito, y las intensidades máximas admisibles a la sección que corresponda.

- Conductor Neutro..... Azul
- Conductor Fase R.....Negro
- Conductor Fase S.....Marrón
- Conductor Fase T.....Gris
- Conductor Protección.... Amarillo-Verde

Los conductores de protección tienen como misión unir eléctricamente las masas metálicas de las distintas máquinas empleadas en la obra para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos por corrientes de derivación. Las secciones mínimas de los conductores son las fijadas en la Tabla 1. Dichos conductores irán alojados en los mismos tubos de protección que los conductores activos.

Tabla 1: Secciones mínimas. Conductores de protección

Sección de los conductores de fase de la instalación (S (mm ²))	Sección mínima de los conductores de protección (Sp (mm ²))
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	<u>S</u>
	2

Medios de protección para posibles contactos

Para protección contra **contactos eléctricos directos** se tendrán presentes las siguientes medidas:

Interposición de obstáculos.

- Distancia seguridad partes activas de las instalaciones.
- Aislamiento efectivo de las partes activas.

Para protección de **contactos eléctricos indirectos**:

Interruptor diferencial completado con la puesta a tierra de la instalación

La sensibilidad del interruptor diferencial será de 300 miliamperios, siempre que se cumpla que las masas de toda la maquinaria están puestas a tierra.

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

En la Tabla 2 damos unos datos medios que pueden emplearse para una primera aproximación en los cálculos.

Tabla 2: Resistividad del terreno

NATURALEZA DEL TERRENO	Valor medio de la resistividad en Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas impermeables	3.000

Aunque los cálculos efectuados a partir de los valores indicados en la Tabla 2 no dan más que un valor aproximado de la resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla 3 estimar el valor medio local de la resistividad del terreno, el conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores, efectuados en unas condiciones análogas. Los valores de la resistencia de tierra deberán ser tales que cualquier masa no pueda dar a lugar a tensión de contacto superior a 50 V emplazamiento seco y 24 V emplazamientos húmedos.

Tabla 3: Valor medio resistividad

ELECTRODO	Valor medio de la resistividad en Ohm.m
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Placa vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\rho/L$

p, resistividad del terreno (Chm.m).
P, perímetro de la placa (n).
L, longitud.

La protección por intensidad de defecto está basada en que, el interruptor diferencial desconecta un circuito defectuoso, cuando una derivación de intensidad a tierra sobrepasa el valor de la intensidad diferencial del aparato. Los valores máximos de resistencia de tierra (R_t) en función de la sensibilidad (I_{AN}) del interruptor diferencial se aportan en la Tabla 4.

$$R_T = \frac{24 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = 80 \text{ Ohmios}$$

Tabla 4: Resistencias de tierra (R_t) según sensibilidad (I_{AN}) del interruptor diferencial

Rt para Uc máx.	
I_{AN}	24 V Ω
10 mA	2.400 ohmios
30 mA	800 ohmios
0,3 A	80 ohmios

La **puesta a tierra** consiste en unir a la masa terrestre un punto de una instalación eléctrica a través de una conexión eléctrica de baja resistencia.

La toma de tierra de la instalación estará constituida por:

- Punto de puesta a tierra, constituido por dispositivo de conexión (regleta, borne) que permite la unión entre los conductores de la línea de enlace y principal de tierra.
- Línea de enlace con tierra, formado por los conductores que unen el electrodo con el punto de puesta a tierra, con sección mínima de 35 mm².
- Electrodo, masa metálica permanentemente en buen contacto con el terreno. Estos pueden ser:
 - Placas enterradas de cobre con espesor mínimo de 2 mm o de hierro de 2,5 mm, siendo la superficie útil mayor que 0,5 m².
 - Picas verticales de tubo de acero recubierto de cobre o cromo de 25 mm de diámetro o perfiles de acero dulce de 60 mm. de diámetro y barras de cobre de 15 mm. Las longitudes mínimas no serán inferiores a 2 m.
 - Conductores enterrados horizontal mente, de cobre desnudo, de 35 mm² de sección, pletinas de cobre de 35 mm y 2 mm de espesor o cables de acero galvanizado de 95 mm² (Fig. 7).

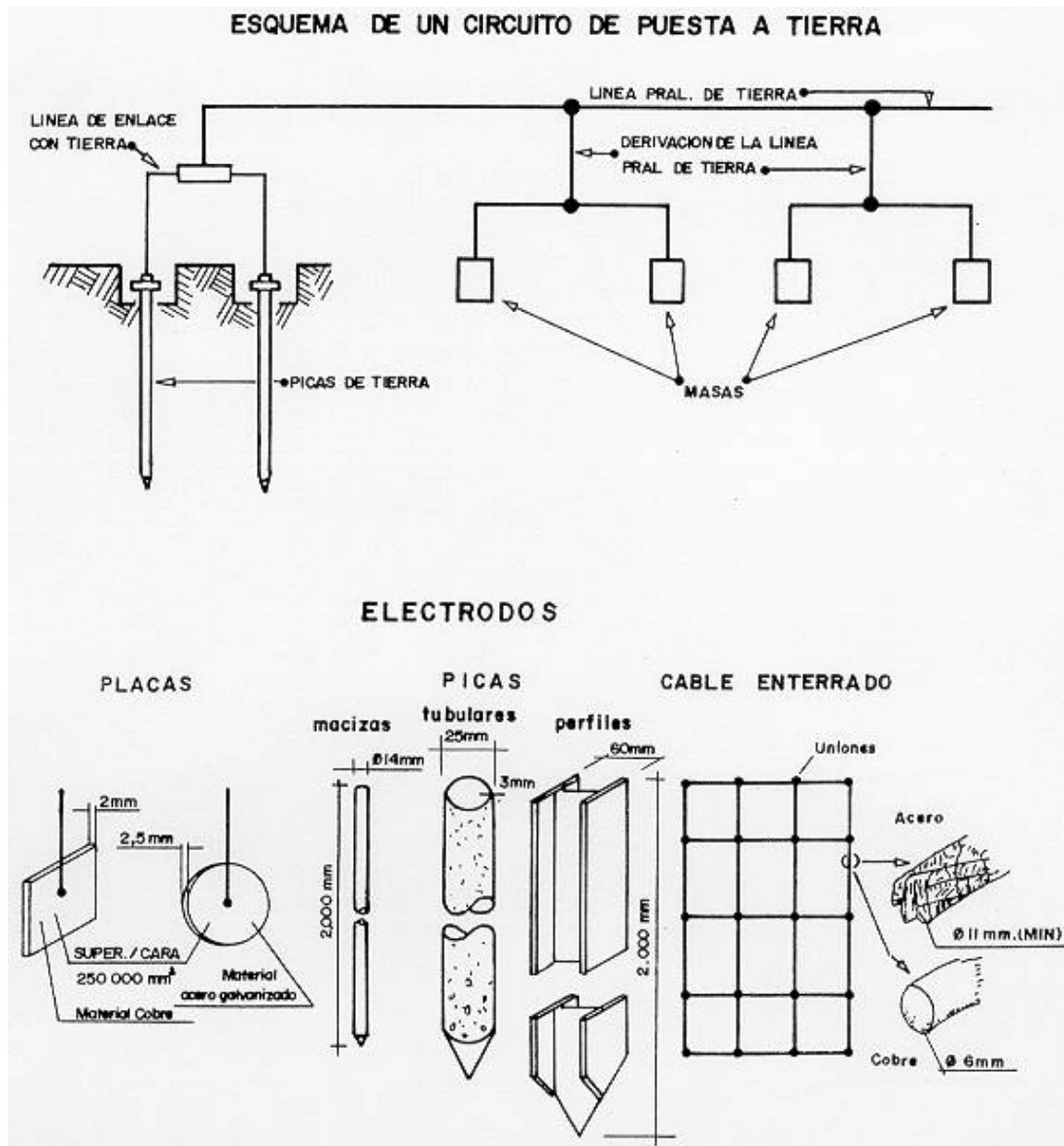


Fig. 7

Tensión de seguridad

Basan su efectividad en la imposibilidad física de que la intensidad que pueda circular por el cuerpo humano sea superior a los límites de seguridad. No será superior a 24 voltios para trabajos en locales considerados como mojados.

Se obtendrá mediante transformador de seguridad, con salida a esta tensión, que hace innecesario el empleo de otras protecciones. Los conductores aislados que se empleen en estos circuitos podrán ser de 250 voltios de tensión anormal. No obstante, el empleo de esta tensión, está limitado a que los receptores puedan ser utilizados a esta pequeña tensión de funcionamiento.

Doble aislamiento

Los útiles y herramientas portátiles, con accionamiento eléctrico a tensiones normales 220/380 V, pueden estar dotados de este tipo de protección. La maquinaria con doble aislamiento, queda regulada por la Norma UNE. 20314.

La Instrucción M.I.B.T. 031, punto 1-2 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión clasifica a los equipos con doble aislamiento como receptores Clase II, subdividiéndolos en:

- Clase II-A. Tienen una envolvente duradera, prácticamente continua de material aislante, que incluye todas las partes metálicas excepto pequeñas piezas, como placas de características, tornillos o remaches, que estén separadas de las partes activas por un aislamiento equivalente, al menos, al reforzado. El aparato de estas características se denominan de la Clase II con aislamiento envolvente (Clase II-A)
- Clase II-B. Tienen una envolvente metálica prácticamente continua y aislada totalmente de las partes activas por un doble aislamiento, excepto en aquellas partes en que se emplee un aislamiento reforzado por no ser realizable el doble aislamiento. El aparato de estas características se denomina de la Clase II con envolvente metálica (Clase II-B).

Los cables que se pueden considerar Clase II, se indican en la Tabla 5.

Tabla 5: Cables Clase II

DESIGNACION	TENSION NOMINAL	MÁXIMA TENSION DE UTILIZACION CON RELACION A TIERRA	OBSERVACIONES
Cable VV 1000	1000 V	500 V	Cable rígido aislado con policloruro de vinilo, con cubierta de vinilo
Cable DI 1000F	1000 V	500 V	Cable flexible aislado con etilenopropileno, con cubierta de polietileno clorosulfonado.
Cable RI 1000	1000 V	500 V	Cable rígido aislado con polietileno reticulado o etileno-propileno, con cubierta de polietileno clorosulfonado o policloruro de vinilo

Maquinaria

En cuanto a la distinta maquinaria empleada en la obra y respecto a las condiciones que debe cumplir la instalación eléctrica es de tener presente la maquinaria de elevación (grúa, maquinillo, montacargas). Dicha instalación, de acuerdo con la Instrucción M.I.B.T. 028, en su punto 2, especifica que:

- La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor omnipolar general accionado a mano, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugares fácilmente accesibles desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento, y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.
- Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento, deberán ser dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 por 100.
- Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.
- Las vías de rodamiento de toda grúa estarán unidas a un conductor de protección.
- Los locales, recintos, etc., en los que está instalado el equipo eléctrico de accionamiento, solo deberán ser accesibles a personas cualificadas.

Toda la maquinaria contará con el grado de protección adecuado a trabajos intemperie y a este respecto están clasificadas como Clase 01, en el vigente Reglamento. (M.I.B.T. 031) y su grado de protección mínimo será IP. 55.

La maquinaria en general de obra en cuanto a sus sistemas eléctricos cumplirá con las Instrucciones 027 y 028 del Reglamento para Baja Tensión.

Los pulsadores de accionamiento de marcha y paro estarán suficientemente separados para no confundirlos. El pulsador de parada se distinguirá de los demás y se pintará en color rojo. Estarán protegidos de la lluvia y caída de materiales por sistemas de estanqueidad y protecciones sólidas y material aislante.

En general los armarios de maniobra independientes para el suministro de energía a estas máquinas y botones de accionamiento tendrán sus puntos cerrados y cajas de conexión protegidas.

Se vigilará la continuidad de los conductores y de la puesta a tierra.

Se destaca en este apartado el vibrador de hormigón que contará con doble aislamiento, la tensión de trabajo en la aguja vibradora es de 42 V, disponiendo de un convertidor de frecuencia a 200 Hz. Por lo que se vigilará en extremo la continuidad del doble aislamiento, ya que se maneja en ambientes mojados y muy conductores.

Alumbrado

La instalación de alumbrado que usualmente se emplea en el interior de la obra, una vez que se empiezan los cerramientos y en plantas sótanos, deberá conseguir un nivel mínimo de intensidad de iluminación comprendido entre 20 y 100 Lux, dependiendo que sean zonas ocupadas o no ocupadas.

Los puntos fijos de alumbrado se situarán en zona no accesible y superficies firmes.

Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección.

Si se colocasen en zona accesible debe considerarse que el receptor sea de Clase I.

Las líneas generales de fuerza y derivaciones a puntos de alimentación estarán protegidos mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y automáticos magnetotérmicos calibrados para los distintos circuitos. (En general, los puntos de luz que están a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua y su correspondiente grado de protección I.P. 55).

El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltios. No empleándose casquillos metálicos, y la lámpara estará protegida contra golpes y con grado de protección en torno a la cifra I.P.3 como mínimo.

Bibliografía

(1) SEOPAN

Manual Técnico de Prevención de Riesgos Profesionales en la Construcción.
Técnica Industrial nº 192

(2) **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

(3) U.E.S.A. FENOSA