

# Instal·lacions elèctriques en locals de característiques especials

Adolf Maria Iglesias Estradé

Instal·lacions elèctriques especials



# Índex

<b>Introducció</b>	<b>5</b>
<b>Resultats d'aprenentatge</b>	<b>7</b>
<b>1 Instal·lacions en locals de característiques especials</b>	<b>9</b>
1.1 Descripció i comprensió dels elements que fan especial una instal·lació	10
1.2 Elements constituents de les instal·lacions electrotècniques especials	11
1.2.1 Mesures de protecció contra els xocs elèctrics	12
1.2.2 Canalitzacions	12
1.2.3 Cables	12
1.2.4 Aparellatge	15
1.2.5 Selecció del material	18
1.2.6 Prevenció de riscos laborals	19
1.3 Representació unifilar de les instal·lacions elèctriques especials	20
1.4 Instal·lacions en locals de característiques especials	22
1.4.1 Instal·lació en locals humits	24
1.4.2 Instal·lacions en locals molls	26
1.4.3 Instal·lacions en locals amb risc de corrosió	27
1.4.4 Instal·lació en locals polsosos sense risc d'incendi o d'explosió	28
1.4.5 Instal·lacions en locals de temperatura elevada	29
1.4.6 Instal·lacions en locals a temperatura molt baixa	30
1.4.7 Instal·lacions en locals on hi ha bateries d'acumuladors	31
1.4.8 Instal·lacions en locals afectes a un servei elèctric	32
1.5 Organització del muntatge en les instal·lacions elèctriques en locals especials	34
1.6 Qualitat en el muntatge d'instal·lacions elèctriques	35
1.6.1 Qualitat en el muntatge d'instal·lacions en locals de característiques especials	37
<b>2 Instal·lacions elèctriques amb finalitats o ubicacions especials</b>	<b>39</b>
2.1 Piscines i fonts (ITC-BT-31)	39
2.1.1 Instal·lacions en piscines i banys de peus	40
2.1.2 Prescripcions per a les instal·lacions en piscines i banys de peus	43
2.1.3 Fonts	45
2.2 Màquines d'elevació i transport (ITC-BT-32)	46
2.2.1 Prescripcions generals	48
2.2.2 Connexió a terra i l'ús de conductors de protecció	48
2.2.3 Protecció de seguretat mitjançant el tall del subministrament	49
2.2.4 Protecció davant de sobreintensitats	50
2.2.5 Protecció contra els contactes directes	50
2.3 Instal·lacions provisionals i temporals d'obres (ITC-BT-33)	51
2.3.1 Circuits elèctrics. Distribució i separació de les fonts d'alimentació	52
2.3.2 Protecció contra els xocs elèctrics	54
2.3.3 Criteris per a l'elecció dels equips	55
2.4 Fires i estands (ITC-BT-34)	56

2.4.1	Protecció contra els xocs elèctrics	57
2.4.2	Altres tipus de proteccions	58
2.4.3	Criteris per a la selecció dels equips	59
2.5	Establiments agrícoles i hortícoles (ITC-BT-35)	61
2.5.1	Protecció contra el xoc elèctric	61
2.5.2	Protecció contra els incendis	62
2.6	Tanques elèctriques per al bestiar (ITC-BT-39)	63
2.6.1	Característiques elèctriques del xoc produït	63
2.6.2	Protecció contra els xocs elèctrics accidentals	65
2.6.3	Prescripcions particulars aplicades a les tanques elèctriques	65
2.7	Els sistemes de qualitat aplicats a les instal·lacions elèctriques especials	66
2.7.1	Sistema de control de qualitat	68
2.7.2	Sistema d'assegurament de la qualitat	68
<b>3</b>	<b>Altres tipus d'instal·lacions elèctriques especials</b>	<b>71</b>
3.1	Instal·lacions elèctriques en caravanes i parcs de caravanes	71
3.1.1	Instal·lacions als parcs de caravanes: característiques generals	72
3.1.2	Protecció contra els xocs elèctrics	74
3.1.3	Selecció dels equips elèctrics	76
3.2	Instal·lacions elèctriques en ports i marines per a vaixells d'esbarjo (ITC-BT-42)	77
3.2.1	Característiques generals	78
3.2.2	Protecció contra els xocs elèctrics	79
3.2.3	Selecció dels equips elèctrics	80
3.3	Instal·lacions elèctriques en mobles (ITC-BT-49)	81
3.3.1	Mobles que no s'han d'instal·lar en cambres de bany	82
3.3.2	Selecció de components: canalitzacions, cables i connexions	84
3.3.3	Mobles en cambres de bany	85
3.4	Instal·lacions elèctriques en locals que contenen radiadors per a saunes (ITC-BT-50)	86
3.4.1	Descripció dels diferents volums de l'espai	87
3.4.2	Protecció contra els xocs elèctrics	88
3.4.3	Selecció dels equips elèctrics	89
3.5	Resolució de problemes en el muntatge d'instal·lacions especials	90

## Introducció

La unitat “Instal·lacions elèctriques en locals de característiques especials” la dedicarem a l'estudi de les prescripcions tècniques que han de complir algunes de les instal·lacions elèctriques que per les seves condicions ambientals o per les necessitats d'ús requereixen unes mesures de protecció i seguretat concretes. Fruit de la publicació, l'any 2002, del reial decret en què es regulaven les instal·lacions en baixa tensió a l'Estat espanyol, totes les instal·lacions elèctriques que treballen en una tensió de servei inferior als 1.000 V en corrent altern han de complir amb unes prescripcions tècniques determinades. Aquestes condicions d'instal·lació estan descrites en un conjunt d'instruccions tècniques que detallen les característiques pròpies de cada instal·lació.

Hi ha instruccions tècniques que marquen els criteris generals que s'han de complir en cada instal·lació. El problema és que en aquestes instruccions s'haurien de concretar les característiques especials de qualsevol instal·lació. En canvi, per les característiques especials de funcionament o ambientals, hi ha una tipologia d'instal·lació que no queda descrita de manera exhaustiva en les instruccions tècniques esmentades.

El càlcul i la creació d'una instal·lació elèctrica requereix la utilització de nombrosíssima informació tant de caràcter tècnic com de caràcter normatiu i legislatiu. La combinació de tots aquests elements fa que la casuística de totes les instal·lacions possibles sigui molt àmplia i, en conseqüència, hi hagi formes de comportament molt diferents. Cal dotar-nos dels instruments necessaris per fixar tota aquesta diversitat de situacions i evitar així que alguns dels riscos elèctrics o laborals del muntatge restin sense prevenció.

El material de què disposem per concretar les mesures de prevenció en les instal·lacions elèctriques especials són les instruccions tècniques complementàries dedicades a situacions i muntatges reals. L'objectiu de la unitat és conèixer-les i saber quines són les prescripcions específiques de cada tipus d'instal·lació.

La unitat “Instal·lacions elèctriques en locals de característiques especials” s'ordena en tres apartats diferents:

En l'apartat anomenat “Instal·lacions en locals de característiques especials”, estudiarem les instal·lacions especials de característiques ambientals segons es determina en la ITC-BT-30.

En l'apartat anomenat “Instal·lacions elèctriques amb finalitats o ubicacions especials”, estudiarem altres instal·lacions especials bé per les seves característiques ambientals, com són les corresponents a les piscines i els banys de peus, o bé per les condicions particulars d'ús, com els establiments hortícoles, les instal·lacions provisionals d'obres o de fires i estands, i les instal·lacions d'electrificació de tanques. Les instruccions corresponents al segon apartat són les ITC-BT-31, ITC-BT-32, ITC-BT-33, ITC-BT-34, ITC-BT-35 i ITC-BT-39.

En l'apartat anomenat "Altres tipus d'instal·lacions elèctriques especials", estudiarem les instal·lacions elèctriques en mobles, parcs de caravanes, marines i locals que contenen escalfadors de sauna. El contingut d'aquestes prescripcions es correspon a les ITC-41, ITC-BT-42, ITC-BT-49 i ITC-BT-50.

Per al seguiment correcte de la unitat és recomanable un bon coneixement del Reglament pel que respecta a les instal·lacions elèctriques d'interior, ja que la unitat que ens afecta no deixa de ser un conjunt de concrecions dels aspectes més genèrics que s'han tractat en el mòdul 2.

## Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat l'alumne:

1. Munta una instal·lació elèctrica petita d'un local de característiques especials interpretant la documentació tècnica i aplicant el REBT.

- Interpreta el projecte de la instal·lació identificant els elements que la componen i les seves característiques amb la representació simbòlica en els esquemes i l'emplaçament en els plànols.
- Selecciona, de catàlegs comercials, els materials, equips i dispositius que configuren la instal·lació a partir de les especificacions del projecte.
- Identifica els requeriments del projecte en relació amb la qualitat i la seguretat en les operacions de muntatge de la instal·lació.
- Organitza les diferents fases del muntatge.
- Replanteja una instal·lació petita d'un local de característiques especials, seguint la documentació tècnica.
- Fa un ús adequat del material, equips i eines.
- Comprova la funcionalitat de la instal·lació.
- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat enfront el risc elèctric) i de protecció ambiental.
- Demuestra un coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions en locals de característiques especials.

2. Munta instal·lacions elèctriques amb finalitats o en ubicacions especials aplicant el REBT.

- Interpreta les especificacions del client i relaciona la tipologia de la instal·lació amb la normativa a aplicar.
- Calcula els paràmetres necessaris per dimensionar la instal·lació (conductors, dispositius de seccionament, si escau, i de protecció, entre d'altres), utilitzant les lleis i regles del càlcul electrotècnic.
- Determina els sistemes d'instal·lació a utilitzar.
- Selecciona, de catàlegs comercials, els materials, equips i dispositius que configuren la instal·lació, tenint en compte els càlculs que s'han fet i les característiques de la instal·lació.
- Aplica la normativa i reglamentació vigents.
- Dibuixa, manualment o amb suport informàtic, l'esquema unifilar de la instal·lació utilitzant simbologia normalitzada, i un croquis o plànol amb la ubicació en planta de cada element de la instal·lació i el traçat d'aquesta.

- Organitza les diferents fases del muntatge.
- Du a terme les operacions mecàniques i elèctriques necessàries per al muntatge de la instal·lació (provisional d'obres, part de la instal·lació a escala d'un estand o d'una piscina, entre d'altres possibilitats) d'acord amb la documentació tècnica, les instruccions dels fabricants i les prescripcions del REBT.
- Comprova la funcionalitat de la instal·lació.
- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat enfront el risc elèctric) i de protecció ambiental.
- Demostra un coneixement suficient de la reglamentació aplicable a les instal·lacions elèctriques amb finalitats i en ubicacions especials.



## 1. Instal·lacions en locals de característiques especials

El Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT) és la normativa d'àmbit estatal que regula les instal·lacions de baixa tensió. Es tracta d'un real decret que consta vint-i-nou articles en els quals es relacionen els elements principals que integren les instal·lacions de baixa tensió i es vertebraren els eixos principals que les han de regular. El REBT és un text breu, d'unes quatre o cinc pàgines que tracta de generalitats i no especifica aspectes concrets de cap tipus d'instal·lació. El desenvolupament detallat de tota la casuística relativa a cadascuna de les particularitats de les instal·lacions de baixa tensió es du a terme mitjançant instruccions tècniques complementàries (ITC), les quals formen un conjunt de cinquanta-una prescripcions detallades i aplicables a gairebé qualsevol instal·lació elèctrica.

### Les ITC

El conjunt de les instruccions tècniques complementàries afecta aspectes diferenciats de les instal·lacions, des de la definició del lèxic que s'ha d'utilitzar, passant per les normes UNE de referència i les característiques genèriques aplicables a la majoria de les instal·lacions elèctriques.

Les ITC són documents tècnics d'aplicació específica en instal·lacions concretes, de manera que allò que pot servir per a un cert tipus d'instal·lacions, no serà pertinent en d'altres.

Hi ha, però, tipologies d'instal·lacions que, per les seves característiques massa particulars, necessiten una aplicació més individualitzada del reglament. Es tracta de les **instal·lacions especials** i són **models d'instal·lació** en els quals apareixen elements externs que cal tractar amb cura i que sobrepassen els criteris generals que s'estableixen en d'altres instruccions.

Un cas d'**instal·lacions especials** són les instal·lacions sotmeses a humitats elevades o instal·lacions tan particulars com poden ser les que doten d'electricitat les tanques d'on pastura el bestiar. En situacions com les esmentades, el REBT en la forma de les **instruccions especials** regula les característiques de la instal·lació que han de protegir tant els aparells com les persones afectades.

"S'han d'establir prescripcions especials a les instruccions tècniques complementàries corresponents, basant-se en les condicions particulars que presenten els anomenats locals de característiques especials, com ara els locals i emplaçaments mullats o en què hi hagi una atmosfera humida, gasos o pols de matèries no inflamables o combustibles, temperatures molt elevades o molt baixes [...] i en general, totes aquelles on sigui necessari mantenir instal·lacions elèctriques en circumstàncies diferents de les que es poden considerar com de risc normal, per fer servir l'energia elèctrica en baixa tensió."

Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT), article 11.

L'**organització** d'aquestes **instruccions especials** segueix un guió semblant. En primer lloc, es tracta d'establir quin serà l'objecte concret de la ITC. Caldrà, doncs, determinar les condicions particulars de la instal·lació i establir-ne els paràmetres determinants. Un cop limitat l'àmbit d'aplicació, l'estructura que se seguirà detallarà i especificarà el contingut d'altres instruccions de caràcter més general. Concretament, es farà referència sovint a les instruccions següents, com a marc més general que cal adaptar a les especificitats particulars de cada instal·lació especial.

Les **instruccions tècniques complementàries** que ens interessin aquí són aquestes:

- **ITC-BT-21.** Instal·lacions interiors o receptores. Tubs i canals protectors
- **ITC-BT-24.** Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra els contactes directes i indirectes
- **ITC-BT-27.** Instal·lacions interiors en habitatges locals que contenen una banyera o dutxa
- **ITC-BT-28.** Instal·lacions en locals de concurrència pública
- **ITC-BT-29.** Prescripcions particulars per a les instal·lacions elèctriques dels locals amb risc d'incendi o d'explosió

### 1.1 Descripció i comprensió dels elements que fan especial una instal·lació

A l'hora de tractar de les instruccions tècniques especials, cal basar-se en una sistemàtica que, en funció de quines siguin les característiques que facin "especial" la instal·lació es podrà veure lleugerament modificada. Els passos a seguir, però, seran els següents:

- **Definició i camp d'aplicació (qui).** En primer lloc, cal establir **quin ha de ser l'àmbit** d'aplicació de la instrucció tècnica complementària, i cal definir-lo amb la màxima determinació possible. Aquest primer punt servirà aleshores per concretar els aspectes més genèrics del Reglament en la seva aplicació més pràctica en el detall de cadascuna de les instal·lacions i, d'aquesta manera, esdevindrà el **document d'identitat** de la instal·lació electrotècnica.
- **Característiques especials de la instal·lació (què).** Un cop determinat l'àmbit d'aplicació, cal passar a **descriure** quines són les **característiques que fan especial la instal·lació**, és a dir, descobrir per quina raó el Reglament ha hagut de reservar una instrucció particular per a una determinada tipologia d'instal·lacions i no n'ha pogut aprofitar alguna de ja existent i de caire més generalista.

### **Característiques especials: elements ambientals i constitutius**

En les **característiques especials** d'una instal·lació es poden trobar **elements ambientals**, com ara la humitat, la temperatura o la pols, i **elements constitutius** com són les característiques d'un parc de caravanes o d'un port de vaixells.

- **Afectació de les característiques especials a la instal·lació (per què).**

A continuació cal observar de quina manera afectaran les característiques especials a les condicions de la instal·lació. Es tracta d'un apartat que s'allunya una mica dels continguts del reglament, ja que allò que aquí se cerca és entendre el per què de les prescripcions particulars de cada instrucció. Segons quines siguin les especificitats de la instal·lació, s'ha de mirar d'entendre quines interferències generaran en una instal·lació comuna i quins efectes tindran aquestes pertorbacions.

### **Efectes de les característiques ambientals i constructives**

En el cas de les **característiques ambientals**, els efectes que produiran seran de degradació i desgast dels materials, un fet que us ha de dur a triar un reforç addicional a l'hora de fer-ne la selecció.

La humitat i l'aigua afectaran de manera evident l'oxidació dels elements metàl·lics. I, d'altra banda, condicions particulars en l'ús de les instal·lacions, com poden ser la presència de bestiar en el cas dels locals dedicats a activitats ramaderes, us han de dur a determinar quines de les mesures de protecció contra els contactes directes hi són aplicables i quines altres no.

- **Determinació de les instal·lacions electrotècniques (com).** Aquest serà l'**apartat més tècnic** de tots. Un cop reunits tots els elements que integraran el conjunt de la instal·lació, i una vegada coneguts els seus efectes, arriba l'hora de determinar quina **estratègia** cal seguir per **protegir** les persones que, com a usuàries o com a visitants, poden tenir un accés voluntari, o no, a les instal·lacions, com també per evitar el deteriorament o la destrucció dels elements i aparells. Per fer-ho, cal prendre com a punt de partida el coneixement previ que l'instal·lador té de les prescripcions que regeixen les instal·lacions en general mitjançant les instruccions tècniques esmentades. Dins de cada tipologia d'instal·lació, cal detallar les prescripcions particulars de tots o de cadascun dels elements –canalitzacions, cables, conductors, aparellatge i elements de protecció– que integren qualsevol instal·lació elèctrica.

## **1.2 Elements constituents de les instal·lacions electrotècniques especials**

Els elements que integren qualsevol instal·lació elèctrica són, en termes generals, quatre:

- Elements de protecció

- Canalitzacions
- Conductors
- Aparellatge

D'acord amb aquest plantejament, l'aplicació de les prescripcions concretes per a cadascuna de les instal·lacions especials que es descriuen en aquesta unitat es basarà en la determinació de les característiques tècniques d'aquests quatre elements.

### 1.2.1 Mesures de protecció contra els xocs elèctrics

La ITC-BT-24 determina quines són les **formes de protecció** contra els **contactes directes** i **indirectes** que el Reglament accepta. El conjunt de mesures és exhaustiu i en determinades instal·lacions algunes d'aquestes formes són més recomanables que no d'altres i, en certs casos, n'hi ha que no són admeses com a vàlides.

En els casos en què calgui i sigui necessària una ordenació sistemàtica dels requeriments referits a la ITC-BT-24 com a admesos, el contingut de l'apartat el trobareu compilat en una taula resum que us servirà per visualitzar de manera ràpida i clara aquesta informació.

### 1.2.2 Canalitzacions

Les característiques, els tipus i els models concrets de canals i cables que es poden utilitzar tot considerant les condicions ambientals i de l'ús de la instal·lació les trobareu seguint les prescripcions bàsiques de la ITC-BT-21 com a document marc, el qual conté les característiques mínimes dels tubs en funció del tipus d'instal·lació.

### 1.2.3 Cables

També cal seleccionar els tipus de cables que suporten millor les condicions d'ús i les condicions mediambientals de l'entorn natural de la instal·lació. Per fer-ho, és necessari conèixer com es caracteritzen els cables i quin codi es fa servir per harmonitzar-los. De retruc, també cal saber quins són els cables que, amb aquestes prestacions determinades, ofereix el mercat.

Pel que fa a la **constitució dels cables**, els **elements bàsics** que els constitueixen són els següents:

- **Conductor** o ànima del cable. Es tracta de l'element que transporta l'energia elèctrica, i a través del qual circula el corrent elèctric que ha de formar part del circuit de la instal·lació. Està fet de materials metàl·lics conductors, principalment coure i alumini, ja que aquests metalls presenten una baixa resistivitat. Des del nostre punt de vista, l'interès principal que presenta el conductor està determinat per la seva disposició i facilitat per circular per les canals o els tubs de la instal·lació. Per aquesta raó cal distingir entre **conductors rígids** i **conductors flexibles**.
- **Aïllament** o element plàstic que recobreix el conductor i que té com a missió **confinar** el camp elèctric, entre el conductor i el blindatge, **igualar** esforços de voltatge dins de l'aïllament tot **minimitzant** descàrregues parcials, **protegir** millor el cable contra potencials induïts i **limitar** les interferències electromagnètiques o electrostàtiques. Per tant, es tracta d'un element que influeix sobretot en els **aspectes electromagnètics de la instal·lació**. Atès que el Reglament electrotècnic no preveu els efectes dels camps a les instal·lacions, l'aïllament no és especialment interessant des del punt de vista de la protecció contra els elements ambientals o les condicions d'ús de les instal·lacions.
- **Cobertura** o capa final de plàstic que es diposita per sobre de l'aïllament i que és la encarregada de protegir el cable gràcies a la seva resistència a l'escalfament, l'envelliment degut a la variació de les temperatures, la resistència a l'ozó i l'efecte de corona com també la resistència a la contaminació. Aquest és, finalment, l'element clau per determinar la capacitat d'un cable determinat per treballar en unes condicions ambientals o d'ús concretes. Els materials més emprats en la seva fabricació són el policlorur de vinil (PVC), la goma, el cautxú, el niló i el polietilè. A partir de les característiques de cada plàstic es poden determinar les prestacions dels cables.

**Codificació dels cables i tipus de cobertura.** D'un cable també interessa conèixer altres característiques com són, per exemple, el nombre de conductors que hostatja al seu interior, la secció d'aquests conductors o altres característiques més específiques com poden ser, per exemple, si està recobert, o no, d'una malla metàl·lica que actua com a blindatge electromagnètic.

Tota aquesta informació ens arriba per mitjà de la **interpretació dels codis** que caracteritzen els cables, la qual està regida per una sèrie de normes que trobareu resumides en la taula [1.2](#).

Els cables es poden classificar atenent a molts i diversos factors, i primer cal classificar-los segons la **tensió assignada**. El **Reglament electrotècnic (REBT)** estableix com a baixa tensió qualsevol valor de corrent altern igual o inferior a 1.000 V. En conseqüència, en l'àmbit de la baixa tensió, la classificació dels cables segons la tensió assignada queda limitada a només dos grups:

- cables d'una tensió assignada de fins a 750 V
- cables d'una tensió assignada de 0,6/1 kV

### Codis harmonitzats i codis particulars

La norma **UNE 20434** especifica les referències amb què els fabricants han d'identificar els conductors aïllats de tensió fins a 450/750 V. Recordeu que els cables de tensió assignada superior, és a dir, els cables a una tensió assignada de 0,6/1 kV, si bé es troben regulats per la norma **UNE 21153**, no estan harmonitzats, i, per tant, cada fabricant els pot denominar d'acord amb el seu propi sistema particular.

Tanmateix, el **codi** que s'utilitza per al material de l'**aïllament** i de la **cobertura** és força respectat pels fabricants, de manera que, sortosament, només us cal localitzar-lo en l'interior de la cadena de codificació, una cosa relativament senzilla atès el caràcter breu de la informació que aporten aquestes referències.

La **manera de distingir** si una nomenclatura pertany o no a un cable de tensió assignada inferior a 750 V o, dit amb altres paraules, si la denominació del cable es troba harmonitzada o no, consisteix a fixar-se en la primera lletra del codi: els **cables amb denominació harmonitzada** comencen la cadena amb la lletra **H**. Si no és així, aleshores es tracta de cables de tensió assignada 0,6/1 kV.

El fet d'utilitzar aquest **criteri** en la tria dels cables respon a una realitat molt senzilla. El sistema de codificació dels cables amb tensió assignada fins a 750 V es troba harmonitzat i és comú a tota la Unió Europea. En canvi, els cables de tensió assignada 0,6/1 kV no responen al mateix sistema de codificació.

No és tracta, aquí, de descriure abastament el sistema de codificació dels cables, sinó d'establir simplement els mecanismes i dotar-vos de les eines necessàries perquè pugueu **seleccionar els cables** que compliran els requeriments específics que el Reglament prescriu per a les diferents instal·lacions especials o amb finalitats especials.

Així doncs, d'entre tota la informació que s'obté per mitjà de la codificació, només ens fixarem en els elements que són rellevants per a aquest propòsit. De fet, de la constitució dels cables, l'element que més ens interessa ara és la **cobertura** per, així, mirar d'extreure de la codificació els elements que poden oferir informació sobre quina és la cobertura que protegeix el cable. En la taula 1.1 trobareu els codis dels materials que es poden fer servir com a cobertura dels cables.

**TAULA 1.1.** Codificació dels diferents materials plàstics que es poden utilitzar en la cobertura dels cables.

Referència	Significat
R	Goma natural
S	Silicona
V	Policlorur de vinil (PVC)
V2	Mescla de PVC (servei 90 °C)
V3	Mescla de PVC (servei de baixa temperatura)
V4	PVC reticulat (resistent a l'oli)

Hi ha una **característica** dels cables que serà especialment rellevant i és la resposta del cable, i en concret de la seva cobertura, davant el **foc**. Segons el comportament que tenen davant el foc, es poden distingir aquests tres tipus diferents de cables:

- **Cables no propagadors de la flama.** Són els cables que instal·lats individualment no propaguen el foc al llarg de la instal·lació, ja que són autoextingibles quan la flama que els afecta es retira o s'apaga. (Per designar-los es fa servir la lletra S).

- **Cables no propagadors de l'incendi.** Són els cables que no propaguen el foc al llarg de la instal·lació, ni tan sols quan aquesta consta d'un gran nombre de cables, ja que són autoextingibles quan la flama que els afecta es retira o s'apaga. (Per designar-los es fan servir les lletres AS).
- **Cables resistents al foc.** Són els cables que, a més de no propagar el foc al llarg de la instal·lació, mantenen el servei durant i després d'un foc prolongat, tot i que, mentre el foc dura, els materials orgànics del cable a la zona afectada es destrueixin. (Per designar-los es fan servir les lletres i el símbol AS+).

La taula 1.2 resumeix la codificació de la resposta dels materials plàstics que formen la cobertura dels cables davant del foc.

TAULA 1.2. Codificació dels diferents materials plàstics que es poden utilitzar en la cobertura dels cables.

Referència	Significat
S	Cables no propagadors de la flama
AS	Cables no propagadors de l'incendi
AS +	Cables resistents al foc

#### 1.2.4 Aparellatge

Els **aparells que formen part de la instal·lació**, és a dir, els quadres de distribució, les bases de presa de corrent, els aparells de protecció i maniobra, les caixes de distribució, etc., són el que s'anomena l'**aparellatge**.

El paràmetre que ha de servir per **avaluar** i **escollir** la bondat i la funcionalitat dels **aparells** per a una determinada instal·lació és l'índex de protecció, també conegut com a *índex IP*.

L'**índex IP** sempre el trobareu format per dos nombres o **xifres característiques** a continuació de les lletres. La **primera xifra** indica la capacitat de penetració que té el recinte que voleu caracteritzar contra els cossos estranys. Es tracta de saber si algun objecte no desitjat es pot introduir al recinte. La **segona xifra característica** us indica la capacitat del recinte de resistir davant l'efecte que pugui produir l'aigua en el seu contingut.

##### Compte!


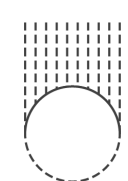

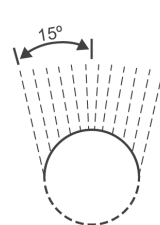

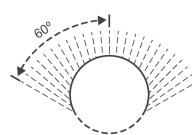

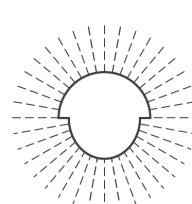
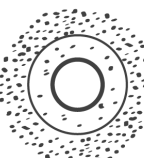
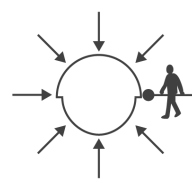
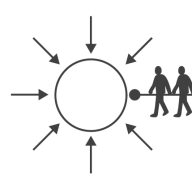
Les dues xifres característiques són independents. Si només us n'interessa una de les dues, és a dir, si, per exemple, només voleu caracteritzar el comportament del recinte respecte a l'aigua o respecte als cossos estranys, heu de posar una creu (X) en l'espai corresponent al dígit que no volem considerar.

L'índex IP de protecció contra els efectes de l'aigua és una xifra que va del 0 al 8. Si un recinte no té cap protecció contra l'aigua, es diu que té un índex IPX0.

En canvi, si és capaç de restar submergit dins l'aigua durant un període de temps prolongat, es diu que té un index IPX8. Entremig hi ha els valors dels diferents nivells de protecció.

En la taula 1.3 es detalla el significat de cadascuna de les dues xifres característiques segons si es refereix a les partícules sòlides o a la protecció davant la penetració de l'aigua.

**TAULA 1.3.** Significat de les xifres característiques del codi IP

Xifra	1a xifra protecció contra contacte amb cossos estranys	Simbologia assaig	2a xifra protecció contra l'aigua	Simbologia assaig
0	Sense protecció		Sense protecció	
1	Protecció contra cossos estranys sòlids $\varnothing \geq 50$ mm	$\varnothing 50$ mm 	Protecció contra degoteig vertical d'aigua	
2	Protecció contra cossos estranys sòlids $\varnothing \geq 12$ mm	$\varnothing 12$ mm 	Protecció contra esquitxos laterals d'aigua (inclinació de 15° des de dalt)	
3	Protecció contra cossos estranys sòlids $\varnothing \geq 2,5$ mm	$\varnothing 2,5$ mm 	Protecció contra esquitxos de costat en una inclinació de fins a 60° des de dalt	
4	Protecció contra cossos estranys sòlids $\varnothing \geq 1$ mm	$\varnothing 1$ mm 	Protecció contra esquitxos d'aigua des de qualsevol direcció	
5	Protegit contra la pols		Protecció contra ràfegues d'aigua	
6	Estanc a la pols		Protecció contra una ràfega potent d'aigua	



**TAULA 1.3** (continuació)


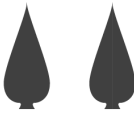

Xifra	1a xifra protecció contra contacte amb cossos estranys	Simbologia assaig	2a xifra protecció contra l'aigua	Simbologia assaig
7			Protecció contra immersió esporàdica en aigua	
8			Protecció contra immersió permanent en aigua; cal establir les condicions de comprovació, especialment respecte a l'aplicació de netejadors a alta pressió	
9			En neteja a alta pressió IPX9 segons la DIN4005	

Tot i que el marcatge del grau de protecció IP en els embolcalls acostuma a adoptar la forma de les mateixes xifres, per exemple IP54, de vegades les xifres característiques es poden substituir per símbols tal com ho indica la taula 1.4.

**TAULA 1.4.** Símbols utilitzats normalment per als graus de protecció

Primera xifra		
IP5X		Malla sense requadres
IP6X		Malla amb requadres
Segona xifra		
IPX1		Una gota
IPX3		Una gota dins un quadrat
IPX4		Una gota dins un triangle

TAULA 1.4 (continuació)

Primera xifra		
IPX5		Dues gotes, cadascuna dins un triangle
IPX7		Dues gotes
IPX8		Dues gotes seguides d'una indicació de la profunditat màxima d'immersió expressada en metres

### 1.2.5 Selecció del material

La selecció del material, l'heu de fer a partir dels resultats obtinguts prèviament en els càlculs tècnics i en les prescripcions que dicta la instrucció tècnica pertinent. Per a fer-ho, però, prèviament cal adaptar els resultats teòrics a allò que el mercat ofereix.

Trobareu enllaços amb diferents catàlegs de fabricants en les activitats finals del web d'aquesta unitat i també referències dels principals distribuïdors de material elèctric en la bibliografia de la unitat.

#### Els catàlegs comercials i tria de fabricants

El material de què es pot disposar el podeu trobar en els **catàlegs comercials**. En l'actualitat, la majoria dels fabricants presenten informació extensa i completa de tots els seus productes per mitjà de la Xarxa, un fet que facilita en gran mesura la consulta.

El procés de selecció del material, per tant, passa per una tria inicial dels fabricants que puguin subministrar els elements que us fan falta.

El procés de tria és molt important per obtenir un muntatge de qualitat al final del procés. Les característiques tècniques resultants dels càlculs previs no completen mai la descripció exhaustiva del producte. Els processos de manufactura industrial per a la fabricació dels productes de cada proveïdor poden variar enormement i dos cables de la mateixa referència poden tenir, a la pràctica, un comportament molt diferent.

No hi ha cap **regla d'or** per a la tria de proveïdors ni es disposa de cap registre o índex homologat i reconegut que classifiqui i puntuï els nivells de qualitat de les empreses. Una ajuda en el procés de tria es troba en la norma ISO 9000.

La **norma ISO 9000** és una norma de qualitat que atorga el reconeixement a les empreses que segueixen en els seus processos les pautes corresponents a l'assegurament de la qualitat.

#### Indicadors de qualitat

Hi ha molts nivells diferents de compliment de la ISO 9000, els quals garanteixen diferents

graus de satisfacció dels clients. En qualsevol cas, el simple compliment de la norma ja és per si mateix un bon indicador de la capacitat de l'empresa de fer productes de qualitat.

L'indicador principal, però, és la satisfacció que el client aconsegueix i que depèn de les experiències que té amb cada proveïdor diferent, a partir de les expectatives que inicialment s'havia plantejat.

Tot i això, aspectes com l'estudi de la fiabilitat de la producció, els assajos de laboratori o les capacitats dels processos, entre molts d'altres, són factors que ajuden a diferenciar els millors fabricants entre la llista de tots els disponibles.

## 1.2.6 Prevenció de riscos laborals

Les **mesures de protecció contra els riscos laborals** són una part indissociable del **Reglament electrotècnic de baixa tensió** i les seves aplicacions més pràctiques per mitjà de les diferents instruccions tècniques complementàries.

### El marc legislatiu

El reglament legislatiu marc pel que fa a la prevenció de riscos laborals és la Llei 31/1995 de prevenció de riscos laborals, que adapta al dret espanyol la Directiva comunitària 89/391/CEE, relativa a l'aplicació de mesures per promoure la millora de la seguretat i salut dels treballadors, alhora que incorpora, parcialment, disposicions d'altres directives.

Pel que fa a la concreció de la llei en els aspectes de la seguretat elèctrica, el Reial decret 614/2001 estableix les disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors davant del risc elèctric.

El **Reial decret 614/2001** classifica els riscos elèctrics en tres grans grups:

- Riscos elèctrics per contacte directe
- Riscos elèctrics per contacte indirecte
- Riscos elèctrics per encebament de l'arc elèctric.

### La ITC-BT-24

La **instrucció ITC-BT-24** dedica tot el seu contingut a descriure quines han de ser les mesures de protecció contra els contactes directes i indirectes. I les instruccions tècniques de les instal·lacions especials o d'ús especial, al seu torn, perfilen i concreten quines de les mesures exposades en la ITC-BT-24 són aplicables o recomanables.

En conseqüència, la prevenció dels riscos laborals pel que fa als **riscos elèctrics** queda perfectament determinada amb l'aplicació de tot allò que dicta el reglament.

Un aspecte, en certa mesura força diferent, és la prevenció dels riscos laborals en els **processos d'execució del muntatge** de les instal·lacions elèctriques especials. En aquest cas, cal circumscriure les mesures de prevenció a les actuacions concretes de cada instal·lació, en particular en funció de les condicions en què es duen a terme.

En tot cas, cal analitzar, de manera individualitzada, les mesures concretes, la qual cosa és un dels objectius d'aquest apartat.

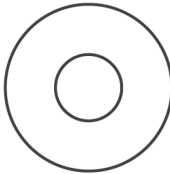
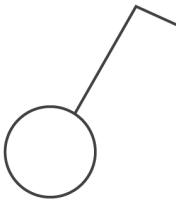
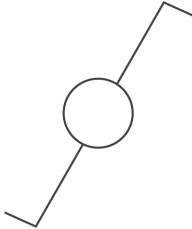
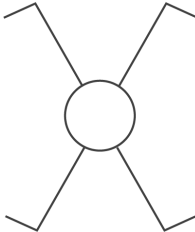
### 1.3 Representació unifilar de les instal·lacions elèctriques especials

La documentació que cal entregar per a la tramitació de les instal·lacions elèctriques en l'administració competent requereix incloure la representació de l'esquema elèctric unifilar del circuit.

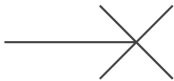

L'esquema unifilar és un **esquema topogràfic** que representa tots els elements d'una instal·lació i els situa en la seva ubicació específica dins del local on es du a terme el muntatge.

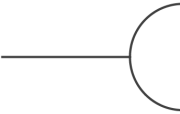

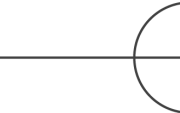
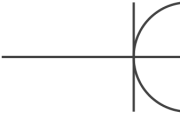
La taula 1.5 presenta la simbologia de la representació unifilar, la qual és diferent de la simbologia més coneguda dels esquemes funcionals.

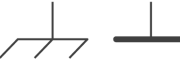
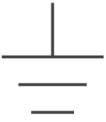
**TAULA 1.5.** Simbologia unifilar de les instal·lacions elèctriques especials

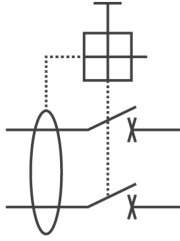
Elements de maniobra		
Nom	Simbologia	Descripció
Polsador		Interrupció sense enclavament mecànic
Interruptor		Interrupció amb enclavament mecànic i una sola posició activa
Commutador		Interrupció amb enclavament mecànic i dues posicions actives
Creuament		Interrupció amb enclavament mecànic i dues posicions actives paral·leles o de creuament entre dues línies
Elements receptors		

**TAULA 1.5** (continuació)

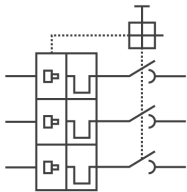
<b>Elements de maniobra</b>		
<b>Nom</b>	<b>Simbologia</b>	<b>Descripció</b>
Bombeta		Llum incandescent
Fluorescent		Llum fluorescent

<b>Bases de presa de corrent</b>		
<b>Nom</b>	<b>Simbologia</b>	<b>Descripció</b>
Base monofàsica		Sense presa de terra
Base monofàsica		Amb presa de terra
Base trifàsica		Sense presa de terra
Base trifàsica		Amb presa de terra

<b>Referències de voltatge</b>		
<b>Nom</b>	<b>Simbologia</b>	<b>Descripció</b>
Xassís		Estructura metàl·lica de l'aparellatge
Terra		Punt d'unió equipotencial entre la instal·lació i el conductor de protecció




<b>Elements de protecció</b>		
<b>Nom</b>	<b>Simbologia</b>	<b>Descripció</b>
Interruptor diferencial		Protecció contra els contactes indirectes

TAULA 1.5 (continuació)

Elements de maniobra	
Interrupctor magnetotèrmic	
	Protecció contra els contactes directes

En un **esquema unifilar**, els **cables es representen només amb una ratlla** que simbolitza la canalització per la qual circula amb tantes marques transversals com fils du a l'interior. La taula 1.6 recull els casos més comuns de simbologia unifilar en les instal·lacions elèctriques especials.

TAULA 1.6. Simbologia unifilar de les instal·lacions elèctriques especials

Cables	
Simbologia	Descripció
	Cable monofàsic
	Cable trifàsic sense conductor neutre
	

## 1.4 Instal·lacions en locals de característiques especials

El **Reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT)** reuneix, en la seva ITC-BT-30, les condicions específiques de la instal·lació elèctrica dels locals que, ateses les seves característiques ambientals, requereixen un tracte diferent respecte dels locals de concurrència pública (regulats en la ITC-BT-28) o dels que presenten risc d'incendi o d'explosió (regulats en la ITC-BT-29).

La **instrucció tècnica ITC-BT-30** té com a objectiu establir les condicions de seguretat per a la instal·lació elèctrica i per a tot el personal relacionat davant de les condicions ambientals a què es troben sotmesos, com també les condicions específiques que es deriven de la seva utilització.

### Què cal entendre per un local?

Tot i que el **REBT** no determina amb exactitud la definició de local, observant el que es diu en la lletra del Reglament (Reial decret 842/2002, de 2 d'agost) i en la ITC-BT-28, es possible arribar a establir que són locals els recintes tancats on tenen lloc espectacles, activitats recreatives, reunions, són espais de treball o recintes d'ús sanitari. Els locals es diferencien dels habitatges pel fet de tenir una concurrència pública més massiva i pel contingut de les activitats que hi tenen lloc.

El Reglament no és ni pot ser exhaustiu atesa la impossibilitat de cobrir i detallar totes i cadascuna de les ubicacions existents. S'estableixen, però, uns criteris generals amb la intenció d'orientar les recomanacions per a tots els locals que no s'han vist en la instrucció. Així la ITC-BT-30 inclou, entre els **locals de característiques especials**, els que es troben sotmesos a les condicions ambientals següents:

- locals humits
- locals molls
- locals amb risc de corrosió
- locals polsosos sense risc d'incendi ni d'explosió
- locals a temperatura elevada
- locals a temperatura molt baixa
- locals on hi ha bateries d'acumuladors
- locals afectes a un sistema elèctric

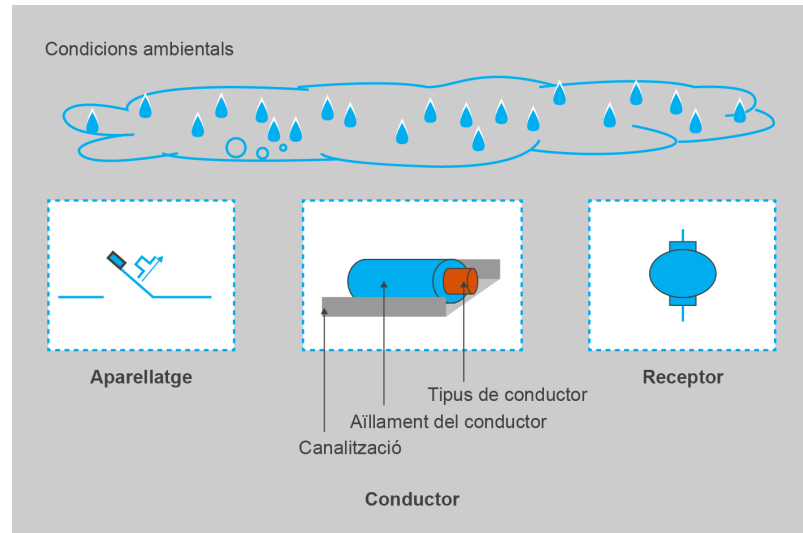
Els **equips elèctrics** s'han de seleccionar i instal·lar d'acord amb les influències externes a les quals poden estar sotmesos. En cas de no disposar d'equips amb el grau suficient de protecció, és necessari afegir-hi una **protecció complementària** la qual, en cap cas, ha d'afectar les condicions de funcionament inicials.

Si es produeixen diferents influències externes, cal analitzar l'efecte que cada una produeix, i determinar si són independents o si s'influeixen entre elles. La pols i la humitat, per exemple, poden provocar l'aparició de fang, i modificar l'efecte que cada element produeix per separat. Els graus de protecció s'han de seleccionar en conformitat amb això.

Quan es parla d'**equips i instal·lacions elèctriques aplicades a locals amb característiques especials**, de fet es fa referència a qualsevol equipament que s'encarregui de transportar l'energia elèctrica des del circuit de protecció, que actua com a element d'entrada al recinte, com, per exemple, el **petit interruptor automàtic (PIA)** que protegeix de sobrecorrents en el circuit, fins al receptor o l'encarregat de transformar l'energia elèctrica en alguna altra forma d'energia, tant si és calorífica (estufes) com lumínica (làmpades) entre d'altres. La figura 1.1 mostra l'esquema del que seria una instal·lació elèctrica amb tots els elements que la integren.

#### La guia tècnica...

...és un document que l'Administració ofereix juntament amb la instrucció tècnica complementària amb la intenció d'afegir informació addicional que serveixi per a una comprensió millor del text del Reglament. Les guies tècniques de les instruccions tècniques es renoven de manera periòdica però no tenen validesa legal.

**FIGURA 1.1.** Esquema dels elements constitutius d'una instal·lació electrotècnica

La ITC-BT-30 us permetrà de determinar les característiques que han de tenir aquests elements constitutius d'una instal·lació electrotècnica perquè compleixin els requeriments segons les condicions mediambientals del local on es troba.

En la selecció de l'**aparellatge** i dels **receptors**, el criteri que heu de seguir s'ha de basar en el grau de protecció que indiqui la instrucció tècnica davant de les condicions ambientals externes com també davant d'altres condicions més específiques de cada instal·lació. En el cas dels **conductors**, el criteri per a la selecció dels components s'ha de basar també en el seu grau de protecció i en els altres criteris de la instal·lació.

Ara bé, la guia tècnica de la ITC-BT-30 proposa uns tipus determinats de conductors per a cada instal·lació. Atès que aquesta informació pot ser útil a l'hora de fer el càlcul de la instal·lació, en cadascun dels apartats següents trobareu els conductors proposats. No es tracta en cap cas d'una obligació, sinó d'una simple recomanació.

### 1.4.1 Instal·lació en locals humits

Un local és humit quan la condensació de l'aigua no arriba a fer cap gota sinó que es limita a aparèixer en forma de taques salines o floridura. La humitat és nociva per als circuits elèctrics bàsicament per dos motius: la **corrosió** i els **contactes indirectes**.

Les instal·lacions d'interior estan formades pels conductors, els aparells de protecció i maniobra, les canalitzacions i els receptors. Dels quatre elements esmentats, només les canalitzacions poden ser exclusivament de plàstic. La resta conté forçosament parts metàl·liques. El contacte amb la humitat pot rovellar el metall de manera que el material perdi parcialment o totalment les seves propietats elèctriques.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu tota la informació sobre els locals de característiques especials.



L'aigua és una bona conductora de l'electricitat i un nivell suficient d'humitat a la instal·lació podria provocar **derivacions no desitjades** del corrent en forma de **contactes indirectes** amb altres conductors o parts metàl·liques del circuit i provocar la **caiguda de l'interruptor diferencial**. La manera d'anticiparse a aquests defectes passa per evitar que la humitat pugui arribar a les parts metàl·liques de la instal·lació. La humitat es transmet en forma de condensació de l'aigua a l'aire i es pot introduir per tot arreu on no hi hagi l'aïllament suficient.

L'aïllament respecte a l'aigua rep el nom d'*estanquitat*, i la manera que tenim d'establir l'estanquitat de qualsevol recinte es basa en el codi IP.

Tot seguit es detallen les característiques que ha de tenir el material elèctric en el cas dels **locals humits**

**Canalitzacions elèctriques.** De la ITC-BT-20 sabem que els conductors poden discórrer per diferents formes de canalització. En locals humits totes les canalitzacions han de ser estanques i respectar el grau de protecció **IPX1**, corresponent a la caiguda vertical de gotes d'aigua.

La taula 1.7, la taula 1.8 i la taula 1.9 detallen les referències dels tipus de cables recomanats per a cada forma de canalització elèctrica, en funció dels diferents nivells de protecció i capacitat de dissipació de la calor.

**TAULA 1.7.** Cables elèctrics aïllats a l'interior de tubs recomanats per a les instal·lacions en locals humits

Referència conductor	Norma UNE	Tensió assignada	Tipus de conductor	Aïllament	Propagador del foc
H07V-K	21031-3	450/750 V	Coure	PVC	Sí
H07Z1-K (AS)	211002	450/750V	Coure	Poliolefina	No

Si els conductors són aïllats a l'interior de tubs, han de presentar una tensió assignada entre 450 V i 750 V.

Els **cables aïllats a l'interior de canals aïllants**, la referència dels quals mostra la taula 1.8, s'han d'instal·lar en superfície, i les connexions s'han de fer a l'interior de la caixa.

**TAULA 1.8.** Cables elèctrics aïllats a l'interior de canals recomanats per a les instal·lacions en locals humits

Referència conductor	Norma UNE	Tensió assignada	Tipus de conductor	Aïllament	Propagador del foc
H07RN-F	2107-4	450/750 V	Coure	Goma	Sí
RV-K	21123-2	0,6/1 kV	Coure	XLPE	Sí

Els **cables aïllats armats amb fils galvanitzats** –les referències dels quals trobareu en la taula 1.9– i sense tub protector han de tenir una tensió assignada de 0,6/1 kV i han de discórrer per l'interior dels buits de la construcció o, si van per la superfície, han d'anar fixats mitjançant dispositius hidròfugs i aïllants.

#### La tensió assignada d'un conductor...

...és la tensió màxima del sistema al qual pot estar connectat el cable (ITC-BT-01). El primer valor correspon a la tensió eficaç del conductor respecte a terra, i el segon valor correspon a la tensió eficaç màxima entre els diferents conductors del mateix cable.

**TAULA 1.9.** Cables elèctrics amb fil galvanitzat recomanats per a les instal·lacions en locals humits

Referència conductor	Norma UNE	Tensió assignada	Tipus de conductor	Aïllament	Propagador del foc
RVMV-K	21123	0,6/1 kV	Coure	PVC	Sí
RZ1MZ1-K (AS)	21123	0,6/1 kV	Coure	XLPE	No

**Aparellatge.** Tots els aparells de protecció, maniobra i connexió que formen part de la instal·lació elèctrica han de presentar un nivell de protecció corresponent a l'índex **IPX1**. Les **carcasses i les parts accessibles** de l'aparellatge **no poden ser metàl·liques**.

**Receptors.** De la mateixa manera, els receptors d'enllumenat han de presentar el mateix índex de protecció contra la humitat, **IPX1**.

### 1.4.2 Instal·lacions en locals molls

El tret que diferencia els locals molls dels només humits és l'aparició de **gotes d'aigua** per la **condensació de la humitat**, encara que aquest fenomen no sigui continuat i només passi de tant en tant.

Si als locals l'aigua es manifesta durant llargs períodes en forma de bafs o de llot o fang a terra, també es consideren **locals molls**. Les instal·lacions a la intempèrie estan subjectes a l'efecte de la pluja i altres fenòmens meteorològics, per la qual cosa aquestes instal·lacions s'inclouen en aquest apartat.



Les bugaderies i els safareigs públics o els vestidors públics on els usuaris puguin arribar molls després de fer la neteja personal es consideren locals molls.

Cal tenir en compte que no es consideren locals molls ni les dutxes ni les piscines, ja que per a aquestes instal·lacions el REBT ja té unes instruccions tècniques complementàries particulars (com, per exemple, la ITC-BT-31). La ITC-BT-09 només preveu els locals on la humitat es condensa en forma d'aigua però l'aigua no raja de manera permanent.

De la mateixa manera que la humitat afectava les instal·lacions en forma de contactes indirectes i corrosió dels materials, les gotes d'aigua i el baf no fan més que empitjorar aquests defectes. La manera d'evitar-ho segueix la que es fa servir en el cas dels locals humits: cal aïllar les instal·lacions protegint els recintes respecte de l'aigua.

Tot seguit es detallen les característiques que ha de tenir el **material elèctric** en el cas de les instal·lacions elèctriques en llocs i locals molls.

**Canalitzacions elèctriques.** Les canalitzacions als locals molls han de ser **estanques** i respectar el grau de protecció **IPX4** corresponent a les projeccions d'aigua. Els tipus de cables recomanats per a les instal·lacions en locals molls són els mateixos que els tipus de cables que es fan servir en el cas d'instal·lacions en locals humits:

- **Cables aïllats a l'interior de tubs.** Els conductors han de tenir una tensió assignada entre 450 V i 750 V i han de discórrer per l'interior de tubs, per la superfície o encastats segons disposa la ITC-BT-21.
- **Cables aïllats a l'interior de canals aïllants.** Els conductors han de tenir una tensió assignada entre 450 V i 750 V i han de discórrer per l'interior de canals col·locades a la superfície. Les connexions s'han de fer a l'interior de caixes.

**Aparellatge.** Qualsevol aparell elèctric s'ha de situar a l'exterior de la instal·lació per minimitzar l'efecte de l'aigua. Si això no és possible, cal que els aparells presentin un grau **IPX4** de protecció contra les projeccions d'aigua o bé instal·lar-los a l'interior de caixes que sí tinguin aquest grau de protecció.

**Dispositius de protecció.** El Reglament diu que tots els circuits elèctrics han de dur dispositius de protecció en funció de la potència que carreguin i també del nombre total de circuits que formin la instal·lació. Quan un circuit elèctric deriva cap a l'interior d'un recinte moll, cal afegir, a l'inici d'aquest circuit, un element addicional de protecció (un petit interruptor automàtic o PIA, i/o un interruptor diferencial o ID) dedicat en exclusiva al recorregut que el circuit fa a la instal·lació.

**Receptors.** Els receptors d'enllumenat han d'estar protegits contra les projeccions d'aigua amb un grau de protecció corresponent a l'**IPX4**.

### 1.4.3 Instal·lacions en locals amb risc de corrosió

Tant l'alumini com el coure són materials bàsics en les instal·lacions elèctriques com a elements conductors més comuns i més utilitzats. Les prestacions elèctriques d'aquests metalls es fonamenten en la seva **baixa resistivitat**, és a dir, en la capacitat per permetre el pas del corrent a través d'ells.

Quan es produeix un **atac electroquímic per corrosió**, el resultat és un canvi en les característiques internes del material que es traduirà en un empitjorament de les característiques elèctriques. Aquest deteriorament es manifesta en l'aparició de noves substàncies, com l'òxid, que afecten primer el material conductor.

#### La corrosió i el pas del corrent

Tal com passava en el cas dels locals molls, el **risc de corrosió** també pot provocar **fuites de corrent** entre els conductors. Que la corrosió redueixi la resistivitat dels materials no significa que la nova substància que apareix –òxid– no sigui capaç de conduir l'electricitat.

Atès que el pas del corrent o no a través d'un conductor depèn del valor de la seva **resistència**, però també és **directament proporcional** a la **tensió aplicada**, tal com dicta la llei d'Ohm, aleshores, el **corrent** que circuli per les substàncies de nova aparició podrà produir **derivacions de corrent** entre conductors o entre els conductors i el terra de la instal·lació i fer saltar els elements de protecció.



La indústria química genera molts dels components que poden produir un atac electroquímic per corrosió a les instal·lacions elèctriques.

La corrosió és el deteriorament d'un material com a conseqüència de l'atac electroquímic de partícules de l'entorn.

La manera de protegir la instal·lació contra el risc de corrosió s'ha de basar com en la resta de casos analitzats en l'**aïllament mecànic** dels components elèctrics per mitjà de les proteccions de les envolupants.

L'ús de cintes adequades, pintures o greixos pot significar una protecció complementària adequada per al tipus d'instal·lació elèctrica en locals amb risc de corrosió.

#### 1.4.4 Instal·lació en locals polsosos sense risc d'incendi o d'explosió

La **pols** es manifesta en forma de partícules sòlides molt petites que floten en l'ambient o es dipositen sobre les superfícies formant les capes de sediment sobre els elements de la instal·lació. Tenint en compte les dimensions microscòpiques de cadascuna de les partícules que formen la pols, s'entén que el REBT la tingui en compte en la seva **ITC-BT-30** juntament amb la humitat, el vapor i la corrosió.

##### Un cas de local polsós

Els magatzems logístics, on s'acumulen grans quantitats de paquets normalment embolicats en caixes de cartró, són un exemple de locals polsosos. El cartró és un material que es desintegra amb facilitat i, quan ho fa, desprèn petites partícules sòlides que es podrien convertir en pols.

A més, normalment es tracta de locals de grans dimensions que no s'utilitzen com a lloc de treball fix sinó que tenen un ús esporàdic i l'esforç de neteja no acostuma a ser gaire gran. Això el converteix en un local susceptible d'acumular pols. Si la temperatura ambient no és gaire elevada, el risc d'incendi pot ser baix i convertir-lo en un local polsegós.

A hores d'ara ja s'haurà fet evident que el fil conductor de la ITC-BT-30 són les mesures per evitar els desperfectes que pot causar a les instal·lacions la intrmissió de petites partícules a les parts metàl·liques que poden generar defectes generals d'aïllament o l'augment de la resistència. En conseqüència, la pols és l'altre element a considerar un cop s'han analitzat les partícules líquides i gasoses.

##### Dues consideracions necessàries

Cal recordar que l'adjectiu que segueix a la descripció del tipus de local en la instrucció ITC-BT-30 parla de locals sense risc d'incendi i explosió per dos motius diferents. D'una banda, el REBT ja té un capítol dedicat a les mesures preventives contra aquests riscos. Es tracta de la **ITC-BT-29**, que detalla les prescripcions particulars per als locals subjectes a aquests perills.

D'altra banda, els defectes que s'examinen en la ITC-BT-30 són els que provoquen petits corrents de fuga i, en conseqüència, es tracta de locals on l'acumulació de pols però sobretot les temperatures i els materials que s'hi utilitzen no presenten risc d'incendi.

Les **mesures que cal aplicar** en les instal·lacions en locals polsosos s'han de basar novament en l'índex IP. Cal parlar esment, però, que en aquest cas la xifra significativa no serà la segona, sinó la primera, ja que les partícules que es volen evitar són sòlides i no pas líquides com fins ara. Així doncs, tant les **canalitzacions elèctriques** com els **equips i aparells** de la instal·lació han de presentar un grau de protecció contra la intromissió de cossos estranys de nivell **IP5X**.

### 1.4.5 Instal·lacions en locals de temperatura elevada

Aquí cal fer un gir en les condicions d'aplicació de la instrucció tècnica ITC-BT-30. Si fins ara s'havia restringit als defectes produïts per petites partícules en formes diferents, ara passa a detallar les condicions dels locals sotmesos a altes temperatures. Es parla d'altres temperatures quan la calor es manté permanentment per sobre els 35 °C o bé passa freqüentment dels 40 °C.

Els riscos que les temperatures elevades comporten per a les instal·lacions elèctriques presenten dos aspectes diferents. D'una banda, poden **malmetre els materials aïllants** que no estiguin preparats per suportar aquestes temperatures. De l'altra, la **resistència dels materials** augmenta per causa de l'efecte que la temperatura té en la resistivitat i, en conseqüència, cal rectificar el corrent màxim admissible per evitar l'escalfament provocat per l'**efecte Joule**. Les prescripcions del REBT i les ITC consideren totes dues situacions.

#### L'efecte o llei de Joule

Segons aquesta llei, la quantitat de calor expressada en calories que desprèn un conductor és proporcional al valor de la seva resistència  $R$  i el corrent  $I$  que hi circula segons la fórmula:

$$Q = I^2 R t$$

En què  $Q$  és l'energia calorífica produïda pel corrent,  $I$  és la intensitat del corrent que circula,  $R$  és la resistència elèctrica del conductor, i  $t$  és el temps.

Tothom sap que en l'elecció d'un cable en primer lloc cal tenir en compte la **secció del conductor** i s'ha de dimensionar seguint els criteris coneguts d'**intensitat màxima admissible, caiguda de tensió i corrent de curtcircuit**. Els catàlegs dels fabricants també incorporen dades sobre les característiques tèrmiques i mecàniques del seu aïllant.

La temperatura ambient que el Reglament considera normal és de 25 °C. Per sobre o per sota d'aquest valor, el Reglament fa rectificar els valors obtinguts –a l'alça o a la baixa– amb els factors de correcció corresponents. Per aquesta raó la majoria dels cables porten aïllants que resisteixen fàcilment aquestes temperatures.

Si les temperatures ambient que han de suportar els cables són superiors a 25 °C, aleshores les **matèries plàstiques o elastòmers** que els formen han d'estar adequats a la nova temperatura. Es recomana que els cables que s'utilitzin en

instal·lacions sotmeses a altes temperatures es puguin fer servir en ambients de fins a 50°C.

La taula 1.10 deixa constància dels tipus de cables que recomana la *Guia tècnica* per a les instal·lacions en locals a temperatura elevada i les seves característiques.

Els forns industrials, per exemple, són locals a temperatures elevades.

**TAULA 1.10.** Cables elèctrics recomanats per a les instal·lacions en locals a temperatura elevada

Referència conductor	Norma UNE	Tensió assignada	Tipus de conductor	Aïllament	Propagador del foc
H07V2-K	21031-7	450/750 V	Coure	PVC	Sí
H07G-K	21027-7	450/750 V	Coure	Goma	No

#### El cas especial dels conductors nus

La **utilització de conductors nus** també és acceptada si es troben en canalitzacions i sobre suports aïllants. L'absència d'aïllant evita el sobreescalfament que aquest provoca al conductor pel fet de no permetre-li dissipar la calor al medi exterior i permet al conductor reduir la secció necessària per transportar el corrent que demana el receptor.

El problema dels conductors nus és la feblesa amb què afronten les altres condicions ambientals com la humitat o la pols. Per tant, aquesta solució només és vàlida en instal·lacions on no siguin aplicables cap de les condicions que hem vist fins ara.

En darrer terme, també cal tenir en compte l'adaptació de l'aparellatge a les temperatures elevades. Des del punt de vista elèctric però també des del punt de vista mecànic, ja que una temperatura elevada pot provocar dilatacions i estovaments en els materials que conformen els aparells, i d'aquesta manera debilitar-los davant els esforços mecànics que han de suportar.

Les cambres de congelació de les plantes frigorífiques són locals a temperatures molt baixes.

#### 1.4.6 Instal·lacions en locals a temperatura molt baixa

Si la temperatura del locals es manté a temperatures ambientals per sota dels -20 °C, aleshores cal tenir en consideració allò que el Reglament estableix per a locals a temperatures molt baixes.

L'efecte nociu principal de les baixes temperatures a les instal·lacions elèctriques és la **congelació de l'aparellatge i dels materials d'aïllament i protecció.**

L'aïllament i els altres elements de protecció del material elèctric utilitzat han de tenir, en conseqüència, la propietat de no patir cap deteriorament a la temperatura a què s'han d'utilitzar. Per la seva banda, els aparells elèctrics també han de poder suportar els esforços resultants de les condicions ambientals a què es veuran sotmesos.

### 1.4.7 Instal·lacions en locals on hi ha bateries d'acumuladors

La tecnologia entorn dels acumuladors avança molt de pressa impulsada en bona mesura per la revolució de les noves tecnologies i l'enorme varietat de *gadgets* que dia a dia ens acompanyen. Tots portem a sobre com a mínim un telèfon mòbil i un ordinador portàtil que funcionen gràcies a l'acumulador que duen incorporat. Tot i això, encara és força habitual trobar bateries d'acumuladors d'àcid-plom, ja que la relació entre el seu cost i la seva capacitat encara és molt eficient.

L'expressió que encapçala aquest apartat és la manera acurada d'usar les paraules *bateria* i *acumulador*.

---

L'acumulador es distingeix de la **pila** perquè es pot tornar a carregar, i la pila és només d'un sol ús.

---

Tot i que en la nostra manera parlar habitual no distingim mai entre **bateria** i **acumulador**, el cert és que un **acumulador** és l'aparell on s'emmagatzema l'energia elèctrica gràcies a una reacció electroquímica entre l'electròlit i els elèctrodes, i la **bateria** representa la manera com es connecten diversos acumuladors entre ells per millorar les prestacions individuals de cadascun.

#### Els riscos dels acumuladors

En el cas dels acumuladors, es corre el risc que es desprenguin gasos com a conseqüència de la reacció electroquímica que es produeix al seu interior.

El principi de funcionament d'un acumulador es basa en la descomposició atòmica de l'electròlit en ions positius i negatius, els quals s'acumulen en els dos elèctrodes. D'aquesta manera es forma la diferència de potencial que durà a terme el treball elèctric requerit.

Si a l'electròlit hi ha presència d'aigua, aquesta es pot descompondre, per problemes de sobrecàrrega, en un gas anomenat *oxihidrògen* (HHO), que és altament explosiu.

Els **riscos** que presenten els **locals amb bateries d'acumuladors** es manifesten en dos aspectes diferents:

- Els derivats de l'emissió de gasos i, per tant, associats als locals amb risc de corrosió.
- Els riscos provinents de l'explosió dels gasos.

Els locals amb acumuladors s'han d'ajustar als requeriments que s'aplicaven en els casos de locals amb risc de corrosió, però la presència de vapors explosius ens farà afegir encara altres requeriments com, per exemple:

- Els locals on es troben els acumuladors han de ser habitacions que han de poder rebre la visita del personal que s'encarregui del seu manteniment i la reparació dels elements avariats. Ha de ser, doncs, una habitació on la possible presència de persones afegeixi encara més mesures de seguretat al voltant de les instal·lacions elèctriques. Com tothom sap, l'electricitat és un dels detonants més perillosos que hi ha en entorns explosius. Es fa necessari, aleshores, que la instal·lació es faci d'acord a aquests condicionants.

- La sala ha d'estar proveïda de **ventilació natural o forçada** que garanteixi una renovació perfecta i ràpida de l'aire. Els vapors evacuats no han de penetrar als locals contigus.
- Si hi ha il·luminació artificial, ha d'utilitzar únicament làmpades d'incandescència o de descàrrega, les quals han de ser d'un material apropiat per suportar l'ambient corrosiu i evitar la penetració dels gasos al seu interior.
- Els acumuladors que no assegurin per sí mateixos un aïllament suficient entre les parts en tensió i el terra de la instal·lació han de presentar un aïllament suplementari, el qual, al seu torn, no es vegi afectat per la humitat. La ubicació d'aquest aïllament complementari ha de permetre que es duguin a terme amb comoditat les tasques de manteniment i de substitució.
- Els passadissos de servei han de tenir una amplada mínima de 0,75 m.
- Si la tensió de servei dels acumuladors és superior als 75 V amb relació al terra de la instal·lació i hi ha parts metàl·liques que són susceptibles de tocar-se de manera accidental, el terra dels passadissos de servei ha de ser aïllat elèctricament.

En la figura 1.2 es pot veure la distribució real d'un grup d'acumuladors en un local destinat a aquest efecte.

**FIGURA 1.2.** Bateria d'acumuladors



#### 1.4.8 Instal·lacions en locals afectes a un servei elèctric

Els **locals afectes a un servei elèctric** són locals destinats a l'explotació d'instal·lacions elèctriques. L'accés està restringit al personal autoritzat i qualificat. En certa manera es pot dir que l'electricitat és la matèria primera o l'eina de treball i, en conseqüència, les mesures prescrites per la instrucció tècnica no van adreçades a evitar els contactes elèctrics accidentals com en la resta de casos estudiats

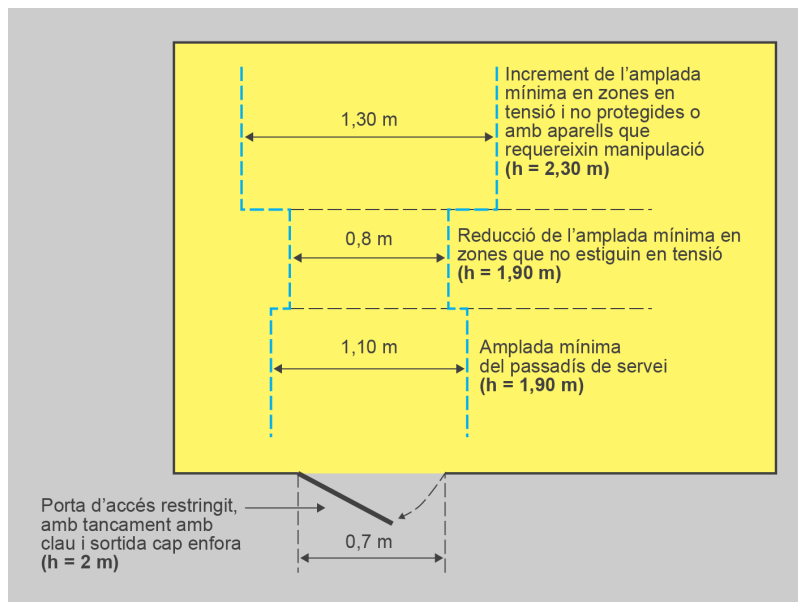


fins ara sinó que s'adrecen a **establir mesures ergonòmiques** que garanteixin la comoditat del personal en l'ús de les instal·lacions.

L'accés als locals afectes a un servei elèctric ha de tenir una alçada mínima de 2 m, ha d'estar lliure de qualsevol obstacle i la seva amplada no pot ser inferior a 0,70 m. L'obertura ha de ser sempre cap a l'exterior per facilitar la fugida del personal en cas d'accident. La porta, a més, ha de disposar de pany i clau per poder tancar la instal·lació quan no hi quedi ningú.

Els desplaçaments per l'interior també s'han de poder fer de manera còmoda i confortable. El local afecte a un servei elèctric ha de disposar d'enllumenat de seguretat. Cal evitar els passos estrets que afavoreixin contactes involuntaris amb elements actius. Els passadissos de servei han de tenir 1,90 m d'alçada, la qual s'haurà d'elevat fins a 2,30 m si en la part superior del recinte hi ha peces no protegides en tensió. La figura 1.3 mostra les dimensions que han de tenir els locals afectes a un servei elèctric.

**FIGURA 1.3.** Dimensions dels locals d'ús elèctric



En aquest plànol esquemàtic de la planta apareixen detallades les dimensions que estableix la instrucció tècnica complementària ITC-BT-30. Si l'emplaçament del recinte, però, es troba sota rasant, ha de disposar d'un clavegueró per a l'evacuació d'aigües en cas de pluja.

L'amplada del passadís de servei varia en funció de la presència o no de material sota tensió i/o instruments mesuradors. Les mides mínimes són les següents:

- 1,10 m si conté instruments o aparells que s'han d'observar contínuament o manipular.
- 1,30 m si conté peces nues, no protegides, sota tensió.
- 0,80 m si no hi ha elements sota tensió en cap banda del passadís.

## 1.5 Organització del muntatge en les instal·lacions elèctriques en locals especials

### Cinc regles d'or del treball en instal·lacions amb tensió

- Desconnectar la font d'alimentació.
- Fixar els elements de protecció (seccionadors o magnetotèrmics).
- Verificar l'absència de tensió.
- Posar a terra les parts actives de la instal·lació.
- Indicar la zona de treball.

El procés de muntatge de les instal·lacions elèctriques en locals especials ha de seguir els passos que es detallen a continuació:

- **Selecció o adaptació del material comercial.** A partir de les exigències tècniques que imposa el Reglament cal contactar amb el vostre proveïdor habitual o bé consultar els catàlegs disponibles en el web per escollir el material que utilitzareu en el muntatge. No sempre les característiques que exigeix la normativa de baixa tensió es troben disponibles en les condicions que a vosaltres com a empresa instal·ladora us convenen. Per tant, cal fer una **tasca d'interpretació tècnica** dels requeriments per garantir que el material del qual disposeu garanteix i compleix les prescripcions de la instrucció sobre el local de característiques especials.
- **Definició del traçat de la instal·lació.** Sobre el plànol del local heu de marcar inicialment les zones per les quals es vol fer circular la instal·lació. Els criteris que heu de seguir en aquest procés s'han de basar en primer lloc en l'optimització del traçat, és a dir, a fer que sigui el més curt possible a fi d'estalviar material. Però també cal considerar les instal·lacions prèvies del local (si n'hi ha) per no interferir entre elles i respectar les distàncies mínimes obligatòries. En el cas de les instal·lacions en locals de característiques especials, també cal **definir un traçat** que eviti al màxim la proximitat als elements ambientals que condicionen la instal·lació amb la intenció de **minimitzar-ne els efectes nocius corresponents**.
- **Preparació del local.** En funció del tipus d'instal·lació que s'esculli i segons el tipus de canalització que es fa servir, cal preparar les canals a la paret per enterrar posteriorment les canalitzacions i les caixes de connexió. En cas de **canalitzacions soterrades** és molt important respectar el traçat de la instal·lació que hàgiu definit per, d'una banda, evitar conflictes amb les instal·lacions anteriors i, de l'altra, facilitar les tasques de reparació si en el futur hi sorgeix una avaria.
- **Muntatge de l'aparellatge.** Un cop preparat el local segons el traçat establert cal enterrar a la paret o **fixar** superficialment tot l'**aparellatge**: canalitzacions, caixes de connexions, quadres de distribució, quadres de protecció, bases de presa de corrent, etc. segons ho determini l'**esquema topogràfic unifilar** de la instal·lació. En el procés de muntatge de l'aparellatge cal vigilar sobretot que tots els elements siguin manipulats amb cura, per no afectar-ne les propietats mecàniques i tèrmiques, fonamentals a l'hora de mantenir la instal·lació en condicions òptimes de funcionament en qualsevol de les seves circumstàncies de treball especial.
- **Muntatge de la instal·lació.** Sovint hem insistit que qualsevol instal·lació elèctrica consisteix en el transport de l'energia elèctrica des d'algun punt de distribució fins al receptor, el qual convertirà l'energia elèctrica en alguna

altra forma d'energia com ara calor, llum o moviment. El transport es fa exclusivament a través de cable elèctric, segons el tipus de cable que haureu escollit prèviament i d'acord amb les condicions i les característiques dels locals especials. Un cop tot l'aparellatge ja és a punt, cal procedir a interconnectar les parts i establir els **canals de conducció** de l'electricitat a fi d'aconseguir tancar el circuit. La importància d'aquest procés rau en la **qualitat de les connexions**. En aquest punt és a on posteriorment poden sorgir més defectes si, a l'hora de connectar els cables amb els aparells i els receptors, no es procedeix **amb cura**.

- **Connexió a l'alimentació.** El punt final de qualsevol instal·lació elèctrica és la connexió a l'alimentació. Sempre que es treballi amb instal·lacions que poden presentar algun tipus d'energia o voltatge cal recordar i respectar les **cinc regles d'or del treball amb tensió**. Així, un cop us hàgiu assegurat de l'absència de tensió en la font, heu de fer la **connexió de la instal·lació a l'alimentació**. Posteriorment, haureu de seguir en sentit invers les cinc actuacions d'or i ja podreu procedir a verificar el funcionament correcte de la instal·lació que ha quedat així finalitzada.

## 1.6 Qualitat en el muntatge d'instal·lacions elèctriques

La normativa ISO 9000 és un punt de referència pel que fa als aspectes de qualitat en qualsevol procés tant de fabricació com de servei. La norma descriu les condicions i les característiques que han de tenir tots els processos, sigui quina sigui la seva finalitat, per complir amb el compromís de qualitat.

El significat del terme **compromís de qualitat** ha anat variant enormement al llarg del segle XX, passant de les inspeccions posteriors a la fabricació, a buscar la satisfacció del client fins a l'establiment de l'excel·lència per mitjà de la millora contínua.

Al començament del segle XX, el concepte de **qualitat** anava estretament associat a un **increment considerable del cost del producte**. S'interpretava la qualitat només com un augment dels processos associats o bé com una millora en els elements primers que hi intervenien. Per entendre'ns es creia que un producte tenia més qualitat només quan s'hi afegien més components i els materials eren més bons. Es tracta del **model** que podríem anomenar **americà** perquè els primers exemples els trobem en les línies de producció de les empreses dels Estats Units d'Amèrica del Nord, en les quals es van col·locar operaris que inspeccionaven les peces un cop fabricades i en separaven les que no havien quedat bé amb la finalitat de reduir el nombre de productes defectuosos.

La desfeta econòmica del Japó després de la II Guerra Mundial va obligar aquest país a fabricar els productes que es comercialitzaven a Europa i Amèrica amb una qualitat millor i a un cost inferior. El **canvi de model** va aparèixer en el moment en què la qualitat es va desplaçar des de les inspeccions finals al procés

productiu. El lema d'aquest nou model és que **la qualitat es fabrica**. El sentit d'aquestes paraules és el següent: els costos de rebutjar tot allò que no ha sortit bé són molt elevats; en canvi, és molt més eficient analitzar les causes dels defectes i actuar sobre allò que provoca els problemes; és a dir, cal actuar sobre el procés de producció en el moment de la fabricació, i no un cop el producte ha estat fabricat.

Basades en aquesta filosofia van aparèixer les anomenades **eines de la qualitat**, un conjunt de procediments fonamentats en l'anàlisi estadística que volen descobrir l'origen dels defectes.

#### **Algunes eines de qualitat**

Són eines de la qualitat els histogrames, l'anàlisi modal de fallades i defectes, el diagrama causa-efecte o els diagrames de sectors, entre molts d'altres.

El model japonès va arrelar a tot el món i avui dia resulta impensable un procés productiu en el qual no s'analitzin els defectes per mirar d'establir-ne les causes. Tanmateix, l'evolució del mercat i l'enorme competitivitat que s'ha imposat arreu del planeta han fet que no n'hi hagi prou de fabricar bé i que calgui buscar alguna cosa més, alguna cosa diferent que marqui diferències subtils, a voltes difícilment interpretables, alguna cosa que afavoreixi que un client esculli un producte i no un altre.

#### **El model japonès actual**

Actualment es parla del model japonès com a sistema d'**assegurament de la qualitat** i els sistemes de qualitat basats en inspeccions a final de línia han passat a ser sistemes de **control de qualitat**.

---

El terme *zero defectes* és un concepte insígnia de la concepció més moderna de la qualitat.

---

En aquest context és quan la **satisfacció del client** apareix com l'**objectiu final**. No tan sols cal fabricar sense defectes, sinó que la persona que rep el nostre producte o el nostre servei se n'ha de poder adonar i s'ha de sentir satisfeta amb la tria que ha fet. Aquest nou gir en el que s'ha anomenat el **compromís de la qualitat** cerca evitar d'entrada la possibilitat que hi hagi defectes. Cal treballar no en la cerca dels problemes, sinó en la seva eliminació total. Només així es podrà fabricar amb zero defectes.

La **satisfacció del client** s'assoleix, d'altra banda, amb altres elements menys associats a la productivitat i amb una tendència més desviada cap al màrqueting i la psicologia.

De fet, avui en dia, sembla ja del tot impossible concebre una empresa sense tenir en compte tots aquests altres factors que sens dubte decantaran la balança dels possibles compradors en un o altre sentit.

### 1.6.1 Qualitat en el muntatge d'instal·lacions en locals de característiques especials

L'aplicació dels conceptes i procediments de qualitat establerts per les instal·lacions elèctriques en general en el muntatge d'instal·lacions en locals de característiques especials ha de partir sempre d'un coneixement exhaustiu d'allò que el client vol. Com a responsables de la instal·lació especial, heu de conèixer molt bé la reglamentació i els requeriments tècnics que la normativa us exigeix. Però, això no obstant, l'aplicació d'aquests coneixements en una instal·lació concreta pot tenir moltes i diverses interpretacions.

En primer lloc, la **selecció dels productes** s'ha de fer considerant les necessitats específiques del local i del client. No és el mateix un local dedicat a la rentada de cotxes que un laboratori d'homologacions, en el qual es treballa amb aigua, o una instal·lació a la intempèrie. De la mateixa manera, no és el mateix un forn d'aliatge industrial que el forn d'un restaurant. Tot i que el primer lloc formi part dels locals molls i que el segon sigui un tipus de locals sotmesos a temperatures elevades, i la reglamentació sigui efectivament la mateixa, el muntatge final no tindrà les mateixes exigències en un cas i en l'altre.

Els **acabats dels aparells**, la **polidesa** en el muntatge o les **verificacions** posteriors que del muntatge esperarien uns i altres no coincidiran en absolut. En el cas dels alts forns s'ha de donar prioritat a la fiabilitat, per exemple, en el laboratori d'homologacions caldria considerar la precisió i, en darrer terme, en el restaurant, els acabats i la polidesa.

L'**aplicació estricta** del Reglament no és garantia de la satisfacció del client ni, en última instància, de l'assoliment d'un producte de qualitat.

Tanmateix, el concepte de qualitat mai no ha exclòs en la seva evolució els estadis anteriors. I això vol dir que, tot i que l'objectiu final sigui la satisfacció del client, continuen essent necessàries la política de zero defectes, les anàlisis de fallades i conseqüències i, en darrer terme, la verificació final del producte que garanteixi que s'han satisfet les demandes prèvies. En conseqüència, inclosos en el terme de qualitat, les instal·lacions elèctriques especials han de satisfer les exigències més bàsiques. Caldrà, doncs, verificar les instal·lacions des de qualsevol punt de vista. No us heu de limitar només als paràmetres que el Reglament exigeixi sinó que us heu d'anticipar a les necessitats tècniques i d'ús dels clients, satisfer-les i comprovar que el resultat ha estat tal com s'esperava.



## 2. Instal·lacions elèctriques amb finalitats o ubicacions especials

Sortirem ara de l'interior dels locals per analitzar quins són els requeriments que el Reglament imposa a les instal·lacions electrotècniques que, atesa la seva particular ubicació o funció final, presenten unes característiques i unes condicions d'instal·lació que les fan especials i que, en conseqüència, no es troben previstes en cap altra instrucció.

---

Les instruccions ITC-BT-31, 32, 33, 34, 35 i 39 tracten totes d'instal·lacions elèctriques amb finalitats especials.

---

### 2.1 Piscines i fonts (ITC-BT-31)

L'aigua és un element molt bon conductor de l'electricitat, tal com ho heu vist en l'estudi dels locals amb característiques especials –locals humits i molls– regulats per la ITC-BT-30, la qual, però, prenia en consideració l'efecte de l'**aigua com a element corrosiu** o com a **element conductor**, capaç de provocar un **curtcircuit** entre diferents elements de la instal·lació.

En la secció "Annexos" del web del mòdul, trobareu la instrucció tècnica ITC-BT-31 sobre les instal·lacions especials en piscines i fonts.

En aquest apartat hem de veure l'aigua com un element capaç de conduir l'electricitat en situacions en què algú pot estar o submergit totalment o només en part. Per tant, allò que ens caldrà prevenir seran els possibles xocs elèctrics sobre les persones com a conseqüència d'una fuga de corrent des de la instal·lació.

El reglament per a baixa tensió enfoca les mesures de prevenció des de l'angle de la previsió, és a dir, estableix que els elements de la instal·lació han d'estar aïllats respecte a l'aigua, i des de l'angle de l'ús de tensions de servei molt baixes (MBTS).

En el primer cas, l'aigua no pot accedir a allà on es troba l'electricitat, de manera que s'evita el contacte elèctric amb l'element conductor, i es fa impossible que l'aigua s'electrifiqui i faci mal a les persones.

Tanmateix, en les situacions en què aquesta via no resulti ser factible, s'ha d'aprofitar la segona opció, és a dir, la utilització de **tensions de servei molt baixes** de tal manera que, en cas d'haver-ne, l'afectació dels individus pel pas de corrent sigui totalment inofensiva.

La primera de les mesures preventives, l'**aïllament**, ha d'estar especificada en les xifres característiques de l'**índex IP** de protecció contra la penetració d'aigua.

Pel que fa a la segona via de protecció, cal recordar que els danys que es produeixen arran del risc de xoc elèctric es troben quantificats per dos elements: la **intensitat del corrent** i la **durada** del pas del corrent pel cos. Si parlem de situacions en

---

La ITC-BT-36 permet conèixer millor les característiques particulars de les instal·lacions elèctriques a molt baixa tensió (MBTS).

---

les quals les persones es troben submergides en l'aigua, el temps que tardarien a poder-ne sortir seria insuficient per evitar els danys. En conseqüència, en el cas que ens ocupa, l'únic factor que podem minimitzar és la intensitat del corrent. Com bé sabem, segons la llei d'Ohm, la intensitat del corrent és directament proporcional a la tensió aplicada. Per reduir el corrent que pot circular pel cos cal, doncs, reduir la tensió aplicada.



Gent prenent un bany de peus en un pediluví

La tercera via de protecció serà la forma convencional de protecció contra els contactes directes i indirectes a través dels elements de comandament i protecció ja coneguts com són l'**interruptor magnetotèrmic** i l'**interruptor diferencial**. El Reglament, però, també inclou referències a una classificació que s'estableix per als aparells receptors en relació amb la protecció que presenten contra el risc de xoc elèctric. Atenent a aquesta classificació, els aparells receptors es poden considerar de la manera següent:

- Classe 0: els aparells no presenten cap mesura addicional de protecció contra els xocs elèctrics.
- Classe 1: el xassís dels aparells es troba connectat al terra de la instal·lació.
- Classe 2: els aparells presenten una doble protecció en forma d'una doble coberta d'aïllament, sense circuit de protecció.
- Classe 3: els aparells utilitzen tensions de servei molt baixes (MBTS) per minimitzar el risc elèctric.

Les instal·lacions elèctriques que són objecte d'aplicació de la ITC-BT-31 són les ubicades a piscines, fonts ornamentals i pediluvís.

### 2.1.1 Instal·lacions en piscines i banys de peus

Cal començar per enfocar els diferents elements de protecció mitjançant la classificació de l'espai en diferents zones o volums. Cada zona o volum ha de tenir unes característiques determinades que la facin ser més o menys susceptible al **xoc elèctric**.

El risc per a la persona que es trobi a l'interior d'una piscina, per exemple, és molt més elevat des del punt de vista del xoc elèctric que no el que pot tenir un banyista que ja ha sortit de l'aigua i es troba a una certa distància només accessible per mitjà de la humitat del terra.

El **grau de risc elèctric** és màxim en el **volum 0** i va decreixent en els casos dels volums **1** i **2**. No s'ha de considerar en cap cas un volum 3.

El **volum 0** de les piscines i els banys de peus és l'interior del recipient, inclosos qualsevol canal a les parets o al terra.



El **volum 1** de les piscines i els banys de peus és l'espai format per la intersecció d'un pla vertical situat a 2 m des de la vora de l'interior del recipient, és a dir, el volum 0, i un pla horitzontal situat a 2,5 m d'altura per sobre del terra i la superfície del recipient.

#### Compte!

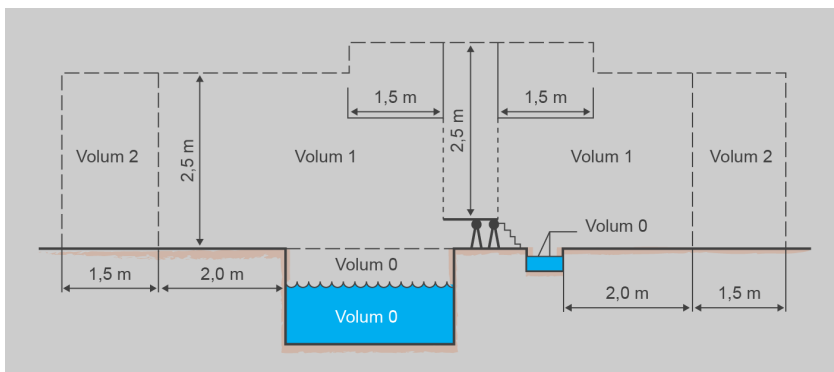
En cas d'haver-hi trampolins, tobogans o altres components susceptibles de ser ocupats per persones, el volum 1 s'ha d'ampliar en un pla vertical situat a 1,5 m al voltant d'aquest component i un pla horitzontal situat a 2,5 m d'altura per sobre de la superfície més alta que pot ser ocupada per persones.

El **volum 2** de les piscines i els banys de peus és l'espai format per la intersecció d'un pla vertical situat a 1,5 m de la zona ocupada pel volum 1, i un pla horitzontal a 2,5 m d'altura per sobre del terra.

L'aplicació concreta dels volums és variable en funció de les característiques constructives del recipient i les parets del seu voltant, tal com tindreu oportunitat de veure tot seguit en alguns exemples.

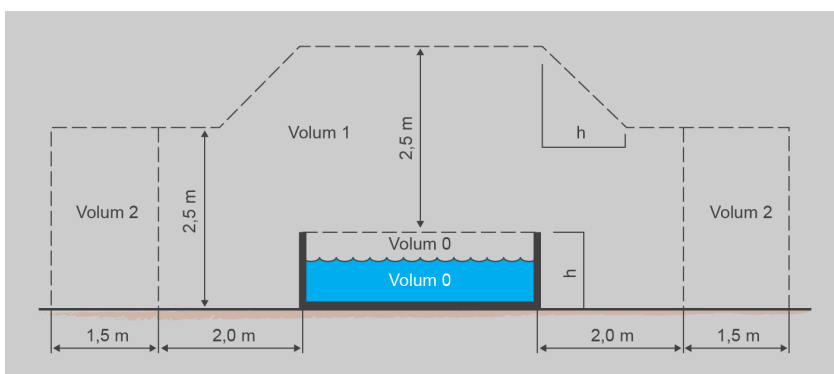
En el cas d'una **piscina enfonsada**, és a dir, en la qual el dipòsit es troba per sota del nivell de terra, els volums es distribueixen segons la figura 2.1.

**FIGURA 2.1.** Dimensions dels volums per a dipòsits de piscines i banys de peus



S'observa la presència de dos espais diferents corresponents a dos volums 0, el dipòsit principal i un dipòsit menor corresponent a un bany de peus. En aquesta mateixa figura, també s'observa l'efecte que en la distribució dels volums tenen la presència d'un trampoline i l'escala d'accés

**FIGURA 2.2.** Dimensions dels volums per a dipòsits per sobre del terra

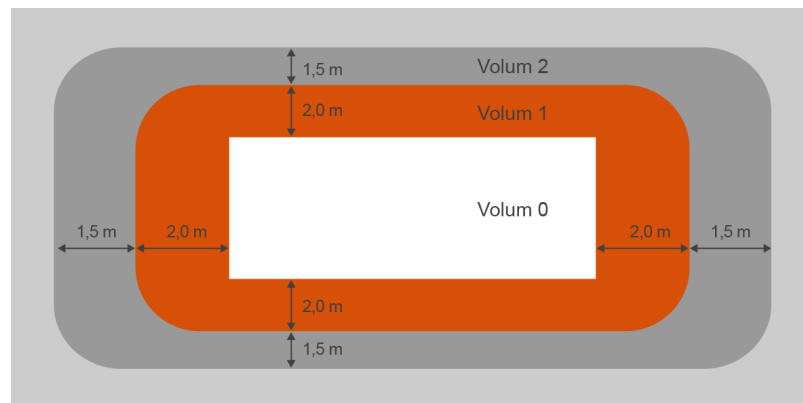


Si la piscina s'hagués construït per damunt del nivell de terra, allò que de manera col·loquial en diem *una bassa*, els volums es veurien modificats en alçària, ja

que el plànol horitzontal que delimita el volum 1 quedaria modificat per l'alçària del recipient. Aquesta modificació, en canvi, no afectaria el plànol horitzontal del volum 2, ja que es troba prou allunyat del recipient i no pateix pel canvi de l'alçària. La figura 2.2 mostra un exemple d'aplicació dels volums en el cas d'una piscina elevada.

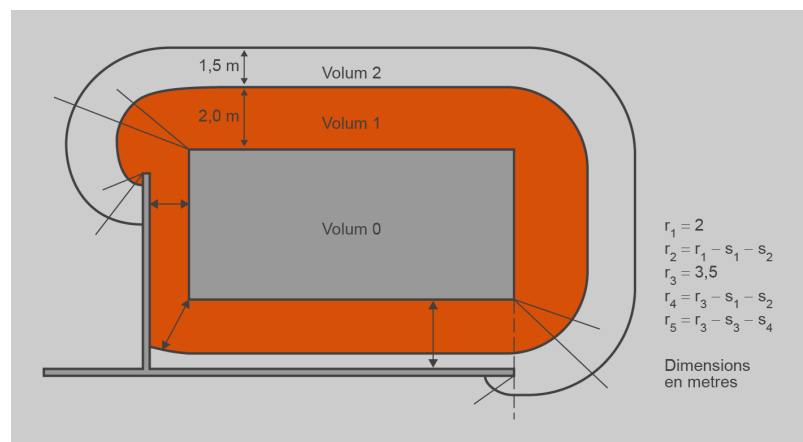
Fins aquí heu vist la distribució dels volums en una vista d'alçària. Si en lloc de l'alçària projectéssim la vista de planta, la distribució seria rectangular al voltant del dipòsit o volum 0 tal com es veu en la figura 2.3, sempre que l'espai que circumda la piscina estigui lliure de murs aïllants d'una alçària igual o superior a 2,5 m.

**FIGURA 2.3.** Dimensions de protecció en piscines sense parets



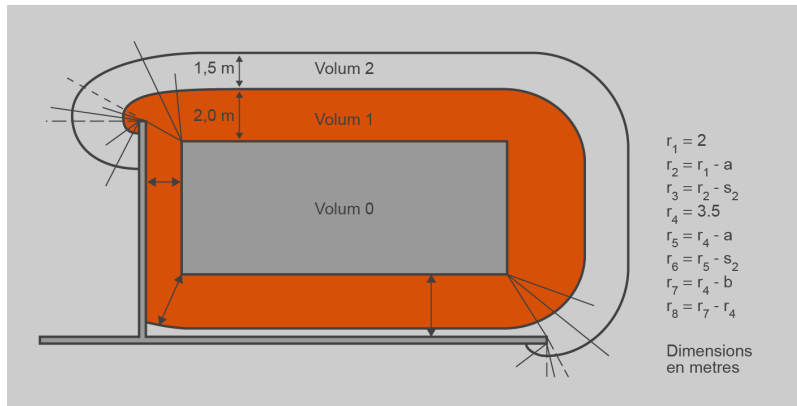
En cas de trobar-vos amb paraments al voltant de la piscina, els volums 1 i 2 es veurien modificats pel traçat dels murs. Les figures 7 i 8 són una mostra de com les parets poden complicar la distribució dels volums en les piscines i els banys de peus. La figura 2.4 mostra l'efecte de la paret inferior, que coincideix exactament amb la llargada d'una de les vores de la piscina, i una paret lateral que és un pèl més curta que l'altra vora.

**FIGURA 2.4.** Dimensions de protecció en piscines amb parets de longitud igual o inferior a la longitud de les vores de la piscina



Finalment, la figura 2.5 és un exemple de la modificació dels volums quan les parets circumdants són més llargues que les vores de la piscina o, el que és el mateix, el volum 0.

**FIGURA 2.5.** Dimensions de protecció en piscines amb parets de longitud superior a la de les vores de la piscina



## 2.1.2 Prescripcions per a les instal·lacions en piscines i banys de peus

El Reglament estableix un conjunt de prescripcions de caràcter general que afecten a totes tres zones en el cas d'instal·lacions elèctriques en piscines i banys de peus. Les prescripcions generals que s'assenyalen tot seguit són d'obligat compliment en qualsevulla de les zones 0, 1 i 2:

- Les **mesures de protecció contra els contactes directes** mitjançant obstacles per posada fora d'abast per allunyament no són admissibles. En cas d'utilitzar una tensió de servei molt baixa (MBTS), la protecció contra els contactes directes s'ha de proporcionar mitjançant barreres o cobertes amb un grau de protecció mínim IP2X o un aïllament capaç de suportar una tensió d'assaig de 500 V en corrent altern durant un minut.
- Les **mesures de protecció contra els contactes indirectes** mitjançant locals no conductors o per connexions equipotencials no connectades a terra no són admissibles.
- Tots els **elements conductors i els conductors de protecció** de tots els equips amb parts conductores accessibles s'han de connectar a una connexió equipotencial suplementària local.
- Els **cables** i la seva instal·lació han de tenir les característiques que prescriu la ITC-BT-30 en el cas dels locals molls.
- No hi pot haver **instal·lacions aèries** per sobre els volums 0, 1 i 2 o per sobre de qualsevol estructura compresa dins d'aquests volums.
- Les **canalitzacions** no poden tenir cobertes metàl·liques accessibles.

A banda de les prescripcions de caràcter general que afecten a totes tres zones, el Reglament també especifica quines característiques han de regir les instal·lacions elèctriques en cada volum en particular:

- **Zona 0**

- **Protecció.** Els equips elèctrics que s'utilitzin en la zona compresa pel volum 0 han de presentar un índex de protecció corresponent al grau **IPX8**.
- **Tensió de servei molt baixa.** Només s'admet la protecció per mitjà d'MBTS per a generadors de fins a **12 V** en corrent altern i **30 V** en corrent continu. En qualsevol cas, la font d'alimentació ha d'anar col·locada a l'exterior de les zones 0, 1 i 2.
- **Canalitzacions.** No n'hi pot haver cap a l'interior de la piscina ni poden tenir cobertes metàl·liques accessibles.
- **Caixes de connexió.** No s'admeten caixes de connexió.
- **Llums.** Els llums col·locats sota l'aigua han d'anar darrere d'un espèll estanc i s'han d'instal·lar de manera que no hi pugui haver cap contacte, intencionat o no, entre les parts conductores accessibles de l'espèll i les parts metàl·liques del llum, incloent-hi la seva fixació.
- **Aparellatge i altres equips.** Elements com ara els interruptors, els programadors i les bases de presa de corrent no s'han d'instal·lar al volum 0.

- **Zona 1**

- **Graus de protecció.** Els equips elèctrics que s'utilitzin a la zona compresa pel volum 1 han de presentar un índex de protecció corresponent al grau **IPX5** o **IPX4** en piscines a l'interior d'edificis que normalment no es netegen amb rajos d'aigua.
- **Tensió de servei molt baixa.** Només s'admet la protecció per mitjà d'MBTS per a generadors de fins a 12 V en corrent continu i 30 V en altern. En qualsevol cas, la font d'alimentació ha d'anar col·locada a l'exterior de les zones 0, 1 i 2.
- **Caixes de connexió.** No s'admeten caixes de connexió llevat de caixes per a molt baixa tensió de servei (MBTS), les quals han de tenir un grau de protecció **IPX5** i han de ser de material aïllant.
- **Aparellatge i altres equips.** En piscines petites, on la instal·lació de bases de presa de corrent no és possible fora del volum 1, aquestes s'admeten, preferentment no metàl·liques, si s'instal·len fora de l'abast de la mà a 1,25 m com a mínim a partir del volum 0 i a 0,3 m per sobre del nivell de terra. A més, han d'estar protegides per un tall automàtic de l'alimentació mitjançant un interruptor diferencial de 30 mA com a màxim.

- **Zona 2:**

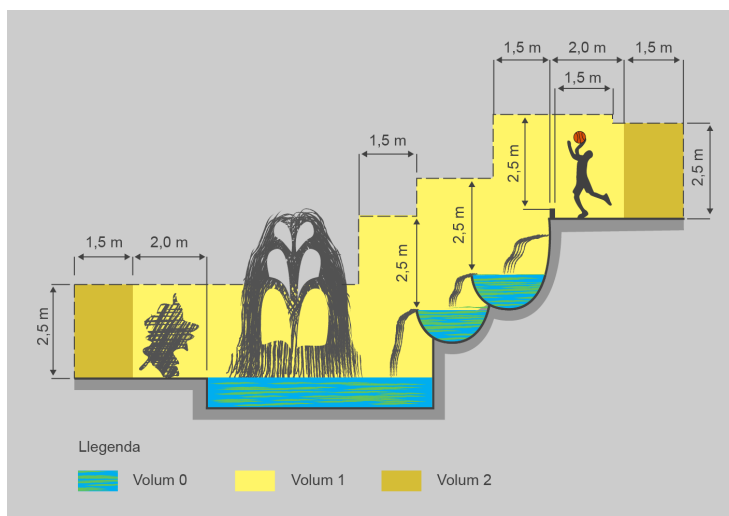
- **Graus de protecció.** Els equips elèctrics que s'utilitzin en la zona compresa pel volum 2 han de presentar un índex de protecció corresponent als graus:
  - \* **IPX2** per a ubicacions a l'interior
  - \* **IPX4** per a ubicacions a l'exterior

- \* **IPX5** a localitzacions on puguin arribar els rajos d'aigua en les operacions de neteja
- **Caixes de connexió.** Les caixes de connexió hi són admeses.
- **Aparellatge i altres equips.** Les bases de presa de corrent hi són permeses sempre que estiguin protegides amb alguna de les mesures següents:
  - \* MTBS amb la font d'alimentació situada fora de les zones 0, 1 i 2 i protegides per un tall automàtic de l'alimentació mitjançant un interruptor diferencial de 30 mA com a màxim.
  - \* Una alimentació individual per separació elèctrica si la font es troba fora dels volums 0, 1 i 2.

### 2.1.3 Fonts

En el cas de les fonts ornamentals a efectes de les instal·lacions elèctriques només es diferencien dues zones, els volums 0 i 1. Per dimensionar-les se segueix el mateix criteri que per a les piscines. La figura 2.6 en seria un exemple pràctic.

**FIGURA 2.6.** Volums de protecció en fonts



Pel que fa a les **prescripcions generals** per a fonts ornamentals cal utilitzar alguna de les mesures de protecció següents:

- Protecció mitjançant una tensió de servei molt baixa (MBTS) fins a 12 V en corrent altern i fins a 30 V en corrent continu.
- Tall automàtic amb un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilitat.
- Les bases d'endolls no són permeses.
- Cal establir una connexió equipotencial suplementària que interconnecti tots els elements metàl·lics i totes les parts conductores accessibles com, per exemple, sortidors i canonades metàl·liques.

Pel que fa als **cables** per a l'equip elèctric, han de tenir les característiques que prescriu la **ITC-BT-30** per als locals molls, i s'han de col·locar amb protecció mecànica a l'interior de canalitzacions resistents a l'impacte, codi 5, segons la norma **UNE-EN 50.086-1**.

Les prescripcions específiques per a fonts ornamentals per a cada una de les zones són:

- **Zona 0.** Graus de protecció: els equips elèctrics que s'utilitzin en la zona compresa pel volum 0 han de presentar un índex de protecció corresponent al grau **IPX8**.
- **Zona 1.** Graus de protecció: els equips elèctrics que s'utilitzin en la zona compresa pel volum 1 han de presentar un índex de protecció corresponent al grau **IPX5**.

## 2.2 Màquines d'elevació i transport (ITC-BT-32)

Han de ser **objecte d'aplicació** de la instrucció **ITC-BT-32** els sistemes elèctrics de grues, aparells d'elevació i transport, i altres equips semblants com escales mecàniques, cintes transportadores, ponts rodants, bastides elèctriques i en general qualsevol aparell dedicat al moviment d'elevació i transport de càrregues pesants.

**El moviment de càrregues pesades pot ser una causa d'accidents perillosos i és la intenció de la ITC-BET-32 mirar d'evitar-los.**

La combinació de moviment i elevació de càrregues pesants fa que els aparells esmentats tinguin un risc important d'atrapar l'usuari, amb unes conseqüències greus o molt greus. Imagineu-vos, per exemple, un accident degut a un mal ús d'unes **escales mecàniques** en les quals el moviment inherent del mecanisme de desplaçament i tall al tram final pot agreujar de manera substancial un accident. O, si no, en les conseqüències d'una caiguda d'una grua mentre trasllada maquinària pesada.

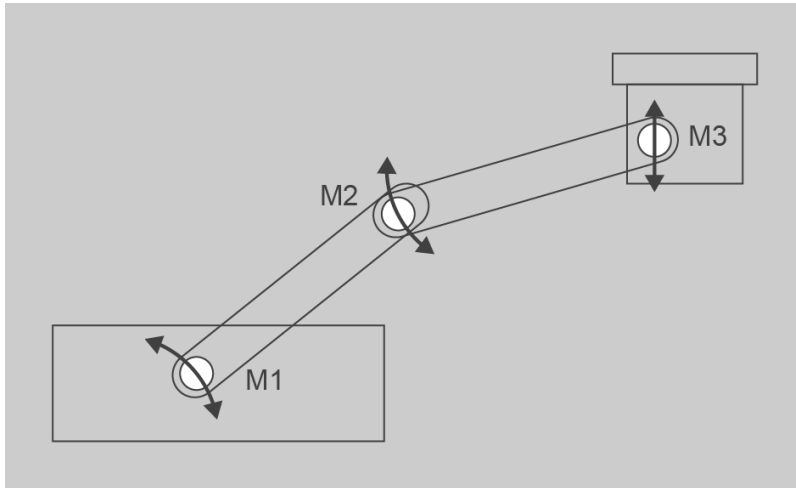
Des del punt de vista constitutiu, sovint es tracta d'elements formats per estructures metàl·liques, que sovint interessarà que puguin transportar energia elèctrica. Així passa en el cas dels col·lectors, com les barres o els anells col·lectors, i elements de tracció com els cables o les vies de rodament. Es tracta d'elements encarregats de transmetre energia elèctrica a través d'estructures mòbils que permetin dur a terme el desplaçament desitjat de la càrrega. La constitució metàl·lica d'aquestes estructures és òptima per assolir totes dues funcions. Tot i així, aquesta doble vessant pot provocar **contactes accidentals** que es converteixen en contactes directes amb el corrent elèctric i sobre els quals cal incidir.

Finalment, com tothom sap, l'element que converteix l'energia elèctrica en moviment és el **motor** elèctric. Ateses les característiques determinades de

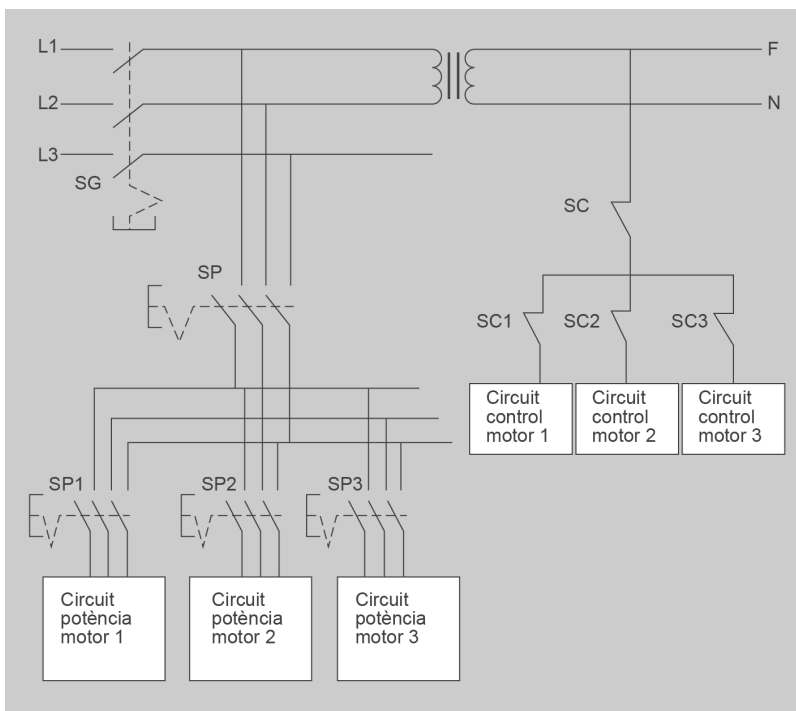
les màquines d'elevació i transport, el cor del sistema elèctric serà el motor. En el comportament d'un motor, l'arrencada és una de les fases més crítiques del funcionament. La **ruptura de la inèrcia** mecànica comporta un augment important del consum elèctric en el moment de l'arrencada. Des del punt de vista del disseny, això implica que en els càlculs del sistema elèctric s'ha d'haver fet una previsió suficient per a les sobreintensitats.

La figura 2.7 mostra l'esquema simplificat d'una grua elevadora amb els motors que la formen.

**FIGURA 2.7.** Esquema simplificat del funcionament d'una grua elevadora



**FIGURA 2.8.** Diagrama de blocs de les alimentacions dels circuits de potència i control d'una grua elevadora



En la figura 2.7 es veu que per desplaçar la persona que opera dins la cistella la màquina disposa de tres motors amb dos graus de llibertat respectivament.

La figura 2.8 mostra la distribució de l'alimentació dels circuits de control i potència de la grua i de cadascun dels motors que l'operen.

L'esquema mostra que les alimentacions poden ser interrompudes des de diferents nivells, començant per un tall complet de l'alimentació amb SG, seguint per la capacitat de desconnectar únicament els circuits de potència, SP, i de control, SC, per separat o finalment poder deixar sense alimentació únicament el circuit de només un motor dels tres amb SC1, SC2 i SC3 o SP1, SP2 i SP3. Aquest exemple pot servir de model pràctic de les prescripcions en matèria de tall de l'alimentació que dicta el Reglament.

### 2.2.1 Prescripcions generals

Pel que fa a les prescripcions generals per a instal·lacions en màquines d'elevació i transport, cal esmentar les següents:

- L'aparell ha de poder quedar fora de funcionament mitjançant un **interruptor omnipolar** col·locat al circuit principal (SG).
- L'interruptor s'ha de situar en un lloc visible i accessible des de terra, de manera que qualsevol persona pugui interrompre el moviment de la màquina en cas d'accident. Els aparells que es facin servir com a interruptors han de complir amb la norma UNE-EN 60.947-2. Els contactors també s'admeten com a interruptors.
- La visibilitat de l'interruptor s'ha d'assegurar mitjançant un rètol de dimensions suficients perquè sigui localitzat amb facilitat i ha d'estar fet amb mitjans i materials indelebles.
- Les dimensions dels aparells i els cables han de ser les suficients per garantir que la caiguda de tensió per l'arrencada del motor no superi el 5%.

#### El risc de caiguda de tensió

L'arrencada del motor provoca un augment de consum de corrent elèctric que en funció de la font d'alimentació, la secció dels conductors i les possibilitats de dissipar la temperatura segons la forma de canalització utilitzada pot provocar una caiguda de tensió en la instal·lació.

### 2.2.2 Connexió a terra i l'ús de conductors de protecció

El reglament estableix les prescripcions que en general han de complir les instal·lacions amb fins especials en màquines d'elevació i de transport en matèria de la connexió a terra i l'ús de conductors de protecció.

D'acord amb la ITC-BT-32, es consideren **connectats a terra** els equips –cabines d'ascensor, estructures de motors, màquines elevadores, etc.– que es trobin mun-

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul, trobareu la ITC-BET-32 de les instal·lacions amb finalitats especials en màquines d'elevació i transport.



tats sobre elements d'estructura metàl·lica de l'edifici que ja estiguin degudament connectats a terra.

La connexió a terra es pot garantir mitjançant una **revisió detallada dels mecanismes** que les uneixen, en la qual es comprovi que les unions són robustes i tenen una superfície de contacte suficient per garantir **continuitat elèctrica** entre totes dues estructures en qualsevol circumstància.

Si tot això no es compleix, cal instal·lar un **conductor especial de protecció**.

#### **Compte!**

Les vies de rodament de qualsevol grua de taller han d'estar unides a un conductor de protecció.

### **2.2.3 Protecció de seguretat mitjançant el tall del subministrament**

El tall en el subministrament elèctric en màquines d'elevació i transport ha de ser provocat per una parada d'emergència o bé per a la realització d'operacions de manteniment de caràcter mecànic. En el primer cas, el pas de corrent és interromput per aturar immediatament la màquina en cas d'accident. En el segon, en canvi, no es vol que cap dels elements de l'aparell estigui en tensió per poder dur a terme còmodament la manipulació que requereixen les operacions manteniment o reparar una avaria.

El **tall per parada d'emergència** obliga a tenir un interruptor per cada grua o aparell d'elevació. En cas de tenir més d'un circuit, com és el cas de l'exemple que veieu a la figura 2.8, cal poder interrompre l'alimentació de tots els circuits amb una sola acció. En aquest exemple, l'interruptor era l'**SG**, el qual s'ha de poder accionar des de terra.

#### **Mecanisme d'enclavament**

Un circuit d'interrupció es considera que té un mecanisme d'enclavament si un cop feta la desconnexió queda fixat i no és possible retornar-lo a la posició d'origen sense una acció mecànica o elèctrica determinada.

Cal evitar la **reconnexió accidental i involuntària** després de la interrupció. Per això, els mecanismes de tall han de disposar de **mitjans d'enclavament elèctrics o mecànics**.

El **tall per operacions de manteniment mecànic** és prescindible en el cas d'única grua i quan l'interruptor es troba justament a l'entrada de l'alimentació de la instal·lació. En cas contrari, aquest **interruptor** serveix com a **tall d'emergència** però en canvi no garanteix l'absència d'elements en tensió en tota la instal·lació, ja que aquesta estaria alimentada entre l'entrada i el mecanisme d'interrupció.

Els **conjunts d'aparellatge** han de poder quedar desconnectats. Aquesta desconnexió ha d'incloure els circuits de potència i de control. En la figura 2.8 seria el cas dels interruptors SC1, SC2 o SC3 i SP1, SP2 o SP3.

## 2.2.4 Protecció davant de sobreintensitats

El funcionament normal d'un motor provoca augments en el consum de corrent, normalment en el moment de l'arrencada, però també en d'altres situacions en què la inèrcia mecànica en la càrrega del motor l'obligui a dur a terme treballs elevats.

Tot i això, un mal funcionament del motor o situacions de risc també poden provocar sobreintensitats. Quan una situació en la qual els motors estan desgastats o afectats per condicions ambientals adverses i han perdut força, i el seu rendiment s'ha reduït, és duu a l'extrem, pot provocar un **sobreescalfament perillós a la línia**.

La sobreintensitat també es pot produir quan un motor vol fer un moviment normal però es troba bloquejat per algun **obstacle mecànic**. Aquest obstacle pot ser qualsevol objecte que accidentalment s'hagi quedat en el recorregut del motor però també pot ser una persona que hi hagi quedat atrapada.

Determinades **sobreintensitats**, sigui quina en sigui la causa, són indicadors de problemes i, en conseqüència, cal **protegir la instal·lació** i, de retruc, **les persones** que els puguin ocasionar.

Per aquesta raó, el **Reglament** exigeix la **protecció** mitjançant un o més dispositius automàtics que actuïn en cas de sobrecàrrega o curtcircuit.

En tot cas, el Reglament no considera com a vàlids els dispositius que detecten les sobreintensitats amb **elements sensibles a la temperatura** com PTC, NTC o bimetalls si aquests aparells es troben muntats directament a sobre dels enrotllaments del motor.

### Elements termosensibles

Entre els elements que varien les seves propietats en funció de la temperatura cal esmentar el cas dels resistors PTC i NTC, els quals augmenten i redueixen el seu valor resistiu segons la temperatura ambient.

Un altre exemple són els **bimetalls**, els quals, en raó dels diferents coeficients de dilatació entre els dos metalls que els conformen, es contreuen i redueixen les seves dimensions.

## 2.2.5 Protecció contra els contactes directes

La protecció contra els contactes directes per mitjà dels elements en tensió dels aparells elevadors, com poden ser les barres col·lectores, les vies de rodament o els cables, s'ha de fer seguint les recomanacions de la instrucció ITC-BT-24 (vegeu la taula 2.1) i que són les següents:

- Protecció per mitjà de l'aïllament de les parts actives.

- Protecció per mitjà de barres o embolcalls.
- Protecció per mitjà d'obstacles que impedeixin l'accés als elements en tensió.
- Protecció per mitjà de l'allunyament.
- Protecció complementària, per mitjà de dispositius de corrent diferencial-residual.

### Compte!

A les àrees d'accés restringides al personal qualificat, els cables i les barres col·lectores en tensió han d'estar protegides per allunyament. La protecció per allunyament ha de cobrir tota la superfície de l'àrea d'accés restringit, i els mecanismes d'allunyament han de ser de tal forma que no es permeti el contacte accidental amb els cables o les barres col·lectores ni tan sols amb una càrrega oscil·lant ni cap cable o cadenat d'accionament.

En la taula 2.1 trobareu el resum de les prescripcions que dicta el Reglament en matèria de prevenció del risc de xoc elèctric.

**TAULA 2.1.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en instal·lacions en màquines d'elevació i transport segons els punts de la ITC-BT-24

Tipus de protecció contra			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1
Barreres i embolcalls	ITC-BT-24 3.2	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2
Per mitjà d'obstacles	ITC-BT-24 3.3	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.3
Posar la instal·lació fora d'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4 només per evitar el contacte accidental amb les parts en tensió	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5
MBTS	Resistència d'aïllament de 500 V durant 1 minut	MBTS	

## 2.3 Instal·lacions provisionals i temporals d'obres (ITC-BT-33)

La ITC-BT-33 del Reglament estableix quines són les prescripcions que han de seguir les instal·lacions elèctriques muntades de manera temporal i provisional amb la finalitat d'abastir les maquinàries i els aparells necessaris en la realització d'algun tipus d'obra civil.

A aquest efecte, el Reglament considera que són provisionals les instal·lacions temporals la finalitat de les quals és dur a terme:

- La construcció de nous edificis.

- Treballs de reparació, modificació, extensió o demolició d'edificis existents.
- Treballs públics.
- Treballs d'excavació.
- Ampliacions, reparacions i demolicions de parts d'edificis, mentre duri la intervenció.

### 2.3.1 Circuits elèctrics. Distribució i separació de les fonts d'alimentació

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul, trobareu la ITC-BT-33 per a les instal·lacions provisionals i temporals d'obra.

Les fonts que poden abastir una instal·lació provisional d'obra són diverses. La instal·lació es pot connectar en derivació a una connexió de distribució aèria, pot extreure l'alimentació d'algun circuit d'una instal·lació d'interior, o fins i tot es poden utilitzar els generadors fixos i mòbils.

En funció de la ubicació de l'obra i de la potència necessària caldran una, dues o més fonts d'alimentació. Una mateixa obra es pot alimentar a partir de diverses fonts d'alimentació.

Sabem, però, que les característiques elèctriques d'una font d'alimentació depenen, entre d'altres coses, de les càrregues que s'hi connectin. D'aquesta manera, el mateix Reglament prescriu quines són les **caigudes de tensió màximes permeses** en determinades instal·lacions amb la intenció d'evitar un deterioraments en el servei.

També sabem que el funcionament i les prestacions requerides en diferents instal·lacions responen a condicions de funcionament particulars i no es poden barrejar.

En les instal·lacions provisionals i temporals d'obres **cal evitar la interconnexió** entre les diferents **fonts de tensió** que l'alimenten.

Per evitar la interconnexió, cal identificar tota instal·lació segons la font que l'alimenta i només ha d'incloure els elements que aquesta font alimenta. A més, les diferents alimentacions s'han de connectar mitjançant dispositius dissenyats de manera que s'impedeixi la interconnexió entre elles.

Ara bé, cal preveure instal·lacions de seguretat per als casos en què una possible fallada de l'alimentació normal d'un circuit pot representar riscos per a la seguretat de les persones. Aquests elements de seguretat, tot i pertànyer a la mateixa instal·lació provisional, han d'extreure la seva alimentació elèctrica d'una font suplementària.

Es consideren instal·lacions de seguretat:

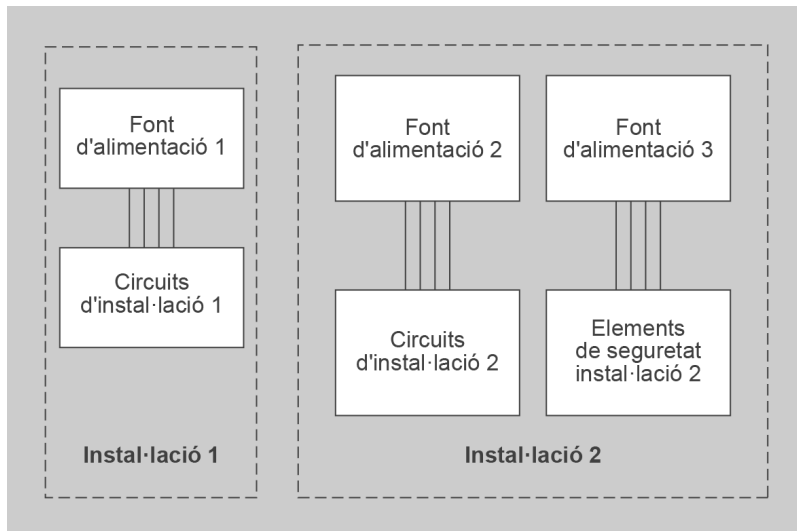
- L'enllumenat que permet l'evacuació del personal i la posada en marxa de

les mesures de seguretat en cas de fallada de l'enllumenat normal.

- Els circuits secundaris que alimenten bombes d'elevació, ventiladors, muntacàrregues, quan la continuïtat en el servei d'aquests elements sigui essencial per a la seguretat del personal.

En la figura 2.9 trobareu un esquema elèctric d'una instal·lació provisional d'obra.

**FIGURA 2.9.** Esquema elèctric d'una instal·lació provisional d'obres on es veu la separació de les diferents fonts d'alimentació.



La figura 2.9 presenta un exemple en el qual hi ha dues fonts d'alimentació diferenciades. Tots els aparells alimentats per la font 1 es troben identificats com a tals i només es poden connectar a aquesta font. La font d'alimentació 2, al seu torn, també alimenta només a tots els circuits que pertanyen a la instal·lació 2. Ara bé, atès que la instal·lació 2 requereix enllumenat i altres circuits de seguretat, cal obtenir energia d'una tercera font, en aquest cas és la font d'alimentació 3, la qual subministrarà el corrent necessari als elements de seguretat però sense interferir ni barrejar-se amb els circuits elèctrics de la font d'alimentació 2.

Les **instal·lacions provisionals d'obra** han de disposar d'un quadre de protecció i comandament a l'origen de cada instal·lació.

Existeix el costum extès de muntar en un sol quadre tots els aparells. Cal remarcar que aquest muntatge no és reglamentari i per tant cal separar en quadres diferents cadascuna de les alimentacions emprades.

La instal·lació ha de disposar d'un aparell de tall omnipolar que interrompi l'alimentació de manera immediata. Així mateix, cada sector o circuit també ha de disposar de mitjans de seccionament i tall omnipolar. L'alimentació dels aparells que cada instal·lació fa servir s'ha de fer en un quadre de distribució que inclogui els dispositius següents:

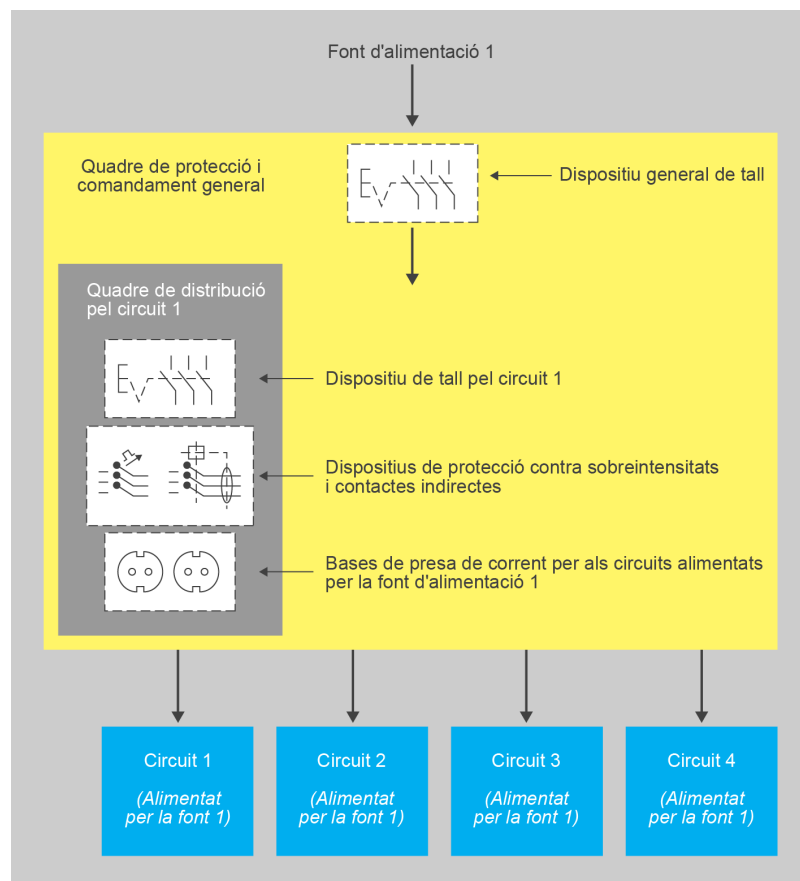
- Dispositius de protecció contra les sobreintensitats com, per exemple, els interruptors magnetotèrmics (PIA)
- Dispositius de protecció contra els contactes indirectes com, per exemple,

els interruptors diferencials (ID)

- Bases de presa de corrent

La figura 2.10 mostra tots els elements de comandament i protecció de què ha de disposar una instal·lació temporal i provisional d'obra.

**FIGURA 2.10.** Quadres de comandament i protecció d'una instal·lació provisional d'obres



### 2.3.2 Protecció contra els xocs elèctrics

D'acord amb el que prescriu la ITC-BT-24, les mesures de protecció **contra els contactes directes** d'una instal·lació provisional i temporal d'obres han de ser preferentment les següents:

- Protecció per aïllament de les parts actives
- Protecció mitjançant barreres o embolcalls

El Reglament es decanta per aquestes **mesures protecció per mitjà de l'allunyament** perquè, atès el caràcter provisional de la instal·lació, ofereixen una possibilitat d'**evitar de manera absoluta qualsevol risc de contacte**, cosa que, en canvi, no passa en el cas de les **mesures de protecció per mitjà de dispositius automàtics** com els interruptors magnetotèrmics.

Pel que fa a les mesures de protecció **contra els contactes indirectes**, el Reglament prescriu que cada una de les bases o grups de base han d'anar protegits per dispositius de corrent diferencial de 30 mA com a màxim o bé han de ser alimentats amb molt baixa tensió de servei (MBTS). També es considera admissible la protecció per mitjà de l'**aïllament galvànic** mitjançant un **transformador individual**.

La taula 2.2 presenta un resum de les prescripcions sobre el xoc elèctric referides al que dicta la ITC-BT-24.

**TAULA 2.2.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en instal·lacions provisionals i temporals d'obra segons els punts que articulen la ITC-BT-24

Tipus de protecció contra			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1 Preferible	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1 \n en esquema TT: UL < 24 Vac, UL < 60 Vdc
Barreres i embolcalls	ITC-BT-24 3.2 Preferible	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2
Per mitjà d'obstacles	ITC-BT-24 3.3	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.3
Posar la instal·lació fora de l'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4  només per evitar el contacte accidental amb les parts en tensió	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5

### 2.3.3 Criteris per a l'elecció dels equips

En general, les envolupants i embolcalls, l'aparellatge, les preses de corrent i en general tots els elements a la intempèrie han de tenir un grau de protecció com a mínim d'**IP45**.

La norma UNE-EN 60.439-4 regula les característiques comunes de l'aparellatge en les d'instal·lacions provisionals. Pel que respecta a la protecció dels embolcalls segons la codificació IP se segueix el que prescriu la norma UNE-EN 20.324.

**Canalitzacions.** Les canalitzacions han d'estar disposades de manera que no exerceixin cap esforç sobre el conductor llevat que estiguin previstes per a aquest efecte. El grau de protecció mínim ha de ser el següent:

- **Tubs** (segons l'UNE 50.086-1):
  - Resistència molt forta a la compressió
  - Resistència molt forta a l'impacte

Recordeu que les ITC-BT-20 i ITC-BT-21 regulen les característiques que han de complir les canalitzacions.

**Compte!**

La norma no especifica quines són les xifres característiques dels índex corresponents sinó que es limita a generalitzar amb un terme poc concret com és *protecció molt forta*.

D'aquesta manera deixa al criteri particular de l'instal·lador la selecció dels material concrets que s'han d'utilitzar en funció de les condicions particulars de la instal·lació.

- Els **altres tipus de canalitzacions** han d'estar protegides amb graus equivalents als definits en el cas dels tubs.

**Cables elèctrics.** Els cables que s'han de fer servir en instal·lacions d'**exterior** han de ser de tensió assignada mínima entre 450 V i 750 V, i han de disposar d'una coberta de policloroprè o similar.

Els cables que s'han de fer servir en instal·lacions d'**interior** han de ser de tensió assignada mínima entre 300 V i 500 V i aptes per a serveis mòbils.

**Connexions a terra.** L'esquema d'alimentació que s'ha d'utilitzar respecte a les connexions a terra és el corresponent a l'esquema TT.

**L'esquema de connexió TT**

Aquest tipus de connexió té un punt d'alimentació, generalment el neutre, connectat directament a terra. Les masses de la instal·lació receptora estan connectades a una presa de terra separada de la presa de terra de l'alimentació.

## 2.4 Fires i estands (ITC-BT-34)

Les instal·lacions elèctriques en fires i estands també són, com les d'obres, provisionals i temporals, ja que la instal·lació només s'utilitza el temps que dura l'activitat per a la qual s'ha fet el muntatge.

Les **instal·lacions en fires i estands** difereixen de les instal·lacions provisionals d'obres en dues característiques fonamentals: les **fonts d'alimentació** i el **mobiliari**.

En primer lloc, les **fonts d'alimentació** en una fira o estand són úniques per a cada instal·lació. Això és així per les circumstàncies de la ubicació de l'esdeveniment, normalment en locals tancats, els quals ja disposen de fonts d'alimentació pròpies, i sobretot per les necessitats reduïdes de potència de la instal·lació que, en aquest tipus d'instal·lacions, són més petites que en les d'obres pel fet que les càrregues elèctriques que ha de suportar es redueixen a elements portàtils de presentació i il·luminació.

**Triangle o quadrat de foc?**

El triangle del foc és la combinació formada pels tres elements necessaris per a la presència del foc: combustible, comburent i calor. A part d'aquest tres elements, cal la presència d'algun element que iniciï el foc com pot ser una flama o una espurna elèctrica,



raó per la qual en algunes obres es parla del **quadrat del foc** i no de triangle, ja que només amb els elements del triangle no es produeix el foc.

L'altra diferència principal entre els dos tipus d'instal·lacions provisionals és l'**entorn mobiliari** en el qual tenen lloc les activitats.

Atès que les fires i d'altres esdeveniments similars tenen finalitats comercials o, en qualsevol cas, de presentació i informació, els elements de confort i de comoditat hi han de ser presents, i això fa augmentar notablement el risc d'incendi. Tots tenim present en la memòria la imatge d'algun estand de fira on mai no falten ni la fusta ni les moquetes, materials amb un poder ignífug elevat que, juntament amb l'escalfor que provoca una il·luminació forta del local -també amb finalitats d'augmentar l'atenció del client o el visitant- poden crear les condicions necessàries per al foc.

Pel que fa a les **característiques generals**, cal tenir present que el Reglament estableix que la tensió nominal de les instal·lacions elèctriques temporals en recintes d'exposició, estands i parcs d'atracció no ha de superar els 230 V o 400 V en corrent altern.

### 2.4.1 Protecció contra els xocs elèctrics

Les mesures de protecció **contra els contactes elèctrics directes** no poden consistir en obstacles que impedeixin l'accés als aparells elèctrics ni tampoc en estratègies d'allunyament. Ateses les dimensions reduïdes de determinats expositors i estands, les mesures d'allunyament i obstrucció no resultarien fiables a causa de les enormes facilitats d'accés que poden presentar les instal·lacions.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-34 sobre les instal·lacions en fires i estands.

El **Reglament** interpreta que no hi ha cap mesura que, per la via dels obstacles, asseguri la protecció total contra els **contactes elèctrics directes**. La protecció ha de venir de mesures de tall de l'alimentació o bé de tensions de servei molt baixes (MBTS). En aquest darrer cas, la protecció s'ha d'assegurar mitjançant un aïllament capaç de resistir un assaig dielèctric de 500 V durant un minut.

Tots els circuits han d'estar protegits **contra les sobreintensitats** mitjançant un dispositiu de tall situat a l'origen del circuit.

Les mesures de protecció **contra els contactes elèctrics indirectes** han d'assegurar el **tall** mitjançant **dispositius diferencials**, com, per exemple, interruptors diferencials (ID), de corrent diferencial-residual assignat màxim de 30 mA.

La taula 2.3 resumeix les prescripcions en matèria de protecció davant del xoc elèctric referides als diferents punts que articulen la norma tècnica complementària.

**TAULA 2.3.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en instal·lacions de fires i estands segons els punts de la ITC-BT-24

Tipus de protecció contra			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1 Preferible	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1 $I_d < 30$ mA
Barreres i embolcalls	ITC-BT-24 3.2 Preferible	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2
Per mitjà d'obstacles	ITC-BT-24 3.3 No és admissible	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.3 No és admissible
Posar la instal·lació fora de l'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4 No és admissible	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4 No és admissible
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5
MBTS	aïllament dielèctric de 500 V durant 1 minut	MBTS	

## 2.4.2 Altres tipus de proteccions

Ateses les característiques mobiliàries addicionals de confort que poden incorporar aquests tipus d'instal·lacions provisionals com són les fires i els estands, i atès el risc elevat de foc que tot això comporta, el Reglament prescriu les mesures de protecció que cal adoptar per evitar incendis i les altes temperatures.

**Protecció contra els incendis.** Els incendis d'origen elèctric tenen l'origen principalment en dos elements. Tal com veïeu en el triangle del foc, perquè hi hagi un incendi cal, entre d'altres condicions, la presència de calor i una espurna perquè es produeixi el foc. Les instal·lacions elèctriques poden crear totes dues condicions:

- D'una banda, la circulació del corrent pels conductors i els aparells elèctrics pot provocar l'augment de la temperatura degut a l'**efecte Joule**.
- D'una altra banda, els **mecanismes d'interrupció del corrent elèctric** provoquen tensions elevades a l'aire, fet que pot **ionitzar el dielèctric** amb l'aparició de espurnes elèctriques minúscules.

La combinació de calor i espurnes, i la presència d'oxigen i material combustible són les causes del foc i, en conseqüència, dels incendis.

Les **estratègies per reduir el perill de foc** s'han d'enfocar des d'aquests dos punts de vista:

- En primer lloc l'**aparellatge** que s'utilitzi ha de **minimitzar** el risc d'aparició d'espurnes mitjançant **mecanismes de tall adequats**.
- En segon lloc, el **dimensionament de la instal·lació** ha de ser suficient per poder evitar l'augment perillós de la temperatura en totes i cadascuna de les condicions d'utilització. És en aquest punt que també cal considerar els increments de la temperatura ambient que poden aparèixer per motius inherents a la finalitat de la instal·lació, com, per exemple, la presència de públic i una il·luminació forta.

**Protecció contra les altes temperatures.** En l'apartat d'il·luminació el Reglament recomana situar els equips d'instal·lació a una distància prou allunyada dels materials combustibles.

En cas d'haver-hi presència de rètols i aparadors amb il·luminació interna, aquests s'han de construir amb materials que tinguin una resistència a la calor apropiada, que siguin mecànicament resistents i que disposin d'aïllament elèctric. A més, cal assegurar la presència d'una ventilació adequada, natural o forçada, segons les característiques de l'indret.

Els **estands** amb una **concentració d'aparells elèctrics**, accessoris d'il·luminació o làmpades, que generen una **calor superior** a la normal han de tenir una coberta ben **ventilada** i construïda amb **materials incombustibles**.

### 2.4.3 Criteris per a la selecció dels equips

En general, l'**aparellatge de comandament i protecció** ha d'estar situat en armaris tancats accessibles amb l'ajut d'una clau o un estri particular.

A banda, els criteris principals emprats en la selecció dels elements d'una instal·lació en una fira són detallats a continuació.

- **Canalitzacions i embolcalls.** Els graus de protecció per a les canalitzacions i els embolcalls han de ser **IP4x** en el cas de les instal·lacions d'interior, i **IP45** en el de les instal·lacions d'exterior. A més, les **canalitzacions** s'han de fer amb tubs o canals i han de tenir un grau de protecció de **IP4x** en el cas de les instal·lacions d'interior, i de **IP45** en el de les instal·lacions d'exterior. Els **cables elèctrics** a les **instal·lacions interiors** han de tenir una tensió assignada mínima entre 300 V i 500 V i han de ser aptes per a serveis mòbils.

---

La longitud dels cables no pot sobrepassar els 2 m.

---

A les **instal·lacions exteriors**, els cables han de tenir una tensió assignada entre 450 V i 750 V i han de ser aptes per a serveis mòbils.

- **Llums.** Els llums fixos situats a menys de 2,5 m de terra o en llocs accessibles a les persones han d'estar fixats fermament i s'han de col·locar de manera que s'impedeixi qualsevol mena de contacte. L'accés a l'interior dels llums només es pot fer mitjançant l'ús d'una eina.

#### Compte!

Les instal·lacions susceptibles d'allotjar més de cent persones han de disposar d'enllumenat de seguretat segons prescriu la ITC-BT-28.

- **Interruptors de seguretat.** Cal que els circuits d'alimentació dels llums de l'estand i de la il·luminació de vitrines i altres expositors siguin independents de la resta de la instal·lació elèctrica, i han de tenir un **interruptor d'emergència** al començament del seu recorregut.
- **Bases i preses de corrent.** Les bases o preses de corrent instal·lades a terra han d'anar dins d'embolcalls protegits contra la penetració d'aigua. I, a més a més, han de tenir un grau de **protecció contra els impactes IK10**. Només un sol cable ha d'estar unit a una presa. No s'han d'utilitzar adaptadors multivia ni bases múltiples, excepte les **bases múltiples mòbils** que s'han d'alimentar des d'una base fixa amb un cable de 2 m de longitud màxima.
- **Connexions a terra.** Quan s'instal·li un generador per subministrar alimentació a una instal·lació temporal mitjançant un esquema de connexió de neutre TN, TT o IT, cal tenir cura de garantir que la instal·lació està connectada a terra correctament.

#### El codi dels esquemes de connexió del neutre i de les masses

Els **esquemes de connexió del neutre i les masses** segueixen les prescripcions de la **ITC-BT-08** i es designen mitjançant un codi format per dues lletres.

La **primera lletra** refereix la situació de l'alimentació respecte a terra d'aquesta manera:

**T:** connexió directa d'un punt de l'alimentació a terra.

**I:** aïllament de totes les parts actives de l'alimentació a terra o connexió per mitjà d'una impedància.

La **segona lletra**, que es refereix a la situació de les masses de la instal·lació receptora respecte a terra d'aquesta manera:

**T:** masses connectades directament a terra.

**N:** masses connectades al punt de l'alimentació posat a terra (normalment el conductor neutre).

Per tant, la utilització d'un generador independent per a l'alimentació representarà una mesura addicional de protecció que té en compte la connexió d'equipotencialitat entre l'aparell generador i la instal·lació:

- En el cas de la **instal·lació TN**, cal assegurar que el terra de la instal·lació està connectat al punt de l'alimentador auxiliar que subministra la connexió a terra.
- En el cas de la **instal·lació TT**, el que s'ha de verificar és la **continuitat elèctrica** entre el terra de la instal·lació i el terra del generador auxiliar, a fi i efecte de garantir l'equipotencialitat dels conductors de protecció de tot el sistema.
- En el cas de la **instal·lació IT**, cal seguir un procediment semblant a l'adoptat en la instal·lació TT sempre que l'alimentació del generador auxiliar no es trobi completament aïllada de terra.

## 2.5 Establiments agrícoles i hortícoles (ITC-BT-35)

La ITC-BT-35 regula les instal·lacions elèctriques ubicades en establiments agrícoles i hortícoles on hi ha animals. Es tracta d'instal·lacions elèctriques fixes que serveixen de manera permanent a l'establiment on es troben i no s'inclouen en aquesta tipologia les instal·lacions mòbils o eventuals, objecte en particular de la ITC-BT-33.

L'objectiu de la instrucció és evitar que els animals domèstics o de granja que es crien als establiments i també les persones que hi treballen o hi viuen es trobin exposats al risc de xoc elèctric per un contacte accidental amb algun element en tensió.

Tanmateix, ateses les característiques d'aquests establiments dedicats a la cria, manteniment i explotació de diferents tipus d'animals, hi pot haver material combustible com, per exemple, la palla, el fenc, pinso i fustes o restes de material orgànic. La presència d'aquest material i les temperatures elevades –sovint necessàries per a la cria i explotació de determinats tipus de bestiar– a les quals es veu sotmès també representen un risc alt d'incendi.

En conseqüència, en aquest tipus d'establiments cal dotar les instal·lacions elèctriques de les mesures preventives adequades per evitar aquests dos tipus de perills.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-35 corresponent a les instal·lacions en establiments agrícoles i hortícoles.

### 2.5.1 Protecció contra el xoc elèctric

Les mesures de seguretat **contra el contacte directe** passen per la utilització de barreres o embolcalls que tinguin un grau de protecció contra la intrusió de cossos sòlids mínim de **IP2X** o bé amb algun element d'aïllament capaç de suportar un assaig dielèctric de 500 V durant un minut.

Els **circuits** que alimenten les bases de preses de corrent han d'estar protegits per **dispositius de tall de corrent diferencial** amb un corrent de defecte que no sigui superior a 30 mA.

Pel que fa a les mesures de protecció **contra el contacte indirecte**, es recomana la disposició d'un **sòl metàl·lic enreixat** unit al conductor de protecció que garanteixi l'equipotencialitat de tota la superfície de pas. També cal establir una **unió equipotencial suplementària** que reuneixi totes les masses i qualsevol dels elements metàl·lics susceptibles de ser tocats pels animals, i les connecti amb el **conductor de protecció** de la instal·lació.

Als indrets on hi hagi els animals de cria, l'**alimentació del sistema de protecció** contra els contactes indirectes per mitjà dels dispositius de tall automàtic de l'alimentació ha de ser d'una tensió alterna inferior a 25 V eficaços, o d'una tensió contínua constant no superior a 60 V.

Cap dels **dispositius de tall de l'alimentació**, inclosos els polsadors de parada d'emergència, no es poden col·locar a les zones on hi hagi presència d'animals, ni tampoc als llocs on els animals dificultin un accés fàcil i ràpid.

### Compte!

A l'hora de **decidir la ubicació dels dispositius de tall** cal tenir en compte el comportament dels animals en estat de **pànic** i preveure els **possibles recorreguts** tant del personal encarregat d'accionar els mecanismes de tall com dels animals que en poden dificultar l'accés.

La taula 2.4 resumeix les prescripcions sobre el xoc elèctric referides als diferents punts que articulen la instrucció tècnica de referència.

**TAULA 2.4.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en establiments agrícoles i hortícoles segons la ITC-BT-24

Tipus de protecció contra			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1 en MBTS	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1 Id < 30 mA
Barreres i embolcalls	ITC-BT-24 3.2 en MBTS	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2
Per mitjà d'obstacles	ITC-BT-24 3.3 No és admissible	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.
Posar la instal·lació fora de l'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4 No és admissible	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4 en locals amb animals
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5
MBTS	aïllament dielèctric de 500 V durant 1 minut	MBTS	

## 2.5.2 Protecció contra els incendis

Com a **mesura de prevenció d'incendis**, els **dispositius de tall de l'alimentació** han de tenir un **corrent diferencial residual de 500 mA** com a màxim.

A fi i efecte d'evitar que els aparells de calefacció puguin caure damunt del material combustible o sobre els animals que es crien, i causar danys i cremades, les estufes han de tenir una instal·lació que les mantingui fixades a terra de manera que no sigui possible ni que caiguin ni que es decantin. Cal situar-les a una distància prudent respecte als animals als quals va dirigida l'escalfor que produeixen i, pel que fa als aparells radiants, la distància ha de ser de 50 cm com a mínim, sempre que les instruccions de l'equip no recomanin una distància superior.

## 2.6 Tanques elèctriques per al bestiar (ITC-BT-39)

És comú en les superfícies habilitades per a la pastura limitar el terreny amb tanques electrificades que descarreguen petites intensitats de corrent al bestiar quan s'hi atansa, i així se li ensenya a respectar la zona on pot menjar.

Atès que es tracta de mesures persuasives, aquestes descàrregues consisteixen en impulsos elèctrics de tensió elevada però d'intensitat de corrent baixa. Així es produeix un xoc elèctric que té un efecte semblant a les descàrregues electrostàtiques que es produeixen en el contacte accidental amb el xassís d'un vehicle quan baixem del cotxe i posem els peus a terra per primer cop.

### 2.6.1 Característiques elèctriques del xoc produït

L'aparell encarregat de sintetitzar i subministrar aquests impulsos regularment a la tanca elèctrica s'anomena **alimentador**. Es tracta d'un generador de molt alta tensió i baixa energia que subministra polsos de curta durada com el que es pot veure en la figura 2.11. Val la pena dedicar un moment i observar de quina manera es poden determinar els valors que apareixen en aquesta figura.

Les **característiques tècniques** dels **alimentadors** que es poden trobar en el mercat oscil·len entorn dels valors següents:

- Tensió de sortida: entre 1 kV i 12 kV
- Energia de l'impuls: entre 1 J i 8 J
- Periodicitat de l'impuls: entre 50 s i 60 s

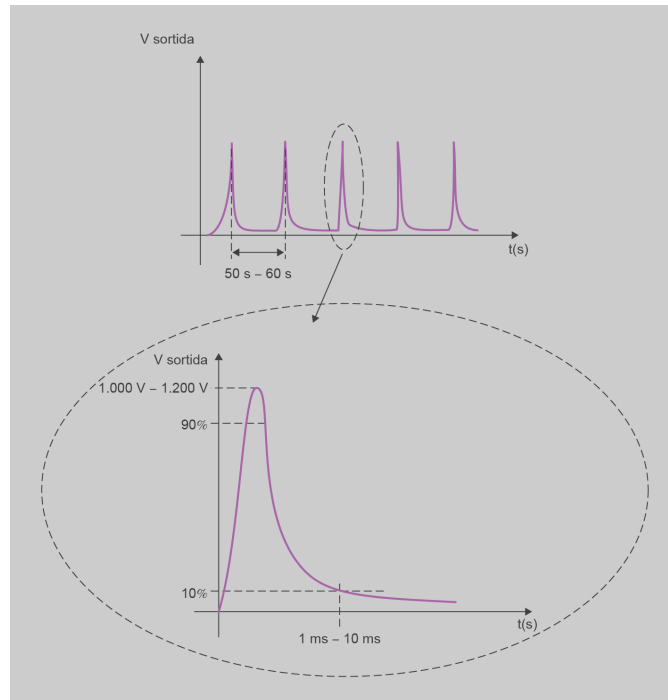
L'alimentador de la tanca elèctrica pren l'alimentació per mitjà de la connexió amb alguna de les fonts de tensió següents:

- Directament amb la xarxa pública.
- Bateries que prenen l'alimentació de la xarxa pública.
- Bateries autònomes.

La figura 2.11 mostra la gràfica temporal de la tensió injectada per l'alimentador a la tanca per a la seva electrificació. Hi ha la seqüència temporal i l'ampliació en detall de cada pols de tensió.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-39 corresponent a les tanques elèctriques per al bestiar.

**FIGURA 2.11.** Forma elèctrica de l'impuls generat per un alimentador d'una tanca elèctrica



### Càlcul de l'impuls elèctric a les tanques per a bestiar

A partir d'aquestes dades de catàleg, hem de mirar de calcular millor quin serà l'aspecte d'aquest impuls.

L'energia total d'un senyal elèctric es calcula mitjançant el producte de la potència elèctrica pel temps de durada del senyal.

Sabem que la potència elèctrica d'un senyal es mesura a partir del producte del voltatge pel corrent:

$$P = VI$$

Ara bé, si combinem l'equació anterior amb la llei d'Ohm

$$I = \frac{V}{R}$$

Així s'obté una nova manera de calcular la potència elèctrica d'un senyal a partir de la resistència del circuit:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

La resistència del circuit la conforma la impedància bé de l'animal que entra en contacte directe amb la tanca, bé del personal que accidentalment toca el material conductor i s'enrampa. En matèria de seguretat elèctrica s'utilitzen valors entre un i cinc megaohms ( $M\Omega$ ) com a mesura de la impedància humana. Triem, per exemple,  $1,5 M\Omega$  i calculem la potència d'aquest impuls:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{1000^2}{1.500} = 666,7W$$

Un cop calculada la potència elèctrica instantània d'una descàrrega d'1 kV sobre una persona, si sabem que els alimentadors generen transitoris d'entre 1 J i 8 J, podem determinar el temps que dura l'impuls tenint en compte que:

$$t = E/P$$

Aleshores, per a un impuls elèctric d'1 J per una potència instantània de 666,7 W, correspon una durada aproximada d'1 mil·lisegon (ms). I, per a un impuls de 8 J per la mateixa potència, correspondria una durada de 10 ms.



## 2.6.2 Protecció contra els xocs elèctrics accidentals

Les tanques electrificades per a bestiar es troben emplaçades en terrenys de pastura, és a dir, en zones obertes a la intempèrie on és possible el trànsit d'altres persones alienes a la instal·lació.

La **proximitat de les persones** a les tanques electrificades representa un **risc de contacte directe accidental** amb la instal·lació, fet que obliga a establir les mesures preventives prescrites en les instruccions **ITC-BT-22**, **ITC-BT-23** i **ITC-BT-24**.

Tanmateix, atesa la grandària del perímetre de la tanca i, per tant, l'augment de les possibilitats de xoc elèctric, les tanques per al bestiar estan obligades a augmentar els elements de protecció amb **altres mesures particulars**.

## 2.6.3 Prescripcions particulars aplicades a les tanques elèctriques

La tanca elèctrica ha d'estar senyalitzada amb cartells situats com a màxim cada 50 m. Els rètols de senyalització han de portar la indicació "**tanca elèctrica**" escrita sobre un triangle equilàter amb lletres negres de 25 mm d'altura sobre un fons groc. Les **dimensions del cartell** han de ser com a mínim de 105 mm d'amplada i 210 mm d'alçària.

Els cartells s'han de col·locar a **llocs ben visibles** i preferentment subjectats a la part més elevada de la tanca si les característiques constructives del recinte ho permeten. Si no, cal fixar les senyalitzacions sobre els conductors de manera que se n'asseguri la visibilitat correcta.

### Distància mínima

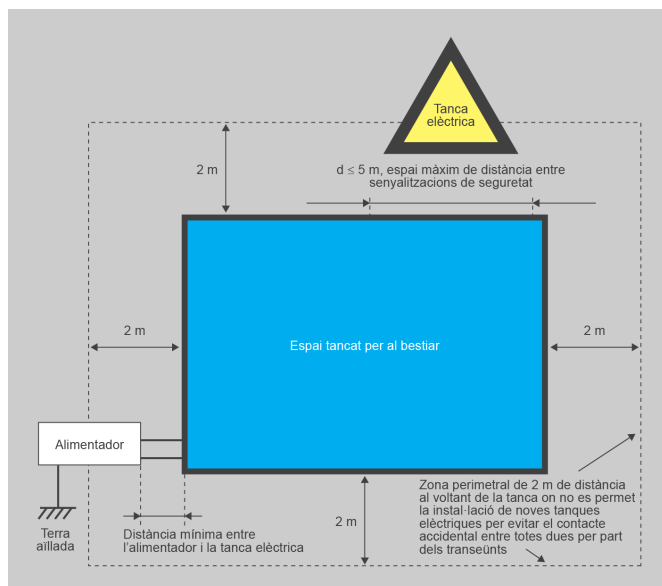
Cal respectar una distància mínima de 2 m entre el perímetre de la tanca i qualsevol altre element en tensió que estigui alimentat per una font diferent, com per exemple un altre tancat electrificat, per evitar d'aquesta manera que es puguin tocar totes dues instal·lacions simultàniament.

Així mateix, els **conductors actius** de les tanques han d'estar separats de qualsevol altre element metàl·lic per evitar que el metall condueixi l'impuls i es converteixi en part de l'estructura electrificada. Els conductors de la tanca i els de connexió a l'alimentador no s'han de subjectar en cap cas a suports corresponents a alguna altra canalització, tant d'alta com de baixa tensió, de telecomunicacions o d'altra mena.

Els elements de maniobra de les portes han d'estar aïllats convenientment. Un cop oberta, la porta ha de posar fora de tensió els conductors compresos entre els suports laterals de les portes.

La figura 2.12 mostra la distribució dels elements que integren la instal·lació de l'alimentador per a una tanca electrificada i les dimensions mínimes que es requereixen.

**FIGURA 2.12.** Prescripcions particulars d'una tanca electrificada



L'alimentador s'ha de col·locar en un indret que no pugui quedar colgat de palla o de fenc ni de cap mena de producte que el pugui deteriorar, dissimular o amagar a la vista del personal. Cal col·locar-lo a una distància propera a la tanca per no allargar de manera innecessària els cables que connecten la sortida de l'alimentador i la tanca, i així evitar pèrdues en la connexió i possibles problemes derivats de "falsos contactes" o trencaments dels conductors. La presa de terra de l'alimentador ha d'estar aïllada de qualsevol altra terra, fins i tot de la seva pròpia massa.

## 2.7 Els sistemes de qualitat aplicats a les instal·lacions elèctriques especials

El model actual de qualitat és el que busca la satisfacció del client per mitjà de la millora contínua.

El sistema ha de ser **dinàmic** i perfectament **modificable** per a qualsevol variació en el producte o en els requeriments. Per tant, tots els processos i totes les anàlisis han de ser **revisats contínuament** per adaptar-los a les necessitats.

### El punt de vista de la qualitat

Enfocar qualsevol producte o servei des del punt de vista de la qualitat demana tenir una visió del procés en el seu conjunt per no deixar cap element de banda.

Cal pensar que, si passeu per alt o deixeu de banda algun procés en l'estudi de la qualitat, aquest es pot convertir en una variable que descontrolï tots els resultats, perquè és un element real que actua sobre el vostre sistema però que us passa desapercbut i, per tant, pot esdevenir molt perillós.

L'estudi de qualitat d'una instal·lació elèctrica especial ha de considerar com a mínim els elements que es detallen a continuació:

1. L'**anàlisi de les necessitats** del client
2. La **traducció** de les necessitats del client a les especificacions de la instal·lació
3. El **càlcul** de la instal·lació
4. El **muntatge** de la instal·lació
5. La **verificació** de la instal·lació
6. La **documentació** de la instal·lació
7. La **informació** al client i la seva **formació** sobre l'ús de la instal·lació

Els punts 3, 4, 5 i 6 són els elements clàssics que formen part d'una instal·lació elèctrica, els que sempre heu de tenir en compte. A més, en la llista també s'inclouen altres elements nous que conformarien l'enfocament més modern en la gestió de la qualitat. En concret són els punts 1, 2 i 7, és a dir, aquells en els quals el client entra a formar part de la instal·lació com a origen i final del vostre treball. Inicialment, heu de procurar interpretar les necessitats del client en forma d'especificació tècnica. Heu de tenir en compte que el client no ha de ser forçosament una persona coneixedora dels aspectes tècnics, i que potser les seves inquietuds no s'adapten al cent per cent a allò que us demana.

La **vostra feina** consisteix a **adaptar les demandes** del client al **llenguatge més tècnic**.

De la mateixa manera, un cop acabats els treballs, podeu actuar de dues maneres. Si feu estrictament allò que el Reglament us demana, us limitareu a lliurar la documentació requerida per a la tramitació del muntatge a l'administració competent.

Però si voleu satisfer completament les necessitats del client, haureu d'incloure en la documentació allò que suggereix el punt 7 de l'estudi de qualitat d'una instal·lació, és a dir, haureu d'esmerçar un cert temps a formar i informar el client sobre tot allò que vosaltres heu muntat, indicant-li amb detall què volia i de quina manera ho heu muntat.

Ara queda per tractar la manera en què heu d'actuar per implementar els dos sistemes de qualitat vistos fins ara: el sistema de control de la qualitat i el d'assegurament de la qualitat.

### 2.7.1 Sistema de control de qualitat

Hi ha dos sistemes de qualitat diferents, basats en dues filosofies diferenciades. El primer que veiem aquí es el sistema de control de qualitat, el qual es basa en l'establiment d'inspeccions finals per al lliurament a l'usuari de material i productes defectuosos.

El **sistema de control de qualitat** podem dir que ja està determinat pel Reglament. En la instrucció ITC-BT-4, el Reglament obliga a fer tota mena de verificacions un cop acabat el muntatge. A més, també prescriu la necessitat de documentar aquestes verificacions i que vagin signades per l'instal·lador autoritzat.

Per tant, podem dir que qualsevol instal·lació elèctrica ja segueix un sistema de control de qualitat.

Tanmateix heu de tenir present que tot allò que pugueu fer per **millorar** aquest **sistema de control** passarà per millorar, al seu torn, les verificacions bàsiques que per llei esteu obligats a dur a terme.

### 2.7.2 Sistema d'assegurament de la qualitat

A part del sistema de control de qualitat, també hi ha el **sistema d'assegurament de la qualitat**, el qual pren com a punt de partida una anàlisi detallada dels processos de fabricació i disseny amb l'objectiu d'eliminar-ne els elements que són causa de defecte i, d'aquesta manera, mirar d'aconseguir una fabricació sense defectes.

L'**assegurament de la qualitat** aplicat a les instal·lacions elèctriques especials s'ha de basar en l'aplicació d'allò que es coneix amb el nom de **la roda de Deming**. Aquesta roda us indica que qualsevol decisió de millora s'ha de basar en l'anàlisi estadística d'una sèrie de mesures que vosaltres haureu establert amb la intenció de quantificar els resultats del vostre procés d'instal·lació.

La roda de Deming consta de quatre accions –planificar, fer, avaluar i millorar– que giren de manera constant. Aquestes quatre accions les podríem adaptar ara als elements que conformen una instal·lació elèctrica especial d'aquesta manera:

- **Planificar** es tracta de veure de quina manera enfoqueu tota la instal·lació. En el vostre cas, aquesta acció implicaria la **redacció** de les especificacions

#### Un indicador...

...serveix per determinar objectivament la qualitat del vostre treball però també per indicar-vos noves vies de millora.

conjuntament amb el client i el **càlcul** de la instal·lació.

- **Fer** és el muntatge de la instal·lació.
- **Avaluar**. En el procés d'avaluació hi podeu incloure dos elements: les **verificacions** i les **enquestes**. En primer lloc, el resultat de la verificació us pot servir per valorar més o menys positivament el resultat del muntatge. Per exemple, us podríeu fixar objectius mesurables i assequibles, com ara determinades caigudes de tensió, resistències d'aïllament, etc., les quals us servirien per anar avaluant la qualitat del muntatge.
- **Millorar**. Els resultats obtinguts en avaluar els indicadors anteriors us poden servir, al seu torn, com a nous punts de partida per millorar en el futur.



### 3. Altres tipus d'instal·lacions elèctriques especials

Encetem ara el tercer bloc de prescripcions corresponents a les instal·lacions elèctriques que ateses les seves característiques particulars han estat mereixedores d'unes instruccions tècniques específiques. En aquest apartat l'atenció es fixarà en les instal·lacions següents, cadascuna acompanyada de la seva instrucció tècnica complementària:

- Instal·lacions elèctriques en caravanes i parcs de caravanes (ITC-BT-41)
- Instal·lacions elèctriques en ports i marines per a vaixells d'esbarjo (ITC-BT-42)
- Instal·lacions elèctriques en mobles (ITC-BT-49)
- Instal·lacions elèctriques en locals que contenen radiadors per a saunes (ITC-BT-50)

#### 3.1 Instal·lacions elèctriques en caravanes i parcs de caravanes

Els vehicles amb caravanes i les autocaravanes es troben equipades a l'interior amb tots els serveis necessaris per fer totes les activitats de la vida diària, des de l'equipament higiènic com poden ser dutxes i aigua calenta, passant per adequacions climàtiques com bombes de calor i aire condicionat, i també serveis més bàsics com ara la il·luminació i preses de corrent altern.

L'estacionament estable de les caravanes i les autocaravanes es fa en instal·lacions que s'anomenen *parcs de caravanes* equipades amb quadres elèctrics que distribueixen el corrent per poder subministrar l'energia que els serveis esmentats necessiten.

L'objecte de la **ITC-BT-41** és establir els criteris de protecció i funcionament d'aquestes instal·lacions particulars. El contingut d'aquesta instrucció es troba completament desenvolupat en la norma **UNE 20460-7-708**.

La norma UNE 20460-7-708 estableix en el seu àmbit d'aplicació les definicions següents, que acoten l'aplicació particular de les prescripcions a l'espai on es poden instal·lar una o més d'una caravana amb la nomenclatura següent:

- **Camp de caravanes:** la parcel·la de terreny que pot ser ocupada per una tenda de campanya o per un vehicle habitable d'esbarjo.

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul, trobareu la ITC-BT-41 corresponent a les instal·lacions en caravanes i parcs de caravanes.

- **Parc de caravanes:** àrea de terreny que conté dos o més camps de caravanes.

#### El cas dels càmpings

La instrucció ITC-BT-41 no és d'aplicació directa en el cas dels càmpings, sinó que es limita a regular les àrees específiques dels càmpings on s'aparquen els vehicles d'esbarjo i les caravanes.

Pel que respecte a les instal·lacions elèctriques dels càmpings en la seva totalitat, atès que són un local de concurrència pública, cal considerar les diferents zones en funció de les diverses instruccions tècniques corresponents.

Així, per exemple, cal aplicar la ITC-BT-39 quan es tracta d'instal·lacions a la zona de piscines; la ITC-BT-09 a les instal·lacions d'enllumenat exterior i la ITC-BT-28 a les altres parts del càmping com poden ser, per exemple, els restaurants, les zones comercials o la recepció.

### 3.1.1 Instal·lacions als parcs de caravanes: característiques generals

Pel que fa als elements que converteixen en especials el tipus d'instal·lacions en parcs de caravanes, cal considerar primer els dos espais principals en què podríem dividir aquestes finques i, després, observar-ne les característiques distintives.

Els **parcs de caravanes** es poden dividir en els dos espais següents:

- Espai destinat al trànsit de vehicles
- Espai destinat a la instal·lació de les tendes i caravanes

La característica més rellevant de les **caravanes considerades com a vehicles** és el gran volum. Les caravanes són vehicles preparats per habitar-los amb el màxim de comoditats i amb la intenció d'assemblar-se el màxim possible a un habitatge. Això obliga que l'usuari hagi de poder circular pel seu interior amb la tranquil·litat de no haver d'adoptar cap postura forçada ni estranya. Així doncs, hi ha una sèrie d'elements que cal considerar:

- En primer lloc, l'**alçària**, en conseqüència, ha de ser molt superior a la d'un vehicle convencional. Si tenim en compte que l'alçada mitjana de la població oscil·la, més o menys, entre 1,60 m i 1,90 m, és fàcil establir que l'**alçària mínima** interna de les caravanes haurà de ser de 2 m. Això farà que la caravana en el seu conjunt superi amb escreix els 3 m d'alçària. Aquest serà el primer element a considerar en les instal·lacions elèctriques en parcs de caravanes, ja que restringeix la distribució aèria dels conductors a una altura suficient perquè no interfereixi en la circulació dels vehicles.
- En segon lloc, caldrà preveure les **zones** on els usuaris fixaran les **tendes** i totes les **altres instal·lacions i serveis associats**. Una instal·lació o servei associat a una caravana o a una tenda és, per exemple, la glorieta on s'ubicaran els aparells de cuina. O també el terra de l'exterior de la tenda



folrat amb materials més confortables com la moqueta o revestiments de plàstic. Tots aquests aparells i elements associats aniran fixats amb claus i piquetes que es clavaràn a terra. De la mateixa manera que l'alçària dels vehicles era un element limitador en les instal·lacions, la **profunditat del traçat de la distribució dels cables soterrats** serà un punt a considerar.

- Finalment, la necessitat de dotar de tots els **elements de comoditat l'interior de les caravanes** ens obligarà a subministrar l'**energia elèctrica necessària** que les abasteixi dels serveis bàsics elèctrics com ara la llum, bases de presa de corrent i aigua calenta. El **subministrament** caldrà fer-lo mitjançant **cables de distribució** amb unes característiques determinades però, sobretot, caldrà organitzar bé la col·locació dels **quadres de distribució** de manera que el desplegament dels cables faciliti la convivència amb la resta de finques i eviti els accidents provocats per la presència d'elements en el recorregut dels desplaçaments tant de les persones com dels vehicles.

Les **característiques elèctriques dels quadres de distribució** també han de complir totes les mesures de prevenció de riscos elèctrics mitjançant els elements de seguretat i protecció determinats per la instrucció tècnica **ITC-BT-24** sobre instal·lacions interiors o receptores i de protecció contra contactes directes i indirectes.

La **tensió de servei** d'alimentació dels quadres de distribució dels parcs de caravanes no pot superar els 230 V de corrent altern monofàsic o els 400 V de corrent altern trifàsic. Es reserva la distribució del corrent altern trifàsic per als vehicles d'esbarjo que, ateses les seves característiques de més consum, necessiten un subministrament elevat de corrent.

Pel que fa als **circuits de canalització i distribució** de l'alimentació que van de la fase a partir de la qual es pren l'alimentació fins al quadre de distribució, han de ser preferiblement subterranis perquè una **distribució subterrània** és el sistema que presenta menys riscos mecànics.

Per a les **conduccions subterrànies** cal soterrar els cables a una profunditat mínima de 60 cm. El seu traçat ha de recórrer vies apartades de qualsevol camp de caravanes, i han d'estar especialment allunyades de les zones del terreny on es claven les piquetes amb les quals es fixen les tendes de campanya a terra. En cas de no poder evitar aquestes zones, cal reforçar el conductor i la canalització amb elements de protecció mecànica addicional.

#### El perill de les distribucions aèries

Si bé els **circuits de canalització i distribució** de l'alimentació poden ser **aeris** o **subterranis**, la distribució aèria comporta el perill que les caravanes i els vehicles s'enganxin, o quedin enredats amb els cables visibles –o els arrossequin– en el curs de les operacions de maniobra durant l'accés al parc de caravanes.

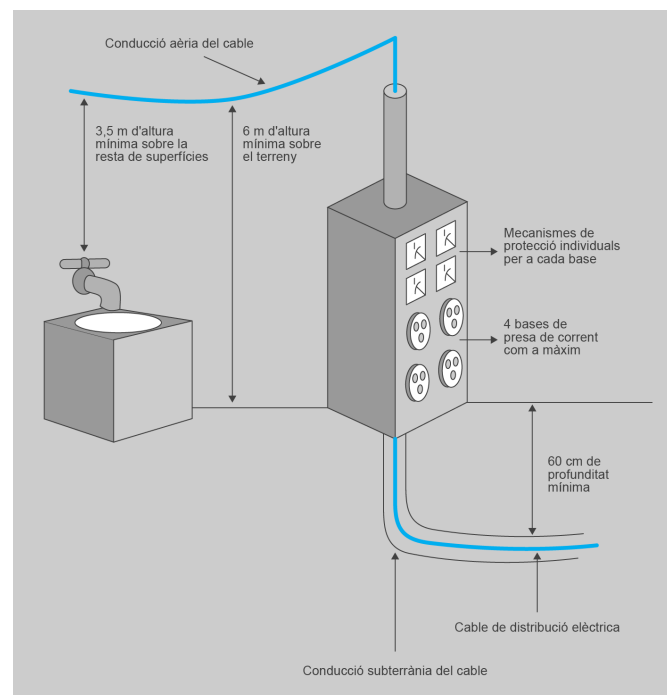
Pel que respecta a les **conduccions de distribució aèria**, com es veu en la figura 3.1 amb la distribució dels elements i les seves distàncies mínimes prescrites, el cable s'ha de situar a una **altura mínima** de 6 m sobre el terreny **arreu on pugui circular un vehicle** per evitar que les caravanes arrossequin els cables. A la resta

de superfícies, l'**altura mínima** per la qual es pot tirar el cable ha de ser de 3,5 m, és a dir, una distància que impedeix l'accés al cable de qualsevol persona dreta amb els braços estirats enlaire.

Els **suports** encarregats de sostenir la instal·lació aèria s'han de col·locar de manera que la col·lisió amb els vehicles sigui molt poc probable. Així doncs, la seva situació hauria d'evitar els camins en què hi pugui haver trànsit de vehicles. En cas de situar els suports en indrets on hi ha risc de topada durant la circulació de les caravanes, els **pals** han d'estar protegits per evitar que s'hi puguin produir danys que en redueixin o minvin les prestacions mecàniques de suport per als conductors.

Els **quadres de distribució** s'han de localitzar en un indret adjacent al parc de caravanes i no més lluny de 20 m de la connexió ubicada al vehicle d'esbarjo que cal alimentar. Cada quadre no pot portar més de **quatre bases de presa de corrent** per evitar els encreuaments perillosos dels cables que interconnecten el quadre amb els vehicles.

**FIGURA 3.1.** Prescripcions de muntatge d'una instal·lació elèctrica en un parc de caravanes



### 3.1.2 Protecció contra els xocs elèctrics

L'objectiu de la instal·lació dels quadres de distribució als parcs de caravanes és alimentar els vehicles per al seus serveis elèctrics. No té sentit, doncs, que l'usuari no hi tingui accés a l'hora de connectar-hi la caravana. En aquesta línia, és raonable que no s'admetin les mesures de protecció basades en l'obstaculització ni la ubicació d'elements que impedeixin l'accés a la instal·lació.

La protecció **contra els contactes directes** s'ha de fer mitjançant **mecanismes d'interrupció de l'alimentació** activats de manera automàtica per sobrecorrent o mecanismes de protecció de corrent residual de 30 mA com a màxim.

Pel que fa a les mesures de protecció **contra els contactes indirectes**, cal considerar quina ha de ser la ubicació de la instal·lació per poder copsar el sentit de les restriccions. Els quadres s'han de col·locar a zones preparades per a l'aparcament estable de caravanes i vehicles d'esbarjo, normalment en finques enjardinades i resguardades del sol gràcies a l'ombra d'arbres i plantes que s'han plantat amb aquesta finalitat. Aleshores, el sòl és de terra i, en conseqüència, conductor. El fet que el terra sigui conductor fa que el **contacte indirecte** amb elements actius provoqui immediatament un xoc elèctric amb la persona per mitjà del circuit format pel seu cos i el terra de la instal·lació.

La protecció contra **contactes indirectes** implica aïllar el circuit format per la persona i el terra de la finca i el circuit format per la instal·lació i el terra de protecció de la instal·lació, i només es pot admetre l'esquema de connexió del neutre allà on el neutre i el conductor de protecció es troben diferenciats, d'acord amb l'esquema TN-S. No és admissible cap altre esquema del tipus TN, i tampoc no s'admet com a protecció qualsevol connexió equipotencial dels conductors que no sigui a terra.

La taula 3.1 resumeix les prescripcions sobre el xoc elèctric d'acord amb allò que dicta la ITC-BT-24.

**TAULA 3.1.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en instal·lacions en caravanes i parcs de caravanes segons els punts de la ITC-BT-24

Tipus de protecció contra			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1 només s'admet la variant TN-S de l'esquema TN
Barreres i envoltants	ITC-BT-24 3.2	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2 o l'aïllament equivalent a la classe 2
Per mitjà d'obstacles	ITC-BT-24 3.3 no és admissible	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.3 no és admissible
Posar la instal·lació fora d'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4 no és admissible	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4 no és admissible
Complementària per mitjà de dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5
MBTS	Resistència d'aïllament de 500 V durant 1 minut	MBTS	

### 3.1.3 Selecció dels equips elèctrics

El material elèctric instal·lat a l'exterior ha de complir les exigències de protecció contra les influències externes segons el grau de protecció establert a continuació:

- Un índex **IPX4**. Els aparells han de presentar aquest grau de protecció pel que fa a la presència d'aigua.
- Un índex **IP3x**. Els aparells han de presentar aquest grau de protecció pel que fa a la presència de cossos sòlids estranys.
- Un índex **IK08**. Els aparells han de presentar aquest grau de protecció pel que fa a la protecció contra impactes.

La norma UNE-EN-60309-2 regula les bases de presa de corrent en les instal·lacions elèctriques en parcs de caravanes i caravanes.

El materials elèctrics instal·lats a l'exterior han de ser:

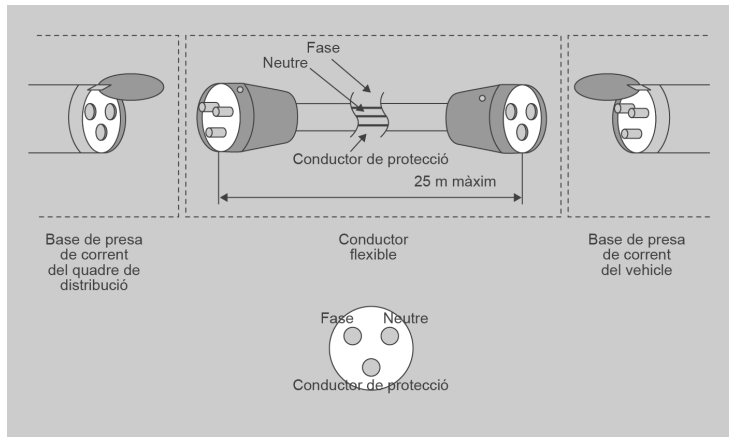
- **Bases de presa de corrent.** Cada base de presa de corrent i el quadre que les protegeix han de tenir un grau de protecció corresponent, com a mínim, a l'índex **IP44**.
- **Cable d'interconnexió.** El mitjà d'interconnexió entre les bases de presa de corrent del camp de caravanes i la del vehicle d'esbarjo que s'hi vol connectar ha de constar dels elements següents:
  - Els terminals d'acord amb el que prescriu la norma **EN-60309-2**.
  - Un cable flexible del tipus H07RN-F –cables de goma flexible tant en l'aïllament com en la coberta– o equivalent, dotat amb un conductor de protecció amb les característiques següents:
    - \* Longitud màxima de 25 m.
    - \* Identificació amb el codi de colors establert.
    - \* Una secció mínima per a una intensitat de corrent de 16 A de 25 mm<sup>2</sup> per a conductors de coure, o un valor equivalent segons el material conductor que s'empri.

#### La tria acurada del conductor

Si s'utilitzen corrents més elevats de 16 A, la secció del conductor s'ha d'escollir de manera que garanteixi la desconexió del dispositiu en cas de sobrecorrents segons el valor establert en l'alimentació de l'equipament.

La figura 3.2 mostra un exemple d'alimentació 2P+T entre el punt d'alimentació del camp de caravanes i el del vehicle d'esbarjo.

**FIGURA 3.2.** Esquema d'un cable d'interconnexió d'alimentació monofàsica de 230 V eficaços



### 3.2 Instal·lacions elèctriques en ports i marines per a vaixells d'esbarjo (ITC-BT-42)

Quan els vaixells arriben a port, han de poder alimentar els circuits interiors propis de les embarcacions com podem ser els d'il·luminació o de subministrament de corrent als aparells de mesura, i també han de poder recarregar els seus sistemes d'acumuladors elèctrics.

Tots dos procediments es duen a terme mitjançant instal·lacions situades als punts d'amarratge propers al mar perquè les embarcacions s'hi puguin connectar fàcilment des de l'aigua.

Els riscos elèctrics que presenten aquest tipus d'instal·lacions, a banda dels ja coneguts xocs elèctrics per contactes directes i indirectes, deriven de la proximitat de l'aigua, fet que obliga a un aïllament dels equipaments contra la inserció de líquid al seu interior.

L'objecte de la **ITC-BT-42** és seleccionar els equips que han de formar la instal·lació i determinar els elements de protecció que han de garantir la seguretat de l'usuari.

#### Àmbit d'aplicació ITC-BT-42

L'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica complementària es restringeix als **vaixells d'esbarjo**, entenent com a vaixell d'esbarjo qualsevol unitat flotant utilitzada exclusivament per a la pràctica d'esports i el lleure, com són els vaixells, iots, cases flotants, etc.

Així mateix, s'entén com a **port marí** qualsevol moll, escullera o pontó flotant adequat per a l'ancoratge o l'amarratge de vaixells d'esbarjo.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-42, que tracta de les instal·lacions en ports i marines per a vaixells d'esbarjo.

### 3.2.1 Característiques generals

En general, l'alimentació que s'ha de subministrar a les embarcacions és de **230 V eficaços** en corrent altern.

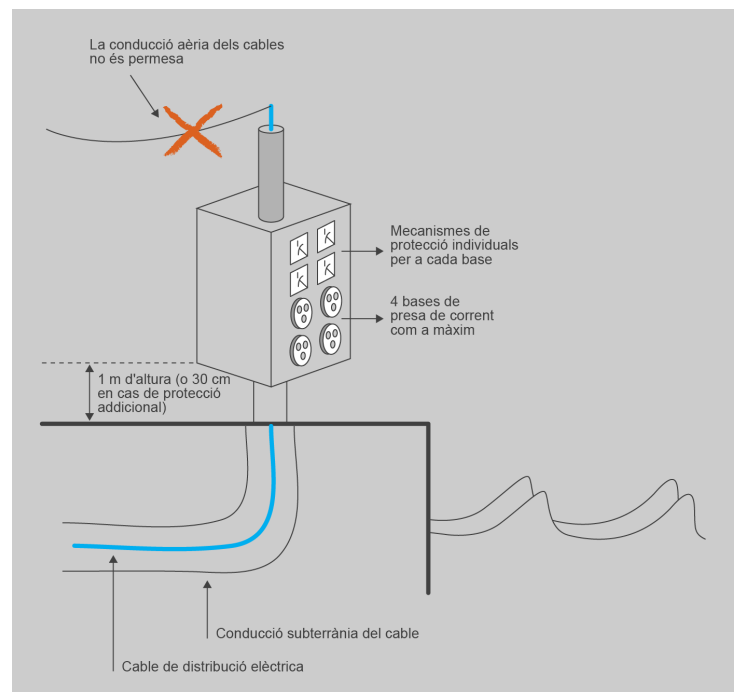
#### Compte!

Excepcionalment, es poden alimentar amb **corrent altern trifàsic a 400 V eficaços** els vaixells i els iots de gran consum elèctric, si el port que els acull està preparat per rebre embarcacions d'aquesta envergadura.

**Quadre de distribució.** El **quadre de distribució** que ha d'alimentar l'embarcació d'esbarjo s'ha de col·locar al més a prop possible dels amarratges que cal alimentar. Per a la distribució de l'energia elèctrica als quadres de distribució **no es permet cap línia aèria** sinó que la forma de conducció de l'energia ha de ser obligatòriament subterrània.

El quadre de distribució ha d'estar **fixat sobre l'escullera** a una distància mínima d'1 m sobre el nivell de la plataforma on està fixat per evitar els efectes nocius de les esquitxades d'aigua, tot i la protecció contra la intrusió de líquids que li correspongui. La figura 3.3 exposa alguna d'aquestes prescripcions per als quadres de distribució d'un port.

**FIGURA 3.3.** Prescripcions de muntatge d'una instal·lació elèctrica en una marina



#### Cas especial

Només en el cas en què es prenguin mesures complementàries de protecció com, per exemple, un increment del grau de protecció establert pel Reglament o l'establiment de barreres protectores contra les esquitxades de l'aigua, l'altura del quadre es pot reduir fins a 30 cm per sobre el nivell de la plataforma on està fixat.

**Bases de presa de corrent.** Les bases de presa de corrent encarregades de subministrar el corrent que necessita l'embarcació han d'estar protegides amb un dispositiu contra les sobreintensitats superiors o iguals a 16 A. Aquesta mesura de protecció ha de ser individual per a cadascuna de les bases de corrent que hi hagi al quadre de distribució.

De la mateixa manera, les bases han d'estar protegides amb un dispositiu de corrent diferencial-residual no superior a 30 mA.

Cada base de presa de corrent ha d'estar proveïda d'un dispositiu de protecció individual i no es permet que un mateix dispositiu protegeixi més d'una base de corrent.

El Reglament estableix que totes les **bases** ubicades sobre la mateixa escullera o pantalà, és a dir, totes les bases que subministrin alimentació als vaixells ancorats a la mateixa línia de port, han d'estar **connectades** a la **mateixa fase**.

L'ús de diferents fases d'alimentació mitjançant bases de presa de corrent inicialment preparades per subministrar 230 V en corrent altern permetria accedir a 400 V sense les mesures de protecció adequades.

#### **Compte !**

En cas d'haver d'utilitzar **fases diferents** en la distribució d'alimentació en una mateixa escullera, per exemple, per motius de càrrega de potència, caldria aïllar les bases entre elles mitjançant un transformador de separació.

### **3.2.2 Protecció contra els xocs elèctrics**

Quan s'utilitza una tensió de servei molt baixa (MBTS) sigui quina sigui la protecció **contra els contactes directes**, aquesta ha d'estar assegurada per un aïllament capaç de suportar un assaig dielèctric de 500 V durant un minut. En qualsevol cas, no s'admet la protecció per mitjà d'obstacles ni posant-la fora de l'abast.

Si s'utilitza una protecció per tall de l'alimentació **contra els contactes indirectes**, aquesta protecció ha d'anar assegurada al seu torn per una altra protecció de tall diferencial-residual. El Reglament deixa sense determinar quin és el corrent mínim, tot i que es recomana l'ús de dispositius de tall diferencial-residual de 30 mA com a valor de referència vàlid per a la protecció de les persones.

Òbviament, les esculleres i els pantalans mai no es construeixen a partir de materials conductors sinó que generalment s'utilitzen altres materials com són la fusta, la pedra o el ciment, considerats més útils per la seva resistència a la corrosió que provoca el contacte amb l'aigua. Per aquest motiu, pel que fa al Reglament, aquestes instal·lacions es consideren locals no conductors, la qual cosa ens impedeix utilitzar les connexions equipotencials no unides a terra com a mètode de protecció contra els contactes indirectes.

En la taula 3.2 trobarem el resum de les prescripcions sobre el xoc elèctric tal com les refereix la ITC-BT-24 en els punts que l'articulen.

**TAULA 3.2.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en instal·lacions en ports i marines per a vaixells d'esbarjo d'acord amb la \*\*ITC-BT-24\*\*.

Tipus de protecció contra xoc elèctric			
contactes directes	observacions	contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-24 3.1	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-24 4.1 només s'admet la variant TN-S de l'esquema TN
Barreres i embolcalls	ITC-BT-24 3.2	Equips de la classe 2	ITC-BT-24 4.2
Obstacles	ITC-BT-24 3.3 no són admissibles	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-24 4.3
Fora d'abast per allunyament	ITC-BT-24 3.4	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-24 4.4 no són admissibles
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-24 3.5	Separació elèctrica	ITC-BT-24 4.5
MBTS	Resistència d'aïllament de 500 V durant 1 minut	MBTS	

### 3.2.3 Selecció dels equips elèctrics

Els equips elèctrics han de tenir com a mínim el grau de protecció **IPX6**, llevat del cas que estiguin tancats en un armari que tingui aquest grau de protecció i no es pugui obrir sense utilitzar eines o estris específics.

**Canalitzacions i cables elèctrics.** Heu de tenir present que la conducció de l'alimentació fins als quadres de distribució és obligat fer-la per **vies subterrànies**, ja que no es permet la conducció aèria.

En cas de preveure que les **canalitzacions** poden entrar **en contacte amb l'aigua**, els cables que s'utilitzin han de complir el que disposen les normes UNE 21166 o 21027 segons sigui la tensió assignada del cable.

Als ports i marines cal utilitzar algun d'aquests materials:

- Cables amb conductors de coure amb aïllament i coberta a l'interior de:
  - conductes flexibles no metàl·lics
  - conductes no metàl·lics rígids de resistència alta
  - conductes galvanitzats de resistència mitjana o alta
- Cables amb aïllament mineral i coberta de protecció en PVC
- Cables amb armadura i coberta de material termoplàstic o elastòmer



### Termoplàstics i elastòmers

A temperatura ambient, els **termoplàstics** són plàstics rígids, però en augmentar la temperatura es tornen tous i mal·leables.

Aquests plàstics mantenen les propietats encara que s'hagin escalfat i motllurat diverses vegades, a diferència dels **plàstics termostables**, que quan augmenta la temperatura es cremen i, per tant, resulta impossible tornar-los a motllurar.

Els **elastòmers** són tots els polímers que mostren un comportament elàstic.

**Bases de presa de corrent.** L'alimentació que s'entrega en els quadres de distribució de ports i marines per a les embarcacions d'esbarjo ha de ser de 230 V en corrent altern monofàsic en la majoria de situacions, llevat dels vaixells i iots de gran consum elèctric, als quals s'ha de subministrar una tensió de 400 V de corrent altern trifàsic. Les característiques que han de complir les bases de presa de corrent són les següents:

- Tensió assignada de 230 V
- Intensitat assignada de 16 A
- Nombre de pols: 2 pols i presa de terra
- Grau de protecció: índex IP X6

La norma **UNE-EN 60309** és el reglament de referència per a les bases de presa de corrent de les instal·lacions en ports i marines per a vaixells d'esbarjo.

Els cables H07RN-F són cables de goma flexible tant en l'aïllament com en la coberta.

**Connexió als vaixells d'esbarjo.** El dispositiu de connexió del quadre de distribució a les embarcacions d'esbarjo està compost pels elements següents:

- Una clavilla que servirà per connectar-se al quadre i que ha de tenir les característiques establertes per a les **bases de presa de corrent**.
- Un cable flexible del tipus H07RN-F, que ha d'estar unit de manera estable a l'embarcació mitjançant un connector adequat també a les característiques esmentades. La longitud del cable que ha d'unir l'embarcació amb el quadre de distribució de l'alimentació ubicat al port no ha de ser superior a 25 m i no pot tenir cap altra connexió intermèdia ni cap embrancament al llarg de tota la seva longitud.

### 3.3 Instal·lacions elèctriques en mobles (ITC-BT-49)

Quan un moble disposa d'il·luminació interior cal considerar tots els efectes i totes les conseqüències que, d'una banda, la circulació de corrent i, de l'altra, l'escalfor de les làmpades poden tenir sobre el mobiliari.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-49 corresponent a les instal·lacions en mobles.

La ITC-BT-49 regula les prescripcions que s'han de tenir en compte en les instal·lacions elèctriques en mobles.

La il·luminació en mobles ser en dos àmbits diferenciats en funció de les condicions ambientals en les quals es trobi la instal·lació\_

- En primer lloc, considerarem les llumetes que es col·loquen en mobles de qualsevol classe, inclosos els mobles de despatx, taulells, expositors, plafons fixos, plafons mòbils o anàlegs. Per a aquest tipus de situacions cal considerar els riscos que presenten el pas del corrent i l'escalfor intrínsecs a la conducció elèctrica a l'interior d'un material conductor com és la fusta, element molt comú, tot i que no l'únic, en la fabricació de mobles.
- L'altre àmbit es la il·luminació als mobles, miralls i elements situats a la cambra de bany o en locals que contenen una banyera o una dutxa. En aquest cas, l'element principal a considerar és la humitat i la presència d'aigua a les instal·lacions elèctriques.

#### La ITC-BT-30

No és el primer cop que ens trobem amb l'efecte de l'aigua i la humitat: la ITC-BT-30 aborda la problemàtica relativa als locals especials, humits i molls, i es van determinar les conseqüències tant pel que fa a la corrosió com als corrents de fuga que aquestes condicions ambientals provocaven en les instal·lacions electrotècniques.

Així doncs, cal diferenciar entre els mobles destinats a cambres de bany i els mobles que s'han d'instal·lar en locals i recintes exempts d'humitat i aigua.

### 3.3.1 Mobles que no s'han d'instal·lar en cambres de bany

Aquest apartat tracta de les instal·lacions elèctriques que s'han de situar en mobles que no hagin de ser col·locats en cambres de bany o en locals que contenen una banyera o una dutxa, és a dir, les instal·lacions formades, en la majoria dels casos, pels aparells i els conductors necessaris per il·luminar l'interior del moble o dotarlo d'una base de presa de corrent.

Exemples de mobles susceptibles de rebre aquest tipus d'instal·lacions són les llibreries, les taules de despatx, els llits, els armaris, els aparadors o els mobles de la cuina i mobles per a la televisió.

Els equips i els accessoris elèctrics han d'estar situats tenint en compte les restriccions mecàniques i tèrmiques a què poden estar sotmesos (figura 3.4).

**Caixes per a la presa de corrent.** El primer element a considerar és la caixa que ha de allotjar la presa de corrent que subministrarà l'energia elèctrica a tota la instal·lació. Independentment de les característiques específiques, la connexió ha d'estar col·locada de manera que quedi protegida contra qualsevol dany mecànic.

El Reglament estableix que les connexions de la instal·lació s'han de fer mitjançant preses de corrent d'unes característiques determinades.

#### **Compte!**

La caixa és el punt on s'estableix la connexió elèctrica i, per tant, és el lloc on hi pot haver problemes d'escalfament si, per defectes mecànics, la connexió no es troba en estat òptim i hi apareixen deformacions que augmenten la resistència al pas de corrent.

**Cables.** Els cables han d'estar convenientment protegits contra qualsevol dany i en especial contra la tracció i la torsió, motiu pel qual s'han de col·locar dispositius especials antitracció als punts de penetració dels aparells pròxims a les connexions. De la mateixa manera, els cables han de recórrer l'interior del moble sense patir doblecs importants que puguin afectar l'aïllament del conductor i provocar escalfaments potencialment perillosos.

**Reactàncies, transformadors i estabilitzadors.** La majoria de les bombetes que s'instal·len als mobles treballen a un voltatge diferent de la tensió de servei alterna disponible a l'interior de les cases. Generalment, es tracta de làmpades de tensió alterna de 24 V que necessiten un transformador extern que redueixi els 230 V de tensió de la xarxa al seu voltatge de funcionament.

També es pot donar el cas de conjunts de llums no incandescent que, per engegar-se, necessitin una descàrrega inductiva mitjançant una reactància externa. En aquest cas, el dispositiu que cal afegir a la instal·lació és o bé la reactància o bé un estabilitzador. En qualsevol cas, és comuna la presència d'algun equip auxiliar que també s'ha d'instal·lar a l'interior del moble, de manera que si falla en algun moment, això pot representar un risc addicional.

**Receptor.** El circuit es tanca amb un **receptor** consistent en la majoria dels casos en un llum. Els llums o els conjunts de llums han d'estar calculats i seleccionats perquè durant el seu funcionament no escalfin excessivament amb la calor generada la part del moble que els circumda, i per evitar el deteriorament de la fusta o del material de què estigui fet el moble. Cal anar amb cura, doncs, de no utilitzar bombetes de massa potència només amb la intenció d'augmentar la il·luminació del moble sense tenir en compte les complicacions que això pot portar.

#### **El símbol dels llums per a superfícies inflamables**

La norma UNE-EN-60598-1 és la que regeix com han d'anar marcats els llums adequats per a instal·lacions en superfícies inflamables.

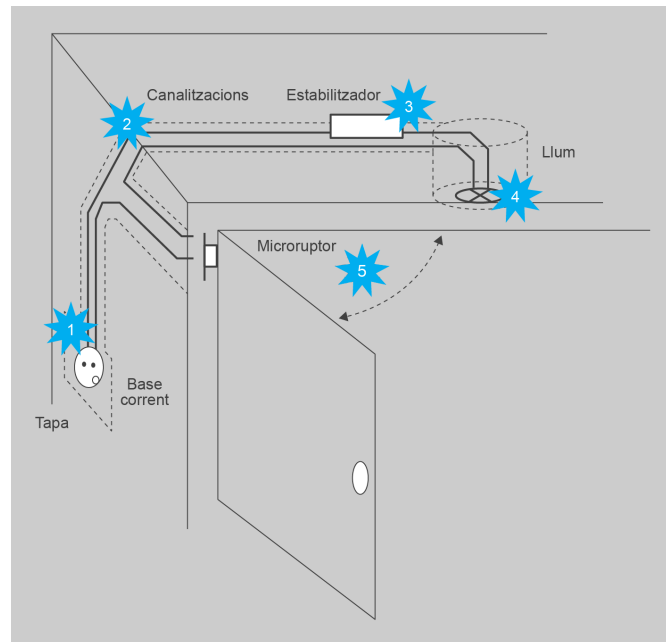
Els llums per a instal·lacions en superfícies inflamables, com poden ser les instal·lacions elèctriques en mobles, han de dur el **símbol** determinat. Aquest símbol, que consisteix en la **lletra F inscrita en un triangle invertit**, és a dir, amb la base col·locada en la part superior, indica que el llum és adequat per al muntatge directe sobre superfícies normalment inflamables.

**Superfícies inflamables** són en general les superfícies de fusta o les que tenen una base de fusta d'un gruix superior a 2 mm. També es consideren materials inflamables i, en conseqüència, han de fer servir llums amb el símbol d'una *F* inscrita en un triangle invertit, altres materials com la tela o similars.

Que un llum és adequat per a muntar-lo en superfícies inflamables significa que, en cap circumstància, el funcionament del llum representarà un risc d'inflamació o d'incendi per al moble on es munta.

**Microruptor.** També cal considerar la incorporació d'un microruptor que interrompi l'alimentació de la bombeta en cas que hi hagi possibilitats de produir-se un escalfament excessiu en el moment en què el moble queda tancat. Per exemple, seria el cas d'un llit plegable amb una font d'il·luminació accessible només quan el moble estigués desplegat i que s'apagués automàticament en el moment de plegarlo.

**FIGURA 3.4.** Formes possibles d'accidentalitat en una instal·lació feta a l'interior d'un moble de fusta



La taula 3.3 resumeix les prescripcions que dicta la ITC-BT-24 sobre el xoc elèctric per contactes directes i indirectes tot basant-nos en les causes d'accidentalitat mostrades en la figura 3.4.

**TAULA 3.3.** Resum de les característiques principals de les instal·lacions elèctriques en mobles

Instal·lacions elèctriques en mobles no destinats a situar en cambres de bany	
Referència segons la figura 10	Descripció
1	Protecció adequada de la presa de corrent que servirà de connexió de la instal·lació.
2	Protecció dels cables contra la torsió i la tracció.
3	Assegurament de l'equip auxiliar del llum (si n'hi ha).
4	Utilització de llums adequats.
5	Mecanisme d'interrupció en cas de temperatures excessives.

### 3.3.2 Selecció de components: canalitzacions, cables i connexions

Els cables es poden col·locar en tubs, a l'interior de canals protectores o poden ser conduïts per l'interior del moble a través de canals prefabricades que es preparen a l'interior de l'estructura del moble en el moment de ser fabricat.

Les **canalitzacions** han de ser conformes a allò que indica la ITC-BT-21 sobre tubs i canals protectores.

Els **cables** que es poden utilitzar són els següents:

- Cable flexible aïllat amb goma, equivalent com a mínim al tipus H05RR-F, és a dir, un cable de tensió assignada entre 300 V i 500 V, conductor de coure de classe 5 i amb aïllament i coberta de propilè.
- Cable flexible aïllat amb policlorur de vinil (PVC), equivalent com a mínim al tipus H05VV-F, és a dir, un cable de tensió assignada entre 300 V i 500 V, amb conductor de coure classe de 5 i amb aïllament i coberta de policlorur de vinil (PVC).

La **secció mínima** que han de tenir els cables que s'utilitzen en les instal·lacions elèctriques en mobles que no s'instal·len en cambres de bany ha de ser:

- De 0,75 mm<sup>2</sup> de coure (Cu) –o la secció equivalent corresponent a d'altres materials conductors com l'alumini (Al)– només per a la instal·lació d'enllumenat i amb conductors flexibles, si el moble no du cap base de presa de corrent, i si la longitud total del cable no supera 10 m entre l'aparell més allunyat i la connexió a la instal·lació fixa del local o habitatge.
- D'1,5 mm<sup>2</sup> de coure –o la secció equivalent corresponent a d'altres materials conductors com l'alumini (Al)– en la resta de casos, sempre que el moble no disposi de cap base de presa de corrent. En aquest cas el conductor pot ser flexible o rígid.
- De 2,5 mm<sup>2</sup> de coure –o la secció equivalent corresponent a d'altres materials conductors com l'alumini (Al)– en qualsevol cas en què el moble disposi d'una base de presa de corrent. En aquest cas també el conductor pot ser indistintament flexible o rígid.

#### Compte!

Les **connexions** s'han d'efectuar mitjançant preses de corrent o borns situats en caixes amb un grau mínim de protecció d'**IP3X** contra qualsevol dany mecànic. La tapa de la caixa només s'ha de poder obrir amb l'ajut d'una clau o d'una eina a fi de dificultar l'accés a la connexió.

---

Cal tenir present que només es poden instal·lar conductors rígids si van allotjats a l'interior de tubs o canals protectores.

---

### 3.3.3 Mobles en cambres de bany

Els mobles a instal·lar en espais que contenen una dutxa o una banyera s'han d'adaptar a les prescripcions que defineix la instrucció corresponent als recintes d'aquestes característiques. Aquesta instrucció és la ITC-BT-27 d'instal·lacions interiors en habitatges i locals que contenen una banyera o dutxa. Per tant, cal respectar la distribució per volums i les recomanacions que la instrucció fa en aquest sentit.

Específicament per a les instal·lacions a fer en mobles de bany, el Reglament determina les característiques que ha de tenir la connexió a la instal·lació fixa. Els mobles han de dur una **caixa de connexió fixa amb borns**. La connexió de la instal·lació a l'exterior no es pot fer amb una base de presa de corrent, com s'havia fet en el cas dels mobles que no s'instal·laven en cambres de bany. Així doncs, aquesta connexió ha de ser independent del seu equip elèctric.

La caixa de connexió amb borns ha d'anar protegida amb una tapa o una coberta i només pot ser accessible després de retirar-la amb l'ajut d'una eina. No es permet l'ús de tapes o cobertes mòbils que es puguin desplaçar de manera manual sense la intervenció de cap mecanisme. Si la instal·lació disposa d'un conductor de protecció, el born de terra ha d'estar identificat amb el seu símbol normalitzat corresponent i s'ha de connectar a la instal·lació de terra de l'edifici.

Finalment, en raó de les característiques que la connexió ha de complir, els mobles amb equip elèctric que s'han d'instal·lar en cambres de bany han d'anar fixats a la paret per evitar qualsevol desplaçament i, en conseqüència, possibles defectes als borns de connexió a l'exterior.

### 3.4 Instal·lacions elèctriques en locals que contenen radiadors per a saunes (ITC-BT-50)

#### Normativa de referència

Les prescripcions que formen part de la instrucció ITC-BT-50 es troben detallades en la norma UNE 20460-7-703.

La **ITC-BT-50** està dedicada a unes condicions molt particulars de les instal·lacions elèctriques. En concret, detalla les prescripcions que han de seguir les instal·lacions situades en locals que contenen radiadors per a saunes.

La combinació dels efectes conseqüència de nivells elevats de temperatura i humitat obliga el Reglament a dedicar un capítol específic a aquestes instal·lacions. De les diferents tipologies d'instal·lacions estudiades fins ara, sabem que totes dues condicions, escalfor i humitat, són potencialment nocives per a les instal·lacions elèctriques. La ITC-BT-30 abordava l'efecte corrosiu i de fuga que pot tenir la humitat.

En un local, però, on hi ha instal·lada una sauna, la humitat i la temperatura són paràmetres inherents al seu funcionament normal. La finalitat d'una sauna és justament la combinació de totes dues condicions ambientals, la qual cosa condiona un entorn molt particular amb finalitats curatives o, si més no, relaxants. Les instal·lacions elèctriques situades en locals en què hi ha una sauna han de poder treballar sense risc per a les persones que en facin ús.

#### Àmbits d'aplicació de la ITC-BT-50

La instrucció ITC-BT-50 **només és vàlida** per a les **cabines de sauna instal·lades** sobre el terreny, en un local o en una habitació, i també s'aplica als **locals** on hi ha instal·lada la calefacció de la sauna o els seus elements d'escalfament.

En canvi, aquesta instrucció **no és aplicable** a les **cabines de sauna prefabricades** amb

tots els elements integrats i assegurats conforme a la normativa específica del producte. En aquest darrer cas, la instrucció complementària deixa pas a les especificacions concretes de l'equipament i no cal analitzar la instal·lació elèctrica específica del local.

### 3.4.1 Descripció dels diferents volums de l'espai

Els locals que s'utilitzen per instal·lar-hi saunes contenen un equipament central i fonamental que és el radiador. Aquest element és l'encarregat de generar l'escalfor i la humitat necessàries per establir les condicions ambientals adequades.

Tal com ja fan altres instruccions per al cas de les piscines i dels banys de peus, i els locals que contenen una banyera o una dutxa, la instrucció ITC-BT-50 considera que els locals on hi ha instal·lat l'element radiant de la sauna es poden dividir en tres volums:

- **Volum 1.** És el volum que conté el radiador de la sauna. L'espai queda delimitat, d'una banda, pel terra i, de l'altra, per la part superior del costat fred de la capa de l'aïllament tèrmic del sostre. Els laterals, al seu torn, queden delimitats per una superfície vertical imaginària situada a una distància de 0,5 m del radiador o bé pel costat fred de l'aïllament de la paret si el radiador és a una distància inferior a 0,5 m de la paret.
- **Volum 2.** Se situa a l'exterior del volum 1 i queda limitat pel terra, com passa en el cas del volum 1, i per la banda freda de l'aïllament tèrmic de les parets. El límit superior del volum 2 queda marcat per un plànol situat a una altura d'1 m sobre el nivell del terra.
- **Volum 3.** És el volum exterior al volum 1, i limita amb la banda freda de l'aïllament tèrmic de les parets, d'una banda, i, de l'altra, amb el sostre i el plànol situat a 1 m d'altura del nivell de terra. És a dir, el volum 3 ocupa l'espai exterior al volum 1 que no és ocupat pel volum 2 per la limitació en altura que presenta. Aquest tercer volum és una conseqüència directa de la distribució de la calor de baix cap a dalt.

#### La distribució tèrmica a les saunes

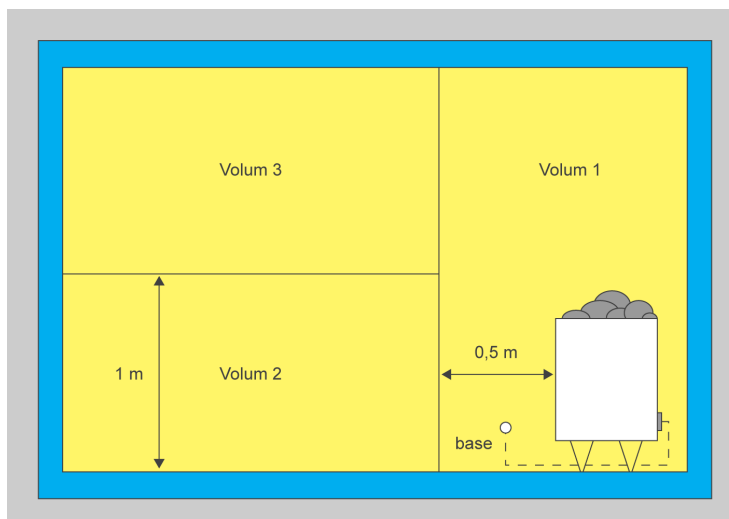
La calor i la humitat generades es distribueixen per **convecció natural** per tot el local i ocupen el volum segons les característiques de tots dos fenòmens.

Les mol·lècules calentes són més lleugeres que les fredes, la qual cosa fa que hi hagi més escalfor al sostre de la sauna que a terra, i que la distribució tèrmica s'incrementi de baix cap a dalt.

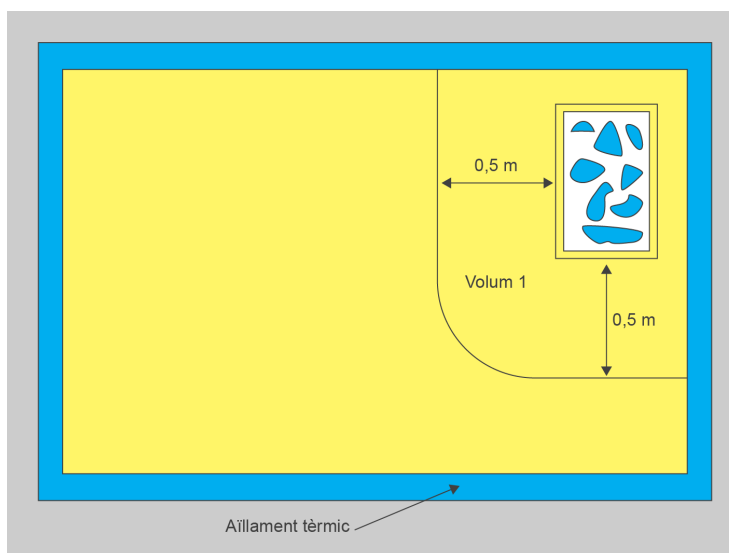
Les figures 20 i 21 mostren un exemple de distribució dels volums en un local amb radiador per a sauna amb totes les peculiaritats descrites en una vista de planta i d'altura.

En la secció "Annexos" del web del mòdul trobareu la ITC-BT-50, que regula les instal·lacions en locals que contenen els radiador per a saunes.

**FIGURA 3.5.** Vista en altura de la distribució dels volums en un local que conté una sauna.



**FIGURA 3.6.** Vista en planta de la distribució dels volums en un local que conté una sauna.



### 3.4.2 Protecció contra els xocs elèctrics

La protecció **contra els contactes directes i indirectes** es pot aconseguir utilitzant tensions de servei molt baixes (MBTS), o envolupants o barreres amb un grau de protecció de com a mínim **IP2X**. També s'admet la utilització de material amb un aïllament capaç de suportar un assaig dielèctric de 500 V en corrent altern durant un minut.

Adicionalment, hi ha d'haver una protecció **contra els contactes directes** amb un dispositiu de protecció per corrent residual diferencial no superior a 30 mA. No s'admet com a protecció contra els contactes directes l'obstaculització del pas ni la protecció per col·locació fora de l'abast.



Pel que fa als **contactes indirectes**, no s'admet la protecció mitjançant una unió equipotencial dels conductors no connectada a terra ni la protecció per local no conductor. Aquestes mesures són coherents amb l'entorn en el qual té lloc l'activitat per l'elevat grau d'humitat en l'ambient i la capacitat conductora d'aquesta humitat, fet que no presenta el nivell d'aïllament ambiental que requereixen aquestes estratègies de protecció contra els contactes indirectes.

La taula 3.4 resumeix les prescripcions sobre el xoc elèctric tal com apareixen en els punts que articulen la ITC-BT-24.

**TAULA 3.4.** Resum de les característiques de les proteccions contra els xocs elèctrics en locals que contenen radiadors per a saunes segons els punts de la ITC-BT-24.

Tipus de protecció contra xoc elèctric			
Contactes directes	Observacions	Contactes indirectes	Observacions
Aïllament de les parts actives	ITC-BT-50 3.1 només en MBTS	Tall automàtic de l'alimentació	ITC-BT-50 4.1
Barreres i embolcalls	ITC-BT-50 3.2 només en MBTS	Equips de la classe 2	ITC-BT-50 4.2
Obstacles	ITC-BT-50 3.3 no és admissible	Emplaçaments no conductors	ITC-BT-50 4.3 no és admissible
Fora d'abast per allunyament	ITC-BT-50 3.4 no és admissible	Connexions equipotencials no connectades a terra	ITC-BT-50 4.4 no és admissible
Dispositius de corrent diferencial-residual	ITC-BT-50 3.5 $I_d < 30$ mA	Separació elèctrica	ITC-BT-50 4.5
MBTS	Resistència d'aïllament de 500 V durant 1 minut	MBTS	

### 3.4.3 Selecció dels equips elèctrics

Els **equips elèctrics** han de presentar com a mínim un grau de **protecció contra l'aigua** i contra la intrusió de **cossos sòlids estranys** corresponent a l'índex **IP24**. Si el local es neteja regularment amb un equipament que funciona amb aigua a pressió, cal augmentar la protecció contra l'aigua fins al grau corresponent a l'índex **IPX5**.

Les bases de presa de corrent no es poden instal·lar al local que conté el radiador.

A la hora de seleccionar el material, hi ha diferents criteris a seguir segons el volum que s'ocupa:

- En el **volum 1** només es poden instal·lar els equips que pertanyen al radiador.
- Pel que fa al **volum 2**, no es detalla cap mesura de protecció respecte a la resistència de l'equipament elèctric a la calor.
- Els materials dels equips ubicats al **volum 3** han de poder suportar una temperatura de 125 °C, i l'aïllament dels conductors ha de suportar al seu torn una temperatura de 170 °C.

**Canalitzacions.** En general, es recomana que les canalitzacions s'instal·lin a l'exterior dels volums definits en l'espai, és a dir, per sobre de la banda freda de l'aïllament tèrmic de sostres i parets. Ara bé, en cas de no poder evitar aquest traçat i haver d'ubicar les canalitzacions en els volums interiors de la sauna, cal respectar les prescripcions de resistència a la temperatura corresponents als criteris particulars detallats en el cas del volum 3.

**Elements de comandament i tall.** L'aparellatge que forma part del radiador de la sauna o d'altres equips fixos es pot instal·lar en el volum 2, atesa la manca de restriccions de la norma vigent pel que respecta a la resistència a la calor de l'equipament que s'hi instal·li. Només cal tenir en compte les instruccions relatives a l'equipament que el fabricant ens detalli en el manual de servei.

#### Compte!

La **resta de l'aparellatge**, per exemple, el relatiu a l'**enllumenat** o altres serveis addicionals com poden ser un **fil musical** o altres **serveis de confort**, s'han de col·locar a l'exterior de la sauna o de la cabina.

Recordeu que en l'apartat 1 d'aquesta unitat s'exposa l'organització del muntatge d'una instal·lació elèctrica en locals especials o d'ús especial.

### 3.5 Resolució de problemes en el muntatge d'instal·lacions especials

Així com l'organització del muntatge d'una instal·lació elèctrica en locals especials o d'ús especial es basava en una sèrie de processos seqüenciats que convergien en la realització final de la instal·lació, pel que fa a la resolució de possibles problemes cal prendre com a base els processos esmentats per observar –i corregir– les males praxis que poden derivar en l'aparició de problemes posteriors al muntatge.

Els **problemes en el material** afecten el tipus de cobertura dels cables i els graus de protecció que ofereixen els embolcalls de l'aparellatge.

La **selecció del material** en les instal·lacions elèctriques especials és un **factor determinant** a l'hora de garantir-ne el **funcionament correcte** en les condicions ambientals i de treball necessàries. Un error en la tria o bé un defecte en el material triat poden comportar disfuncions posteriors que caldrà rectificar amb la substitució de l'element defectuós.

Un mal traçat podria derivar en defectes de funcionament dels receptors.

**Problemes en el traçat de la instal·lació.** Si el disseny del traçat no ha estat òptim es possible que us trobeu amb dificultats degudes a possibles caigudes de tensió excessives que són provocades per longituds de cable no previstes en els càlculs. En aquest cas, això faria que el voltatge que finalment arribés als receptors no complís amb les condicions establertes pel Reglament i, per tant, les característiques que calen perquè els receptors puguin treballar en les millors condicions.

**Defectes en el muntatge dels aparells.** Un **mal muntatge de l'aparellatge** pot provocar defectes en les seves característiques mecàniques o tèrmiques i en

conseqüència pèrdues de les seves proteccions enfront les condicions ambientals de treball o d'ús.

Un **defecte en el muntatge** dels aparells es podria manifestar, per exemple, en forma humitat, aigua o pols a l'interior de quadres elèctrics teòricament estancs.

**Defectes en la instal·lació dels cables.** Les connexions entre els cables i els aparells, o entre els mateixos cables són defectes molt comuns de les instal·lacions elèctriques. Una mala connexió elèctrica té tres maneres més o menys corrents de manifestar-se:

- Una connexió es pot obrir del tot i interrompre el pas del corrent. Evidentment això derivaria en una aturada inesperada de la instal·lació.
- Una resposta pitjor es pot produir si la connexió no s'ha obert del tot però la seva resistència varia segons l'ús o en raó de les condicions ambientals. Aleshores es pot produir un fenomen del tot imprevisible que es manifestaria en fallades esporàdiques i aleatòries de la instal·lació. La causa és un contacte fals, la qual cosa us obligaria a fer una revisió detallada i minuciosa de tota la instal·lació.
- Finalment, es podria donar el cas que una part de la connexió derivés cap a altres parts del circuit i provoqués **fuites de corrent** o, en el pitjor dels casos, un curtcircuit. És paradoxal que, si es produeix un curtcircuit, les conseqüències dels defectes són tan nocives que la localització de l'avaria resulta molt més senzilla que en el supòsit d'un contacte fals.

---

Si la fallada no és gaire evident, cal repassar una a una totes les connexions.

---