

Instal·lacions d'enllumenat exterior

Marc Muñoz Pallarés

Instal·lacions elèctriques especials



Índex

Introducció	5
Resultats d'aprenentatge	7
1 Instal·lacions d'enllumenat exterior	9
1.1 Definició	9
1.2 Connexions de servei des de les xarxes de distribució de la companyia subministradora	10
1.3 Càlcul de la secció dels conductors	10
1.4 Eficiència energètica	12
1.5 Quadres de protecció, mesura i control	13
1.6 Xarxes d'alimentació: tipus, sistemes d'instal·lació i materials emprats	15
1.6.1 Tipus de xarxes d'alimentació, sistemes d'instal·lació i materials emprats	15
1.7 Suports dels llums	16
1.7.1 Característiques dels suports dels llums	17
1.7.2 Instal·lació elèctrica als suports dels llums	17
1.8 Els llums: classificació, característiques, instal·lació elèctrica i equips auxiliars	18
1.8.1 Característiques dels llums	18
1.8.2 Instal·lació elèctrica de llums suspesos	20
1.8.3 Làmpades d'incandescència i de descàrrega	21
1.8.4 Llums amb LED	28
1.9 Esquemes de connexió de diferents tipus de làmpades i equips auxiliars	31
1.9.1 Equips elèctrics dels punts de llum	32
1.9.2 Connexió d'equips auxiliars	33
1.10 Protecció contra contactes directes i indirectes	34
1.10.1 Estudi de casos	36
1.10.2 Protecció contra contactes indirectes	37
1.11 Posada a terra	39
1.11.1 Posada a terra: conductor nu i conductor de protecció	40
1.12 Verificació de la posada en servei d'instal·lacions d'enllumenat exterior	42
1.12.1 Norma UNE 20460-6-61	43
1.13 Conceptes bàsics de la il·luminació i el luxímetre	45
1.14 Qualitat i treball en equip	46
1.15 Normativa i reglamentació aplicable	47
2 Manteniment, avaries, prevenció de riscos laborals i protecció ambiental	49
2.1 Manteniment i detecció d'avaries d'instal·lacions d'enllumenat exterior	49
2.2 Prevenció de riscos laborals en les operacions de muntatge i manteniment	54
2.2.1 Normativa de prevenció de riscos laborals	56
2.2.2 Risc elèctric	58
2.2.3 Tipus de contactes elèctrics	62
2.2.4 Mesures de seguretat i de protecció individual	64
2.2.5 Protecció del material davant del risc elèctric	64
2.2.6 Prevenció d'accidents amb màquines i eines elèctriques	65

2.2.7	Protecció contra contactes elèctrics directes i indirectes	68
2.2.8	Metodologia dels treballs sense tensió	69
2.2.9	Senyalització de seguretat	70
2.3	Protecció ambiental	72
2.3.1	Classificació dels residus generats per a la retirada selectiva	74
2.3.2	Normativa de protecció ambiental	80

Introducció

Tots som usuaris de l'enllumenat que hi ha a les places i als carrers. En la unitat “Instal·lacions d'enllumenat exterior” trobareu l'estudi de les prescripcions tècniques que han de presentar les instal·lacions d'enllumenat exterior. També s'hi estudien el manteniment i el tractament d'avaries de les instal·lacions esmentades. D'altra banda, veurem els aspectes relatius a la prevenció de riscos laborals i a la gestió de residus de les instal·lacions elèctriques especials en general.

En aquest mòdul s'estudien les instal·lacions elèctriques especials, i en aquesta primera unitat ens centrem en les d'enllumenat exterior. Analitzarem els perills que tenen les tasques relacionades amb aquestes instal·lacions i en especial les conseqüències que un accident elèctric té sobre les persones. També hi trobareu com es gestionen els residus que es generen en el muntatge i el manteniment de les instal·lacions.

En l'apartat “Instal·lacions d'enllumenat exterior”, s'estudia com són aquest tipus d'instal·lacions i les seves característiques tal com s'especifiquen en la ICT-BT-09. Hi trobareu càlculs i veureu els diferents tipus de làmpades i equips auxiliars, segons la seva construcció, tot posant especial atenció als llums amb LED com a innovació tecnològica en plena revolució. Hi repassarem també els sistemes de seguretat que preveu la normativa. I finalment tractarem de conceptes bàsics de luminotècnia.

En l'apartat “Manteniment, avaries, prevenció de riscos laborals i protecció ambiental”, trobareu un estudi dels tipus de manteniment en les instal·lacions d'enllumenat i les pautes que cal seguir. Estudiareu aspectes de la prevenció de riscos laborals, tot posant especial atenció en el risc elèctric en especial. I, finalment, veureu la protecció ambiental i la gestió de residus que generen les operacions en les instal·lacions.

Per a un seguiment correcte de la unitat és recomanable un bon coneixement del reglament respecte a les instal·lacions elèctriques d'interior, ja que la unitat en qüestió no deixa de ser un conjunt de concrecions dels aspectes més genèrics que s'han tractat en el mòdul “Instal·lacions elèctriques d'interior”.

Resultats d'aprenentatge

En finalitzar aquesta unitat, l'alumne:

1. Munta una instal·lació elèctrica petita d'enllumenat exterior (llums muntats sobre un braç, fixat en un mur o paret, o en una columna, entre d'altres possibilitats) aplicant la normativa i la reglamentació vigents.
 - Interpreta les especificacions tècniques de la instal·lació.
 - Calcula els paràmetres necessaris per dimensionar la instal·lació (conductors, posada a terra, dispositius de tall, comandament i protecció, entre d'altres), emprant les lleis i les regles del càlcul electrotècnic.
 - Determina el traçat de la instal·lació i els sistemes d'instal·lació.
 - Especifica les característiques de la instal·lació de posada a terra de la instal·lació.
 - Dibuixa l'esquema unifilar de la instal·lació i el funcional del quadre de comandament, fent servir la simbologia normalitzada i el suport informàtic.
 - Aplica la normativa i la reglamentació vigents.
 - Verifica la posada en servei de la instal·lació seguint el procediment que es descriu en la norma UNE 20460-6-61.
 - Utilitza el luxímetre per mesurar el nivell d'il·luminació.
 - Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat davant de risc elèctric) i de protecció ambiental.
 - Col·labora amb l'equip de treball en la resolució dels problemes que es presenten, amb una actitud responsable, respectuosa i tolerant.
 - Demostra tenir uns coneixements suficients de la normativa aplicable a les instal·lacions d'enllumenat exterior.
2. Manté instal·lacions d'enllumenat exterior aplicant tècniques de mesuraments elèctrics i relacionant la disfunció amb la causa que la produeix.
 - Identifica els símptomes observats o mesurats com a disfuncions o possibles avaries.
 - Formula hipòtesis raonades sobre quines són les possibles causes de les avaries, reals o provocades, en una instal·lació d'enllumenat exterior.
 - Aplica la normativa i la reglamentació vigents.
 - Comprova la funcionalitat de la instal·lació.
 - Descriu les mesures més importants que s'han d'adoptar per al manteniment preventiu d'una instal·lació d'enllumenat exterior.

- Compleix les normes de prevenció de riscos laborals (incloses les de seguretat davant de risc elèctric) i de protecció ambiental.
 - Mostra autonomia en la realització de les tasques proposades.
3. Aplica les normes de prevenció de riscos laborals i de protecció ambiental en el muntatge i el manteniment d'instal·lacions elèctriques especials identificant els riscos associats, les mesures i els equips per prevenir-los.
- Identifica els riscos laborals en les tasques de muntatge i manteniment d'instal·lacions elèctriques especials (manipulació de materials, equips, eines, utensilis, màquines, verificació d'instal·lacions, reparació i substitució d'elements, i treballs en altura entre d'altres).
 - Determina les mesures de seguretat i de protecció personal que cal adoptar en cada cas.
 - Identifica les possibles fonts de contaminació de l'entorn ambiental.
 - Valora l'ordre i la netedat de les instal·lacions i els equips com a primer factor de prevenció de riscos.

1. Instal·lacions d'enllumenat exterior

Les instal·lacions d'enllumenat exterior són més que els llums situats als carrers de les ciutats. Hi ha diferents tipus de llums i de làmpades, tot depèn de l'ús que es faci de l'espai a il·luminar. El principi bàsic de disseny de la instal·lació és un nivell en el qual la llum sigui l'adequada per a l'ús previst amb el mínim consum elèctric possible i en unes condicions de seguretat reglamentàries.

1.1 Definició

Les **instal·lacions d'enllumenat exterior** són, d'acord amb el que estableix la ITC-BT-09, les instal·lacions destinades a il·luminar zones de domini públic o privat, com autopistes, carreteres, carrers, places, parcs, jardins, passos elevats o inferiors per a vehicles o vianants, camins, etc. També s'inclouen les instal·lacions d'enllumenat de cabines telefòniques, dels anuncis publicitaris, del mobiliari urbà, dels monuments i d'altres elements afins, com també els receptors connectats a l'enllumenat exterior.

Així entre les **instal·lacions d'enllumenat exterior** s'inclouen:

- El **mobiliari urbà**: mobiliari dotat d'equipament elèctric per a la seva il·luminació o altres necessitats funcionals com són, per exemple, els anuncis publicitaris, les marquesines de les parades d'autobús o de taxi, les cabines telefòniques, els parquímetres, pilons retràctils.
- Els **edicles** de la via pública: petits edificis a la via amb il·luminació o instal·lació elèctrica com són, per exemple, els quioscos de premsa o de loteria i serveis públics.
- La **il·luminació ornamental**: l'enllumenat de monuments, façanes o construccions singulars.
- Les **balises lluminoses**: els suports lluminosos que tenen per funció guiar visualment la circulació de vehicles o vianants com, per exemple, les glorietses, les rotondes, els canvis de direcció, el carril bus i les emergències a la via.
- La **senyalització no autònoma del trànsit**: com ara els semàfors i els senyals lluminosos de trànsit.
- Altres instal·lacions: com són tots els receptors que connectem a la xarxa d'enllumenat exterior.

D'altra banda, queden exclosos de les **instal·lacions d'enllumenat exterior**:

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul, trobareu la ITC-BT-09 en format PDF.

- Els semàfors i les balises que són completament autònoms, ja que tenen una connexió de servei totalment independent de la de l'enllumenat.
- Les instal·lacions en piscines i fonts.
- Les instal·lacions elèctriques temporals com les fires, les exposicions i l'enllumenat festiu dels carrers.
- Les instal·lacions d'enllumenat exterior en habitatges unifamiliars amb menys de cinc punts de llum exteriors.

1.2 Connexions de servei des de les xarxes de distribució de la companyia subministradora

En la secció "Annexos" del web del mòdul 8 trobareu les ITC-BT-06 i ITC-BT-07 en format PDF.

La **connexió de servei** pot ser **soterrada** o **aèria**, amb cables aïllats, i s'ha de fer segons les prescripcions de la companyia subministradora. En cas de ser aèria, cal que compleixi el que disposa la ITC-BT-06, i si és soterrada s'ha de seguir la ITC-BT-07.

Segons la **ITC-BT-06**, en una **connexió de servei aèria**, els conductors han de ser de coure o alumini aïllats. La tensió assignada no ha de ser inferior a 0,6/1 kV amb un recobriment que garanteixi una bona resistència a la intempèrie. La secció mínima permesa és de 16 mm² en el cas de l'alumini, i 10 mm² en el cas del coure. Aquest tipus de connexions de servei pot tenir cables posats a la façana o als murs que, en general, han de respectar una distància mínima del terra de 2,5 m, o cables tensats que han de ser a 4 m de terra.

Segons la **ITC-BT-07**, en una **connexió de servei soterrada**, els conductors han de ser de coure o d'alumini aïllats. La tensió assignada no ha de ser inferior a 0,6/1 kV. La secció mínima permesa és de 16 mm² en el cas de l'alumini i 6 mm² en el del coure. Els cables han d'anar directament enterrats, a no menys de 0,6 m de la vorera ni de 0,8 m de la calçada, o bé en canalitzacions entubades en les quals no s'hi ha d'instal·lar més d'un circuit per tub.

En tots dos casos, la connexió de servei finalitzarà a la caixa general de protecció (CGP) i, a continuació, s'ha de posar l'equip de mesura. El neutre de la instal·lació d'enllumenat exterior s'ha de connectar al neutre de la xarxa de distribució.

1.3 Càlcul de la secció dels conductors

Les línies d'alimentació a punts de llum amb làmpades o tubs de descàrrega, han d'estar previstes per a transportar la càrrega deguda als receptors, als seus elements associats, als corrents harmònics, d'engedada i de desequilibri entre fases. Així

Quadre de protecció, mesura i control (QPMC)

Punt en què hi ha el comptador i les proteccions, imposat per la companyia, i, segregat, hi ha un altre apartat amb els comandaments de control com ara els temporitzadors, etc.

doncs, la **potència aparent mínima**, expressada en VA, es considerarà que és 1,8 vegades la potència en watts de les làmpades o els tubs. Utilitzarem per al càlcul la potència nominal de les làmpades.

El **factor de potència** de cada punt de llum s'ha de corregir fins a assolir un valor que sigui com a mínim 0,9. La **caiguda de tensió màxima** entre el quadre de protecció, mesura i control (QPMC) i qualsevol punt de la instal·lació serà més petit o igual al 3%.

El càlcul de la secció mínima normalitzada d'un cable està determinat pel compliment simultani dels criteris d'**intensitat màxima admissible** (per calor), de **caiguda de tensió** i de **corrent de curtcircuit**. En el cas que ens ocupa, el que acostuma a ser determinant és el criteri de la caiguda de tensió. La limitació del 3% es deu al fet que cal assegurar l'encesa i el funcionament de les làmpades de descàrrega.

Fórmules per calcular la secció mínima

Les fórmules que permeten calcular la **secció mínima** complint amb el criteri de la **caiguda de tensió** són:

En el cas dels receptors **monofàsics**

$$S = \frac{2PL}{\gamma e U}$$

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

En el cas dels receptors **trifàsics**

$$S = \frac{PL}{\gamma e u}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U_L \cos \varphi}$$

En què S és la secció del conductor expressada en mm^2 ; P és la potència expressada en watts (W); L és la longitud de la línia expressada en metres (m); γ és la conductivitat expressada en $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$; e és la caiguda de tensió expressada en volts (V); U és la tensió nominal de la línia expressada en volts (V) [400 V si és trifàsica o 230 V si és monofàsica]; I és el corrent expressat en amperes (A).

Els diferents valors de la intensitat màxima per a conductors de coure en instal·lacions soterrades els trobareu en la taula 1.1. La taula 1.2, en canvi, mostra els valors de la intensitat en instal·lacions aèries.

TAULA 1.1. Intensitat màxima per a conductors de coure en una instal·lació soterrada entubada (servei permanent)

Secció nominal	Terna de cables unipolars (1) (2)		1 cable tripolar o tetrapolar (3)	
	XLPE	PVC	XLPE	PVC
6	58	50	53	45
10	77	68	70	60
16	100	88	92	78
25	128	112	120	100
35	152	136	144	120

Els punts de llum...

...en els circuits trifàsics s'han repartir de la manera més equilibrada possible entre les tres fases.

TAULA 1.2. Intensitat màxima per a conductors de coure en una instal·lació aèria a temperatura ambient (40 °C)

Nombre de conductors per secció		Intensitat màxima en A	
(mm ²)	Posada en façana	Estesa amb fiador d'acer	
2 × 4 Cu	45	50	
4 × 4 Cu	37	41	
2 × 6 Cu	57	63	
4 × 6 Cu	47	52	
2 × 10 Cu	77	85	
4 × 10 Cu	65	72	
4 × 16 Cu	86	95	

Exemple de càlcul de la secció mínima

Tenim una instal·lació d'enllumenat exterior amb 30 làmpades de vapor de mercuri de 125 W, $\cos \varphi$ 0,95 cada una a 230 V. La longitud màxima és de 52 m de cable de coure. Calculeu:

Potència total: 30 làmpades de 125 W fa una potència de 3.750 W. Atès que són làmpades de descàrrega cal multiplicar aquest valor per 1,8 i d'aquesta manera s'obté 6.750 W, que serà la potència total.

Intensitat total:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$$

$$I = \frac{6750W}{230V \cdot 0,95} = 30,9A$$

Secció mínima deguda a la caiguda de tensió:

$$S = \frac{2PL}{\gamma e U}$$

$$S = \frac{2 \times 6750W \times 52m}{56 \times 6,9V \times 230V} = 7,9mm^2$$

amb una **caiguda de tensió màxima admissible** del 3%:

$$e = \frac{230V \cdot 3}{100} = 6,9V$$

La conductivitat γ del coure a 20 °C és 56, d'aquesta manera la **secció dels conductors** segons la taula 1.1 que suporta 30,9 A i és superior a 7,9 mm² ha de tenir 10 mm².

L'estabilitzador, ...

...conegut també comunament amb el nom de *reactància*, és un equip que serveix per mantenir un flux de corrent estable en llums de descàrrega de gas, tant en un tub fluorescent com en una làmpada de vapor de sodi, una d'halur metàl·lic o una de vapor de mercuri.

1.4 Eficiència energètica

Amb la finalitat d'un **estalvi energètic** més eficient, i sempre que sigui possible, les instal·lacions d'enllumenat públic s'han de projectar amb diferents nivells d'il·luminació, de manera que els nivells de llum puguin minvar durant les hores en què n'hi ha menys necessitat.

Aquest objectiu es pot aconseguir amb l'ús d'**estabilitzadors** per doble nivell de potència o **reguladors estabilitzadors** a la capçalera de la línia.

En vies amb trànsit, a zones de vianants, places i altres indrets similars es poden reduir els nivells lluminosos a certes hores de la nit, garantint en tot cas, però, la seguretat dels usuaris. En canvi, en zones crítiques amb un nivell alt d'accidentalitat és recomanable no fer aquests canvis de nivell.

Un altre mètode d'estalvi en el cas de l'enllumenat ornamental de façanes, monuments, anuncis lluminosos, espais esportius i altres espais similars consisteix a establir **cicles de funcionament**. En certes hores del dia estarà encès i en d'altres, restarà apagat, i per aconseguir-ho s'han de fer servir **rellotges programables** en cicles diaris, setmanals, mensuals o anuals.

Reduir l'augment de consum a la nit

A la nit es donen sobretensions en la xarxa que arriben a assolir valors d'un 10%. Aquest fet produeix un augment del consum d'enllumenat que oscil·la entre un 12% i un 27%. Amb un **estabilitzador de tensió** es pot evitar aquesta pèrdua. També cal destacar que aquestes sobretensions escurcen la vida útil de les làmpades en més d'un 50% en el cas de les de sodi d'alta pressió.

Regulació del flux lluminós en diferents làmpades utilitzades en l'enllumenat públic:

- **Vapor de sodi a alta pressió.** No té problemes d'apagada, però el rendiment lumínic baixa molt per sota del 20% de la tensió nominal.
- **Vapor de mercuri.** Té problemes d'apagada a mesura que les làmpades envelleixen. No s'ha de disminuir més d'un 10% la tensió nominal.
- **Halogenurs metàl·lics.** No s'han de regular.

1.5 Quadres de protecció, mesura i control

Les línies d'alimentació als punts de llum i de control han de tenir l'origen en un **quadre de protecció i control** (QPC). Les línies s'han de protegir individualment amb **tall omnipolar**, dins el quadre, de sobreintensitats i corrents de defecte a terra, com també de sobretensions quan els equips ho necessitin.

En les situacions en què sigui necessari per les característiques pròpies de la instal·lació, es podran emprar **interruptors diferencials** automàtics, i tindran un corrent de defecte màxim de 300 mA. La **resistència** de la **presa de terra** serà com a màxim de 30 Ω . Tot i això, es pot admetre la utilització dels **interruptors diferencials de corrent màxim** de 0,5 A i d'1 A sempre que la resistència de posada a terra sigui inferior a 5 Ω i 1 Ω , respectivament.

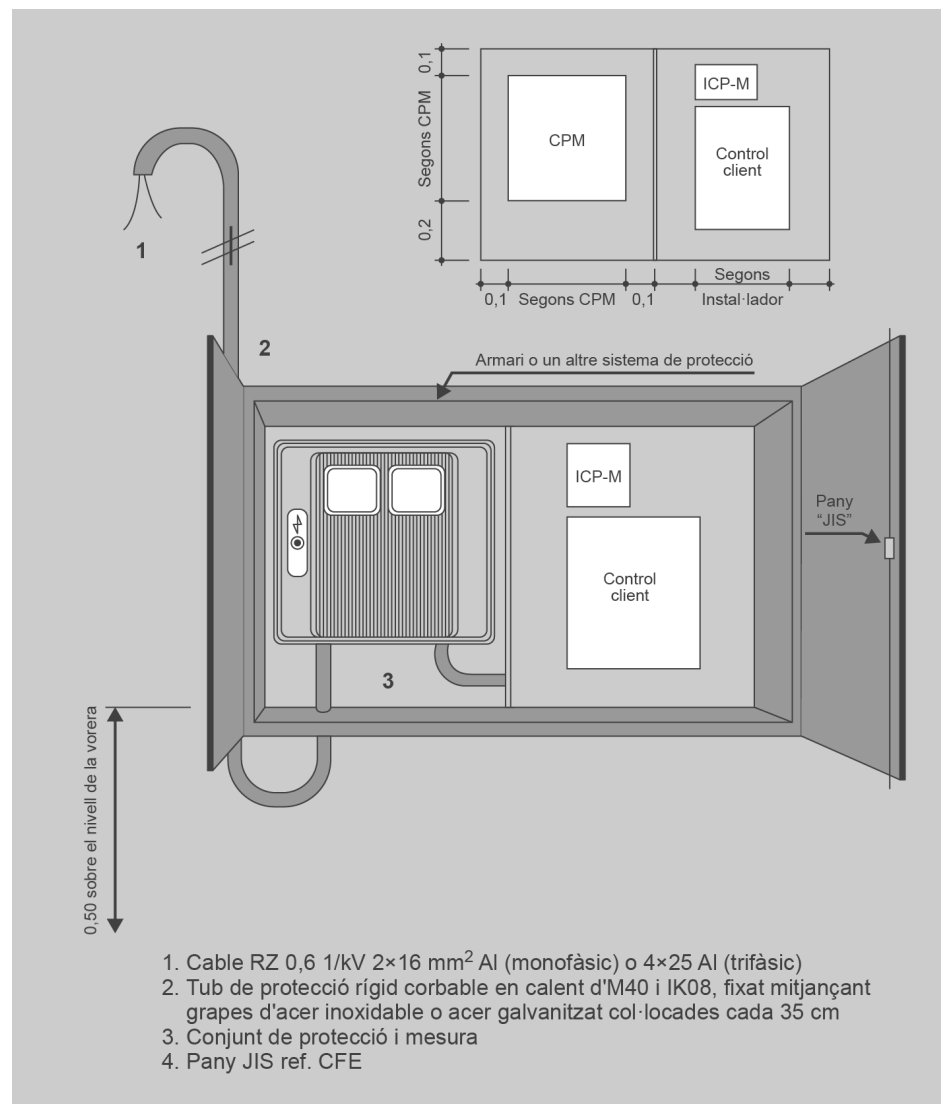
Un interruptor manual necessari

Cal tenir en compte que si el sistema d'encesa de l'enllumenat es fa amb **interruptors horaris**, és a dir, els interruptors horaris que comanden l'obertura i el tancament automàtics

d'un circuit segons una programació horària, desada en la memòria i establerta per l'usuari, o amb **interruptors fotoelèctrics**, és a dir, els interruptors amb els quals es comanda l'obertura i el tancament automàtics d'un circuit segons el nivell de llum ambiental, també cal disposar d'un **interruptor manual** que permeti accionar el sistema amb independència d'aquests dos dispositius esmentats.

L'**envolupant del quadre** ha de proporcionar un grau de protecció mínima IP55 i IK10, i ha de disposar d'un tancament que permeti un accés exclusiu al personal autoritzat. La porta d'accés ha d'estar col·locada a una alçària que pot oscil·lar entre 2 m i 0,3 m. Els elements de mesura han d'estar en un mòdul independent (vegeu la figura 1.1) i les parts metàl·liques del quadre han d'anar connectades a terra.

FIGURA 1.1. Armari per a quadre de protecció i mesura



1.6 Xarxes d'alimentació: tipus, sistemes d'instal·lació i materials emprats

La manera com l'energia arriba a la nostra instal·lació pot variar segons el cas. Bàsicament pot venir per **via aèria** o de manera **soterrada**. En cada cas les característiques dels cables varien perquè la dissipació de calor no és igual a l'aire que a sota terra.

Cables

Els cables han de ser multipolars o unipolars amb conductors de coure i tensions nominals de 0,6/1 kV. Es poden utilitzar conductors d'alumini sempre que es prenguin les precaucions adequades en la instal·lació.

En tots els casos els cables o els conductors han de ser aïllats, per la qual cosa no es permeten les xarxes aèries amb conductors nus, com les que s'autoritzen en l'RBT 1973.

El conductor de neutre de cada circuit originat al quadre no pot ser utilitzat per cap altre circuit.

1.6.1 Tipus de xarxes d'alimentació, sistemes d'instal·lació i materials emprats

Els tipus principals de xarxes d'alimentació són les xarxes subterrànies, les xarxes aèries i les xarxes de control i auxiliars.

Xarxes subterrànies. En aquest tipus de xarxes es fan servir sistemes i materials anàlegs als de les xarxes subterrànies de distribució regulades a la ITC-BT-07. Els cables han de tenir les característiques que especifica l'UNE 21123, i han d'anar, en aquest cas, entubats.

Els **tubs per a les canalitzacions subterrànies** han de ser els que indica la ITC-BT-21 i poden anar col·locats en una rasa amb formigó o no. Quan van amb formigó, el grau de **resistència a l'impacte** ha de ser lleuger d'acord amb allò que estableix l'UNE-EN 50.086. Els tubs han d'anar soterrats a una profunditat mínima de 0,4 m respecte al nivell del terra i mesurada des de la cota inferior del tub. Els tubs han de tenir un **diàmetre interior** no inferior a 60 mm.

Compte!

Cal col·locar una **cinta de senyalització** que adverteixi de la presència de cables d'enllumenat públic. La cinta ha d'estar situada a una distància mínima del terra de 0,10 m, i a 0,25 m per sobre del tub.

En els **encreuaments** de paviments, la canalització, a més d'anar entubada, ha de ser formigonada i s'hi ha d'instal·lar un tub de reserva com a mínim.

La **secció mínima** en el cas dels **conductors** dels cables, el neutre inclòs, ha de ser de 6 mm². En distribucions trifàsiques tetrapolars, per a conductors de fase de

secció superior a 6 mm^2 , la **secció del neutre** ha de ser conforme a allò que indica taula de la ITC-BT-07 (taula 1.1).

Atesa la problemàtica que les **làmpades de descàrrega** i l'**equip auxiliar** associat presenten pel que fa als harmònics i les intensitats de neutre, es recomana que, en aquestes instal·lacions, la secció del conductor del neutre sigui la mateixa que la secció de fase.

Els **empalmaments** i les **derivacions** s'han de fer en **caixes de borns** adequades, col·locades a dins els suports dels llums, i situades a una alçària mínima de 0,3 m del nivell del terra o a dins una **arqueta registrable**, que garanteixi, en tots dos casos, la continuïtat, l'aïllament i l'estanquitat del conductor.

Xarxes aèries i distàncies a terra

El règim de distàncies a terra, a les finestres, les terrasses, els balcons i d'altres elements arquitectònics, com també les condicions per a encreuaments i paral·lelismes en les xarxes aèries s'ha d'ajustar a allò que estableix la ITC-BT-06.

Xarxes aèries. En les xarxes d'aquest tipus, s'han de muntar els sistemes i s'han de fer servir els materials adequats per a les xarxes aèries aïllades que descriu la ITC-BT-06. Les xarxes aèries poden estar formades per cables posats a façanes o tensats sobre suports. En el cas de les xarxes aèries tensades sobre suports, els cables han de ser autoportants amb **neutre fiador** o amb **fiador d'acer**.

La **secció mínima** que han de tenir tots els **conductors**, el neutre inclòs, és de 4 mm^2 . En distribucions **trifàsiques tetrapolars** amb conductors de fase de secció superior a 10 mm^2 , la **secció del neutre** ha de ser, com a mínim, la meitat de la secció de la fase. En cas que vagin sobre suports comuns amb els d'una xarxa de distribució, l'estesa dels cables de l'enllumenat ha de ser independent de l'altra xarxa.

Xarxes de control i auxiliars. En el cas d'aquest tipus de xarxes cal fer servir sistemes i materials similars als indicats en el cas dels circuits d'alimentació. Els conductors han de tenir una secció mínima de $2,5 \text{ mm}^2$.

1.7 Suports dels llums

Els **llums** s'han d'instal·lar seguint la **normativa vigent**, per garantir-ne la seguretat i un bon ús. Cal que els **envolupants suportin àmpliament** les **condicions ambientals** com ara la pluja, les variacions de temperatura o els xocs fortuits entre d'altres.

Tot seguit trobareu comentades les característiques d'aquests suports i, en acabat, els aspectes que cal tenir en compte en tota instal·lació elèctrica a l'interior dels suports dels llums.

1.7.1 Característiques dels suports dels llums

Els **suports dels llum** en l'enllumenat exterior s'han d'ajustar a la normativa vigent. Han de ser fets de **materials resistents** a les accions de la intempèrie o han d'estar protegits adequadament contra l'acció dels elements i, en tot cas, **no han de permetre l'entrada d'aigua** de pluja ni l'**acumulació** d'aigua per **condensació**.

Els suports, els ancoratges i els fonaments han de ser dimensionats de manera que puguin resistir les necessitats mecàniques, i han de tenir particularment en compte l'acció del vent, amb un coeficient de seguretat no inferior a 2,5, prenent en consideració també els llums complets i instal·lats al suport.

Els suports que ho necessitin, hauran de tenir una **obertura de dimensions adequades** a l'equip elèctric perquè sigui possible **accedir als elements de protecció i maniobra**. La part inferior de l'obertura haurà d'estar situada, com a mínim, a 0,30 m del terra, i haurà de tenir una **porta** amb un grau de protecció **IP 44** d'acord amb el que estableix l'UNE 20.324 (EN 60529) i un **IK10** d'acord amb el que estableix l'UNE-EN 50.102.

Compte!

Quan per la seva situació o dimensions, les columnes fixades o incorporades a obres de fàbrica no permetin la instal·lació dels **elements de protecció i maniobra** a la base, aquests s'han de poder col·locar a la **part superior**, en un lloc adequat o a l'interior de l'obra de fàbrica.

La **porta** només s'ha de poder obrir mitjançant unes eines adequades i, si és metàl·lica, ha de disposar d'un born de terra.

1.7.2 Instal·lació elèctrica als suports dels llums

A l'hora de fer la instal·lació elèctrica a l'interior dels suports cal respectar els aspectes següents:

- Els **conductors** han de ser de **coure**.
- Els conductors han de tenir una secció mínima de 2,5 mm² i una tensió nominal mínima de 0,6/1 kV.
- No hi ha d'haver entroncaments a l'interior dels suports.
- En els punts d'entrada dels cables a l'interior dels suports, els cables han de tenir una **protecció suplementària** de material **aïllant** mitjançant la prolongació del tub o un altre sistema que ho garanteixi.
- La **connexió als terminals**, ha de ser feta de manera que no exerceixi **cap esforç de tracció** sobre els conductors.

- Per a les connexions dels conductors de la xarxa amb els del suport, s'han d'utilitzar **elements de derivació** que continguin els **borns apropiats**, en nombre i tipus, com també els **elements de protecció** necessaris per al punt de llum.

1.8 Els llums: classificació, característiques, instal·lació elèctrica i equips auxiliars

Hi ha molts tipus de làmpades i llums, i cada cas requereix l'ús del més adequat. Tot seguit trobareu descrites les característiques, la instal·lació elèctrica de llums suspesos, les parts i els equips auxiliars dels llums, com també la classificació dels llums segons el grau de protecció elèctrica, l'emissió del flux lluminós i les característiques mecàniques, com també els tipus de làmpades i els llums de LED.

1.8.1 Característiques dels llums

Els llums utilitzats en l'enllumenat exterior han de ser conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 i, en el cas de projectors d'exterior, han de complir la norma UNE-EN 60.598-2-5.

llum o llumenera

Un **llum** o **llumenera** és l'aparell d'il·luminació destinat a repartir, filtrar o transformar la llum de les làmpades, i que comprèn, amb l'exclusió de les làmpades, tots els elements necessaris per a fixar i protegir les dites làmpades, ultra els dispositius de connexió al circuit d'alimentació.

Font: Termcat.

De qui és la responsabilitat de complir la normativa vigent? Cal tenir en compte que si és el **fabricant** qui subministra el **llum** i el **projector** amb els **equips auxiliars** (balast, engegada i condensador) incorporats, el responsable del compliment de la normativa sobre llums és el fabricant.

Quan, en canvi, el **llum**, dotat d'espai per allotjar l'equip auxiliar, i el **projector** siguin **subministrats sense equipament elèctric** (estabilitzador, engegada i condensador), l'**instal·lador** serà el responsable de la utilització i la connexió adequades d'aquests equips de manera que es garanteixi el compliment dels requisits inclosos en la norma sobre **llums del conjunt complet**. Per això, cal seguir amb molta cura les instruccions proporcionades pel fabricant de l'**envolupant** del llum, sobretot les instruccions relatives als **escalfaments** i la **protecció contra els xocs elèctrics**, com també en el tipus i la potència de llum màxima a instal·lar en els llums.

Graus de protecció IP-IK

Els **llums** i els **receptors** es classifiquen segons el grau de protecció contra la pols, els líquids i els cops. En aquestes classificacions, d'acord amb les normes nacionals (UNE EN 20324) i internacionals, els receptors es designen per les lletres IP seguides de tres dígit.

La primera xifra va des del 0 (sense protecció) al 6 (protecció màxima) i indica el grau de protecció contra l'entrada de pols i cossos sòlids en el component. La segona xifra va de 0 a 8 i indica el grau de protecció contra la penetració de líquids. Finalment, la tercera xifra dóna el **grau de resistència als xocs** (IK). Vegeu la taula 1.3.

TAULA 1.3. Graus de protecció IP-IK per a envolupants de material elèctric de baixa tensió

Primera xifra		Segona xifra		Tercera xifra	
Protecció de cossos sòlids IP		Protecció de cossos líquids IP		Protecció mecànica IK	
0	Sense protecció	0	Sense protecció	0	Sense protecció
1	Protegida contra cossos més grans de 50 mm	1	Protegida contra la caiguda vertical de gotes d'aigua	1	Energia de xoc: 0,15 joules (0,2 kg a 70 mm)
2	Protegida contra cossos més grans de 12 mm	2	Protegida contra la caiguda vertical de gotes d'aigua amb una inclinació màxima de 15°	2	Energia de xoc: 0,2 joules (0,2 kg a 100 mm)
3	Protegida contra cossos més grans de 2,5 mm	3	Protegida contra pluja fina (polvoritzada)	3	Energia de xoc: 0,35 joules (0,2 kg a 175 mm)
4	Protegida contra cossos més grans d'1 mm	4	Protegida contra projeccions d'aigua	4	Energia de xoc: 0,5 joules (0,2 kg a 250 mm)
5	Protegida contra la penetració de pols	5	Protegida contra dolls d'aigua	5	Energia de xoc: 0,7 joules (0,2 kg a 350 mm)
6	Totalment estanca	6	Protegida contra forts dolls d'aigua o contra mar amb un fort onatge	6	Energia de xoc: 1 joule (0,5 kg a 200 mm)
		7	Protegida contra els efectes de la immersió	7	Energia de xoc: 2 joules (0,5 kg a 400 mm)
		8	Protegida contra la immersió prolongada	8	Energia de xoc: 5 joules (1,7 kg a 295 mm)
				9	Energia de xoc: 10 joules (5 kg a 200 mm)
				10	Energia de xoc: 20 joules (5 kg a 400 mm)

Els **llums** utilitzats en l'**enllumenat exterior** han de tenir com a mínim un **grau de protecció IP23**.

Com a cas particular, en ambients amb contaminació o en què hi ha components corrosius (zones industrials, urbanes, costes, etc.) i amb la finalitat de mantenir-ne el rendiment, és recomanable que els llums tinguin els graus de protecció següents:

- **IP66** per al **compartiment òptic**
- **IP44** per a l'**allotjament de l'equip auxiliar**

1.8.2 Instal·lació elèctrica de llums suspesos

La connexió es fa mitjançant cables flexibles, que penetrin en el llum amb la folgança suficient per evitar que les possibles oscil·lacions del llum provoquin esforços perjudicials en els cables i en els terminals de connexió, per la qual cosa cal fer servir dispositius que no disminueixen el grau de protecció IP X3 del llum d'acord amb tot allò que estableix l'UNE EN 20.324.

La **suspensió dels llums** es fa mitjançant cables d'acer protegit contra la corrosió, d'una secció suficient perquè tinguin una resistència mecànica amb un coeficient de seguretat no inferior a 3,5. L'altura mínima sobre el nivell del terra serà de 6 m.

Els **llums** presenten aquestes diferents **parts i equips auxiliars**:

- **Armadura** o carcassa: és l'element físic mínim que serveix de suport i delimita el volum del llum que conté tots els seus elements.
- **Equips auxiliars** poden ser, segons el tipus de làmpada, aquests:
 - Incandescents normals sense elements auxiliars, els quals al seu torn poden ser:
 - **Halògens** d'alt voltatge a la tensió normal de la xarxa, o de baix voltatge amb transformador o font d'alimentació electrònica.
 - **Fluorescents**, amb reactàncies o estabilitzadors, condensadors i conjunts electrònics d'encesa i control.
 - **De descàrrega**, amb reactàncies o estabilitzadors, condensadors i conjunts electrònics d'encesa i control.
- **Reflectors**: són determinades superfícies a l'interior del llum que modelen la forma i la direcció del flux lluminós. En funció de com s'emeti la **radiació lluminosa**, els reflectors poden ser:
 - Simètrics o asimètrics.
 - Freds (amb reflectors dicròics) o normals.
 - Concentradors (feix estret menor de 20°)
 - Difusors (feix ample entre 20° i 40°; feix molt ample més gran de 40°).
 - Especulars (amb dispersió lluminosa escassa) o no especulars (amb dispersió de flux).
- **Difusors**: elements de tancament o recobriments del llum en la direcció de la radiació lluminosa. Els tipus més comuns de difusors són:
 - Òpal llis (blanc) o prismàtic (metacrilat translúcid)

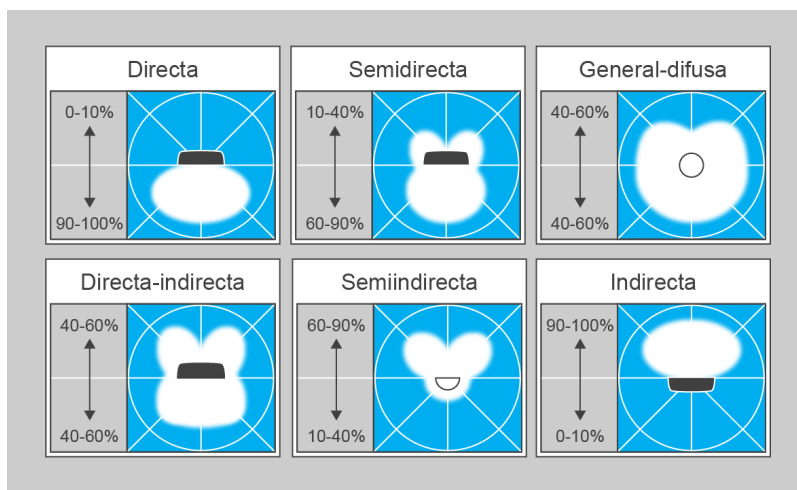
- Reticular (amb influència directa sobre l'angle d'apantallament)
- Especular o no especular (amb propietats similars a les dels reflectors)
- **Filtres:** en una possible combinació amb els difusors serveixen per potenciar o reduir determinades característiques de la radiació lluminosa.

Els llums es poden classificar segons el **grau de protecció elèctrica**, d'aquesta manera:

- **Classe 0:** aïllament normal sense presa de terra.
- **Classe 1:** aïllament normal amb presa de terra.
- **Classe 2:** doble aïllament sense presa de terra.
- **Classe 3:** llums per connectar-los a circuits de molt baixa tensió, sense circuits interns o externs que operin a diferents tensions.

Si, en canvi, es pren en consideració l'**emissió del flux lluminós** total distribuït per sobre i per sota del pla horitzontal, els llums es classifiquen en els diferents tipus que mostra la figura 1.2.

FIGURA 1.2. Classificació dels llums segons el tipus de flux lluminós



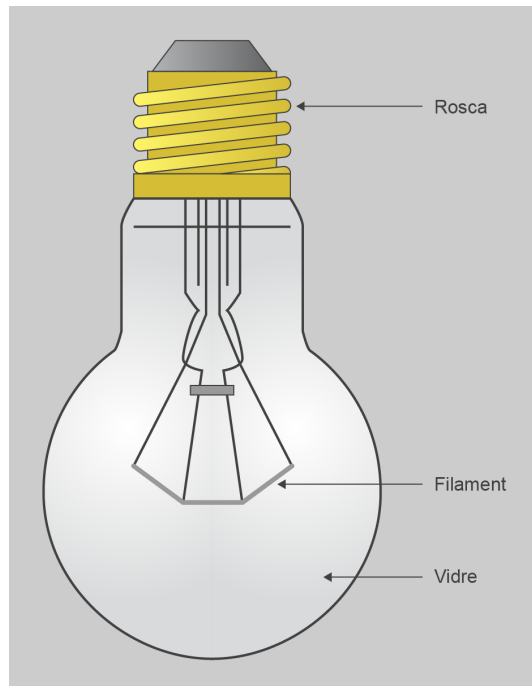
1.8.3 Làmpades d'incandescència i de descàrrega

Les làmpades són els elements o dispositius artificials construïts amb la finalitat de produir llum. Actualment, en el mercat hi ha una gran varietat de làmpades, amb diferents característiques i funcionaments. La tecnologia més antiga i que s'extingirà perquè té potències altes és la tecnologia d'incandescència en buit de baix rendiment i els fluorescents sense components ni tecnologies d'eficiència energètica.

Làmpades d'incandescència

Aquest tipus de làmpades estan formades per un **fil** de tungstè (wolframi) que s'escalfa per l'efecte Joule i assoleix temperatures tan elevades que comença a emetre llum visible. Per evitar que el filament es cremi en contacte amb l'aire, el fil de tungstè es col·loca a l'interior d'una carcassa de vidre, que l'envolta, i a dins de la qual s'ha fet el buit. En altres casos, aquesta carcassa s'ha omplert amb un gas. El conjunt que constitueix la làmpada d'incandescència es completa amb uns elements que fan la funció de suport i de conducció del corrent elèctric, com també un casquet (o rosca), d'una tipologia normalitzada, el qual serveix per connectar la làmpada al llum elèctric (figura 1.3).

FIGURA 1.3. Làmpada d'incandescència



Làmpades de descàrrega

És un tipus de làmpada més eficient que les làmpades d'incandescència. La llum emesa s'aconsegueix per excitació d'un gas sotmès a descàrregues elèctriques entre dos elèctrodes. Segons el gas contingut en la làmpada i la pressió a la qual estigui sotmesa en tindrem diferents tipus, cadascuna amb característiques lluminoses pròpies. Vegem-ne els diferents tipus:

- **Làmpades fluorescents.** Les làmpades fluorescents es caracteritzen perquè no tenen una ampolla exterior i estan formades per un tub, el qual té un diàmetre normalitzat i una forma habitualment cilíndrica, i està tancat per cada extrem amb un casquet que du dos contactes on s'allotgen els elèctrodes (figura 1.4). El **tub de descàrrega** està ple de **vapor de mercuri a baixa pressió** i una petita quantitat d'un **gas inert** que serveix per facilitar l'encesa i controlar la descàrrega d'electrons. Per funcionar amb normalitat, els fluorescents necessiten uns elements auxiliars. Així, per limitar el

corrent que travessa el tub de descàrrega es fa servir l'**estabilitzador**, i pel que fa a l'**engegada** hi ha diverses possibilitats que es poden resumir en els tipus següents:

- **Engogada amb encebador.** En aquest cas, l'encebador serveix per escalfar els elèctrodes abans de sotmetre'ls a la tensió d'engegada.
- **Engogada sense encebador.** Aquest cas és el característic tant dels **tubs d'engegada ràpida**, en els quals els elèctrodes s'escalfen contínuament, com dels **tubs d'engegada instantània**, en els quals la ignició s'aconsegueix aplicant-hi una tensió elevada.

FIGURA 1.4. Tubs fluorescents



Les làmpades fluorescents compactes

Des de fa ja unes dècades, hi ha el que anomenem **làmpades fluorescents compactes**, que porten incorporat l'**estabilitzador** i l'**encebador**.

Es tracta de làmpades petites amb casquet de rosca o de baioneta, que han estat pensades per a substituir les làmpades incandescents, ja que permeten un estalvi d'energia de fins al 70% i ofereixen unes bones prestacions.

- **Làmpades de vapor de mercuri a alta pressió.** A partir d'un tub fluorescent, a mesura que la pressió del vapor de mercuri augmenta a l'interior del tub de descàrrega, la radiació ultraviolada característica del llum a baixa pressió perd importància respecte a les emissions a la zona visible. Els models més habituals d'aquest tipus de làmpades tenen una tensió d'encesa que va dels 150 V als 180 V, la qual permet connectar-les a la xarxa de 230 V sense necessitat d'elements auxiliars. Per encendre la làmpada es recorre a un elèctrode auxiliar proper a un dels elèctrodes principals, el qual ionitza el gas inert que hi ha al tub, i d'aquesta manera facilita l'inici de la descàrrega entre els elèctrodes principals. A continuació, s'inicia un període transitori que dura uns quatre minuts i es caracteritza perquè la llum passa d'un to violeta a un altre de blanc blavós. En aquest període de transició es produeix la vaporització del mercuri i un increment progressiu tant de la pressió del vapor com del flux lluminós fins a assolir els valors normals. Si en aquests

moments s'apagués el llum, no seria possible tornar-lo a encendre fins que el tub s'hagués refredat, ja que l'alta pressió del mercuri al seu interior faria necessària una tensió de ruptura molt alta (figura 1.5).

FIGURA 1.5. Làmpada de vapor de mercuri a alta pressió

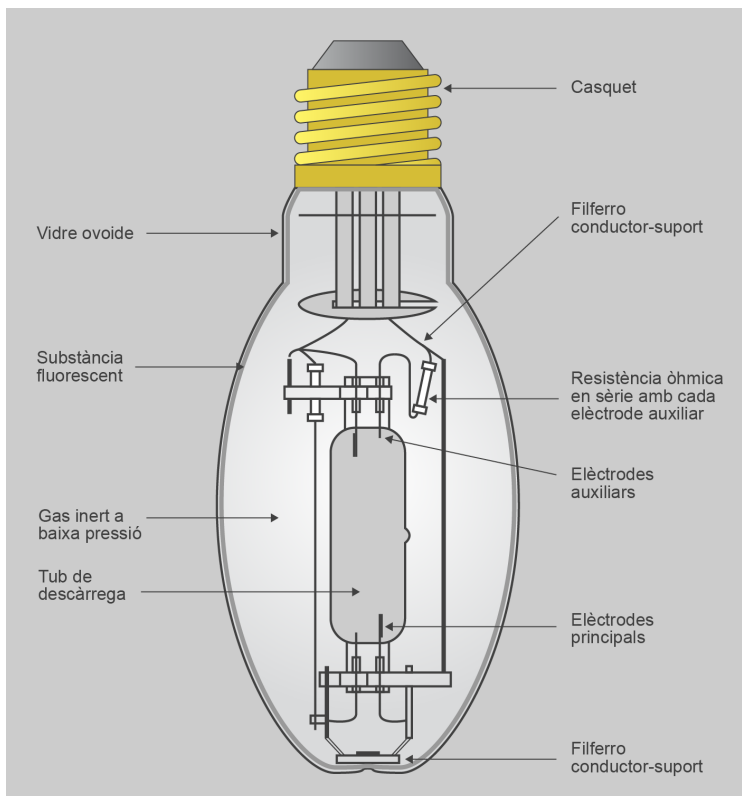
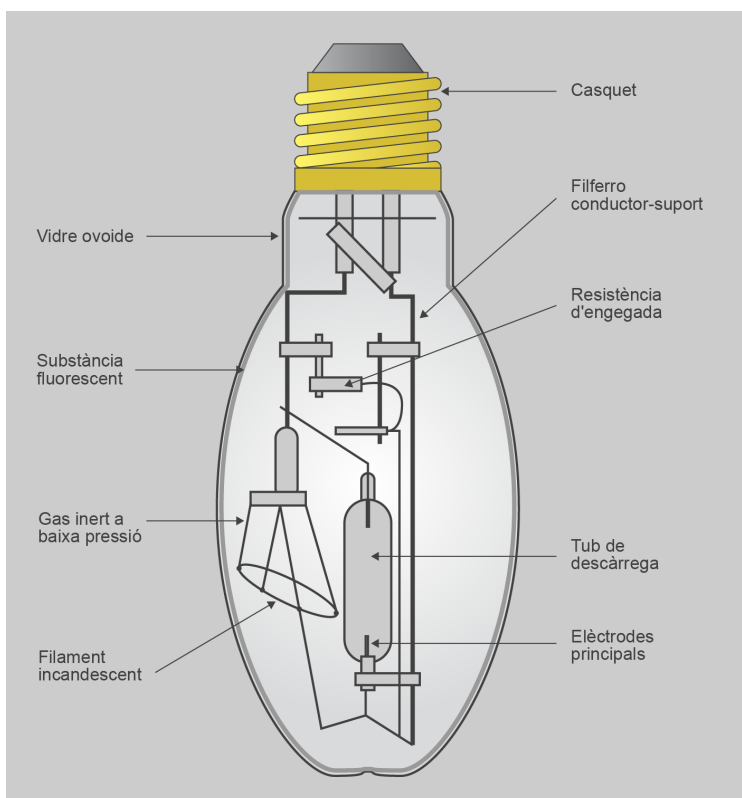
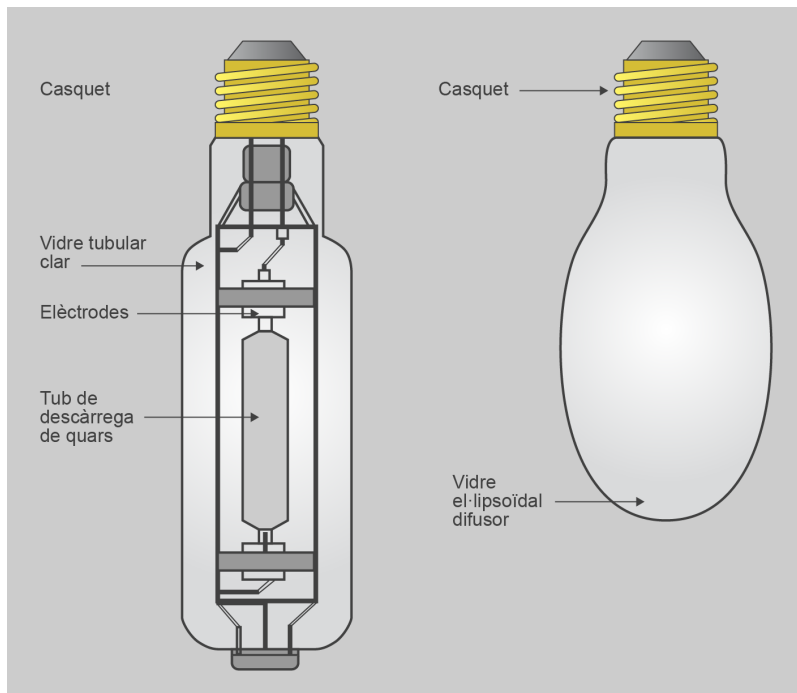


FIGURA 1.6. Llum de mescla



- **Làmpades de llum de mescla.** Les làmpades de llum de mescla són una combinació de làmpada de mercuri a alta pressió amb una làmpada incandescent, que, habitualment, porta un recobriment fosforescent. El resultat d'aquesta barreja és la superposició, a l'espectre del mercuri, de l'espectre continu característic de la làmpada incandescent i les radiacions vermelles provinents de la fosforescència. Aquest tipus de làmpades ofereix una bona reproducció del color i té una durada que està limitada pel temps de vida del filament, que n'és la causa principal de fallada. Una particularitat d'aquestes làmpades és que no necessiten estabilitzador, ja que el propi filament actua com a estabilitzador del corrent. Això les fa adequades per substituir les làmpades incandescentes sense necessitat de modificar les instal·lacions (figura 1.6).
- **Halogenurs metàl·lics.** Quan al tub de descàrrega s'afegeixen iodurs metàl·lics (sodi, indi, etc.) s'aconsegueix millorar considerablement la capacitat de reproduir el color del llum de vapor de mercuri. Cadascuna d'aquestes substàncies aporta noves línies a l'espectre, com ara el sodi que, per exemple, aporta el groc; el tal·li, el verd; i l'indi, el vermell i el blau. L'encesa es fa al llarg d'un període de temps d'uns deu minuts, que és el temps necessari fins que la descàrrega s'arriba a estabilitzar. El funcionament de les làmpades d'halogenurs metàl·lics necessita un dispositiu especial d'encesa, ja que les tensions d'engegada són molt elevades, entre 1.500 V i 5.000 V. Les excel·lents prestacions cromàtiques la fan adequada per a la il·luminació d'espais esportius, per a retransmissions de televisió, per a estudis de cinema i per a projectors entre d'altres coses (figura 1.7).

FIGURA 1.7. Halogenurs metàl·lics



- **Làmpades de vapor de sodi a baixa pressió.** La descàrrega elèctrica en un tub amb vapor de sodi a baixa pressió produeix una radiació monocromàtica característica formada per dues ratlles en l'espectre –589 nm i 589,6 nm– molt properes. La **radiació emesa**, de color groc, té un valor molt proper al llindar màxim de sensibilitat de l'ull humà, el qual és de 555 nm. Per aquesta raó, l'eficàcia d'aquestes làmpades és molt elevada, entre 160 lm/W i 180 lm/W (taula 1.5). Entre els altres avantatges que ofereix aquesta làmpada de vapor de sodi, permet una gran comoditat i agudesesa visual, a més d'una bona percepció dels contrastos. Per contra, la reproducció de colors i el rendiment en color d'aquestes làmpades són molt dolents perquè es tracta d'una llum monocromàtica que fa impossible distingir els colors dels objectes. La vida mitjana d'aquestes làmpades és molt gran, d'unes 15.000 hores, i la depreciació de flux lluminós que pateixen al llarg de la seva vida és molt baixa, la qual cosa fa que la seva vida útil se situï a l'entorn de les 6.000 i 8.000 hores (taula 1.4). Tot això, juntament amb la seva alta eficiència i els avantatges visuals que ofereix, fan que la utilització de les làmpades de vapor de sodi a baixa pressió sigui molt adequada en l'enllumenat públic (figura 1.8).

FIGURA 1.8. Vapor de sodi de baixa pressió

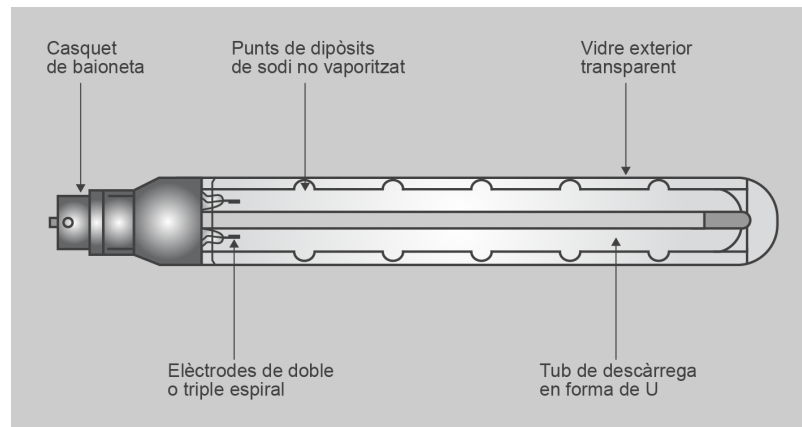
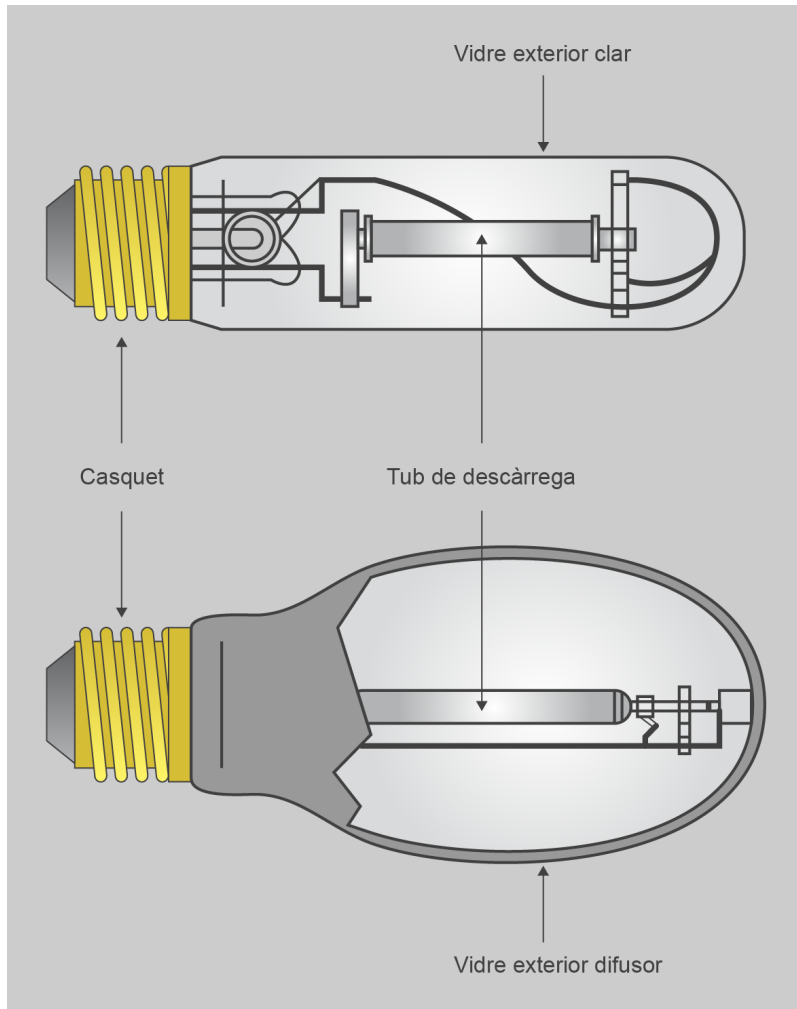


FIGURA 1.9. Làmpada de vapor de sodi a alta pressió**L'encesa a les làmpades de sodi**

El temps d'engegada d'un llum d'aquest tipus és d'uns deu minuts, el temps que necessita la descàrrega al tub en una barreja de gasos inerts (neó i argó) des que s'inicia fins que es vaporitza tot el sodi i comença a emetre llum. Físicament això es correspon amb el pas d'una llum vermella (pròpia del neó) a la groga característica del sodi. Aquesta manera de procedir permet reduir la tensió d'encesa.

- **Vapor de sodi d'alta pressió.** Els llums de vapor de sodi a alta pressió tenen una distribució espectral que inclou gairebé tot l'espectre visible i fan una llum blanca daurada molt més agradable que la dels llums de baixa pressió. Això fa que tinguin un rendiment en color i una capacitat per reproduir els colors molt millors que els de les làmpades a baixa pressió. Però aquestes millores s'aconsegueixen a força de sacrificar eficàcia, la qual tot i això té un valor que ronda els 130 lm/W i continua essent un valor alt en comparació amb el d'altres tipus de llums. Les condicions de funcionament són molt exigents a causa de les altes temperatures (1.000 °C), la pressió i les agressions químiques produïdes pel sodi i que ha de suportar el tub de descàrrega. Al seu interior hi ha una barreja de sodi, vapor de mercuri que actua com a amortidor de la descàrrega i xenó, un gas noble molt pesat que serveix per facilitar l'engegada i reduir les pèrdues tèrmiques. El tub està envoltat per una ampolla en la qual s'ha fet el buit. Les tensions d'encesa

d'aquestes làmpades són molt elevades i el temps d'engegada, en canvi, és molt breu (figura 1.9).

Rendiment i usos dels llums de vapor de sodi a alta pressió

Les làmpades de vapor de sodi a alta pressió assoleixen una vida mitjana que ronda les 20.000 hores i una vida útil d'entre 8.000 i 12.000 hores. Aquest rendiment de les làmpades de vapor de sodi a alta pressió fa que tinguin molts usos possibles en la il·luminació tant d'interiors com d'exterior i acostumen a ser molt utilitzades en la il·luminació de naus industrials, en l'enllumenat públic o en la il·luminació decorativa.

Sovint la vida útil d'aquest tipus de làmpades està limitada, a banda de la depreciació del flux, per les fallades degudes a fuites al tub de descàrrega i l'increment progressiu de la tensió d'encesa necessària fins a nivells que n'impedeixen el funcionament correcte.

Tot seguit trobareu un resum de la vida mitjana (taula 1.4) dels diferents tipus de làmpades.

TAULA 1.4. Vida útil dels diferents tipus de làmpades

Tipus de làmpada	Vida mitjana (hores)
Fluorescent estàndard	12.500 h
Llum mescla	9.000 h
Mercuri a alta pressió	25.000 h
Halogenurs metàl·lics	11.000 h
Sodi a baixa pressió	23.000 h
Sodi a alta pressió	23.000 h

La taula 1.5 mostra un resum de l'eficàcia de les diferents classes de làmpades de descàrrega.

TAULA 1.5. Resum de l'eficàcia dels diferents tipus de làmpades

Tipus de làmpada	Eficàcia sense estabilitzador (lm/W)
Fluorescent estàndard	38-91
Llum mescla	19-28
Mercuri a alta pressió	40-63
Halogenurs metàl·lics	75-95
Sodi a baixa pressió	100-183
Sodi a alta pressió	70-130

Els valors de l'eficàcia oscil·len entre els 19 lm/W i els 28 lm/W en el cas de les làmpades de llum de mescla, i els 100 lm/W i 183 lm/W de les làmpades de vapor de sodi a baixa pressió.

1.8.4 Llums amb LED

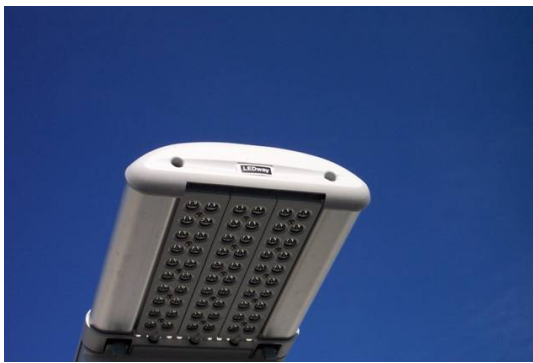
Fins fa poc la llum que feien les làmpades basades en LED no tenia un color blanc adequat per poder-les utilitzar en substitució d'altres tipus d'il·luminació.

Un díode **LED** (*light emitting diode*) és un dispositiu semiconductor que emet llum d'espectre reduït quan se'n polaritza de manera directa la junció PN i és travessat pel corrent elèctric.

El color de la llum LED, que pot variar de l'ultraviolat a l'infraroig, passant per tot l'espectre de la llum visible, depèn del material semiconductor emprat en la construcció del díode.

A hores d'ara ja es disposa de productes que són capaços de substituir les altres làmpades i donar una bona il·luminació, amb un consum energètic més baix. Els llums LED (figura 1.10) no necessiten circuits auxiliars, de manera que representen un avantatge respecte a altres tecnologies.

FIGURA 1.10. Llum fet de LED



Les característiques principals dels llums amb LED són:

- Tecnologia d'última generació i no és una adaptació de les antigues.
- Per la seva forma de funcionament, converteixen en llum pràcticament tota l'energia que consumeixen.
- En convertir gairebé tota l'energia consumida en llum, produeixen molt poca calor.
- No atreuen insectes.
- No produeixen "sutge".
- No necessiten manteniment.
- Mantenen el rendiment lluminós per a variacions de freqüència i de tensió d'alimentació de prop del 20%.
- No parpellegen.
- No els afecten els cicles d'encesa i apagada.
- No necessiten "engegar-se", per la qual cosa tampoc no necessiten circuits especials complexos que consumeixen energia i multipliquen els motius de fallada.

- No necessiten circuits addicionals per aprofitar tota l'energia subministrada per la xarxa elèctrica (tenen un factor de potència > 0,95).
- No requereixen cables especials ni instal·lacions complicades.
- Proporcionen plena lluminositat immediatament sense temps d'estabilització.
- Són immunes a la posició de funcionament.
- Tenen una vida superior a les 50.000 hores amb un rendiment lumínic dins del 80%.
- De mitjana es tarden uns deu minuts a reparar-los o substituir-los.
- Accepten un control senzill de la intensitat lluminosa.
- Són altament resistents als impactes, vibracions i càrregues mecàniques.
- Rendiment lluminós actual (2008) molt alt entorn dels 110 lm/W.
- Amortitzen el preu en poc temps (7.000 hores, menys de dos anys a unes 10 hores diàries).
- Són llums ecològics durant la seva vida operativa.
- Són ecològics en acabar la vida útil, ja que l'alumini, el plàstic i el vidre de què estan fets són separables i reciclables fàcilment.
- Presenten un rendiment de color molt bo i el factor "pupil·la·lúmens" més alt de la indústria.
- Són ideals per a ambients explosius atesa l'absència d'estabilitzadors o generadors i perquè assoleixen temperatures de funcionament molt baixes.

Pel que fa als avantatges principals que ofereixen els llums LED, es resumeixen en el aspectes següents:

- **Grandària:** a igual lluminositat, un díode LED ocupa menys espai que una bombeta incandescent.
- **Lluminositat:** els díodes LED són més brillants que una bombeta, i a més, la llum no es concentra en un punt (com passa amb el filament d'una bombeta) sinó que tot el díode brilla per un igual.
- **Durada:** un díode LED pot durar 50.000 hores, o el que és el mateix, sis anys estant permanentment encès. Això equival a cinquanta vegades més que una bombeta incandescent.
- **Consum:** un semàfor, per exemple, que substitueixi les bombetes per díodes LED consumirà unes deu vegades menys produint la mateixa lluminositat.

L'eficiència del LED en l'escala pupil·la-lumen

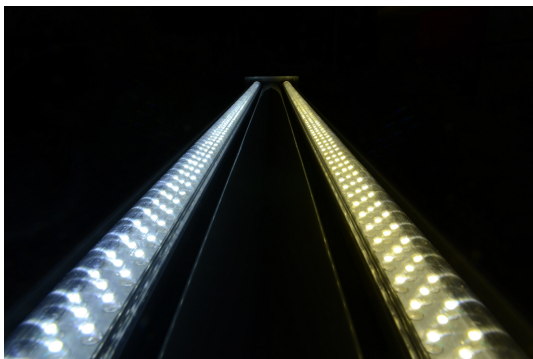
Un llum de sodi a alta pressió pot tenir una eficiència de 140 lm/W, mentre que els llums LED assoleixen els 110 lm/W.

Si tenim, però, en compte una escala corregida en la qual es mesura en funció de la sensibilitat que presenta l'ull de l'ésser humà, una escala que anomenem *P-lumen/watt* (lúmens de pupil·la/watt), una làmpada de vapor de sodi assolirà un valor de 90 P-lumen/watt i un llum de LED arribarà a uns 210 P-lumen/watt.

Entre les aplicacions dels llums LED (figura 1.11), les principals són:

- L'enllumenat públic d'autopistes, avingudes, carrers principals i vies secundàries.
- La il·luminació de túnels, camins i ponts.
- La il·luminació de places d'estacionament, maniobres, descàrrega, molls, etc.
- La il·luminació de carrers i àrees especials en barris privats, clubs, fàbriques, etc.
- La il·luminació a hipermercats, centres comercials, exposicions, etc.
- La il·luminació en ambients explosius.

FIGURA 1.11. Tub fet amb LED



1.9 Esquemes de connexió de diferents tipus de làmpades i equips auxiliars

Ha arribat el moment de mostrar els equips auxiliars necessaris perquè les làmpades es puguin encendre en condicions òptimes. Les **làmpades de gas** necessiten una **tensió alta** per poder-se engegar i elements que limitin el corrent un cop ja han començat a il·luminar.

Els **equips elèctrics dels punts de llum** poden ser de tipus **interior** o **exterior**, i la instal·lació ha de ser l'adequada a cada tipus de llum utilitzat.

1.9.1 Equips elèctrics dels punts de llum

Els **equips elèctrics per a muntatge exterior** han de tenir un grau de protecció mínima **IP54**, segons l'UNE EN 20.324, i un **IK8** segons l'UNE-EN 50.102, i han d'anar muntats a una altura mínima de 2,5 m per sobre del nivell del sòl. Les entrades i sortides dels cables s'han de fer per la **part inferior de l'envolupant**.

Cada punt de llum ha de tenir compensat individualment el factor de potència perquè sigui igual o superior a 0,90, i ha d'estar protegit així mateix contra sobreintensitats.

Els llums amb **làmpades de descàrrega** tenen en comú una **impedància negativa**, la qual cosa representa que la intensitat de corrent subministrat per a una tensió constant es pot incrementar fins a la destrucció del llum. Per aquesta raó, s'ha d'**instal·lar un estabilitzador** que limiti la intensitat del corrent que flueix pel llum i hi subministri els paràmetres necessaris.

Quan l'**estabilitzador** és **electromagnètic**, cal instal·lar associats a ell els **condensadors** necessaris per corregir el factor de potència. A més, alguns llums amb làmpades de descàrrega necessiten incorporar un **engegador** perquè proporcioni, en l'instant de l'encesa, l'alta tensió que cal per encebar el corrent d'arc del llum.

Els **estabilitzadors electrònics** compleixen la missió de limitar la intensitat de corrent, al mateix temps que fan, a l'igual que els engegadors i els condensadors, les **funcions de compensació del factor de potència**.

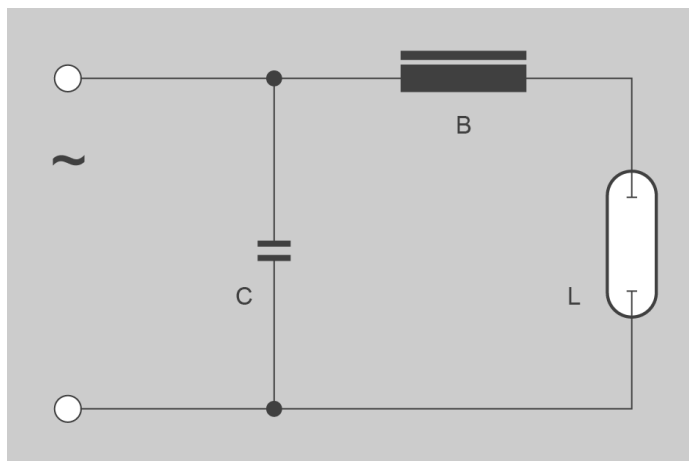
Per a la **instal·lació de l'equip auxiliar** es consideren les dues tipologies existents, és a dir, els equips elèctrics de **tipus exterior** i els equips elèctrics de **tipus interior**. Els primers s'utilitzen generalment en instal·lacions d'enllumenat amb punts de llum implantats en façanes o suports, i alimentats mitjançant xarxes aèries posades en murs o tibats sobre suports. En aquest supòsit, es fixen els graus de protecció **IP54** i **IK08**, i s'estableix que aquests equips elèctrics de tipus exterior han d'anar instal·lats a una altura mínima de **2,5 m** respecte del nivell del terra. En el cas dels **equips elèctrics de tipus interior**, en estar instal·lats en l'allotjament d'auxiliars dels mateixos llums, o a l'interior del suport, no s'exigeixen graus de protecció IP i IK, ja que els envolupants on estan situats ja els tenen.

Cada punt de llum ha d'estar protegit contra **sobreintensitats** (interruptor automàtic o fusible) d'acord amb el que estableix la ITC-BT-22.

1.9.2 Connexió d'equips auxiliars

La figura 1.12 mostra l'**esquema genèric d'estabilitzador** en una **làmpada de descàrrega**.

FIGURA 1.12. Connexió d'estabilitzador

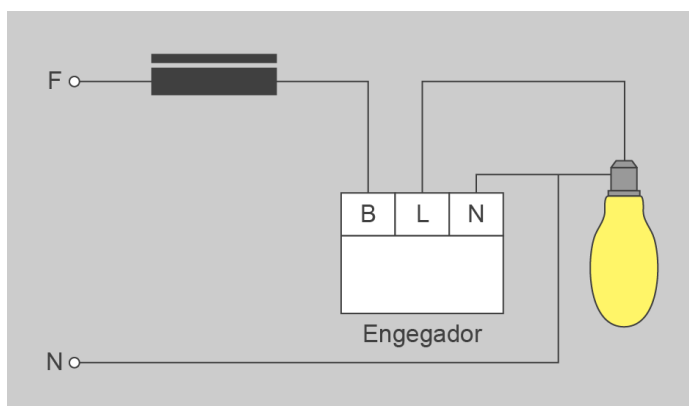


La inductància (B) i el condensador (C) regulen els paràmetres de la làmpada de descàrrega (L) de manera que B limita el corrent i ajuda a l'encesa; i C compensa el factor de potència.

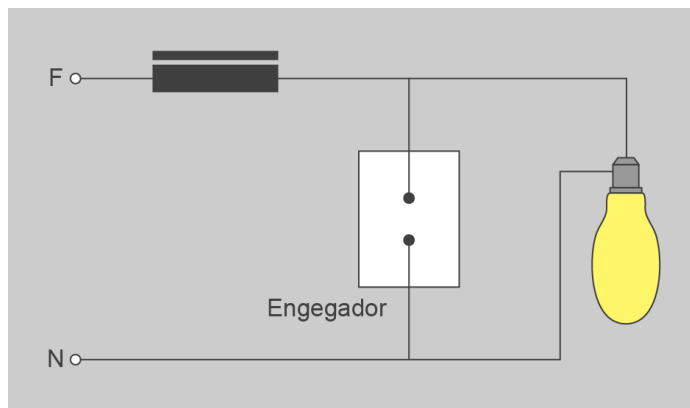
La figura 1.13 i figura 1.14 mostren els diferents tipus d'**engegadors electrònics** per a **làmpades de sodi d'alta pressió** i **làmpades d'halogenurs metàl·lics**:

Superposició. Els **polsos d'encesa** generats per l'**engegador** van dirigits exclusivament a la làmpada. La resta de components queden lliures de suportar els polsos d'alta tensió. Són d'ús universal. Es poden usar amb qualsevol estabilitzador comercial (figura 1.13).

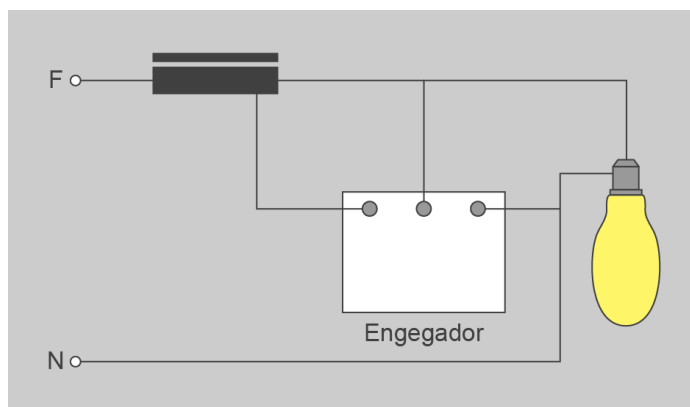
FIGURA 1.13. Superposició



Paral·lel. Disposa de dos borns que es connecten en paral·lel amb la làmpada. No necessita estabilitzador amb presa intermèdia (figura 1.14).

FIGURA 1.14. Paral·lel

Impulsiu. Necessiten estabilitzadors especials amb presa intermèdia compatible per cada model d'engegador (figura 1.15).

FIGURA 1.15. Impulsiu

1.10 Protecció contra contactes directes i indirectes

Els llums han de ser de classe 1 o de classe 2. Les parts metàl·liques accessibles dels suports de llums han d'estar connectades a terra. S'exclouen d'aquesta prescripció les parts metàl·liques que, pel fet de tenir un aïllament doble, no són accessibles al públic en general.

Per accedir a l'interior dels llums instal·lats a una altura inferior a 3 m de terra o en un espai accessible al públic, cal fer ús d'utils especials.

Les parts metàl·liques dels quioscos, marquesines, cabines telefòniques, panells d'anuncis i altres elements del mobiliari urbà, que es trobin a una distància inferior a 2 m de les parts metàl·liques de la instal·lació d'enllumenat exterior i que es puguin tocar simultàniament, han d'estar posades a terra.

Quan siguin de **classe 1**, els llums hauran d'estar connectats al punt de posada a terra del suport, mitjançant un cable unipolar de coure aïllat, de tensió assignada

entre 450 V i 750 V amb recobriment de color verd-groc i una secció mínima de 2,5 mm².

Tot seguit s'examinen els tres casos següents:

- **Mobiliari urbà i edicles en via pública**
- **Instal·lacions d'enllumenat exteriors particulars**
- **Protecció de les parts metàl·liques accessibles**

Mobiliari urbà i edicles en via pública. En el cas del mobiliari urbà i dels edicles en via pública, dotats d'equipament elèctric, com a mínim d'il·luminació, es recomana que estiguin protegits per un dispositiu diferencial-residual de 30 mA, independentment de la classe del material elèctric.

L'**interruptor diferencial** de protecció, generalment, està instal·lat al mateix mobiliari urbà o edicle, al punt de connexió amb la canalització d'alimentació.

El mobiliari urbà i els edicles en via pública, habitualment, s'alimenten mitjançant una derivació de la xarxa d'enllumenat públic, els conductors del qual són, en principi, de secció inferior als d'aquesta xarxa. La protecció contra els curtcircuits s'ha de portar a efecte en el canvi referit de secció dels conductors.

Instal·lacions d'enllumenat exteriors particulars. Aquest tipus d'instal·lacions pot tenir l'origen en una **branca de la xarxa de distribució pública** de baixa tensió, o bé en una **derivació sobre la distribució dels serveis generals** de l'immoble. En aquest últim cas s'ha d'establir un circuit independent dels altres circuits de l'immoble (caixa d'escapes, garatge, etc.).

La protecció amb **interruptor diferencial** ha d'estar coordinada amb les condicions de posada a terra de la instal·lació d'acord amb l'esquema TT o TN que correspongui.

Recomanació

Es recomana efectuar la posada a terra de la instal·lació d'enllumenat exterior mitjançant un conductor de protecció (CP) amb aïllament de color verd-groc, incorporat en la mateixa canalització que l'alimentació dels punts de llum.

Les **unions** o **entroncaments d'interconnexió** s'han d'executar correctament en caixes de connexió a fi d'assegurar-ne la continuïtat i la bona derivabilitat de les posades a terra.

Protecció de les parts metàl·liques accessibles. L'execució d'una unió equipotencial entre les masses i elements conductors simultàniament accessibles resulta, en general, recomanable en les instal·lacions elèctriques, ja que aquesta connexió equipotencial evita que aparegui la tensió de contacte.

Tanmateix, en les instal·lacions d'enllumenat exterior, la situació i la gran extensió dels elements conductors pot fer que, en alguns casos, l'execució d'aquesta mena d'**enllaços equipotencials** sigui més perillosa que la seva absència.

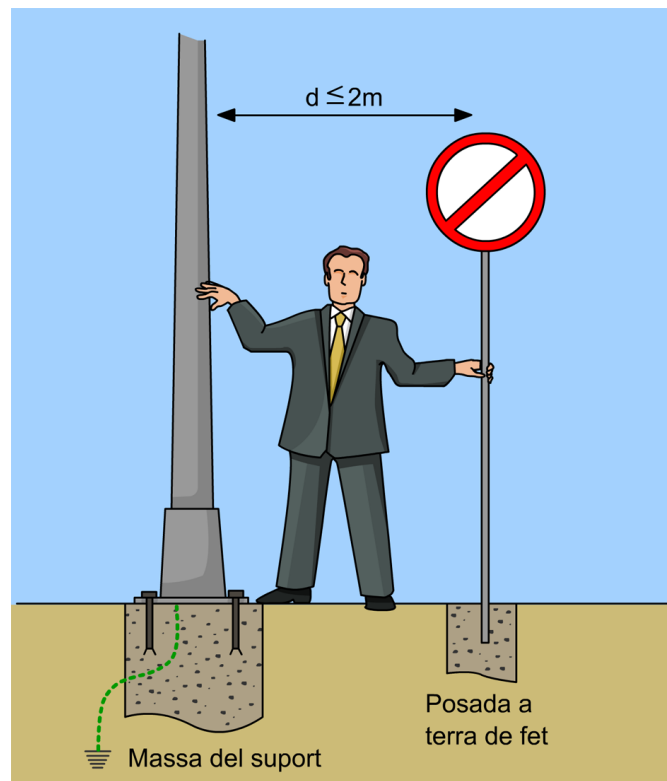
1.10.1 Estudi de casos

Cas I: suport d'enllumenat i elements conductors sense equipament elèctric

En aquest cas es considera la situació d'alguns elements conductors sense equipament elèctric del mobiliari urbà, com s'esdevé en els senyals de trànsit, els panells publicitaris, els bancs públics, les baranes i les tanques, o els pivots de control d'aparcament entre d'altres quan es troben a prop (a una distància igual o inferior a 2 m) d'un suport d'enllumenat exterior.

Com que l'element conductor que pertany al mobiliari urbà no té equipament elèctric, no cal establir una connexió equipotencial (figura 1.16), ja que aquests elements conductors del mobiliari urbà, de fet, es troben en el potencial de la terra, per la qual cosa una connexió d'aquesta naturalesa no aportaria seguretat complementària.

FIGURA 1.16



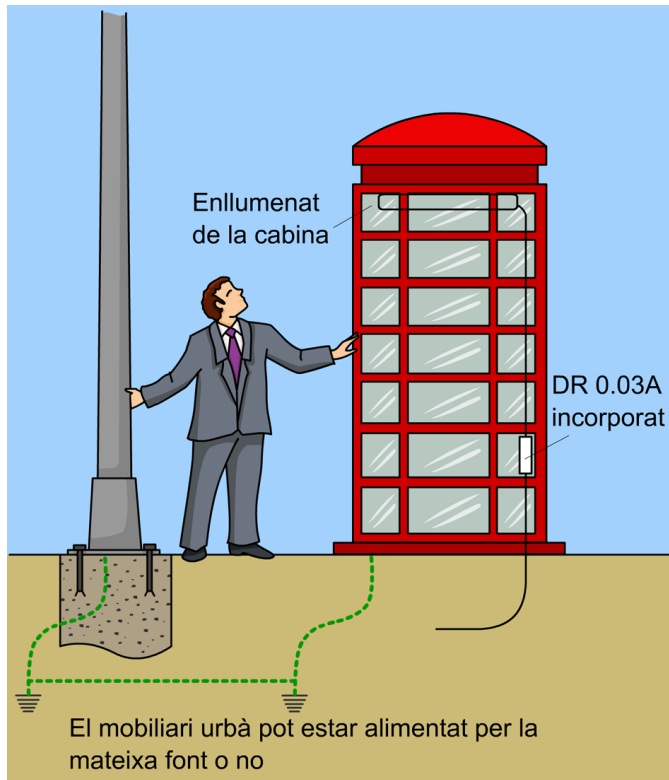
Cas II: suport d'enllumenat i mobiliari urbà o edificles amb equipament elèctric

Aquest segon cas correspon a la ubicació, a prop d'un suport d'enllumenat públic (a distància igual o inferior a 2 m), de mobiliari urbà o edificles amb equipament elèctric, com passa amb les cabines telefòniques, marquesines, quioscos, serveis públics, etc.

El mobiliari urbà o l'edicle de la via pública és una massa com el suport (columna o bàcul) d'enllumenat exterior. Aquestes masses s'han d'unir de manera que se n'asseguri l'equipotencialitat (figura 1.17).

Així mateix, quan es tracti de dos suports d'enllumenat públic, simultàniament accessibles, és a dir, situats a una distància igual o inferior a 2 m, les seves masses s'han d'unir, de manera que en quedi assegurada l'equipotencialitat.

FIGURA 1.17



1.10.2 Protecció contra contactes indirectes

D'acord amb la instrucció complementària ITC-BT-24, hi ha d'haver una **coordinació adequada** entre l'esquema de connexions a terra de la instal·lació d'enllumenat exterior, i les característiques dels dispositius de protecció.

La protecció contra els contactes indirectes es pot assegurar:

- Mitjançant el tall automàtic de l'alimentació en un temps compatible amb la seguretat de les persones i una tensió de contacte no superior a 24 V. Aquesta primera mesura està lligada a la posada a terra de la instal·lació.
- Executant la instal·lació de manera que tot defecte entre les parts sota tensió i les accessibles sigui improbable i que, per tant, els riscos corresponents puguin ser menyspreats. Aquesta segona mesura requereix la utilització de materials de classe 2.

Totes dues mesures es poden combinar, cosa que s'acostuma a fer a la pràctica. Les xarxes de distribució pública de baixa tensió, com és el cas de les instal·lacions d'enllumenat exterior, han de tenir un esquema de connexió TT, en el qual les intensitats de defecte fase-massa o fase-terra poden assolir valors inferiors als de

En els esquemes TT...
...cal seguir tot el que estableix l'apartat 4.1.2 de la ITC-BT-24, considerant 24 V com a límit convencional de la tensió de contacte.

curtcircuit però, tanmateix, poden ser suficients per provocar l'aparició de tensions perilloses.

Elecció i coordinació dels interruptors diferencials. A les instal·lacions d'enllumenat exterior és transcendental l'elecció i la coordinació correcta dels dispositius de protecció contra contactes indirectes, amb la finalitat d'assegurar un equilibri correcte entre la continuïtat en el servei i la seguretat elèctrica.

En tots els casos, la concepció d'una instal·lació d'enllumenat exterior ha de ser tal que, mentre sigui possible, un defecte localitzat no provoqui la interrupció de tot l'enllumenat.

En l'alimentació general respecte a la distribució de les diferents sortides o circuits, l'interruptor diferencial pot ser del tipus "S" o del tipus **retardat de temps regulable** a fi d'assegurar la selectivitat dels interruptors diferencials eventualment instal·lats aigües avall.

Protecció per utilització d'equips classe 2 o per aïllament equivalent. Aquesta mesura de protecció definida en la ITC-BT-24 consisteix a executar la instal·lació d'enllumenat exterior de tal manera que en quedi exclòs tot risc degut a un defecte de l'aïllament. És a dir, els llums i els materials del circuit d'alimentació s'han de fabricar de la classe 2 o dotar-los, quan es fa l'obra, d'un aïllament suplementari.

De vegades, això no es pot dur a terme en tota l'extensió de la instal·lació d'enllumenat públic, però sí que es pot efectuar a parts concretes com les que tot seguit s'esmenten:

- El **conjunt suport amb llum i equip auxiliar**: s'admet que el conjunt és de classe 2 quan se satisfan les condicions següents:
 - Els llums són de classe 2.
 - Canalització interior constituïda per conductors aïllats a l'interior de tubs per a suports amb parts metàl·liques accessibles al públic, exceptuant suports amb envolvents duradors i pràcticament continus de material aïllant, que tanquen totes les parts metàl·liques que són accessibles al públic.
 - Els cables s'han de fixar a l'extremitat superior del suport, mitjançant un dispositiu d'armari como els que preveu la norma UNE-EN 60.598-2-3.
 - Protecció suplementària de material aïllant per als cables, mitjançant la prolongació del tub o un altre sistema que la garanteixi, en els punts en què els cables entren a l'interior dels suports.
 - Aparells instal·lats en una caixa de classe 2.
- Braç amb llum implantat a la façana o suport: el conjunt de llums de classe 2 instal·lat en un braç muntat en una façana, amb protecció situada en una caixa de classe 2, de manera que l'equipament intern de la caixa presenti un grau de protecció IP 2X, quan la tapa sigui oberta, constitueix un conjunt de classe 2. El braç no va unit a terra.

- Alimentació en derivació a un suport.
- Mobiliari urbà i edicles de la via pública amb equipament elèctric.

Cal parar especial atenció en els punts següents:

- L'envolvent aïllant no ha de ser travessat per parts conductores susceptibles de propagar un potencial.
- Les parts accessibles, quan la portella dels suports o les tapes de les caixes siguin obertes, han de tenir, almenys, un grau de protecció IP2X, i si això no és possible s'hi ha d'instal·lar una barrera aïllant per obtenir una protecció equivalent.

1.11 Posada a terra

La resistència màxima de posada a terra ha de ser tal que, al llarg de la vida de la instal·lació i en qualsevol època de l'any, no es puguin produir tensions de contacte superiors a 24 V a les parts metàl·liques accessibles de la instal·lació com són, per posar només uns exemples, els suports i els quadres metàl·lics.

La **posada a terra** dels suports s'ha de fer mitjançant la connexió a una **xarxa de terra comuna** per a totes les línies que parteixin del mateix quadre de protecció, mesura i control. A les **xarxes de terra**, s'ha d'instal·lar com a mínim un **elèctrode** de posada a terra cada **cinc suports de llums**, i sempre al primer i a l'últim suport de cada línia.

Els **conductors de la xarxa de terra** que uneixen els elèctrodes han de ser:

- **Nus**, de coure, de 35 mm² de secció mínima, si formen part de la mateixa xarxa de terra, en aquest cas han d'anar per fora de les canalitzacions dels cables d'alimentació.
- Aïllats, mitjançant cables de tensió assignada entre 450 V i 750 V, amb recobriment de color verd-groc, amb conductors de coure, de secció mínima de 16 mm² per a xarxes subterrànies, i d'una secció igual a la dels conductors de fase per a les xarxes posades, en aquest cas han d'anar per l'interior de les canalitzacions dels cables d'alimentació.

El **conductor de protecció** que uneix cada suport amb l'elèctrode o amb la xarxa de terra:

- ha de ser un cable unipolar aïllat i de coure;
- ha de tenir una tensió assignada entre 450 V i 750 V;

Les connexions dels circuits de terra...

...es fan mitjançant terminals, grapes, soldadura o elements apropiats que garanteixin un bon contacte permanent i ben protegit contra la corrosió.

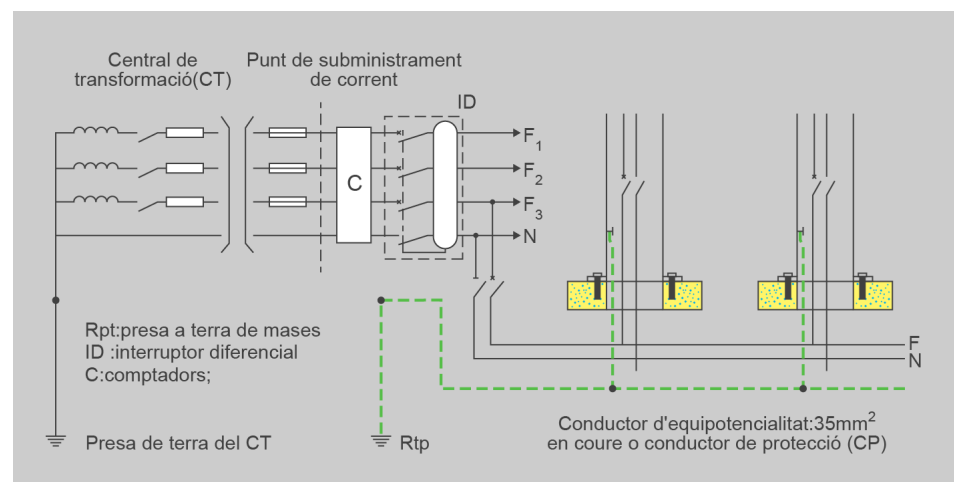
- ha de tenir una secció mínima de 16 mm^2 ;
- ha de dur un recobriment de color verd-groc.

No sempre cal el color verd-groc.

Quan a les **xarxes aèries** el conductor de protecció forma part del cable RZ –un cable de tensió assignada de 0,6/1 kV, amb coberta aïllant de polietilè reticulat i conductors de coure cablejats a dretes– no és necessària la coloració verda-groga; en aquest cas el conductor de protecció ha d'estar identificat amb un **marcatge apropiat**, per exemple, mitjançant el símbol de terra o CP, cada 0,5 m.

La figura 1.18 presenta un exemple de posades a terra en instal·lacions d'enllumenat públic en esquema TT.

FIGURA 1.18. Esquema TT de posada a terra en instal·lacions d'enllumenat públic



La instal·lació de la **posada a terra** assegura les **funcions** següents:

- La **protecció** de les persones contra els **xocs elèctrics**
- La protecció dels equipaments contra les **sobretensions**

Compte!

La xarxa dels **conductors d'equipotencialitat** i la **posada a terra** han de presentar una **impedància feble** per derivar els **corrents de defecte**.

1.11.1 Posada a terra: conductor nu i conductor de protecció

En els esquemes de la figura 1.19 i la figura 1.20, en les quals no s'han inclòs els conductors actius, es representa la posada a terra mitjançant un cable de coure nu de 35 mm^2 de secció mínima (figura 1.19) i mitjançant un conductor de protecció (CP) aïllat amb recobriment de color verd-groc (figura 1.20).

Tant en la figura 1.19 com en la figura 1.20, els llums de classe 1 han estat units a terra, mentre que en els llums de classe 2 aquesta connexió no s'ha dut a terme.

En la figura 1.19 el cable de coure nu de 35 mm² està enterrat directament al terra de la rasa per obtenir la **millor conductivitat possible**, tot i que el subsòl és heterogeni. La connexió AB és facultativa en l'esquema TT.

FIGURA 1.19. Posada a terra amb conductor d'equipotencialitat de coure nu

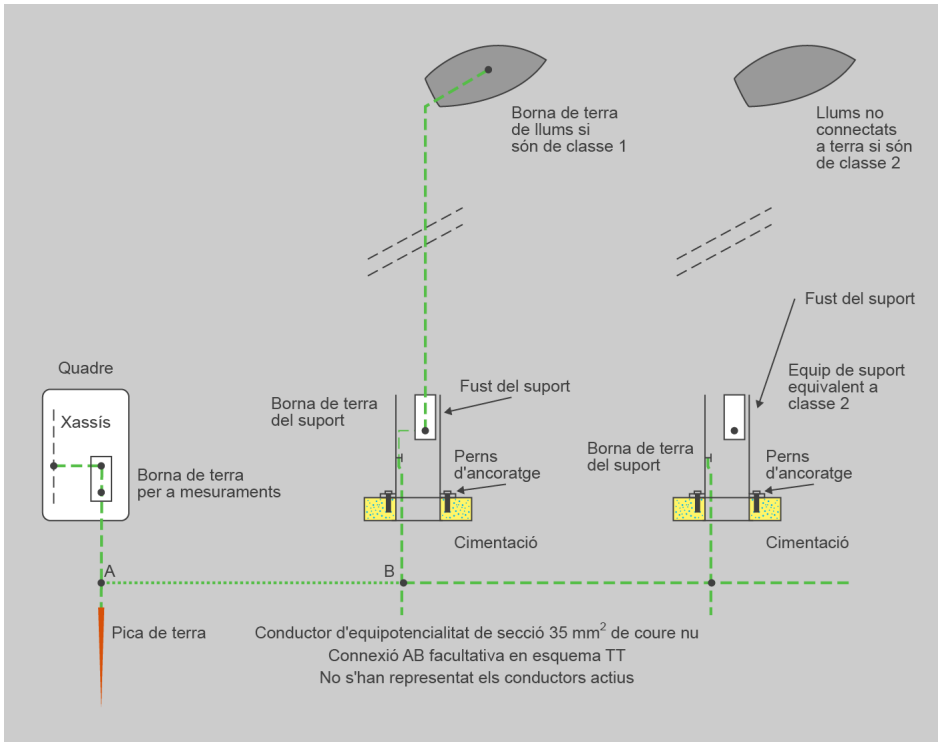
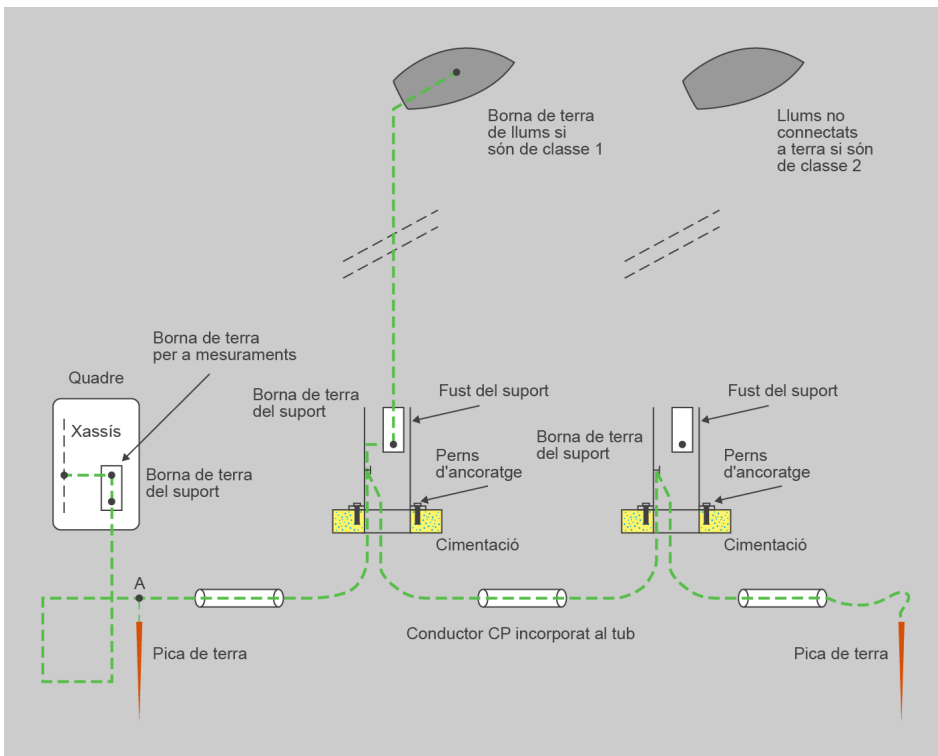


FIGURA 1.20. Posada a terra amb conductor de protecció CP



En el cas de la figura 1.19, la **resistència de posada a terra** resulta generalment inferior a 5Ω , encara que el terreny estigui constituït per materials dispersos com, per exemple, farciments compactats. Aquesta solució permet obtenir la resistència més feble de posada a terra, amb l'avantatge d'aconseguir la millor sortida del corrent de fuga.

La figura 1.20 representa la posada a terra per conductor de protecció (CP) amb recobriments de color verd-groc, que s'ha incorporat en el mateix tub, enterrat a la rasa i a través del qual s'han estès els cables d'alimentació de la xarxa d'enllumenat exterior.

Compte!

La instal·lació de les piques de terra s'ha de fer, tal com ho assenyala el text reglamentari, al primer i últim suport de cada línia i cada cinc suports de llums.

1.12 Verificació de la posada en servei d'instal·lacions d'enllumenat exterior

La verificació de les instal·lacions elèctriques abans d'engegar-les, segons expresen tant el nou REBT 2002 com la ITC-BT-05, és una responsabilitat afegida a l'hora de dissenyar i construir aquestes instal·lacions.

La **verificació**, de caràcter obligatori, consisteix en la comprovació de la **seguretat elèctrica** de la instal·lació mitjançant verificacions visuals, i la realització d'assajos i mesuraments amb diferents instruments.

En la secció "Annexos" del web del mòdul 8 trobareu la ITC-BT-05 en format PDF.

Les verificacions prèvies a la posada en servei de les instal·lacions han de ser fetes per les empreses instal·ladores que les executin.

Responsabilitats en el manteniment i la modificació de les instal·lacions

També convé aclarir que els **titulars** de les instal·lacions estan obligats a mantenir-les en bon estat de funcionament i a utilitzar-les d'acord amb les seves característiques i s'han d'abstenir d'intervenir-hi per modificar-les.

Si cal fer **modificacions**, aquestes les ha d'efectuar un **instal·lador autoritzat**. Per tant, no tan sols les noves instal·lacions elèctriques han de ser fetes per instal·ladors autoritzats, sinó que ells també són els encarregats de fer qualsevol ampliació o modificació d'una instal·lació.

Per tant, qualsevol actuació d'un instal·lador autoritzat ha d'anar seguida de la **verificació corresponent del treball fet**, la qual correspon al mateix instal·lador i, així doncs, **verifica la instal·lació**.

1.12.1 Norma UNE 20460-6-61

Les **instal·lacions elèctriques en baixa tensió** s'han de verificar abans de la seva posada en servei i segons correspongui en funció de les seves característiques, d'acord amb la metodologia que especifica la norma UNE 20.460-6-61.

La norma UNE 20.460-6-61

Aquesta norma consta de **set parts**, i en l'apartat 6.6.1 es tracta de la **metodologia** de verificació de la instal·lació.

D'acord amb la norma UNE 20.460-6-61, la **verificació inicial** de les instal·lacions elèctriques consta de dues fases diferents:

- la primera, anomenada **verificacions per examen**, s'ha de dur a terme sense tensió en la instal·lació i consisteix en una inspecció visual que s'ha de fer abans dels assajos;
- la segona, anomenada **verificació mitjançant assajos**, s'ha de fer amb tensió en la instal·lació i sense, i s'ha de dur a terme per mitjà d'assajos i mesuraments.

Verificació per examen. Aquesta verificació inicial s'ha de fer abans dels assajos i els mesuraments. Normalment, aquesta verificació s'efectua pel conjunt de la instal·lació, que ha de estar sense tensió i té com a finalitats comprovar:

- Si el material elèctric instal·lat de manera permanent és conforme a les prescripcions establertes en el **projecte** o la **memòria tècnica de disseny**.
- Si el material ha estat triat i instal·lat correctament conforme a les **prescripcions del reglament** i del **fabricant** del material.
- Que el material no presenta cap dany visible que pugui afectar la seguretat.

Més en concret, els **aspectes qualitatius** que una **verificació per examen** ha de tenir en compte són:

- L'existència de mesures de protecció contra els xocs elèctrics per contacte de les parts en tensió o contra els contactes directes, com per exemple:
 - l'**aïllament** de les parts actives,
 - l'**ocupació** d'envolupants, barreres, obstacles,
 - l'**allunyament** de les parts en tensió.
- L'**existència de mesures de protecció** contra xocs elèctrics derivats de la fallada de l'aïllament de les parts actives de la instal·lació, és a dir, els **contactes indirectes**. Aquestes mesures poden ser:
 - l'ús de **dispositius de tall automàtic de l'alimentació** com són, entre d'altres, aquests:

- * interruptors de corrent màxim,
 - * fusibles,
 - * diferencials,
 - la utilització d'equips i materials de **classe 2**,
 - la disposició de **parets i sostres aïllants** o alternativament de **connexions equipotencials** en locals que no utilitzin conductor de protecció, etc.
- L'existència i calibratge dels **dispositius de protecció i senyalització**.
 - La presència de **barreres tallafoc** i d'altres disposicions que impedeixin la propagació del foc, com també de proteccions contra efectes tèrmics.
 - La utilització de **materials i mesures de protecció** apropiades a les influències externes.
 - L'existència i la disponibilitat d'**esquemes, advertiments i informacions** similars.
 - La **identificació** de circuits, fusibles, interruptors, borns, etc.
 - L'**execució correcta** de les **connexions** dels conductors.
 - L'**accessibilitat** per a comoditat de funcionament i manteniment.

Verificacions mitjançant mesuraments o assajos. Les verificacions mitjançant mesuraments o assajos descrites en la ITC-BT-19 i ITC-BT-18 són les següents:

- Mesurar la **continuitat dels conductors** de protecció.
- Mesurar la **resistència de posada a terra**.
- Mesurar la **resistència d'aïllament dels conductors**.
- Mesurar la **resistència d'aïllament** de sòls i parets, quan s'utilitzi aquest sistema de protecció.
- Mesurar la **rigidesa dielèctrica**.

De manera addicional cal considerar **altres mesuraments i comprovacions**, els quals són necessaris per garantir que s'han adoptat d'una manera convenient els **requisits de protecció** contra **xocs elèctrics**.

Depenent del sistema de protecció utilitzat, cal dur a terme un o diversos d'aquests mesuraments:

- Mesurar els **corrents de fuga**
- Comprovar la **intensitat de disparament** dels **diferencials**
- Mesurar la **impedància de bucle**
- Comprovar la **seqüència de fases**

1.13 Conceptes bàsics de la il·luminació i el luxímetre

Els conceptes bàsics de la luminotècnica us ajudaran a entendre millor les instal·lacions que feu.

La **luminotècnica** és la part de l'**electrotècnica** que s'ocupa específicament de la il·luminació i té com a conceptes bàsics el **flux lumínic**, la **il·luminància** i el **rendiment lluminós**, i com a instrument de mesura el **luxímetre**.

Flux lumínic. El **flux lumínic** (Φ) és la mesura de la potència lluminosa expressada en watts (W) emesa en forma de radiació lluminosa a la qual l'ull humà és sensible. La seva unitat de mesura en el sistema internacional és el **lumen** (lm).

Imagineu dues bombetes, una de 25 W i una altra de 75 W. És clar que la de 75 W farà una llum més intensa. Aquesta és la idea, quanta llum fa cada bombeta? Quan es parla de 25 W o 75 W només es fa referència a la potència consumida per la bombeta, de la qual només una part es converteix en llum visible, és l'anomenat **flux lumínic** (Φ).

El lumen, la unitat del flux lumínic

Tot i que el **flux lumínic** es pot mesurar en watts (W), definirem una nova unitat, el **lumen**, la qual prenem com a referència la **radiació visible**.

Empíricament es demostra que a una radiació de 555 nm (nanòmetres) –555 nm és la longitud d'ona de la llum que en aquest cas és de color verd– d'1 W de potència emesa per un **cos negre** corresponen 683 lm.

La relació entre watts i lúmens rep el nom d'**equivalent lumínic de l'energia** i 1 watt de llum a 555 nm equival a 683 lm.

Nivell d'il·luminació: la il·luminància. Si il·lumineu amb una llanterna objectes o si poseu la mà davant de la llanterna encesa podeu veure com la llanterna està fortament il·luminada per un cercle petit el qual, quan il·lumineu una paret llunyana, es fa més gran al mateix temps que la llum es fa més feble. Aquesta experiència és la que recull el concepte d'il·luminància.

El **nivell d'il·luminació** o il·luminància (E) és el flux lumínic que rep una superfície. Té com a unitat el lux (lx), que correspon a la il·luminació uniforme d'una superfície que rep el flux d'un lumen per cada m².

L'**instrument de mesura** que permet mesurar de manera simple i ràpida el **nivell d'il·luminació real (il·luminància)** d'un ambient i fer-ho d'una manera no subjectiva rep el nom de **luxímetre** (figura 1.21).

Luxímetre, ús

El luxímetre conté una cèl·lula fotoelèctrica que capta la llum i la converteix en impulsos elèctrics, els quals són interpretats i representats en un *display* o agulla amb la escala de lux corresponent.

Per mesurar el nivell d'il·luminació d'un espai, cal ajustar l'**escala de mesura** al valor més baix possible que permeti la mesura, ajustar les unitats al lux, posar el sensor a uns 80 cm de terra i encarar l'aparell cap amunt.

Com més gran sigui el rendiment lluminós, millor serà el llum i menys gastarà.

Rendiment lluminós o eficiència lluminosa. No tota l'energia elèctrica consumida per una làmpada (bombeta, fluorescent, etc.) es transforma en llum visible. Una part es perd en forma de calor, i una part en forma de radiació no visible com, per exemple, la infraroja o la ultraviolada entre d'altres.

El **rendiment lluminós** (η) permet fer-se una idea de quina és la porció d'energia útil, ja que és el **quocient** entre el **flux lumínic produït** i la **potència elèctrica consumida**, que està definida amb les característiques dels llums (25 W, 60 W, etc.). La unitat del rendiment lluminós és el lumen per watt (lm/W).

FIGURA 1.21. Un luxímetre



1.14 Qualitat i treball en equip

Treball en equip, una aportació clau

L'aportació del treball en equip és clau per millorar la qualitat interna i externa sempre que es defineixin adequadament els límits i l'abast sobre què entenem per qualitat i per equips, i com aconseguir-los.

La relació entre qualitat i el treball en equip és estreta tal com es desprèn dels conceptes següents:

- El treball en equip és una manera, no una moda. El treball en equip és una manera de gestionar, i si s'entén com a tal, amb les dificultats i els avantatges que té, es pot convertir en una eina substantiva per a la millora contínua de la qualitat.
- Els equips no són màquines. La qualitat requereix motivació. En l'enfocament d'equips de treball, moltes vegades es cau en l'error de suposar que les persones que formen part de l'equip han de sincronitzar mecànicament els seus moviments: "aquest equip és un rellotge". Els equips no són màquines. Ho poden ser, però a costa de qualitat.
- Els equips de treball es fan fent-se. Si hi ha alguna cosa que caracteritza els equips de treball és que no són un producte acabat. Els equips de treball són el resultat d'una interacció complexa entre persones que coexisteixen (la major part de les vegades) al mateix lloc i en el mateix temps. L'equip de treball sempre s'està fent: és una de les essències de si mateix. I també és una de les bases per dur a terme un procés de millora contínua, de millora de la qualitat.

- La qualitat requereix un procés d'aprenentatge o com fer un procés d'aprenentatge per millorar la qualitat. Quan una persona s'incorpora a un equip de treball ho fa amb les seves experiències i coneixements. Si els altres integrants poden prendre aquestes experiències i coneixements, i a l'hora oferir els seus al nou integrant, es produeix un efecte sinèrgic que situa l'equip en un nou nivell de productivitat. En aquest sentit cadascú aporta allò que li és propi, aprèn dels altres i aprèn amb els altres. Aquest aprenentatge té un progrés en la seva "qualitat" quan qui aprèn pot també aprendre com aprèn.
- Treballar en equip i desenvolupar processos de qualitat duradors requereix el compromís de l'alta direcció. Aquest compromís s'ha de veure enfortit amb accions, no solament amb paraules. La por, la inseguretat, la sospita, són obstacles no tan evidents en els processos de les organitzacions. En els processos d'anàlisi surten a la superfície després de bastant temps, són la limitació principal vinculada als nivells intermedis o inferiors de la piràmide.
- El procés sempre comença per un mateix. Ningú no neix ensenyat, cal aprenentatge, entrenament en la tècnica i fonamentalment una actitud disposada a la qualitat. La qualitat és primer per a un mateix... i en acabat per als altres.
- Concentreu-vos en la gent i us concentrareu en la qualitat. Aquest punt també es podria enunciar "Més enllà de les normes ISO". Si us concentreu en la gent (encara que es demani ajut als altres) els resultats vénen sols.

1.15 Normativa i reglamentació aplicable

El **REBT de 2002** preveu en les seves instruccions tècniques complementàries i, en especial, en la ITC-BT-09 la normativa aplicable a instal·lacions d'enllumenat exterior. En la unitat 1, trobareu comentades les instruccions tècniques complementàries següents:

- ITC-BT-01 Terminologia.
- ITC-BT-04 Documentació i posada en servei de les instal·lacions.
- ITC-BT-05 Verificacions i inspeccions.
- ITC-BT-06 Xarxes aèries per a distribució en baixa tensió.
- ITC-BT-07 Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió.
- ITC-BT-08 Sistemes de connexió del neutre i de les masses en xarxes de distribució d'energia elèctrica.
- ITC-BT-09 Instal·lacions d'enllumenat exterior.
- ITC-BT-11 Xarxes de distribució d'energia elèctrica. Connexions de servei.

- ITC-BT-13 Instal·lacions d'enllaç. Caixes generals de protecció.
- ITC-BT-18 Instal·lacions de posada a terra.
- ITC-BT-21 Instal·lacions interiors o receptores. Tubs i canals protectores.
- ITC-BT-22 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobreintensitats.
- ITC-BT-23 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobre tensions.
- ITC-BT-24 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra els contactes directes i indirectes.

D'altra banda, hi ha un seguit de **normes UNE-EN** que tracten d'aspectes que van des de les **qualitats dels materials** a muntar fins a les **tècniques de verificació** de les instal·lacions.

A cada municipi hi ha una normativa, expressada per mitjà de les **ordenances municipals**, que poden matisar la norma general, normalment restringint l'ús d'alguns equips o incrementant l'**exigència** pel que fa a **eficiència energètica**. També hi pot haver condicionants de tipus estètics per un tema d'uniformitat visual al municipi.

En el **Reial decret 1890/2008**, de 14 de novembre, es va aprovar el "Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior, i les seves instruccions tècniques complementàries EA-01 a EA-07.

A tall de conclusió, cal dir que cada companyia elèctrica té la seva normativa particular, la qual s'ha de complir per poder donar d'alta el subministrament. En el cas de Catalunya podem posar com a exemple la **Guia vademècum per a instal·lacions d'enllaç en baixa tensió** d'Endesa, atès que és una empresa amb una àmplia presència al territori.

En la secció "Annexos" del web d'aquest mòdul, trobareu la *Guia vademècum per a instal·lacions d'enllaç en baixa tensió* d'Endesa, en format PDF.

2. Manteniment, avaries, prevenció de riscos laborals i protecció ambiental

Un cop conculsa una instal·lació d'enllumenat exterior, la feina no s'ha acabat. Tot equipament, i aquest en especial, necessita un manteniment per garantir-ne un estat òptim de funcionament. Un bon manteniment garanteix un funcionament adequat i evita costos superiors de reposició de materials.

En el transcurs de les operacions de muntatge, manteniment i substitució d'elements en instal·lacions elèctriques especials, cal posar especial atenció en la seguretat dels operaris i el tractament adequat dels residus generats.

2.1 Manteniment i detecció d'avaries d'instal·lacions d'enllumenat exterior

Les característiques i les prestacions de l'enllumenat es modifiquen i degraden amb el pas del temps. Una **explotació correcta** i un **bon manteniment** permeten conservar la qualitat de la instal·lació, assegurar-ne el millor funcionament possible.

A més, les **tasques de manteniment** permeten aconseguir un **estalvi indirecte d'energia**, ja que, si no es fessin, una proporció important de l'energia consumida en lloc de traduir-se en energia lumínica s'acabaria utilitzant per compensar l'envelliment dels llums, la brutícia dels sistemes òptics i els tancaments dels aparells d'enllumenat.

A més, s'han de tenir en compte els **desperfectes mecànics** l'origen dels quals són actes de vandalisme, cops ocasionats per accidents de trànsit, fenòmens de vibracions degudes a l'acció del vent, efectes de la radiació ultraviolada sobre els tancaments de plàstic dels aparells d'enllumenat, accions de corrosió, etc.

Finalment, cal tenir en compte les **fallades elèctriques**, que tenen com a causes més freqüents l'**envelliment** dels diferents components de la instal·lació d'enllumenat exterior, conductors i diferents xarxes elèctriques; l'**oxidació** i l'**afuixament** dels contactes elèctrics; en els **defectes** en els dispositius i en els sistemes de posada a terra; i en les **ruptures** de conductors degudes a treballs i lliscaments del terreny entre d'altres.

La implantació d'aquest tipus d'instal·lacions a la intempèrie, la qual cosa comporta el risc que els elements instal·lats acabin essent accessibles, com també la funció important que aquestes instal·lacions tenen en matèria de seguretat, obliguen a vetllar perquè funcionin correctament.

Sempre que el manteniment preventiu es faci de manera correcta i regular, el manteniment correctiu serà menys necessari i freqüent.

Per tant, i a fi d'**evitar la degradació** de les instal·lacions d'enllumenat exterior pel pas del temps, cal dur a terme una doble tasca adequada: primer de **manteniment preventiu**, que ha d'establir una programació en el temps d'una sèrie d'intervencions sistemàtiques, i un **manteniment correctiu**, consistent en una sèrie d'operacions necessàries per restaurar les instal·lacions avariades o que s'han deteriorat a fi d'assolir un funcionament correcte.

En totes les **tasques de manteniment** cal posar especial atenció a les **mesures de prevenció de riscos**, per evitar danys a persones i materials.

Manteniment preventiu: programació i periodicitat. La programació del manteniment preventiu i la seva periodicitat s'ha d'establir tenint en compte la vida mitjana i depreciació lumínica dels llums, la brutícia dels llums en funció de la seva estanquitat i grau de contaminació atmosfèrica, pintat de suports, verificació i revisió de quadres d'enllumenat, etc.

El **manteniment preventiu** consisteix en accions planificades sobre les infraestructures que permeten disminuir l'impacte de les avaries i garantir-ne la màxima disponibilitat.

Els treballs de **manteniment preventiu** han d'incloure, entre d'altres, les accions planificades següents:

- Reposició de llums.
- Verificació, conservació i neteja dels llums.
- Verificació i conservació dels equips auxiliars.
- Verificació i conservació dels suports.
- Verificació, conservació i neteja d'armaris i de materials d'encesa i apagada.
- Verificació i conservació de les canalitzacions elèctriques.
- Control de rases.
- Control i regulació de grups semafòrics.

En la taula 2.1 trobareu un **exemple de programació** del manteniment preventiu en el qual s'assenyala la periodicitat que cal seguir en les operacions.

TAULA 2.1. Exemple de programació de les operacions de manteniment preventiu amb la seva periodicitat

Programació del manteniment preventiu		
Elements de la instal·lació	Operacions a seguir	Periodicitat
Llums	- Reposició en instal·lacions amb funcionament permanent les 24 h (túnels, passos inferiors)	Anual o cada 2 anys
	- Reposició en instal·lacions amb funcionament nocturn	de 2 a 4 anys

TAULA 2.1 (continuació)

Programació del manteniment preventiu		
Equips auxiliars	- Reposició massiva d'equips auxiliars (estabilitzadors, engegadors i condensadors)	de 8 a 10 anys
Llums	- Neteja del sistema òptic i tancament (reflector, difusor) - Control de les connexions i de l'oxidació amb cada canvi de llum. - Control dels sistemes mecànics de fixació amb cada canvi de llum	Anual o cada 2 anys
Centres de comandament i mesurament	- Control del sistema d'encesa i apagat de la instal·lació - Revisió de l'armari - Verificació de les proteccions (interruptors i fusibles) - Comprovació de la posada a terra	Cada 6 mesos Anual
Instal·lació elèctrica	- Mesurament de la tensió d'alimentació - Mesurament del factor de potència - Revisió de les preses de terra - Verificació de la continuïtat de la línia d'enllaç amb terra. - Control del sistema global de posada a terra de la instal·lació - Comprovació de l'aïllament dels conductors	Cada 6 mesos Anual Cada 2 o 3 anys
Suports	- Control de la corrosió (interna i externa) - Control de les deformacions (vent, xocs) - Suports d'acer pintat - Suports d'acer galvanitzat (pintat diverses vegades) - Suports d'acer galvanitzat (pintat per primera vegada)	Anual Cada 5 anys Cada 7 anys Cada 15 anys

Compte!

Quan en el transcurs del temps coincideixen la reposició i la neteja de llums, totes dues operacions s'han d'executar de manera simultània.

La reposició massiva i la neteja de llums s'han de completar amb el control de les connexions i la verificació del funcionament de l'equip auxiliar.

Manteniment correctiu. Per definició el **manteniment correctiu** no es planifica, però cal tenir uns materials en estoc i personal qualificat perquè les intervencions siguin ràpides i eficaces. Aquest tipus de manteniment té per objecte la reparació d'avaries que són produïdes per causes alienes i la realització de treballs no sistemàtics que tot i així són necessaris atès el seu caràcter ocasional i no formen part de la programació del manteniment preventiu.

El **manteniment correctiu** consisteix en la reparació dels equips i les instal·lacions de les infraestructures per garantir que les avaries es resolen en el temps i en la manera previstos i inclou la reparació d'avaries.

Entre les operacions i actuacions que inclou el **manteniment correctiu** cal esmentar les següents:

- El reemplaçament de qualsevol material que es consideri defectuós com a conseqüència d'accidents de trànsit, actes de vandalisme, etc.
- La reparació de les avaries ocasionades per fallades elèctriques o mecàniques dels elements de les instal·lacions d'enllumenat públic al més aviat possible.
- La reposició de punts de llum i reparació d'avaries, produïdes per obres de tercers, accidents de circulació, vandalisme, robatori, etc.
- La reposició de trams de línies d'alimentació en condicions de funcionament o seguretat deficientes.
- L'ampliació puntual de punts de llum.
- La millora i l'ampliació de quadres de comandament.
- El subministrament i la substitució de tots els capçals o carcasses i òptiques dels semàfors.
- Qualsevol altre treball similar.

Un motiu força habitual d'avaría

El fet de que les instal·lacions siguin en zones de fàcil accés per al públic fa que el vandalisme sigui un motiu d'avaría més habitual del que seria desitjable.

Hi ha un seguit d'**avaries habituals** que es donen en les instal·lacions d'enllumenat exterior. La taula 2.2 en mostra els tipus principals i n'assenyala les causes possibles.

TAULA 2.2. Tipus d'avaries

Tipus d'avaries	Causes possibles
El nivell d'il·luminació és més baix de l'adequat	- Brutícia acumulada al conjunt de llums. - Làmpades gastades.
Làmpada apagada	- Làmpada esgotada. - Engegador avariats. - Condensador avariats. - Estabilitzador avariats. - Avaria al quadre de comandament. - Sensor de llum del control avariats.
La làmpada parpelleja i, si no s'actua ràpid, la làmpada es fondrà	- La làmpada ha perdut gas, s'està esgotant i no es pot mantenir encesa. - Engegador avariats. - Condensador avariats. - Estabilitzador avariats. - Perforació de l'aïllament al cable que va de l'engegador a la làmpada.
Incompliment de l'horari programat	- El programador horari està desajustat.

L'**equipament adequat** per dur a terme les tasques de manteniment inclou els elements següents:

- **Locals.** Cal disposar d'un local, el més proper possible a la zona de treball, apropiat per encabir el taller, eines, maquinària i vehicles, oficines i magatzem.
- **Personal.** El personal ha de està format per:
 - Un **responsable tècnic titulat**, d'experiència acreditada, que ha de tenir autoritat plena per resoldre els problemes.
 - Un **equip de treball** format per un oficial electricista i un ajudant electricista, en torn normal per cobrir les necessitats del servei d'inspecció, detecció i reparació immediata.
- **Vehicles.** El parc de vehicles ha d'estar format per:
 - Un **vehicle cistella** per fer treballs fins a 14 m d'altura.
 - **Vehicles lleugers.**
 - Una escala amb rodes de fins a 9 m per a llocs estrets.
 - S'ha de poder disposar d'un **camió cistella** i/o una **grua** per a treballs a una altura superior a 14 m.
- **Eines i equips.** Entre les eines necessàries per dur a terme les tasques de manteniment s'inclouen:
 - Mesurador d'aïllament i terra.
 - Pinces voltamperimètriques.
 - Analitzador de circuits (registra mesures de tensió, intensitat, potències, factor de potència).
 - Luxímetre mòbil sobre vehicle, que permeti fer lectures contínues o un de manual.
 - Localitzador-traçador d'avaries subterrànies (model Dynatel de 3 M o similar).
 - Ecòmetre localitzador de fallades en les conduccions.
 - Grups de soldadura autògena i elèctrica.
 - Grup electrogen de potència mínima 3 CV (aconsellat).
 - Petita maquinària auxiliar, perforadores, percussors, etc.
- **Materials.** Cal disposar d'un estoc dels materials d'ús més habitual a fi de poder dur a terme les reparacions.

L'OIT

L'Organització Internacional del Treball es va crear el 1919 com a part del tractat de Versalles, que va posar fi a la Primera Guerra Mundial, i va reflectir la convicció que la justícia social és essencial per aconseguir una pau universal i permanent.

2.2 Prevenció de riscos laborals en les operacions de muntatge i manteniment

Inspirada en l'Acta única europea, la Constitució espanyola i els convenis de l'Organització Internacional del Treball (155), de les quals en concreta els preceptes, la Llei de prevenció de riscos laborals té com a objectiu promoure la **seguretat i salut** dels treballadors, i l'Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball (INSHT) és l'òrgan que treballa per promoure aquesta higiene i seguretat mitjançant l'edició de guies i la preparació de cursos.

D'acord amb allò que exposa la **guia tècnica** de l'INSHT, la qual desenvolupa una ajuda per al **tractament del risc elèctric** a partir del text del Reial decret 614/2001, de 8 de juny, que tracta de les disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors davant del risc elèctric, trobem les **definicions** següents:

- **1. Risc elèctric** és el risc originat per l'energia elèctrica. Inclou específicament els riscos següents:
 - a) **Xoc elèctric** per contacte amb elements en tensió (**contacte elèctric directe**) o amb masses posades accidentalment en tensió (**contacte elèctric indirecte**).
 - b) Cremades per xoc elèctric o per arc elèctric.
 - c) Caigudes o cops com a conseqüència de xoc o arc elèctric.
 - d) Incendis o explosions originats per l'electricitat.
- **2. Lloc de treball** és qualsevol lloc al qual el treballador pot accedir en raó del seu treball.
- **3. Instal·lació elèctrica** és el conjunt dels materials i equips d'un lloc de treball mitjançant els quals es genera, converteix, transforma, transporta, distribueix o utilitza l'energia elèctrica. S'inclouen com a instal·lació elèctrica:
 - les bateries,
 - els condensadors
 - i qualsevol altre equip que emmagatzemi energia elèctrica.
- **4. Procediment de treball** és la seqüència de les operacions a desenvolupar per fer un determinat treball, amb inclusió dels **mitjans materials** (de treball o de protecció) i **humans** (qualificació o formació de personal) necessaris per dur-lo a terme. Es recomana que els procediments relatius als treballs en instal·lacions elèctriques o a prop d'aquestes estiguin formulats per escrit.
- **5. Alta tensió, baixa tensió i tensions de seguretat** són les definides com a tals en els **reglaments electrotècnics**.

- **6. Treballs sense tensió** són els treballs que es duen a terme en instal·lacions elèctriques després d'haver pres totes les mesures necessàries per mantenir la instal·lació sense tensió.
- **7. Zona de perill o zona de treballs en tensió** és l'espai al voltant dels elements en tensió on la presència d'un treballador desprotegit representa un risc greu i imminent que es produeixi un arc elèctric, o un contacte directe amb l'element en tensió, tenint en compte els gestos o moviments normals que pot efectuar el treballador sense desplaçar-se. On no s'interposi una barrera física que garanteixi la protecció enfront d'aquest risc, la distància des de l'element en tensió al límit exterior d'aquesta zona ha de ser la **reglamentària**.
- **8. Treball en tensió** és el treball durant el qual un treballador entra en contacte amb elements en tensió, o entra a la zona de perill, bé sigui amb una part del cos o amb les eines, equipament, dispositius o materials que manipula. No es consideren treballs en tensió les maniobres i els mesuraments, els assajos i les verificacions definides en els apartats 9 i 10 que s'exposen tot seguit.

Compte !

El treball en tensió només el poden dur a terme treballadors qualificats especialment entrenats per fer-lo i utilitzant equips, materials i un mètode i uns procediments de treball que n'assegurin la protecció enfront del risc elèctric.

- **9. Maniobra** és la intervenció concebuda per canviar l'estat elèctric d'una instal·lació elèctrica que no implica el muntatge ni el desmuntatge de cap element. Es poden distingir dues classes de maniobres:
 - a) Les maniobres encaminades a modificar l'estat elèctric d'una instal·lació elèctrica, amb la finalitat d'utilitzar un equip, tancar o obrir un circuit, engegar o parar equips dissenyats per ser utilitzats d'aquesta manera sense riscos, sempre que això sigui raonablement executable.
 - b) Les maniobres de connexió o desconnexió de les instal·lacions per fer-hi treballs.
- **10. Mesuraments, assajos i verificacions** són les activitats concebudes per comprovar el compliment de les especificacions o condicions tècniques i de seguretat necessàries per al funcionament adequat d'una instal·lació elèctrica, en les quals s'inclouen les actuacions dirigides a comprovar-ne l'estat elèctric, mecànic o tèrmic, l'eficàcia de les proteccions, els circuits de seguretat o maniobra, etc.
- **11. Zona de proximitat** és l'espai delimitat al voltant de la zona de perill, des del qual el treballador la pot envair de manera accidental. On no s'interposi una barrera física que garanteixi la protecció enfront del risc elèctric, la distància des de l'element en tensió al límit exterior d'aquesta zona ha de ser la **reglamentària**.

En els "Annexos" del web podeu trobar la *Guia tècnica de prevenció del risc elèctric* en format PDF i consultar-hi la taula 1 (pàg. 30) sobre les distàncies reglamentàries respecte a la zona de perill.

- **12. Treball en proximitat** és el treball durant el qual el treballador entra, o pot entrar, a la zona de proximitat sense entrar a la zona de perill, bé amb una part del cos, o amb les eines, l'equipament, els dispositius o els materials que manipula.
- **13. Treballador autoritzat** és el treballador que ha estat autoritzat per l'empresari per fer determinats treballs amb risc elèctric, sobre la base de la seva capacitat per fer-los de manera correcta, segons els procediments que estableix el Reial decret 614/2001, de 8 de juny.
- **14. Treballador qualificat** és el treballador autoritzat que té coneixements especialitzats en matèria d'instal·lacions elèctriques gràcies a la seva formació acreditada, professional o universitària, o a l'experiència certificada de dos o més anys.
- **15. Cap de treball** és la persona designada per l'empresari perquè assumeixi la responsabilitat efectiva dels treballs.

2.2.1 Normativa de prevenció de riscos laborals

La salut

Lluny de definir-la només com l'absència de mals i malalties, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) considera que la salut és el benestar al qual s'arriba amb l'equilibri físic, psíquic i social de la persona.

Pel que fa a la normativa legal relacionada amb la prevenció de riscos laborals, hem de tenir en compte les lleis i els reials decrets següents que s'assenyalen a continuació:

- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.
- Reial decret 39/1997, de 17 de gener, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis de prevenció.
- Reial decret 486/1997, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- Reial decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric.
- Reial decret 773/1997, de 30 de maig, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- Reial decret 1407/1992, de 20 de novembre, sobre comercialització d'equips de protecció individual (modificacions: Reial decret 159/1995, de 3 de febrer, i Ordre de 20 de febrer de 1997).
- Reial decret 485/1997, de 14 d'abril, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- Reial decret 1215/1997, de 18 de juliol, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la seva utilització per part dels treballadors dels equips de treball.

- Reial decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial decret 1435/1992, de 27 de novembre, sobre màquines (modificat pel Reial decret 56/1995, de 20 de gener).
- Reial decret 400/1996, d'1 de març, sobre aparells i sistemes de protecció per a ús en atmosferes potencialment explosives.
- Directiva 73/23/CEE, sobre material elèctric destinat a utilitzar-se amb determinats límits de tensió [baixa tensió].

Pel que fa a la **reglamentació electrotècnica**, cal tenir present la legislació següent:

- Decret 3151/1968, de 28 de novembre. Aprova el Reglament de línies aèries d'alta tensió.
- Ordre d'11 de març de 1971. Normes per a instal·lacions de subestacions i centres de transformació.
- Reial decret 3275/1982, de 12 de novembre. Aprova el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques, subestacions i centres de transformació.
- Decret 2413/1973, de 20 de setembre. Aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió i Ordre, de 31 d'octubre de 1973, per la qual s'aproven les instruccions complementàries denominades *instruccions MI BT*, conformement al que disposa aquest decret.
- Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió (deroga el Decret 2413/1973, de 20 de setembre, i l'Ordre, de 31 d'octubre de 1973, indicats més amunt).

Guies tècniques de l'INSHT

També hi ha un parell de guies tècniques relacionades que han estat editades per l'INSHT, l'Institut Nacional de Seguretat i Higiene en el Treball:

· *Guia tècnica sobre equips de protecció individual*

· *Guia tècnica sobre senyalització de seguretat i salut en el treball*

Articles a destacar del Reial decret 6142001

Article 2. Obligacions de l'empresari

1. L'empresari ha d'adoptar les mesures necessàries perquè de la utilització o presència de l'energia elèctrica als llocs de treball no derivin riscos per a la salut i la seguretat dels treballadors o, si això no és possible, perquè aquests riscos es redueixin al mínim. L'adopció d'aquestes mesures s'ha de basar en l'avaluació dels riscos que preveuen l'article 16 de la Llei de prevenció de riscos laborals.

Article 3. Instal·lacions elèctriques

1. El tipus d'instal·lació elèctrica d'un lloc de treball i les característiques dels seus components s'han d'adaptar a les condicions específiques del mateix lloc, de l'activitat que s'hi du a terme i dels equips elèctrics (receptors) que s'hi utilitzen.

Per a això s'han de tenir particularment en compte factors com ara les característiques conductores del lloc de treball (possible presència de superfícies molt conductores, aigua o humitat), la presència d'atmosferes explosives, materials inflamables o ambients corrosius, i qualsevol altre factor que pugui incrementar significativament el risc elèctric.

2. Als llocs de treball només es poden utilitzar equips elèctrics per als quals el sistema o el mode de protecció previstos pel seu fabricant sigui compatible amb el tipus d'instal·lació elèctrica existent i els factors esmentats en l'apartat anterior (d'aquest article).
3. Les instal·lacions elèctriques dels llocs de treball s'han d'utilitzar i mantenir en la forma adequada i el funcionament dels sistemes de protecció s'ha de controlar periòdicament, d'acord amb les instruccions dels seus fabricants i instal·ladors, si n'hi ha, i amb la pròpia experiència de l'exploador.
4. En qualsevol cas, les instal·lacions elèctriques dels llocs de treball i el seu ús i manteniment han de complir el que estableixen la reglamentació electrotècnica, la normativa general de seguretat i salut sobre llocs de treball, equips de treball i senyalització en el treball, així com qualsevol altra normativa específica que els sigui aplicable.

Article 5. Formació i informació dels treballadors

De conformitat amb els articles 18 i 19 de la Llei de prevenció de riscos laborals, l'empresari ha de garantir que els treballadors i els representants dels treballadors reben una formació i informació adequades sobre el risc elèctric, com també sobre les mesures de prevenció i protecció que s'han d'adoptar en aplicació d'aquest Reial decret.

En el cas del risc elèctric, aquesta formació i informació no tan sols concerneix els treballadors que duen a terme operacions a les instal·lacions elèctriques, sinó tots els treballadors que, per la seva proximitat física a instal·lacions en tensió o perquè treballen en emplaçaments amb risc d'incendi o d'explosió (sobretot quan hi ha la possibilitat d'acumulació d'electricitat estàtica), poden estar exposats als riscos que genera l'electricitat. Per establir la formació adequada a cada destinatari, cal fer un estudi de necessitats. Com a punt de partida, i a títol d'exemple, es podria fer una distinció entre tres figures diferents de treballadors:

- Treballadors usuaris d'equips o instal·lacions elèctriques
- Treballadors l'activitat dels quals, no elèctrica, es du a terme en proximitat d'instal·lacions elèctriques amb parts accessibles en tensió.
- Treballadors la tasca dels quals és instal·lar, reparar o mantenir instal·lacions elèctriques.

Article 6. Consulta i participació dels treballadors

La consulta i la participació dels treballadors o els seus representants sobre les qüestions a què es refereix aquest Reial decret s'han de fer de conformitat amb el que disposa l'apartat 2 de l'article 18 de la Llei de prevenció de riscos laborals.

"L'empresari ha de consultar els treballadors, i permetre'n la participació, en el marc de totes les qüestions que afectin la seguretat i la salut en el treball, d'acord amb el que disposa el capítol 5 d'aquesta Llei ("Consulta i participació dels treballadors"). Els treballadors tenen dret a fer propostes a l'empresari, com també als òrgans de participació i representació previstos en el capítol 5 d'aquesta Llei, dirigides a la millora dels nivells de protecció de la seguretat i la salut en l'empresa."

Apartat 2 de l'article 18 de la Llei de prevenció de riscos laborals

2.2.2 Risc elèctric

El Reial decret 614/2001, de 8 de juny, tracta de les disposicions mínimes per a la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors davant del **risc elèctric**.

Recordeu que el Reial decret 614/2001 definia el risc elèctric com el risc originat per l'energia elèctrica i incloïa específicament els riscos següents:

- Xoc elèctric per contacte amb elements en tensió (contacte elèctric directe), o amb masses posades accidentalment en tensió (contacte elèctric indirecte).
- Perquè es produeixi un xoc elèctric, el cos humà ha d'estar sotmès a una tensió quan toca dos punts de la instal·lació que es troben a un potencial diferent. En aquest cas apareix un corrent elèctric que creua el cos humà i per certs valors pot causar danys.
- Cremades causades pel xoc elèctric o per l'arc elèctric.
- Caigudes o cops com a conseqüència del xoc o l'arc elèctrics.
- Incendis o explosions originats per l'electricitat.

Incendi d'origen elèctric: causes i prevenció

Perquè es produeixi un incendi d'origen elèctric cal que hi hagi, a la instal·lació o en algun dels receptors, una intensitat de corrent excessiva, la qual provoca un deteriorament accelerat dels materials.

Per evitar-ho cal respectar la normativa quan es dimensiona la instal·lació i les proteccions, i fer-ne un ús adequat.

Hi ha una sèrie de **factors** que intervenen en el **risc elèctric** i són:

A) La intensitat del corrent que passa pel cos humà. Com més intensitat i més dura el contacte elèctric, més greus en són els efectes. La tensió del contacte no és la causant directa dels danys, sinó la indirecta, ja que és la que fa possible el pas del corrent, el qual és el causant de les ferides (en la taula 2.3 trobareu assenyalats els efectes que provoca l'electricitat en passar pel cos d'un ésser humà). Aplicant la llei d'Ohm veiem que:

$$I = \frac{U}{Rt}$$

En què I és el corrent que circula pel cos, U és la tensió del contacte, i Rt és la resistència que ha de creuar el corrent incloent la del cos humà.

TAULA 2.3. Efectes de l'electricitat

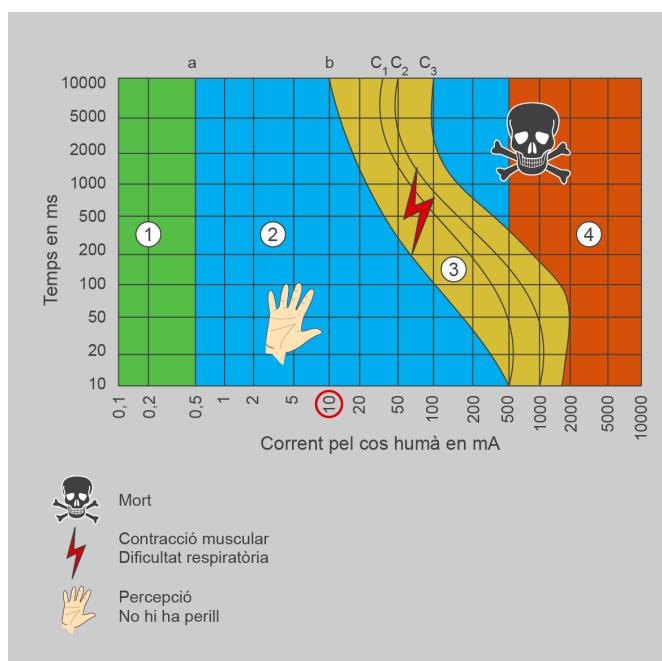
Intensitat del corrent	Efectes
De 0 mA a 1 mA	No produeix cap sensació a la mà.
De 2 mA a 8 mA	Xoc no dolorós, no es perd control muscular.
De 9 mA a 15 mA	Xoc dolorós, no es perd control muscular.
De 16 mA a 25 mA	Xoc dolorós, amb possible pèrdua de control muscular
De 26 mA a 50 mA	Xoc dolorós, fortes contraccions musculars i dificultat per respirar.
De 51 mA a 100 mA	A més dels efectes anteriors presenta fibril·lació del cor.
De 101 mA a 200 mA	Gairebé sempre provoca la fibril·lació i la mort instantània.

TAULA 2.3 (continuació)

Intensitat del corrent	Efectes
Més de 200 mA	Fortes contraccions dels músculs del cor, que es manté paralytzat.
D'1 A a 2 A	Cremades greus profundes (de tercer grau).

B) El temps d'exposició al risc. Els contactes en corrents de 50 Hz, amb una durada inferior a 25 ms, no produeixen fibril·lació ventricular per sota dels 2000 mA. En la figura 2.1 s'assenyalen els efectes que produeix un corrent altern de freqüència compresa entre 15 Hz i 100 Hz i amb un recorregut entre la mà esquerra i els dos peus.

FIGURA 2.1. Efectes de l'electricitat sobre el cos



En la figura 2.1, sobre els efectes que el pas del corrent provoca al cos, es poden distingir indicades per nombres quatre zones:

- Zona 1, en la qual habitualment no hi ha cap reacció.
- Zona 2, en la qual habitualment no hi ha cap efecte fisiològic perillós.
- Zona 3, en la qual habitualment no hi ha cap dany orgànic, tot i que és probable l'aparició de contraccions musculars que dificulten la respiració, aturades temporals del cor sense arribar a la fibril·lació ventricular, etc.
- Zona 4, en la qual hi ha risc d'aturada cardíaca per fibril·lació ventricular, aturada respiratòria, cremades greus, etc.

Les lletres que hi ha en la part superior de la imatge assenyalen tres líndars **a** o el líndiar de percepció, **b** o el de no deixar anar, i **c**, el de fibril·lació, que és la causa possible de mort per xoc elèctric. En aquest sentit c^3 indica una probabilitat de mort més alta que en el cas c^1 .

C) Trajectòria del corrent elèctric pel cos humà. El corrent elèctric segueix el camí més fàcil (el que oposa menys resistència). Les trajectòries més perilloses són les que afecten els pulmons, el cor o el cap. Les conseqüències de l'accident depenen dels òrgans del cos humà (cervell, cor, pulmons) que resultin travessats pel corrent elèctric. Les lesions més greus es produeixen quan el corrent elèctric circula entre els punts de contacte següents:

- Mà dreta - peu esquerre
- Mà esquerra - peu dret
- Mans - cap
- Mà dreta - tòrax - mà esquerra
- Mà - braç - colze
- Peu dret - peu esquerre

Electrocució

Hi ha cinc maneres d'electrocutar-se a causa d'una descàrrega elèctrica:

- Contacte bipolar: entre fase i fase; és un tipus d'accident freqüent.
- Contacte bipolar: fase i neutre; és un tipus d'accident poc freqüent.
- Contacte bipolar: neutre amb neutre; és un tipus d'accident molt poc freqüent.
- Contacte unipolar: fase a terra (per massa); és un tipus d'accident molt freqüent.
- Contacte unipolar: neutre a terra (per massa); és un tipus d'accident freqüent.

Quan us trobeu amb una persona que s'ha electrocutat, recordeu que cal tractar-la com si fos una persona que s'hagués ofegat, el que s'anomena **criteri d'Arsonval** (en honor del metge i físic francès inventor entre altres coses del desfibril·lador), i que se'l ha de reanimar amb respiració artificial.

D) Naturalesa del corrent. Els efectes sobre el cos són diferents depenent de si el corrent és continu o altern. En el cas habitual de corrent altern de 50 Hz, el perill de fibril·lació ventricular és alt. Quan es tracta d'un corrent continu cal una intensitat quatre vegades superior a la del corrent altern per produir els mateixos efectes. Una intensitat alta en corrent continu durant molt temps pot produir una electròlisi a la sang i fer que hi apareguin bombolles de gas, les quals poden causar una embòlia gasosa. El corrent continu i l'altern de freqüències superiors a 10 kHz no produeixen fibril·lació ventricular, cosa que les fa menys perilloses, però produeixen cremades i malestar general.

E) Resistència elèctrica del cos humà. La impedància del cos humà és bàsicament resistiva i té un component capacitiu degut a la pell i altres factors. En la taula 9 trobareu assenyalats els valors de resistència del cos en funció de l'estat en què es troba la pell segons el que estableix la norma CEI 479. La resistència en el cos humà depèn dels aspectes següents:

- Resistència de la pell a l'entrada del corrent

- Resistència oposada pels teixits i òrgans
- Resistència de la pell a la sortida del corrent
- Superfície de contacte
- Humitat de la pell
- Pressió de contacte
- Tipus de calçat
- Humitat del terreny

TAULA 2.4. Els valors de resistència del cos, expressats en ohms, en funció de l'estat en què es troba la pell segons la norma CEI 479.

Estat de la pell	valor de la resistència expressats en ohms (Ω)
Pell seca	1.500 Ω
Pell humida	1.000 Ω
Pell molla	650 Ω
Pell submergida	325 Ω

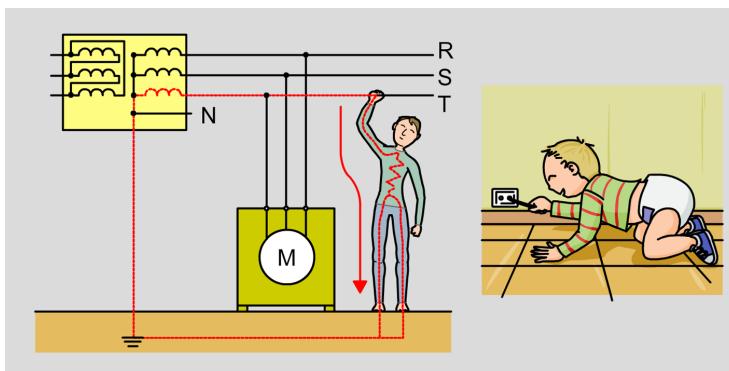
Altres factors del risc elèctric

També afectaran al risc elèctric, factors com: l'edat o sexe, les malalties i l'estat emocional. Aquests poden afectar a les conseqüències d'un accident o bé propiciar distraccions que augmenten el risc.

2.2.3 Tipus de contactes elèctrics

Els **contactes elèctrics** es classifiquen en dos grans grups: els **contactes directes** i els **contactes indirectes**.

FIGURA 2.2. Contacte elèctric directe

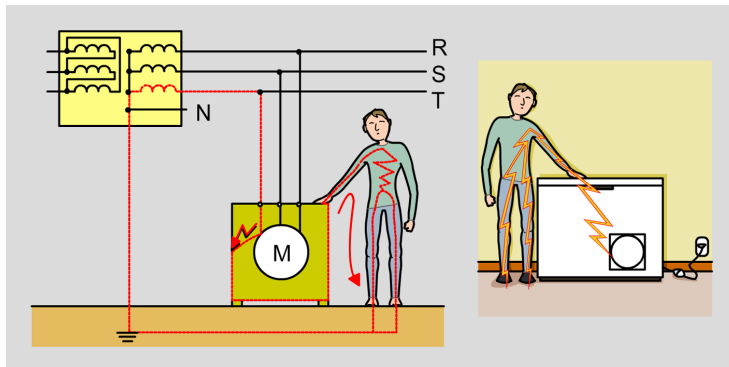


Les maneres de protegir-vos d'un contacte elèctric directe són aïllar-vos amb una envoltant i mitjançant obstacles que us privin d'acostar-vos als potencials, i fer servir elements de tall automàtic de la instal·lació.

El **contacte elèctric directe** és el contacte d'una persona amb **parts actives** dels materials i els equips (figura 2.2), entenent com a parts actives els conductors i les parts conductores en tensió en servei normal, i també hi inclourem el conductor de neutre.

El **contacte elèctric indirecte** és el contacte d'una persona amb parts que tenen tensió elèctrica, el qual es produeix com a conseqüència d'un defecte en l'aïllament (figura 2.3).

FIGURA 2.3. Contacte elèctric indirecte



Les maneres de protegir-vos d'un contacte elèctric indirecte són aïllar-vos amb una envoltupant i mitjançant obstacles que us privin d'acostar-vos als potencials, i fer servir interruptors diferencials.

Definicions de massa i terra

La massa és el conjunt de les parts metàl·liques d'un aparell, les quals, en condicions normals, estan aïllades de les parts actives. El terra designa la massa conductora del terra en la qual cada punt té –per convenció– un potencial elèctric igual a zero.

Interruptor diferencial

Quan hi ha una fuga de corrent per una derivació a terra en l'equip o en el circuit a protegir, els corrents d'entrada i de sortida de l'interruptor diferencial són diferents, i aleshores s'aciona l'interruptor de desconnexió.

Les característiques que defineixen un interruptor diferencial són la **intensitat nominal**, el **nombre de pols** i la **sensibilitat**, entesa com el llindar de corrent de fuga a partir del qual es dispara la protecció.

Posem, per exemple, que $I_n = 40 \text{ A}$ i $I_d = 30 \text{ mA}$. Si circulen 30 amperes pel circuit tot va bé, però en el moment en què hi ha una fuga de 35 mA, l'interruptor obre el circuit.

Efectes del pas de l'electricitat al cos i als materials. El pas de l'electricitat té efectes tant sobre el cos humà com sobre els materials. Pel que fa als **efectes fisiològics** de l'electricitat quan travessa el cos humà, els principals són:

- **Aturada cardíaca**, que es produeix en passar el corrent pel cor. Pot causar la mort o tenir conseqüències irreversibles.
- **Fibril·lació ventricular** o falta de sincronització entre les contraccions musculars del cor. El cor no pot retornar al ritme normal de manera espontània. La fibril·lació pot aparèixer amb corrents baixos durant 160 ms a 50 Hz, i és la causa principal de mort a conseqüència d'un xoc elèctric.
- **Contracció muscular** o contracció involuntària del múscul en una persona que rep una descàrrega. Aquesta contracció impedeix que l'accidentat se separi del conductor i perquè ho pugui fer cal tallar el corrent.
- **Asfíxia**, que es produeix quan es contrauen els músculs respiratoris.

- **Cremades**, les quals són produïdes pel calor que genera el pas del corrent elèctric. Les cremades poden ser internes o externes.
- **Pèrdua del coneixement**, que és la pèrdua de la consciència o el sentit.
- **Embòlia gasosa**. El contacte amb una intensitat alta en el corrent continu durant molt temps pot produir una electròlisi a la sang i causar l'aparició de bombolles de gas.

Pel que fa als **efectes de l'electricitat als materials**, s'ha de dir que el desgast més gran dels materials, fins al punt que pot arribar a ocasionar un incendi, amb els riscos que tot això comporta per a les persones, és el que prové de les **sobreintensitats** i les **sobretensions**.

L'**excés de corrent** que provoquen les **sobreintensitats** es dona per dues causes:

- **Sobrecàrregues**, que es produeixen quan un corrent superior al nominal circula pel circuit, i tenen com a conseqüència un desgast dels aïllants per escalfament.
- **Curtcircuits**, que es produeixen quan hi ha una connexió accidental entre conductors actius, la qual dona lloc a una intensitat molt elevada que destrueix el circuit.

Les **sobretensions**, en canvi, es produeixen quan en el circuit hi ha una **tensió superior a la nominal**. Hi ha dos tipus de sobretensions:

- **Externes**, que són produïdes per descàrregues atmosfèriques.
- **Internes**, que són produïdes per variacions de càrrega en la xarxa.

2.2.4 Mesures de seguretat i de protecció individual

Les mesures de seguretat i de protecció individual són les que s'han d'adoptar per no prendre mal davant un possible accident de tipus elèctric. Però també cal conèixer els materials, les màquines i les eines que fareu servir i examinar un seguit d'equips de protecció individual que us poden ser d'utilitat, com també saber de quina manera es fa un treball sense tensió.

2.2.5 Protecció del material davant del risc elèctric

Atès que les instal·lacions es desgasten perquè se'n fa un ús inadequat, perquè es produeixen sobrecàrregues o bé perquè hi ha sobretensions, cal prendre una sèrie de mesures en el disseny que permetin evitar-ho. Aquestes mesures són les següents:

Consulteu la *Guia tècnica d'ús d'equips de protecció individual* en format PDF en la secció "Annexos" del web del mòdul.

Recordeu que el tema de la secció i l'aïllament que han de tenir els conductors es veu en l'apartat "Instal·lacions d'enllumenat exterior" d'aquesta unitat.

- **Secció i aïllament reglamentaris dels conductors.** Els conductors han de tenir la **secció adequada** en funció de la **caiguda de tensió** en la línia i l'**escalfament dels conductors**. Si bé, per raons d'ordre econòmic, la secció dels conductors pot acabar essent la més petita possible, cal que garanteixi que els cables no s'escalfin gaire i que la caiguda de tensió compleixi amb el que estipula el reglament.
- **Aïllament dels receptors.** Els receptors es classifiquen segons el seu aïllament en classes que van de la 0 fins a la 3:
 - Classe 0: aïllament normal sense presa de terra.
 - Classe 1: aïllament normal amb presa de terra.
 - Classe 2: doble aïllament sense presa de terra.
 - Classe 3: receptors per connectar a circuits de molt baixa tensió, sense circuits interns o externs que operin a diferents tensions.
- **Protecció contra sobretensions.** La instal·lació depèn de la probabilitat de patir tempestes amb aparat elèctric i les seves conseqüències. De proteccions contra sobretensions, n'hi ha de dos tipus:
 - Internes, que consisteixen en protectors de sobretensions al quadre de la instal·lació basats en varistors, que poden absorbir les sobretensions.
 - Externes, que consisteixen en diferents tipus de parallamps.
- **Grau de protecció d'envolupants.** Les envolupants dels equips elèctrics ofereixen protecció contra contactes elèctrics i protegeixen l'equip contra agents ambientals sòlids, líquids i mecànics.
- **Protecció contra sobrecorrents.** Els interruptors automàtics tèrmics o relés tèrmics combinats amb contactors ens protegeixen de sobrecàrregues. Els interruptors automàtics magnètics o els fusibles ens protegeixen de curtcircuits. Habitualment es munten interruptors automàtics magnetotèrmics.

Vegeu la taula normativa d'índexs de protecció IP i IK en l'apartat "Instal·lacions d'enllumenat exterior" d'aquesta unitat.

2.2.6 Prevenció d'accidents amb màquines i eines elèctriques

El **risc d'accidents** augmenta quan s'empren motors o instruments portàtils. El material aïllant d'aquests aparells està sotmès a un desgast més gran. Els filferros conductors i els cables es danyen amb facilitat, i això pot provocar un curtcircuit.

Per evitar accidents deguts a l'electricitat mentre es treballa amb **màquines elèctriques**, cal tenir en compte les mesures de prevenció i control següents:

- Les parts que transmeten corrent han d'estar aïllades correctament. Els elements com les palanques i les rodes motrius han de ser d'un material aïllant.

- El mànec de les eines de mà ha d'estar recobert per un material aïllant que no ha de presentar desgast ni estar trencat.
- Les cobertes dels motors han d'anar proveïdes d'una descàrrega a terra.
- Les persones que treballen amb màquines elèctriques fixes han d'estar parades sobre un material que sigui aïllant.
- El terra ha d'estar sec, i així mateix la roba i les mans han d'estar seques i sense suor. L'aigua és molt bona conductora de l'electricitat.
- També cal evitar l'ús de roba que porti sivelles o elements metàl·lics perquè poden conduir l'electricitat i provocar un accident.
- El treballador ha de tenir a l'abast un interruptor d'emergència, el qual també ha d'estar a l'abast dels altres treballadors.
- En cas d'accident s'ha d'interrompre el subministrament d'energia immediatament, abans de donar els primers auxilis.
- Les instal·lacions elèctriques han de tenir fusibles o altres sistemes de protecció per als casos en què hi ha canvis en el subministrament de corrent.
- Els filferros i els cables de les màquines han d'estar fixats a la paret.
- Els circuits han d'estar instal·lats correctament i cal evitar l'ús de connexions improvisades.

Les **eines elèctriques de mà** solen reemplaçar les eines convencionals. Com que comporten un risc d'accident més alt, requereixen una capacitació millor per part del treballador, el qual ha de tenir en compte a més a més les recomanacions següents:

- Les eines elèctriques de mà han de tenir presa de terra.
- Cal utilitzar eines que estiguin ben aïllades, s'han de dur guants i calçat aïllants (dielèctrics).
- Les connexions elèctriques s'han de revisar molt bé abans de començar el treball. Eviteu treballar en equips que tenen connexions improvisades, o cables sense aïllant o deteriorats. Cal informar immediatament el supervisor d'aquesta situació.
- Les extensions s'han d'estendre per complet, no s'han de deixar enrotllades o formant bucles, poden generar un efecte de condensador.
- Cal evitar parar-se sobre el terra humit mentre es treballi amb eines elèctriques. L'aigua és molt bona conductora de l'electricitat.
- Abans d'utilitzar una eina manual elèctrica, s'ha d'haver rebut formació per fer-ne ús.

Pel que fa als equipaments de protecció individual (EPI), la taula 2.5 presenta els elements principals que integren els equips de protecció individual per dur a terme treballs en tensió, tot assenyalant-ne l'ús i l'aplicació.

TAULA 2.5. Equipaments de protecció individual

EPI	Riscos dels quals protegeix	S'han de fer servir obligatòriament	Forma d'ús
Casc aïllant	Protegeix el crani de cops i caigudes, projecció d'objectes i contactes elèctrics	Treballs amb riscos per al cap. En instal·lacions de BT, AT i maniobres. En magatzems, càrrega i descàrrega. A diferents altures.	Cal ajustar el contorn al perímetre del cap. En altura cal ajustar la cinta de la barbata.
Guants aïllants	Protegeixen les mans de contactes amb la tensió.	Retirada i canvi de fusibles. Treballs en proximitat i en instal·lacions de BT.	S'ha de comprovar l'estanquitat. No s'han d'usar mai sols. S'ha d'utilitzar una talla adequada.
Guants ignífugs	Protegeixen les mans de la possible fusió dels guants aïllants en cas d'arc elèctric.	Treballs en què es pot produir un arc elèctric.	S'han d'usar per sota dels guants aïllants.
Guants de protecció mecànica	Protegeixen els guants aïllants.	Treballs en BT en què es poden malmetre els guants aïllants de cautxú.	S'han de portar per sobre dels guants aïllants de cautxú.
Calçat de seguretat	Protegeix els peus de riscos mecànics.	Classe 1: puntera de seguretat, per a càrrega i descàrrega. Classe 2: amb plantilla de seguretat per protegir d'objectes punxants a terra. Classe 3: combinació de les classes 1 i 2.	· Cal que encaixi bé al peu.
Cinturó de seguretat	Protegeix els treballadors de caigudes des de diferents altures.	Treballs que es fan a més de 2 m d'altura de terra o amb risc de caiguda o despeniment.	S'ha d'ajustar al cos. S'ha de fixar al lloc de treball. S'han de comprovar les tanques.
Eines aïllades	Protegeixen les mans contra contactes amb la tensió.	Totes les feines en tensió de BT.	No s'han de fer marques que en deteriorin l'aïllament. S'agafen pel mànec.
Roba de feina	Protegeix de l'arc elèctric.		Ha de protegir cames, braços i tòrax.
Pantalla facial	Protegeix el rostre de la temperatura i la projecció de partícules de metall fos.	A altes temperatures. On hi ha risc de dependre's partícules de metall fos.	S'ha d'ajustar l'adaptador al casc. S'ha de baixar el visor. S'han de fer servir ulleres inactíniques.
Ulleres inactíniques	Protegeixen els ulls de l'enlluernament ocasionat per curtcircuits.	A llocs amb risc d'enlluernament per curtcircuit.	S'han d'ajustar a la cara.

Exemple d'equipament de protecció individual

En l'equip de protecció individual que es requereix per treballar en baixa tensió (per a la col·locació i la retirada de la posada a terra) hi ha d'haver:

- Guants aïllants per a treballs en baixa tensió.
- Pantalla facial adequada a l'arc elèctric.
- Arnès o cinturó de seguretat, si escau.

- Casc de seguretat aïllant.
- Guants de protecció contra riscos mecànics i l'arc elèctric.

Els treballadors han d'utilitzar, de manera complementària, roba i calçat de feina adequats.

2.2.7 Protecció contra contactes elèctrics directes i indirectes

Pel que fa a les **mesures de protecció** contra **contactes elèctrics directes i indirectes**, els reglaments electrotècnics estableixen:

- els **sistemes** de protecció que tenen per finalitat impedir els efectes de les sobreintensitats i sobretensions que, per causes diferents, es poden produir en les instal·lacions;
- les **condicions** que han de complir les instal·lacions per evitar els contactes directes i anul·lar els efectes dels indirectes, a l'efecte de garantir la seguretat general.

En aquest sentit té el seu interès destacar aquí les instruccions tècniques complementàries del REBT, les quals tracten de la protecció contra sobreintensitats (ITC-BT-22), contra sobretensions (ITC-BT-23) i contra contactes elèctrics directes i indirectes (ITC-BT-24). Així els **sistemes de protecció** davant contactes elèctrics directes i indirectes que preveu la **ITC-BT-24** són:

- **Protecció contra contactes elèctrics directes:**
 - Per recobriments de les parts actives
 - Per mitjà de barreres o envolupants
 - Per allunyament
 - Mitjançant interruptors diferencials (complementària)
- **Protecció contra contactes elèctrics indirectes:**
 - Per tall automàtic de la instal·lació
 - Per ocupació d'equips de classe 2
 - Per separació elèctrica de circuits
 - Per connexió equipotencial local

Pel que fa al règim de revisió de les instal·lacions de baixa tensió, cal tenir en compte els casos següents:

- La revisió, com a mínim anual, de les **preses a terra** s'ha de fer en l'època en què el terreny està més sec, l'ha de dur a terme el personal tècnicament competent i en el seu decurs s'han de reparar amb caràcter d'urgència els defectes que hagin estat trobats (ITC-BT-18).

- A més de la **inspecció inicial**, que s'ha de fer una vegada executades les instal·lacions, les seves ampliacions o modificacions d'importància, i documentades prèviament davant l'òrgan competent de la comunitat autònoma, també s'ha de fer una **inspecció periòdica** cada cinc anys. En tots dos casos, les inspeccions les ha de fer un "organisme de control" autoritzat, el qual ha d'emetre un "certificat d'inspecció" (ITC-BT-05). Les instal·lacions que han de complir aquesta normativa són:
- Les **instal·lacions industrials** que necessiten un projecte segons el que estableix la ITC-BT-04, punt 3, amb una potència instal·lada superior a 100 kW.
- Els **locals de concurrència pública**
- Els **locals amb risc d'incendi o d'explosió**, de classe 1, excepte els garatges de menys de vint-i-cinc places.
- Els **locals molls** amb potència instal·lada superior a 25 kW.
- Les **piscines** amb potència instal·lada superior a 10 kW.
- Els **quiròfans** i les sales d'intervenció quirúrgica.
- Les **instal·lacions d'enllumenat exterior** amb potència instal·lada superior a 5 kW.

2.2.8 Metodologia dels treballs sense tensió

Les operacions i maniobres per deixar sense tensió una instal·lació, abans d'iniciar el "treball sense tensió", i la reposició de la tensió, un cop finalitzat, les han de fer treballadors autoritzats que, en el cas d'instal·lacions d'alta tensió, han de ser treballadors qualificats.

De l'annex II de la *Guia tècnica sobre equips de protecció individual* de l'INHST us hem triat el procediment següent:

- **Supressió de la tensió.** Una vegada identificats la zona i els elements de la instal·lació on s'ha de fer el treball, i llevat que hi hagi raons essencials per fer-ho d'una altra manera, s'ha de seguir el procés que es descriu a continuació i que es desenvolupa de manera seqüencial en cinc etapes:
 1. Desconnectar.
 2. Prevenir qualsevol possible realimentació.
 3. Verificar l'absència de tensió.
 4. Posar a terra i en curtcircuit.
 5. Protegir enfront d'elements propers en tensió, si escau, i establir una senyalització de seguretat per delimitar la zona de treball.

Fins que no s'han completat les cinc etapes no es pot autoritzar l'inici del treball sense tensió i s'ha de considerar en tensió la part de la instal·lació afectada.

No obstant això, per establir la senyalització de seguretat indicada en la cinquena etapa es pot considerar que a la instal·lació no hi ha tensió si s'han completat les quatre etapes anteriors i no es poden envair zones de perill d'elements propers en tensió.

2.2.9 Senyalització de seguretat

La **senyalització de seguretat** permet, amb uns **símbols normalitzats**, mostrar missatges referents a la seguretat, per això és important conèixer-la bé.

Tot seguit trobareu els símbols reproduïts en les figures 26-30 tal com apareixen en la *Guia tècnica de senyalització de seguretat i salut en el treball* que comenta el Reial decret 485/1997, de 14 d'abril.

En la secció "Annexos" del web del mòdul 8 trobareu la *Guia tècnica de senyalització de seguretat i salut en el treball* de la Generalitat de Catalunya en format PDF.

FIGURA 2.4. Senyals d'advertència



FIGURA 2.5. Senyals de prohibició



FIGURA 2.6. Senyals d'obligació



FIGURA 2.7. Senyals d'equips de lluita contra incendis



FIGURA 2.8. Senyal de salvament

En l'Agència de Residus de Catalunya es pot consultar tota la normativa europea, estatal i catalana.

2.3 Protecció ambiental

La **gestió de residus**, que està regulada per la normativa legal autonòmica, estatal i europea, consisteix en la recollida, el transport, la valorització i l'eliminació dels **residus**, inclosa la vigilància d'aquestes operacions, i també el manteniment posterior al tancament dels abocadors, incloses les actuacions realitzades en qualitat de negociant o d'agent.

Un **residu** és qualsevol substància o objecte que el seu posseïdor rebutja, té la intenció de rebutjar, o té l'obligació de desprendre-se'n.

Compte!

No són residus:

- determinades aigües residuals (Directiva 91/271/CE).
- Subproductes animals no destinats al consum humà (RCE 1774/2002 i RCE 1069/2009) excepte els destinats a la incineració o als abocadors, o els utilitzats en una planta de biogàs o de compostatge.
- Els residus resultants de la prospecció, de l'extracció, del tractament o de l'emmagatzematge de recursos minerals, com també de l'explotació de pedreres (RD 975/2009).
- Els sediments (no perillosos) reubicats a l'interior de les aigües superficials a efectes de gestió de les aigües i de les vies navegables, de prevenció de les inundacions o de mitigació dels efectes de les inundacions o les sequeres o de recuperació de terres.

Els **residus** es poden **classificar** segons el **lloc on es generen** en las classes següents:

- **Residus domèstics.** Els residus generats a les llars com a conseqüència de les activitats domèstiques com ara residus de cuina, de poda, de paper i cartró, de plàstics, de vidre, etc. També s'inclouen en aquesta categoria els residus d'aparells elèctrics i electrònics, roba, piles, mobles i efectes que es generen dins de les llars, i els residus i runes procedents d'obres menors de construcció i reparació domiciliària.
- **Residus comercials.** Els residus generats per l'activitat pròpia del comerç, a l'engròs i al detall, dels serveis de restauració i bars, de les oficines i dels mercats municipals, com també en el sector de serveis. Tenen la categoria de residus comercials, a l'efecte de la gestió, els residus que es generen en la indústria de composició i naturalesa similar a la dels residus domèstics.
- **Residus industrials.** Els residus sòlids, líquids, i gasosos resultants dels processos de fabricació, de transformació, d'utilització, de consum o de neteja generats en les indústries.

Però els **residus** també es classifiquen segons la seva **perillositat** (Decret 1/2009):

- **Residus especials.** Els que, per normativa, són qualificats com a perillosos.

Residus perillosos

Es considera que un **residu és perillós** quan presenta una o diverses característiques perilloses.

Són residus perillosos els explosius, els oxidants, les substàncies fàcilment inflamables i les inflamables; els productes nocius, tòxics, corrosius, infecciosos, sensibilitzants.

També són residus perillosos les substàncies i productes cancerígens, els que són tòxics per a la reproducció, els mutàgens; residus que emeten gasos tòxics o molt tòxics quan entren en contacte amb l'aire, l'aigua o un àcid; i també els productes ecotòxics.

Finalment, són perillosos tots els residus susceptibles, després de ser eliminats, de donar lloc a una altra substància que tingui qualsevol de les característiques enumerades més amunt.

- **Residus no especials.** Residus qualificats com a no perillosos per la normativa.
- **Residus inerts.** Residus no especials que no experimenten transformacions físiques, químiques ni biològiques significatives. No són residus solubles ni combustibles, ni reaccionen físicament ni químicament de cap altra manera, ni són biodegradables, ni afecten negativament les altres matèries amb les quals entren en contacte de manera que contaminin el medi o perjudiquin la salut humana.

Abans d'avançar, val la pena repassar algunes **definicions d'interès**:

- **Prevenició.** Les mesures adoptades abans que una substància, material o producte s'hagi convertit en residu, per reduir:

- **La quantitat de residus**, fins i tot mitjançant la reutilització dels productes o l'allargament de la seva vida útil.
 - **Els impactes adversos** de la generació de residus en el medi ambient i sobre la salut humana.
 - **El contingut** de substàncies nocives en materials i productes.
- **Productor de residus.** Qualsevol persona física o jurídica l'activitat de la qual produeixi residus (productor inicial de residus) o qualsevol persona que efectuï operacions de tractament previ, de barreja o d'altre tipus que ocasionin un canvi de naturalesa o de composició d'aquests residus.
 - **Posseïdor de residus.** El productor de residus o la persona física o jurídica que estigui en possessió de residus.
 - **Negociant.** Tota persona física o jurídica que actuï per compte propi en la compra i venda posterior de residus, inclosos els negociants que no prenguin possessió física dels residus.
 - **Agent.** Tota persona física o jurídica que organitza la valorització o l'eliminació de residus per encàrrec de tercers, inclosos els agents que no prenguin possessió física dels residus.

2.3.1 Classificació dels residus generats per a la retirada selectiva

Els **tipus de residus** que ens ocupen aquí són els que afecten les instal·lacions elèctriques especials: els residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), els policlorobifenils (PCB) i policloroterfenils (PCT), les piles a més d'altres acumuladors, els fluorescents i les làmpades de descàrrega.

Cada **classe de residu** causa un tipus de **perjudici** al medi ambient i requereix un tractament diferent.

Residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE). En el programa comunitari de política i actuació en matèria de medi ambient i desenvolupament sostenible de l'any 1993, els **residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE)** ja s'esmentaven com uns dels fluxos de residus que s'havien de regular de manera prioritària per aplicar principis de prevenció, valorització i eliminació segura.

Una vegada aprovades les **directives europees 2002/95/CE i 2002/96/CE** sobre els RAEE i sobre la restricció d'utilitzar certes substàncies perilloses en la fabricació d'aparells elèctrics i electrònics, l'Estat espanyol, mitjançant el **Reial decret 208/2005, de 25 de febrer**, sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus, ha transposat totes dues directives al dret estatal.

Definicions d'interès extretes del Reial decret 208/2005

Aparells elèctrics i electrònics són aparells que per funcionar necessiten corrent elèctric o camps electromagnètics, destinats a ser utilitzats amb una tensió nominal no superior a

1.000 V en corrent altern i 1.500 V en corrent continu, i els aparells necessaris per generar, transmetre i mesurar aquests corrents i camps.

Residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) són els aparells elèctrics i electrònics, els materials, components, consumibles i subconjunts que els componen, procedents tant de llars particulars com d'usos professionals, a partir del moment en què passen a ser residus.

Productor d'aparells elèctrics i electrònics és qualsevol persona física o jurídica que, amb independència de la tècnica de venda, fabriqui i vengui aparells elèctrics i electrònics amb marques pròpies, posi en el mercat amb marques pròpies aparells fabricats per tercers i els que importi de països tercers o els que hi exporti.

El **distribuïdor** que comercialitza aparells en els quals figura la marca del seu productor, quan aquest no estigui donat d'alta en el Registre de l'Estat, es considera productor i és responsable de les obligacions que com a tal fixa la normativa.

El Reial decret 208/2005, en el seu àmbit d'aplicació, exclou de l'aplicació d'aquesta normativa els aparells elèctrics i electrònics següents:

- Els aparells que formin part d'un altre tipus d'aparell no inclòs en el seu àmbit d'aplicació.
- Els aparells per a fins específicament militars, necessaris per a la seguretat nacional.
- Els llums d'ús a les llars particulars.
- Les bombetes de fil incandescent.
- D'entre els aparells mèdics, els productes que hagin estat implantats i infectats amb sang o altres contaminants biològics.
- Les eines industrials fixes de gran envergadura, instal·lades per professionals.

El Comitè d'Adaptació Tècnica

Per als productes que no es poden classificar clarament en una de les deu categories que preveu la normativa, hi ha el Comitè d'Adaptació Tècnica (TAC) per a les directives WEEE i ROHS, format pels estats membres de la Unió Europea i en el qual participa el ministeri espanyol de Medi Ambient. En aquest comitè es discuteix en quins casos certs productes poden quedar fora del seu àmbit d'aplicació.

On s'han de portar els RAEE? Si es tracta de residus d'aparells elèctrics i electrònics procedents de llars particulars, els heu de lliurar:

- als sistemes de recollida implantats pels fabricants;
- a la distribució, en el moment de la compra, si decidiu substituir l'aparell per un de nou que sigui equivalent;
- als sistemes de recollida municipal que preveuen els diferents ens locals (deixalleries, recollida de voluminosos, sistemes de porta a porta, etc.).

En cas que el RAEE tingui la consideració de no procedent de llars particulars, s'han de preveure dos supòsits:

- Si el producte s'ha adquirit després del 13 d'agost de 2005, s'ha d'utilitzar el sistema de recollida selectiva que el fabricant hagi implantat, el qual s'ha de fer càrrec dels costos de gestió.
- Si el producte és anterior al 13 d'agost de 2005, en cas que se substitueixi per un de nou, el fabricant subministrador s'ha de fer càrrec de les despeses de gestió de l'aparell retirat. Si no és substituït, l'usuari s'ha de fer càrrec dels costos de gestió i pot lliurar l'equip al sistema implantat pel fabricant o bé assumir-ne directament la gestió.

ACRR

L'Associació de Ciutats i Regions per al Reciclatge (ACRR) consisteix en una xarxa internacional de membres que comparteixen el mateix objectiu de promoure l'intercanvi d'informació i d'experiències sobre la gestió municipal dels residus i en particular sobre la prevenció en la font, el reciclatge i la valorització.

La taula 2.6 mostra els materials dels residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) que comporten riscos mediambientals i per a la salut humana.

TAULA 2.6. RAEE que poden comportar riscos mediambientals

	Danys potencials per a la salut humana	Danys potencials per al medi ambient	Components que en poden contenir en un PC de 30 kg
Materials ignífugs bromats	Cancerígens i neurotòxics; poden interferir en la funció reproductora	Abocats de manera incontrolada poden ser solubles i en certa mesura volàtils, bioacumulatius i persistents. Amb la incineració es generen dioxines i furans	22,99% plàstic que pot contenir: polibromats additius estabilitzadors
Cadmi	Possibles efectes irreversibles als ronyons; provoca càncer o indueix a la desmineralització dels ossos	Bioacumulatiu, persistent i tòxic per al medi ambient	0,0094% piles emissor de fòsfor carcassa circuit imprès de la placa mare i tub catòdic
Crom (VI)	Provoca reaccions al·lèrgiques, en contacte amb la pell, és càustic i genotòxic	Les cèl·lules l'absorbeixen molt fàcilment i té efectes tòxics	0,0063% decoració, enduridor, carcassa (acer)
Plom	Possibles danys en el sistema nerviós, endocrí i cardiovascular, també als ronyons	Acumulació a l'ecosistema; efectes tòxics a la flora, la fauna i els microorganismes	6,30% juntes de metall escut antiradiació tub catòdic circuit imprès de la placa mare
Níquel	Pot afectar els sistemes endocrí i immunològic, la pell i els ulls		0,85% estructura magnetisme carcassa (acer) tub catòdic circuit imprès de la placa mare
Mercuri	Possibles danys cerebrals i impactes acumulatius	Dissolt a l'aigua s'acumula als organismes vius	0,0022% piles interruptors carcassa circuit imprès de la placa mare

Font: ACRR

Els policlorobifenils (PCB) i policloroterfenils (PCT) són compostos orgànics policlorats que es feien servir com a refrigerant en equips elèctrics. La seva utilització es va prohibir l'any 1985.

La regulació dels PCB i PCT

L'eliminació dels aparells que contenen aquests compostos està regulada per la Directiva 96/59/CE del Consell, transposada mitjançant el Reial decret 1378/1999, modificat pel Reial decret 228/2006. Aquesta normativa estableix diverses obligacions com, per exemple:

- Declarar la possessió i la descontaminació/eliminació d'aparells amb PCB, adjuntant la documentació justificativa de les dades declarades.
- Informar de la seva previsió de destrucció o descontaminació.
- Etiquetar convenientment els aparells i els locals on es troben situats.
- Descontaminar o eliminar en les dates indicades, i en general abans de l'1 de gener de 2011, els equips i el seu contingut que tinguin les característiques que han estat determinades per la normativa.

Cal tenir en compte que un equip fabricat sense PCB ni PCT no està necessàriament exempt de ser declarat, ja que els aparells que han estat objecte d'operacions de manteniment poden estar contaminats. Per aquest motiu, cal inventariar els aparells que han estat manipulats fins que es pot comprovar que aquesta contaminació no s'ha produït.

Genèricament, es consideren aparells que contenen PCB els que contenen o han contingut PCB com, per exemple: els transformadors elèctrics, les resistències, els inductors, els condensadors elèctrics, els engegadors, els equips amb fluids termoconductors i els equips subterranis de mines amb fluids hidràulics, i els recipients que continguin quantitats residuals, sempre que no hagin estat descontaminats per sota de 50 ppm en pes.

Es considera que **un aparell conté PCB** si per raons de fabricació, utilització o manteniment es pot preveure aquesta circumstància, llevat que del seu historial es dedueixi el contrari o s'acrediti que la seva concentració és inferior a 50 ppm en pes de PCB.

Piles i altres acumuladors. Els usuaris o posseïdors de residus de piles i acumuladors els han de lliurar als punts de recollida selectiva o dipositar-los als contenidors que els fabricants posen a la seva disposició en diferents punts de fàcil accés (centres comercials, botigues, mercats, deixalleries, etc.). El lliurament de les piles usades ha de ser lliure de cost per als posseïdors.

De piles, se'n comercialitza una gamma molt àmplia. En general es poden classificar en **primàries** i **secundàries**. Les primàries, que són les piles pròpiament dites, s'esgoten quan part de l'energia química que contenen ha passat a energia elèctrica i baixa el voltatge. La càrrega de les piles primàries no es pot recuperar. Les secundàries són els acumuladors o bateries, i en aquestes la transformació de l'energia química és reversible i, per tant, es poden recarregar.

Segons, però, quina en sigui la composició, les piles es poden classificar en els grups següents:

- **Piles salines.** Són les piles cilíndriques tradicionals. El zenc (Zn) i el biòxid de manganès que contenen les piles salines reaccionen per produir energia química que es transforma en energia elèctrica. Aquestes piles, que

es continuen utilitzant en llanternes i aparells domèstics, tenen una vida relativament curta.

- **Piles alcalines.** Tot i utilitzar la mateixa reacció química que les anteriors, poden emmagatzemar més quantitat d'energia química i normalment la seva vida útil és més llarga. Per tant, estan substituint les piles salines en moltes aplicacions.
- **Piles botó.** Són piles petites i en forma de botó. S'utilitzen en rellotges, calculadores, aparells per a sords, etc. Les piles botó de mercuri i les de liti són les més comunes.
- **Acumuladors o bateries.** Se'n fabriquen de diverses formes, mides i composició. Les primeres que es van comercialitzar i que encara s'utilitzen en aparells que requereixen una gran potència, com les màquines-eines, són les de níquel-cadmi. Per a moltes aplicacions de menys potència, com telèfons mòbils i càmeres fotogràfiques, se les està substituint per altres tipus de bateries, com les de liti (Li). Aquestes no contenen cadmi, element que és cancerigen, i es poden fer més petites mantenint la mateixa potència.

La taula 2.7 indica els codis europeus que permeten classificar els residus de piles o acumuladors.

TAULA 2.7. Codis de classificació dels residus de piles o acumuladors

Codificació i classificació dels residus de piles i acumuladors	
Codi	Descripció
160601*	Acumuladors i bateries de plom.
160602*	Acumuladors i bateries de níquel (Ni) - cadmi (Cd).
160603*	Piles que contenen mercuri.
160604	Piles alcalines (excepte 160603).
160605	Altres piles i acumuladors.
200133*	Bateries i acumuladors especificats en els codis anteriors i bateries i acumuladors sense classificar que contenen aquestes bateries.
200134	Bateries i acumuladors diferents dels especificats en el codi 200133.

Font: Catàleg europeu de residus; l'asterisc (*) assenyala els residus que reben la classificació d'especials.

Gestió de piles

Les adreces Internet dels SIG autoritzats a Catalunya per a la gestió de piles són:

- Ecopilas:
www.ecopilas.es
- European Recycling Platform
www.erp-recycling.es

Per què s'han de tractar les piles?

Les piles i acumuladors contenen diversos metalls pesants en concentracions diferents. Algunes piles i acumuladors són residus perillosos i, quan es barregen amb altres que no ho són, confereixen a la barreja de piles caràcter especial.

Els tractaments específics de les piles i acumuladors permeten, d'una banda, recuperar part dels metalls que contenen i reintroduir-los en el cicle productiu, i, d'altra banda, faciliten la gestió de les instal·lacions de disposició del rebuig (abocadors i incineradors) a les quals arribarien si no se separessin prèviament.

Per atendre les obligacions que estableix el Reial decret, els productors es poden agrupar en els anomenats **sistemes integrats de gestió (SIG)**, els quals han de ser autoritzats per les comunitats autònomes. Els SIG autoritzats a Catalunya per a la gestió de piles són els següents:

- Fundación Ecopilas
- European Recycling Platform

Els fabricants i la gestió de les piles i acumuladors

A fi d'establir els mecanismes i les condicions perquè els fabricants –mitjançant els sistemes integrats de gestió (SIG)– es facin càrrec de la gestió dels residus de piles i acumuladors d'origen domèstic, el 26 de juliol de 2010 es va signar un conveni marc entre l'Agència de Residus de Catalunya i els sistemes integrats de gestió (SIG) de residus de piles i acumuladors, la Fundación Ecopilas i la European Recycling Platform España (ERP).

Fluorescents i làmpades de descàrrega. En les làmpades de descàrrega la llum s'aconsegueix per l'excitació d'un gas sotmès a descàrregues elèctriques. El seu ús permet que l'eficiència energètica sigui més alta que la de les làmpades incandescentes convencionals, però tenen l'inconvenient que, durant la fabricació, s'utilitzen metalls pesants, els quals, un cop utilitzats els llums, esdevenen també **residus perillosos**.

Els fluorescents, les làmpades de descàrrega més conegudes, contenen petites quantitats de mercuri, i s'utilitzen fonamentalment en el comerç, en oficines i en la indústria. Però també es fan servir sovint a la llar, per exemple, en lavabos i cuines.

De fluorescents n'hi ha de moltes formes. Els més comuns són els fluorescents rectes, però també n'hi ha de circulars, en forma de U, etc. Les làmpades de baix consum no són altra cosa que tubs fluorescents més primers i compactes.

Les làmpades de descàrrega de vapor de mercuri i vapor de sodi a alta pressió s'utilitzen per a l'enllumenat públic i en naus industrials.

Pel que fa a la **codificació i classificació dels residus**, un cop consumides, les **làmpades de descàrrega** són residus codificats en el *Catàleg europeu de residus* amb el **codi 200121** com a **residus perillosos**.

Per què s'han de tractar les làmpades de descàrrega?

Les **làmpades de descàrrega** contenen **mercuri** en quantitats variables segons el tipus, marca i any de fabricació.

Per tant, un cop s'han utilitzat i consumit, les làmpades s'han de recollir separatament i tractar de manera específica a fi d'evitar la dispersió del mercuri en el medi ambient i aprofitar d'aquesta manera els materials que les formen.

Els SIG autoritzats a Catalunya per a la gestió de les làmpades fluorescents i altres làmpades de descàrrega són els següents:

- Associació AMBILAMP
- Fundació ECOLUM
- Fundació ECOTIC

Les bombetes incandescentes no són làmpades de descàrrega i no contenen mercuri.

Gestió de làmpades

Les adreces d'Internet dels SIG autoritzats a Catalunya per a la gestió de làmpades de descàrrega són:

- Associació AMBILAMP:
www.ambilamp.es
- Fundació ECOLUM
www.ecolum.es
- Fundació ECOTIC
www.ecotic.es

2.3.2 Normativa de protecció ambiental

La taula 2.8 recull una compilació de la normativa més rellevant en l'àmbit de la protecció ambiental, la qual es desenvolupa a tres àmbits: català, estatal i europeu.

TAULA 2.8. Recull de la normativa rellevant de protecció ambiental

Normativa rellevant de protecció ambiental		
Àmbit	Norma o llei	Observacions
Catalunya	Llei 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats.	Deroga: Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental; Llei 1/1999, de 30 de març, de modificació de la disposició addicional quarta de la Llei 3/1998 d'IIAA. Correcció d'errades DOGC 5771, de 9 de desembre de 2010.
	Decret Legislatiu 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la llei reguladora dels residus.	Deroga: Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus; Llei 11/2000, de 13 de novembre, reguladora de la incineració de residus; Llei 15/2003, de 13 de juny, de modificació de la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus, i Llei 9/2008, de 10 de juliol, de modificació de la Llei 6/1993, del 15 de juliol, reguladora dels residus.
Espanya	Llei 40/2010, de 29 de desembre, d'emmagatzematge geològic de diòxid de carboni.	
	Llei 6/2010, de 24 de març, de modificació del text refós de la llei d'avaluació d'impacte ambiental de projectes, aprovat pel Reial decret legislatiu 1/2008 (d'11 de gener).	Modifica el Reial decret legislatiu 1/2008
	Llei 25/2009, de 22 de desembre, de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la Llei sobre el lliure accés a les activitats de serveis i el seu exercici.	Modifica Llei 10/1998, de 21 d'abril, de residus.
Europa	Directiva 2008/103/CE del Parlament Europeu i del Consell d'Europa, de 19 de novembre de 2008.	Modifica la Directiva 2006/66/CE, relativa a les piles i acumuladors i els residus de piles i acumuladors.
	Directiva 2008/35/CE del Parlament europeu i del Consell d'Europa, d'11 de març de 2008.	Modifica la Directiva 2002/95/CE sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics, respecte a les competències d'execució atribuïdes a la Comissió.
	Directiva 2008/34/CE del Parlament Europeu i del Consell d'Europa, d'11 de març de 2008.	Modifica la Directiva 2002/96/CE sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), respecte a les competències d'execució atribuïdes a la Comissió.

TAULA 2.8 (continuació)**Normativa rellevant de protecció ambiental**

Directiva 2008/12/CE del Parlament Europeu i del Consell d'Europa, d'11 de març de 2008.	Modifica la Directiva 2006/66/CE relativa a les piles i acumuladors i als residus de piles i acumuladors, respecte a les competències d'execució atribuïdes a la Comissió.
Directiva 2006/66/CE del Parlament Europeu i del Consell d'Europa, de 6 de setembre de 2006, relativa a les piles i acumuladors i els residus de piles i acumuladors.	Deroga la Directiva 91/157/CEE. Modificada per la Directiva 2008/103/CE.
Directiva 2003/108/CE del Parlament Europeu i del Consell d'Europa, de 8 de desembre de 2003.	Modifica la Directiva 2002/96/CE relativa als residus d'aparells elèctrics i electrònics.
Directiva 96/59/CE del Consell d'Europa, de 16 de setembre de 1996, relativa a l'eliminació dels bifenils policlorats i els terfenils policlorats (PCB-PCT).	
Directiva 1999/31/CE del Consell d'Europa, de 26 d'abril de 1999, relativa a l'abocament dels residus.	
Directiva 91/689/CEE del Consell d'Europa, de 12 de desembre de 1991, relativa als residus perillosos.	
