

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES QUE REGEIX L'EXPEDIENT DE CONTRACTACIÓ DEL CONTRACTE MIXT DE SUBMINISTRAMENT AMB INSTAL·LACIÓ D'UN EQUIP PER A LA GENERACIÓ D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PER A L'AUTOCONSUM A L'EDIFICI TEATRE I EL SERVEI DEL MANTENIMENT D'AQUEST EQUIP I DE L'EQUIP DE GENERACIÓ D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA UBICAT A L'EDIFICI DEL PATI DE LES DONES DEL CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA (CCCB).

1. Objecte.

El CCCB té intenció de contractar tant l'execució del "Projecte executiu d'instal·lació fotovoltaica per autoconsum al Teatre del Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB)", amb un pressupost de 58.595,40€ IVA exclòs i que conté, entre altres documents, l'Estudi de seguretat i salut, elaborat per l'enginyer industrial, col·legiat núm. 10239, Sr. D. ■■■■■ com també el manteniment integral de la instal·lació en una mateixa licitació, atesa la íntima vinculació entre una i altra prestació, i això de conformitat amb el que estableixen els arts. 18 i 34.3 de la Llei 9/2017, de 8 de novembre, de Contractes del Sector Públic.

El Plec de prescripcions tècniques corresponent a les obres el conforma el Projecte abans referit mentre que el Plec de prescripcions tècniques corresponent al servei de manteniment, és el que es conté en aquest document. Així, l'objecte del present Plec de prescripcions tècniques és regular la contractació del servei de manteniment integral (normatiu, conductiu, preventiu i correctiu) de la instal·lació solar fotovoltaica i que està referit al "Projecte executiu d'instal·lació fotovoltaica per autoconsum al Teatre del Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB)" i també de la instal·lació solar existent a l'edifici del Pati de les Dones. Les característiques tècniques, dimensionals, etc, d'aquesta instal·lació consten a l'Annex 1 d'aquest plec de prescripcions tècniques.

En la prestació del servei de manteniment integral s'ha de garantir el nivell de prestacions, la continuïtat de funcionament i la seva durabilitat, mitjançant la realització de les operacions que siguin necessàries, i sempre d'acord amb les especificacions d'aplicació i la normativa vigent. Les tasques de manteniment s'orienten a optimitzar el funcionament de les instal·lacions, reduir el número d'avaries, la seva freqüència i la seva importància.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

També és objecte del present Plec de prescripcions tècniques l'establiment de les prestacions de suport d'organització necessàries per a realitzar la gestió i administració del servei de manteniment, enregistrament de les notificacions d'avaries de la instal·lació, reparació i valoració de les mateixes, així com el seguiment de les verificacions i atencions periòdiques que s'hagin realitzat.

L'empresa contractista assumirà el manteniment de les dues instal·lacions fotovoltaïques a partir de l'1 de gener de 2026. El manteniment de totes dues instal·lacions finalitzarà a 31 de desembre de 2029.

2. Prestacions i obligacions de l'empresa contractista:

2.1 Normativa aplicable

Les instal·lacions solars fotovoltaïques són instal·lacions generadores d'electricitat en baixa tensió. Pel que fa als requisits de manteniment i normes de prevenció de riscos en el treball, les normes aplicables a aquestes instal·lacions no presenten diferències significatives respecte a les aplicables a la resta d'instal·lacions elèctriques.

Són d'aplicació els reglaments i normes tècniques vigents en l'àmbit autonòmic i estatal, referents a les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa elèctrica i a les instal·lacions elèctriques. En particular, el RD 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic per a baixa tensió i les seves Instruccions Tècniques Complementàries; última modificació 18 de març de 2023, ref. BOE-A-202-18099 (última edició actualitzada amb data 26 de març de 2025).

Si durant la vigència del contracte es modifiqués la normativa vigent o aparegués nova normativa, l'empresa contractista tindrà l'obligació d'implementar i/o adaptar els procediments de manteniment i conservació, així com els equips i instal·lacions als nous requeriments legals.

Igualment, es respectaran els protocols i recomanacions del fabricant dels diferents components de la instal·lació fotovoltaïca que hi consten als corresponents manuals de manteniment.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

2.2. Definicions

- S'entén per manteniment normatiu aquelles actuacions encaminades a complir la normativa vigent, segons els reglaments estatals i autonòmics d'obligat compliment.

S'haurà d'assegurar que tots els elements a mantenir compleixen la normativa vigent. En cas de detectar incompliments normatius, s'hauran de notificar al Responsable de Manteniment del CCCB i procedir a realitzar les correccions que siguin necessàries, o bé facilitar i/o acompanyar a les empreses autoritzades per a tal fi.

- S'entén per manteniment conductiu aquelles accions rutinàries que tenen per objecte la supervisió del funcionament normal de les instal·lacions. Al llarg de les jornades de treball s'anotaran aquelles observacions que indiquin un possible mal funcionament a curt o mig termini per a la seva inclusió en les actuacions de manteniment preventiu o correctiu, d'acord amb la importància i prioritats establertes.

Es consideren tasques del manteniment conductiu les verificacions periòdiques d'alarmes o anomalies, així com la gestió tècnica del funcionament de la instal·lació.

- S'entén per manteniment preventiu aquelles tasques de manteniment que es realitzen de manera periòdica i amb la freqüència que requereixi cada equip i que seran com a mínim, i sense caràcter limitatiu, les descrites en el present plec i tenint en compte "l'estat de la tècnica".
- S'entén per manteniment correctiu aquelles tasques que s'efectuïn quan es produeixi alguna avaria o incidència que requereixi l'actuació de l'empresa contractista i que inclou els treballs no programats que siguin de reparació o substitució d'elements deteriorats pel pas del temps o per la seva utilització normal.

Es corregiran totes les avaries i/o errades de funcionament que es presentin en qualsevol dels equips que conformen la instal·lació. L'empresa contractista haurà d'analitzar i solucionar les anomalies de funcionament i les averies produïdes a la instal·lació objecte d'aquest contracte, de manera diligent d'acord a les necessitats d'ús, utilitzant els mitjans personals i materials que siguin adequats en cada cas. Aquesta actuació es realitzarà el més aviat

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

possible i com a màxim en un termini de 48 hores a partir de la recepció del avís de l'avaria o incidència amb caràcter urgent.

Si com a resultat d'un manteniment correctiu es deriven costos no previstos (plaques fotovoltaiques que s'hagin de substituir o altres elements no previstos en el manteniment preventiu que també s'hagin de substituir, mà d'obra i eventuais desplaçaments addicionals, etc), l'empresa contractista enviarà el corresponent pressupost al CCCB per tal que sigui aprovat.

2.3. Obligacions de l'empresa contractista

L'empresa contractista haurà de prestar els següents serveis de manteniment normatiu, conductiu, preventiu i correctiu, d'acord amb la periodicitat mínima establerta en aquests plecs:

2.3.1. Treballs bàsics en panells fotovoltaiques:

- Neteja dels panells: aquesta operació cal efectuar-la especialment després d'un període llarg sense pluges o bé després d'una pluja de fang. Únicament caldrà netejar les cares exposades al sol amb un drap sec. En general, per a la neteja de les plaques no s'han d'utilitzar productes abrasius o fregalls metàl·lics que puguin ratllar o deteriorar el vidre de la placa.
- En el cas de nevades s'ha de treure la neu tan aviat com es pugui perquè no impedeixi la captació solar i s'hi glaci.
- Revisió visual dels elements de subjecció dels panells (estructures i ancoratges): durant el primer any cal re-collir els cargols que subjecten les plaques i l'estructura de suport, i posteriorment només cal fer un repàs de la fermesa i estat dels ancoratges.

2.3.2. Treballs bàsics de verificació dels equips de control i inversors:

- Es tracta d'una tasca de supervisió general del funcionament de la instal·lació. Com a paràmetres significatius a verificar caldrà examinar periòdicament en el comptador d'energia -o altres aparells de monitoratge- l'energia (kWh) de consum en stand-by i l'energia produïda per la instal·lació fotovoltàica en un període concret. Aquestes dades han de coincidir amb els valors preestablerts

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

per a la instal·lació; en cas contrari pot ser un símptoma d'un possible mal funcionament.

2.3.3. Operacions de manteniment preventiu qualificat:

2.3.3.1. Panells fotovoltaics:

Les tasques més significatives que és necessari fer en les operacions de manteniment preventiu dels panells fotovoltaics i els elements annexos són les següents:

- Revisió del deteriorament de l'estructura de suport. Per tal de garantir la seguretat de la instal·lació és necessari verificar un per un tots els elements de subjecció de les plaques, i també tots els cargols.
- Comprovació de l'estat dels panells, ja que estan exposats a la intempèrie i subjectes a multitud d'incidències (impactes de materials portats pel vent, efectes atmosfèrics...); caldrà verificar possibles danys que afectin el funcionament o la seguretat de la instal·lació.
- Comprovació de l'estat de les connexions i del cablatge de cada caixa del camp fotovoltaic. Per assegurar el funcionament correcte de les sèries de plaques, caldrà revisar una a una cada sèrie amb la mesura dels paràmetres de tensió i intensitat en buit i en càrrega.

2.3.3.2 Equips de control i inversors:

La verificació dels equips de control i inversor és essencial per garantir un rendiment adequat de la instal·lació, així com per preveure avaries greus en la instal·lació.

- Comprovar l'estat dels contactes i cablatge de cada caixa de connexions. Per assegurar-ne el funcionament correcte es verificarà de manera individualitzada les connexions elèctriques de cada equip.
- Verificar el funcionament correcte dels indicadors i alarmes, per tal de garantir la fiabilitat de la instal·lació en operació.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

- Verificar el rendiment mesurant els valors de tensió i intensitat d'entrada en corrent continu, i alhora els de sortida en corrent altern. Aquesta mesura caldrà realitzar-la amb diferents rangs de potència.
- Comprovar tots els elements de seguretat i proteccions elèctriques: preses de terra, actuació d'interruptors de seguretat, fusibles, etc.
- Verificació del comptador elèctric.

2.3.3.3 Monitoratge de la instal·lació:

Comprovació del correcte funcionament del monitoratge de la instal·lació solar fotovoltaica:

- Components del sistema de monitoratge: cablejat Ethernet (o wifi), plataformes on line (inversor, DEXMA, etc), sondes (temperatura, radiació, etc) i sistema de adquisició i transmissió de dades.

2.3.4 Freqüències i tasques mínimes per al manteniment preventiu

A continuació es presenta un llistat -a títol enunciatiu i sense caràcter limitatiu- de les tasques i freqüències mínimes amb les que s'han de desenvolupar en el manteniment preventiu.

2.3.4.1. Tasques de manteniment anual:

Panells Solars.

- Verificació de la solidesa estructural del mateix
- Comprovació de la solidesa del marc i dels punts de subjecció del marc a l'estructura, realitzant reajustaments dels mateixos de forma periòdica.
- Comprovació de la potencia instal·lada i de les característiques elèctriques del generador

Estructura

- Comprovació, si escau de la impermeabilitat de la coberta o de la superfície on se sustenta l'estructura de la fotovoltaica.

Inversor

- Proves d'arrencada i aturada en diferents instants de funcionament.

Comptadors

- Comprovació de l'esquitat

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

- Presa de temperatura

Cablejat

- Comprovació de la connexió a terra i mesura d'aquesta
- Comprovació dels elements de protecció: estat de connexions i proves de funcionament.
- Comprovació de les mesures dels paràmetres elèctrics, tensions i intensitat, descobrint possibles fallades o desviacions que facin possible la detecció de futurs problemes i així procedir a la correcció de les causes dels mateixos abans que aquests es mostrin

Quadres i proteccions

- Reajustament de connexions en cas necessari
- Tret diferencial
- Neteja de quadres
- Comprovació continuïtat de fusibles
- Comprovació de l'estanquitat
- Presa de temperatura

2.3.4.2. Tasques de manteniment semestral:

Camp fotovoltaic.

- Comprovació del estat dels mòduls: detecció de mòduls danyats i situació respecte del projecte original
- Verificació de l'estat de connexions
- Control de temperatura mitjançant termografia infraroja
- Neteja dels mòduls amb aigua, productes no abrasius i els mitjans mecànics necessaris per eliminar aquells residus que poguessin afectar-ne l'òptim funcionament, especialment el que puguin donar lloc a punts calents.
- Comprovació de l'estanquitat, tant del vidre com de les caixes de connexió
- Comprovació de la possible interferència d'ombres a la planta fotovoltaica.

Estructura

- Revisió general de l'estructura, cargols, existència d'oxidació o corrosions i verificació de l'ancoratge.
- Realització reajustos de l'estructura
- Cerca i sanejament de punts d'entrada d'oxidació possibles. Neteja de l'estructura, punts d'acumulació de papers, fulles, plàstics...
- Comprovació de les connexions a terra de l'estructura

Inversor

- Comprovació de l'estat de l'inversor: funcionament, llums de senyalització, alarmes, etc i les característiques elèctriques.
- Comprovació de les proteccions elèctriques això com dels períodes d'actuació

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

- Comprovació presencia de rosegadors.

Comptadors

- Inspecció visual dels comptadors
- Comprovació d'alarmes del comptador
- Lectura de comptadors.

Cablejat

- Comprovació de l'estat mecànic de cables i terminals (incloent-hi cables de presa de terra i reajustaments de bornes), platines, transformadors, ventiladors/extractors, unions, neteja..
- Reajustaments de connexions en cas necessari
- Reajustaments de cargols i subjeccions en cas necessari

Quadres i Proteccions

- Inspecció visual de la instal·lació

2.3.4.3. Tasques de manteniment bimensuals:

Monitorització remota

- Comprovació del sistema de monitoratge i adquisició de dades
- Comprovació de les sondes de temperatura, radiació...
- Comprovació del funcionament del sistema de transmissió de les dades.

2.3.4.4. Tasques de manteniment mensuals:

Producció generada per la instal·lació

2.3.5 Documentació i informes

L'empresa contractista entregarà al CCCB els següents informes:

- Informe Producció mensual de la instal·lació solar fotovoltaica (kWh/mes)
- Informe manteniment semestral
- Informe anual, resum de tots els anteriors

Així mateix, quan es realitzi un manteniment correctiu (avaries i reparacions), l'empresa contractista presentarà el corresponent informe.

2.3.6 Les inspeccions de manteniment preventiu es realitzaran conforme a un pla anual que l'empresa contractista comunicarà al CCCB i en el qual s'establirà el dia de la setmana concreta per realitzar cada inspecció.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

L'empresa contractista presentarà, a l'inici de la prestació del servei i durant els primers 15 dies de vigència del contracte, el pla anual de manteniment i un manual que reculli totes les operacions de manteniment preventiu a realitzar, la seva periodicitat i l'abast de les mateixes.

L'horari d'intervencions de l'empresa contractista tindrà en compte la mínima afectació a l'activitat del CCCB, requerint l'acceptació prèvia del CCCB per qualsevol intervenció de l'empresa fora de l'horari acordat. En qualsevol cas, les tasques de manteniment i conservació es realitzaran tractant d'ajustar-se, en la mesura del possible, a l'horari laboral de l'empresa contractista.

Les operacions de manteniment, tant les de manteniment preventiu com les de manteniment correctiu, han de realitzar-se sense interrupcions -llevat que entre dues jornades laborals consecutives, hi hagi dissabtes, diumenges i festius entremitjos-, fins a la seva finalització.

2.3.7 Si s'escau, l'empresa contractista assistirà amb personal qualificat a l'Entitat d'Inspecció i Control (EIC) per realitzar les inspeccions periòdiques oficials de baixa tensió. Aquest personal anirà equipat amb totes les eines auxiliars necessàries i les peces que es requereixin per portar a terme les proves reglamentàries.

Així mateix, el personal de l'empresa contractista acompanyarà als responsables designats pel CCCB en aquelles inspeccions que aquest decideixi realitzar per a comprovar l'estat de les instal·lacions.

2.3.8 L'empresa contractista informará al CCCB de qualsevol defecte que presentin les instal·lacions, que afectin a la seguretat i/o al normal funcionament d'aquestes, immediatament després que s'hagi estat observat, confirmant la informació per escrit l'abans possible, sense perjudici de la seva correcció posterior. L'empresa contractista comunicarà al CCCB els elements que s'hagin de substituir.

2.3.9 L'empresa contractista designarà, com a responsable del manteniment davant el CCCB a un tècnic titulat de la seva plantilla amb un mínim de 3 anys d'experiència en manteniment d'instal·lacions fotovoltaïques, a qui el CCCB podrà recórrer per qualsevol reclamació o consulta. La designació d'aquest responsable, i qualsevol canvi al respecte, serà prèviament comunicada al CCCB.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

3. Materials i subministraments.

El CCCB facilitarà a l'empresa contractista els subministraments d'aigua i electricitat que es necessitin per a dur a terme el servei de manteniment objecte del present Plec.

Seran per compte i càrrec exclusiu de l'empresa contractista la maquinària, les eines i els materials necessaris per a la prestació del servei de manteniment.

Quan es renovi o substitueixi qualsevol component, s'han d'utilitzar els components originals subministrats pel fabricant de cada equip concret. L'empresa contractista serà l'encarregada d'eliminar els elements antics substituïts i de la gestió de residus corresponent d'acord amb la normativa vigent.

En cap cas es podran modificar les característiques de disseny de la instal·lació, tret que sigui necessari per una actualització tecnològica o normativa, i que sempre s'haurà de consensuar prèviament amb el CCCB.

La substitució de qualsevol component essencial de la instal·lació, requerirà autorització prèvia per part del CCCB i la presentació de l'Expedient Tècnic Oficial corresponent.

Degut al desgast o trencament, el manteniment correctiu de l'equip inclou la reparació i/o substitució de components i peces de recanvi de les instal·lacions, així com el cost de treball d'instal·lació dels nous components o peces o, en el seu cas, de la reparació. En aquests treballs de reparació i/o substitució inclosos en el manteniment correctiu s'inclouran els materials necessaris, la mà d'obra, els desplaçaments i la retirada de peces o equips al punt de servei o, si és precís, a l'abocador. En els termes especificats a la clàusula 2.2, si com a resultat d'un manteniment correctiu es deriven costos no previstos (plaques fotovoltaïques que s'hagin de substituir o altres elements no previstos en el manteniment preventiu que també s'hagin de substituir, mà d'obra i eventuais desplaçaments addicionals, etc), l'empresa contractista enviarà el corresponent pressupost al CCCB per tal que sigui aprovat, prèviament a la realització de l'actuació i a la ulterior facturació.

3.1 Disponibilitat de peces de recanvi

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

L'empresa contractista haurà de disposar, quan es tracti d'equips de fabricació pròpia, de peces de recanvi originals durant un període mínim de deu (10) anys, a partir de la data de l'acta de recepció de la instal·lació. Haurà de poder disposar efectivament de la peça de recanvi en un període màxim de 24 hores des del moment de diagnosi de l'avaría, tant en dies laborables com en festius.

En el cas excepcional que les peces de recanvi no estiguin disponibles de manera immediata, l'empresa contractista haurà de garantir la seva disponibilitat en un període inferior a les 48 hores en dies feiners, i 72 hores, en dies festius, a comptar a partir del moment de diagnosi de l'avaría.

4. Prestacions excloses del servei

Queden excloses del servei de manteniment objecte d'aquest Plec les següents prestacions:

- Reparacions de Danys per Causes Externes:

Danys causats per desastres naturals (tempestes, terratrèmols, inundacions, etc.). Danys per vandalisme o actes de tercers.

- Components No Coberts:

Substitució de components no relacionats directament amb el sistema fotovoltaic (per exemple, cablejat extern, infraestructura de l'edifici). Equips auxiliars com a generadors de suport no inclosos en el sistema fotovoltaic principal.

- Actualitzacions i Millores:

Actualització de components del sistema a versions més noves.

Millores en l'eficiència del sistema que no siguin necessàries per al seu funcionament bàsic.

- Manteniment d'Infraestructura Externa:

Manteniment d'estructures de suport que no formin part del sistema fotovoltaic. Reparació de sostres o superfícies sobre les quals estan instal·lats els panells solars.

- Reparacions per Instal·lacions de Tercers:

Danys causats per instal·lacions elèctriques o altres intervencions de tercers no autoritzats.

- Elevadors i Equips d'Accés:

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

El manteniment regular està planejat per a realitzar-se mitjançant accés des de l'interior de l'edifici sempre que sigui possible. No obstant això, si les circumstàncies impedeixen aquest accés i es requereix l'ús d'elevadors, grues, o plataformes elevadores per a accedir als panells solars o qualsevol component del sistema fotovoltaic, aquests equips no estaran coberts sota aquest contracte. Els costos associats a l'ús d'aquests equips seran responsabilitat exclusiva del CCCB.

5. Sistema de qualitat

L'empresa contractista haurà d'implantar un sistema de qualitat específic pel servei de manteniment objecte del contracte que haurà d'integrar-se al seu sistema de gestió i supervisió.

El sistema de qualitat a implantar haurà de vetllar i garantir:

- el correcte desenvolupament i prestació del servei;
- el compliment de la reglamentació vigent;
- la seguretat en l'ús; i
- la disponibilitat total dels equips, instal·lacions i infraestructures relacionades.

És imprescindible disposar de la certificació en sistemes de qualitat UNE-EN ISO 9001.

6. Medi Ambient, Sostenibilitat i Gestió de Residus

6.1 Medi ambient

L'empresa contractista haurà de realitzar el servei en estricte compliment de la normativa vigent de caràcter mediambiental de la Comunitat Europea, estatal, autonòmica i local. A tal fi aplicarà els criteris i compromisos de contingut ambiental a cadascuna de les accions del servei de manteniment de la instal·lació solar fotovoltaica.

Es imprescindible disposar de la certificació en sistemes de gestió medi ambiental, UNE-EN ISO 14001.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

6.2 Sostenibilitat

L'empresa contractista haurà d'aplicar durant el temps de prestació del servei criteris de sostenibilitat i eficiència energètica amb l'objectiu d'optimitzar la producció d'energia de la instal·lació solar fotovoltaica, segons les recomanacions i paràmetres dels diferents estàndards i directrius tècniques estatals i/o europees.

6.3 Gestió de Residus

En el cas en què l'activitat de manteniment desenvolupada per l'empresa generi residus de qualsevol tipus, actuarà de la manera següent:

- L'empresa no abandonarà residus de qualsevol tipus en les instal·lacions, terrenys, canalitzacions d'aigua o xarxes de drenatge, ni formarà abocadors. Els residus s'hauran d'emmagatzemar en contenidors adequats a la tipologia dels residus.
- L'empresa recollirà els vessaments de residus i disposarà dels mitjans personals i materials necessaris i adequats per aquesta finalitat.
- L'empresa gestionarà els seus residus pel seu compte i d'acord amb la legislació vigent. No es podrà fer ús de les instal·lacions del CCCB a tal efecte, excepte autorització expressa; en aquest cas, s'hauran de complir les condicions especificades en l'autorització.

L'empresa contractista serà l'única responsable de gestionar correctament els residus que generi la seva activitat. Aquests s'emmagatzemaran als espais que indiqui el CCCB. El contractista haurà de proporcionar, en cas necessari, els contenidors especials pel tipus de residus generats.

En finalitzar definitivament una actuació, l'empresa contractista procedirà a la retirada de tots aquells materials que romanguin en el centre i dels que ja no sigui necessària la seva presència per haver-se assolit els objectius de l'actuació.

L'empresa contractista elaborarà i lliurarà al CCCB en un termini màxim de tres (3) mesos des de l'inici del contracte, un estudi de producció i posterior gestió dels residus que generi la seva activitat en el que es concreti i documenti el reciclatge, sistema de classificació que s'utilitzarà i tractament mediambiental que es realitzarà de les peces de rebuig, olis i altres materials en compliment de la legislació vigent.

L'empresa contractista facilitarà al CCCB els registres oportuns que acreditin la correcta gestió de retirada dels residus.

La gestió de residus no suposarà cap cost addicional al CCCB.

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

7. Prevenció de Riscos Laborals

L'empresa contractista haurà d'aplicar totes les mesures de Prevenció de Riscos Laborals previstes a la legislació vigent a l'hora de realitzar les tasques de manteniment.

En particular, atès que la instal·lació fotovoltaica està ubicada a la coberta de l'edifici, s'hauran d'extremar les precaucions als treballs en alçada i treballs amb risc elèctric amb les corresponents mesures de protecció col·lectives i individual.

LA SUBDIRECTORA-GERENT

Exp. núm. CCCB/2025/0005400 // CNM_2025_08

ANNEX 1

**PROJECTE TÈCNIC PER A LA LEGALITZACIÓ D'UNA INSTAL·LACIÓ
SOLAR FOTOVOLTAICA DE 100kW PER A L'AUTOCONSUM**

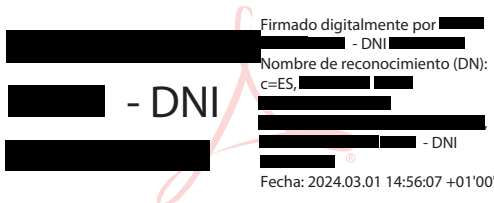
TITULAR	CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA
DOCUMENT	PROJECTE TÈCNIC PER UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM
EMPLAÇAMENT	Montalegre, 5. 08001 – Barcelona (Barcelonès)
DATA	26/01/24
REFERÈNCIA	FP-329-FTV

FULLA IDENTIFICATIVA

Títol del projecte	PROJECTE TÈCNIC PER UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM AMB EXCEDENTS		
Codi identificació	FP-329-FTV	Data redacció	26/01/2024
Emplaçament	Montalegre, 5. 08001 – Barcelona (Barcelonès)		

Encarrega el projecte	CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA		
Activitat	INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA		
Adreça o raó social	Montalegre, 5. 08001 – Barcelona (Barcelonès)		
Telèfon	93 306 41 00	e-mail	

Autor del projecte	
Títol	Enginyer tècnic industrial
D.N.I	
Adreça	Carrer Bach, 2 – Polígon Industrial Foinvasa 08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
Telèfon	41 62
Adreça electrònica	

L'autor del projecte	Titular
 Firmado digitalmente por [redacted] - DNI [redacted] Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, [redacted] [redacted] - DNI [redacted] Fecha: 2024.03.01 14:56:07 +01'00'	CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA

Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50afff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>



ÍNDEX

FULLA IDENTIFICATIVA	3
1. MEMORIA	7
1.1. OBJECTE I ANTECEDENTS	7
1.2. DADES IDENTIFICATIVES	7
1.2.1. TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ	7
1.2.2. PUNT DE SUBMINISTRAMENT EXISTENT	8
1.2.3. REDACCIÓ DEL PROJECTE	8
1.2.4. DADES DE L'EMPRESA INSTAL·LADORA	8
1.3. EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ	9
1.3.1. EMPLAÇAMENT	9
1.3.2. DESCRIPCIÓ DE L'IMMOBLE	9
1.3.3. ACCÉS	9
1.3.4. SUPERFÍCIE OCUPADA	9
1.3.5. INFORMACIÓ URBANÍSTICA	10
1.4. NORMATIVA APLICABLE	11
1.5. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE	13
1.5.1. DESCRIPCIÓ GENERAL	13
1.5.2. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ	13
1.5.3. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	13
1.5.4. CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL	14
1.5.5. IMPACTE AMBIENTAL	15
1.5.1. SISTEMES DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS	15
1.5.2. POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE DE LA INSTAL·LACIÓ	15
1.6. ESTUDI ENERGÈTIC I DE RENDIMENTS	16
1.6.1. DADES DE RADIACIÓ SOLAR. INCIDÈNCIA DE LA ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ DELS MÒDULS	16
1.6.2. CARACTERÍSTIQUES DELS MÒDULS. CAMP FOTOVOLTAIC	17
1.6.3. PREVISIÓ ANUAL DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA	18
1.7. TENSIONS DE TREBALL. CORRENT CONTINU I CORRENT ALTERN	24
1.8. CARACTERÍSTIQUES DE L'INVERSOR	24
1.9. QUADRES DE CC I CA	25
1.10. PROTECCIONS DE CC	26
1.11. PROTECCIONS DE CA	27
1.12. COMPTADORS	28
1.13. CONNEXIÓ A TERRA DE LA INSTAL·LACIÓ. CRITERIS DE DISSENY I DIMENSIONAT	28



1.14.	DIMENSIONAT DE LA INSTAL·LACIÓ DE DISTRIBUCIÓ.....	29
1.15.	DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE MESURAMENT PER AL SEGUIMENT DE PRODUCCIÓ	31
1.16.	LOCALS HUMITS	31
1.17.	PLA D'EXECUCIÓ	32
1.18.	MANTENIMENT	32
1.19.	CONSIDERACIONS FINALS.....	33
2.	PRESSUPOST	34
3.	ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT	35
3.1.	PRINCIPIS GENERALS PER L'EXECUCIÓ DE L'OBRA	36
3.2.	IDENTIFICACIÓ DELS RISCOS.....	38
3.3.	MITJANS I MAQUINÀRIA.....	38
3.4.	TREBALLS PREVIS	39
3.5.	MOVIMENTS DE TERRES I EXCAVACIONS.....	39
3.6.	FONAMENTACIONS	40
3.7.	ESTRUCTURA.....	40
3.8.	COBERTA.....	41
3.9.	RELACIÓ DELS TREBALLS QUE IMPLIQUEN RISCOS ESPECIALS.....	42
3.10.	MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ	42
3.11.	MESURES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA	42
3.12.	MESURES DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.....	43
3.13.	MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS	44
3.14.	PRIMERS AUXILIS	44
3.15.	RELACIÓ DE NORMES I REGLAMENTS APLICABLES	45
4.	PLEC DE CONDICIONS	48
4.1.	CONDICIONS TÈCNIQUES PER L'EXECUCIÓ I MUNTATGE D'INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES DE BAIXA TENSIO.....	48
4.1.1.	CONDICIONS GENERALS.....	48
4.1.2.	MÒDULS FOTOVOLTAICS.....	48
4.1.3.	INVERSORS.....	50
4.1.4.	ESTRUCTURA DE SUPORT.....	52
4.1.5.	CANALITZACIONS ELÈCTRIQUES.....	53
4.1.6.	CONDUCTORS	66
4.1.7.	CAIXES DE CONNEXIÓ	69
4.1.8.	MECANISMES I PRESES DE CORRENT	70
4.1.9.	DISPOSITIUS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ	70
4.1.10.	RECEPTORS D'ENLLUMENAT	76
4.1.11.	RECEPTORS A MOTOR.....	77
4.1.12.	CONNEXIÓ A TERRA.....	81
4.1.13.	INSPECCIONS I PROVES A FÀBRICA.....	84



4.1.14.	CONTROL	85
4.1.15.	SEGURETAT	85
4.1.16.	NETEJA.....	86
4.1.17.	MANTENIMENT	86
4.1.18.	CRITERIS DE MESURA.....	86
5.	PLÀNOLS	88
5.1.	EMPLAÇAMENT I SITUACIÓ	89
5.2.	DISTRIBUCIÓ MÒDULS FOTOVOLTAICS	90
5.3.	DISTRIBUCIÓ SÈRIES.....	91
5.4.	ESTRUCTURA.....	92
5.5.	CABLEJAT	93
5.6.	ESQUEMA UNIFILAR.....	94
6.	ANNEX DE CÀLCULS	95
6.1.	JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA LEGISLACIÓ ELECTROTÈCNICA APLICABLE. CÀLCUL DE CIRCUITS	95
6.1.1.	CÀLCUL DE LA PART DE CORRENT CONTINU	95
6.1.2.	CÀLCUL DE LA PART DE CORRENT ALTERN	99
6.1.2.1.	Quadre Protecció de Generació (QPG)	99
6.2.	INFLUÈNCIA DE LA TEMPERATURA EN ELS ELEMENTS ELÈCTRICS	102
6.3.	XARXES DE CONNEXIÓ A TERRA.....	103
6.4.	RESISTÈNCIA AL VENT DE L'ESTRUCTURA DELS PANELLS.....	107
7.	DOCUMENTACIÓ TÈCNICA	114
7.1.	TAULA D'IRRADIACIÓ SOLAR (PVGIS)	114
7.2.	FITXA TÈCNICA MÒDULS FOTOVOLTAICS	115
7.3.	DECLARACIÓ DE CONFORMITAT CE MÒDULS FOTOVOLTAICS.....	118
7.4.	FITXA TÈCNICA INVERSOR	121
7.5.	DECLARACIÓ DE CONFORMITAT CE INVERSOR	124



1. MEMORIA

1.1.OBJECTE I ANTECEDENTS

L'objecte d'aquest projecte és el desenvolupament dels càlculs i les especificacions necessàries així com la descripció de les característiques tècniques per poder dur a terme la legalització elèctrica en baixa tensió d'una instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum, situada a la coberta d'una nau industrial i connectada a la xarxa elèctrica interior del mateix establiment, d'una **potència nominal total de 100kW**.

Els esmentats documents del present projecte serviran al seu torn per exposar davant els Organismes Competents que la instal·lació que ens ocupa reuneix les condicions i garanties mínimes exigides per la reglamentació vigent, per tal d'obtenir l'Autorització Administrativa i la d'Execució de la instal·lació, així com servir de base a l'hora de procedir a l'execució d'aquest projecte.

Es pretén doncs, que el present document tècnic serveixi indistintament per a les tramitacions següents relacionades amb l'expedient:

- Sol·licitud de llicència municipal d'obres per a la instal·lació dels panells fotovoltaics i els equips necessaris (inversor, proteccions, cablejat).
- Legalització elèctrica en baixa tensió d'instal·lació generadora de potència superior a 10kW.

1.2.DADES IDENTIFICATIVES

1.2.1.TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ

Titular de la instal·lació	
Nom	CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA
C.I.F.	P5800017E
Representant	████████████████████
D.N.I.	██████████
Correu electrònic	info@cccb.org
Telèfon	93 306 41 00
Adreça	Montalegre, 5. 08001 – Barcelona
Comarca	Barcelonès



1.2.2.PUNT DE SUBMINISTRAMENT EXISTENT

Punt de subministrament existent

Titular	CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA
C.I.F.	P5800017E
Adreça	MONTALEGRE, 5 C. CULTURA. C. 08001 – Barcelona (Barcelonès)
Distribuidora	ENDESA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.L.
CUPS	ES0031405885573001SS
Potència contractada	495kW
Tensió	11.000V
Tarifa d'accés	6.1TD
Contracte d'accés	0820380/7903/0

1.2.3. REDACCIÓ DEL PROJECTE

Redactor del projecte

Nom del tècnic facultatiu	██████████
Categoria professional	Enginyer tècnic industrial
Nº col·legiat	26.298
Col·legi professional	Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona
D.N.I	██████████
Adreça electrònica	██

1.2.4.DADES DE L'EMPRESA INSTAL·LADORA

Empresa instal·ladora

Nom	FREEPOWER S.L.
C.I.F.	B-63721641
Adreça	c/ Bach, 2-B Pol. Ind. Foinvasa – 08110 Montcada i Reixac
Comarca	Vallès Occidental
Telèfon	93 58 41 62
Adreça electrònica	freepower@freepower.es
Adreca Web	www.freepower.es



1.3.EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

1.3.1.EMPLAÇAMENT

Emplaçament de la instal·lació	
Adreça	Montalegre, 5. 08001 – Barcelona
Comarca	Barcelonès
Referència cadastral	0318620DF3801G0001KM
Coordenades UTM punt connexió	UTMx: 430.340; UTMy: 4.581.688 Fus: 31
Coordenades geogràfiques instal·lació solar	41°23'01.3"N 2°10'00.7"E

1.3.2.DESCRIPCIÓ DE L'IMMOBLE

Es tracta d'un equipament municipal ubicat dins del terme municipal de Barcelona, aquest consta de varis edificis amb superfície construïda total de 17.379m² aproximadament.

La instal·lació solar fotovoltaica anirà situada a la coberta de l'edifici.

1.3.3.ACCÉS

L'accés a la instal·lació es realitza a través de l'accés al mateix immoble, situat al carrer Montalegre, 5 de Barcelona.

1.3.4.SUPERFÍCIE OCUPADA

La única superfície ocupada per la instal·lació correspon la coberta de l'edifici principal, com es detalla en els plànols adjunts.

En aquesta s'hi habilitarà l'estructura de sustentació més adient en cada tipus de coberta.

En la zona de la coberta inclinada, s'hi habilitarà una estructura coplanar mitjançant perfil metàl·lic tipus Solar Light de Fischer, o similar, collat a l'estructura de la coberta, on s'hi subjectaran els mòduls fotovoltaics.

En la part de la terrassa sota-coberta i de la coberta sobre la sala tècnica, s'hi habilitarà una estructura inclinada 15° respecte la horitzontal, mitjançant suport angular STFV de Fischer, o similar convenientment llastada.



Tota aquesta subestructura ocuparà una superfície total d'uns 350m² a una alçada aproximada de 15m sobre el terra.

La resta de la instal·lació (inversor, caixa de connexions, proteccions, etc.) no ocuparan cap espai ja que s'ubicaran a l'interior de l'edifici.

1.3.5. INFORMACIÓ URBANÍSTICA

Classificació

Codi Ajuntament	SUC	Sòl urbà consolidat
Codi MUC	SUC	Sòl urbà

Qualificació

Codi Ajuntament	6a	Parcs i jardins urbans
Codi MUC	SV	Sistemes, Espais lliures públics

Planejament territorial

Pla territorial metropolitana de Barcelona

Planejament general

Expedient

2018/67068/C
1985/604/B
1986/2077/B
2018/67099/B
2018/67588/B
2018/67642/B
1987/772/B

Tipus

Pla director urbanístic
Modificació de pla general d'ordenació
Modificació de pla general d'ordenació
Modificació de pla general d'ordenació
Modificació de pla general d'ordenació
Modificació de pla general d'ordenació
Revisió programa actuació pla general

Cadastre

Referència Cadastral: 0318620DF3801G
MONTALEGRE 5 BARCELONA (BARCELONA)



1.4. NORMATIVA APLICABLE

- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.
- Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.
- Reial Decret 486/1997 de 14 d'abril de 1997, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- Reial Decret 485/1997 de 14 d'abril de 1997, sobre Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- Reial Decret 1215/1997 de 18 de juliol de 1997, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- Reial Decret 773/1997 de 30 de maig de 1997, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementàries (Reial decret 842/2002 de 2 d'Agost de 2002).
 - Adaptació del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (RD 842/2002) després de la publicació del Reglament Delegat 2016/364, que estableix les classes possibles de reacció al foc dels cables elèctrics.
- Reial Decret 3275/82 del 12/11 del Ministeri d'Indústria i Energia. BOE 01/12/82.
- Decret 308/1996, de 2 de setembre, pel qual s'estableix el procediment administratiu per a l'autorització dels instal·lacions de producció d'energia elèctrica en règim especial (DOGC núm. 2257 de 18/09/1996).
- Reial Decret Llei 54/1997, de 27 de novembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 2818/1998, de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions abastides per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.
- 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.
- Resolució de 31 de maig de 2001 per la qual s'estableixen model de contracte tipus i model de factura per a les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.
- Reial Decret 1433/2002, de 27 de desembre, pel qual s'estableixen els requisits de mesura en baixa tensió de consumidors i centrals de producció en Règim Especial.
- Reial Decret 436/2004, de 12 de març, que estableix la metodologia per l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial Decret 2351/2004, de 23 de desembre, pel qual és modifica el procediment de resolució de restriccions tècniques i altres normes reglamentàries del mercat elèctric.
- Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual és regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament Unificat de punts de mesura del sistema elèctric.



- Reial Decret 1578/2008, de 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial decret 661/2007, de 25 de maig, per a aquesta tecnologia.
- Reial Decret Llei 6/2009, pel qual s'adopten determinades mesures al sector energètic i s'aprova l'abonament social.
- Reial Decret Llei 14/2010, pel qual s'estableixen mesures urgents per a la correcció del dèficit tarifari del sector elèctric.
- Reial Decret 647/2011, per el que s'adopten determinades mesures al sector energètic i s'aprova l'abonament social.
- Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Reial Decret Llei 13/2012, pel qual es transposen les directives en matèria de mercats interiors d'electricitat i gas.
- Reial Decret Llei 1/2012, pel qual es procedeix a la suspensió dels procediments de preassignació de retribució i a la suspensió dels incentius econòmics per a noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus.
- Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i producció amb autoconsum.
- Reial decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemes fotovoltaics connectats a xarxa. Requisits mínims de documentació, engegada i inspecció d'un sistema.
- Real Decret-Llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- DECRET LLEI 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables.
- Reial decret 1183/2020, de 29 de desembre, d'accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica.
- REGLAMENT DELEGAT (UE) 2016/364 DE LA COMISSIÓ d'1 de juliol de 2015 relatiu a la classificació de les propietats de reacció al foc dels productes de construcció de conformitat amb el Reglament (UE) n° 305/2011 del Parlament Europeu i del Consell.
- DECRET 192/2023, de 7 de novembre, de la seguretat industrial dels establiments, les instal·lacions i els productes.
- Instrucció DGI 12/2023, sobre condicions i procediment a seguir, en matèria de seguretat industrial, per posar en servei les instal·lacions d'autoconsum fotovoltaïques que s'acullin al règim de compensació d'excedents en baixa tensió.
- Normativa urbanística d'aplicació.



1.5. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE

1.5.1. DESCRIPCIÓ GENERAL

El projecte consisteix en Una instal·lació solar fotovoltaica situada a la coberta de l'immoble i connectada a la xarxa elèctrica interior, d'una potència nominal total de **100kW**, l'objectiu de la qual es la captació d'energia solar i conversió en energia elèctrica per al seu posterior consum en la pròpia instal·lació elèctrica existent a l'establiment amb abocament de l'energia excedentària a la xarxa de transport.

Els inversors estaran connectats a la xarxa elèctrica interior del productor de tal forma que durant les hores en les quals la instal·lació fotovoltaica estigui produint energia, aquesta es consumeixi a la xarxa interior sense passar pel comptador de companyia, reduint d'aquesta forma el consum elèctric que es fa de la xarxa.

Per això es requereix el muntatge i instal·lació del camp de panells fotovoltaics, el sistema de conversió, condicionament de l'energia i proteccions elèctriques.

La instal·lació fotovoltaica de connexió a xarxa consta de 137 mòduls fotovoltaics de 550Wp de potència unitària, situats a la coberta de l'immoble. Els mòduls estan connectats en combinació sèrie/paral·lel.

La instal·lació constarà de 1 inversor/s trifàsic/s, situats a l'interior de l'edifici concretament en la sala tècnica sota coberta. És en aquesta zona on es col·locaran les proteccions de la línia i des d'allà es distribuirà l'energia fins el sub-quadre de climatització de l'immoble, on es realitzarà la connexió a la instal·lació elèctrica existent.

1.5.2. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació està formada per un total de 137 mòduls fotovoltaics de 550Wp, conformant una potència pic instal·lada de 75,35kWp i de 100kW nominals.

1.5.3. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

Segons el RD 244/2019 la instal·lació fotovoltaica objecte d'aquest projecte quedaria classificada com a modalitat d'autoconsum tipus 2, la qual correspon a la modalitat de subministrament d'**autoconsum amb excedents**, definida en la modificació mitjançant el RDL 15/2018 de l'article 9.1.b) de la Llei 24/2013, de 26 de desembre. Que es tracti d'un autoconsum amb excedents, podrà



injectar l'energia excedentària a la xarxa de transport o distribució. En aquest cas hi ha d'haver dos subjectes dels que preveu l'article 6 de la Llei 24/2013, de 26 de desembre, del sector elèctric, que serà el subjecte consumidor i el productor.

Els subjectes aollits a la modalitat d'autoconsum **tipus 2 aollida a compensació** ha de complir els requisits següents:

- a) La font d'energia primària serà d'origen renovable
- b) La potència nominal de la instal·lació fotovoltaica no serà superior a 100kW.

Les instal·lacions de generació i el punt de subministrament han de complir exclusivament els requisits tècnics corresponents. En particular, les instal·lacions de subministrament amb autoconsum de $P < 100\text{kW}$ connectades en baixa tensió s'executaran d'acord a l'establert en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

D'altra banda, segons el REBT en la seva instrucció ITC-BT-04, la instal·lació solar fotovoltaica quedarà classificada com a instal·lació generadora de baixa tensió dins del grup "c", i pel fet de superar el llindar de 10kW de potència, aquesta, precisarà de projecte tècnic per la seva legalització.

1.5.4. CARACTERÍSTIQUES DE L'OBRA CIVIL

Pel que fa l'obra civil que requerirà la instal·lació solar fotovoltaica serà la col·locació d'una estructura per a fixar les plaques solars de forma coplanar/inclinada sobre de la coberta de l'immoble.

En la zona de la coberta inclinada, s'hi habilitarà una estructura coplanar mitjançant perfil metàl·lic tipus Solar Light de Fischer, o similar, collat a l'estructura de la coberta, on s'hi subjectaran els mòduls fotovoltaics.

En la part de la terrassa sota-coberta i de la coberta sobre la sala tècnica, s'hi habilitarà una estructura inclinada 15° respecte la horitzontal, mitjançant suport angular STFV de Fischer, o similar convenientment llastada.

En l'apartat de plànols del present projecte es pot observar la disposició dels elements de subjecció dels panells a la coberta.

La resta de la instal·lació (inversor, caixa de connexions, proteccions, etc.) no ocuparan cap espai ja que s'ubicaran a l'interior de l'edifici existent.

L'execució d'aquesta instal·lació no generarà cap tipus de residu.



1.5.5.IMPACTE AMBIENTAL

Segons la Llei 20/2009, de Prevenció i Control Ambiental de les Activitats (PCAA), la qual va entrar en vigor el dia 11 d'agost de 2010 substituint la Llei 3/1998 de 27 de febrer, de la Intervenció Integral de l'Administració Ambiental (LIIAA), només queden classificades com a Annex III i sotmeses al règim de comunicació les Instal·lacions fotovoltaïques amb una superfície inferior a 6 hectàrees i una potència superior a 100kW.

Donat que la potència nominal de la instal·lació no és superior a 100kW, aquesta nova activitat quedarà innòcua segons llei.

La instal·lació no genera cap tipus d'impacte al medi ja que no hi ha cap tipus de generació de residus (llevat d'aquells derivats del reciclatge dels components al final de la seva vida útil), no produeix emissió de fums, gasos o vessaments i el generador fotovoltaic queda integrat arquitectònicament en la coberta projectada.

1.5.1.SISTEMES DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS

Segons el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió RD842/2002 la ubicació no té cap consideració sobre emplaçament perillosos i/o sigui accessible a persones alienes a l'habitual funcionament del local, pel que no precisa de sistemes extres de protecció contra incendis ni d'una sala tècnica específica per aquest ús.

La zona on s'ubicarà l'inversor i la resta de sistemes per la connexió amb la instal·lació elèctrica interior de l'immoble es considera com zona de **risc baix** segons la normativa vigent (CTE 2019) i no precisa de cap sistema complementari en matèria de protecció contra incendis.

1.5.2.POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE DE LA INSTAL·LACIÓ

Número d'inversors	Potència unitària màxima inversor	Potència nominal instal·lació	Potència màxima admissible instal·lació
1	100kW	100kW	110,85kW



1.6. ESTUDI ENERGÈTIC I DE RENDIMENTS

1.6.1. DADES DE RADIACIÓ SOLAR. INCIDÈNCIA DE LA ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ DELS MÒDULS.

En la taula següent es mostren els valors climatològics més rellevants de la zona on està ubicada la instal·lació. D'acord amb el Servei Meteorològic de Catalunya i del Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), tenim:

Coordenades geogràfiques de la instal·lació:

- 41°23'01.3"N
- 2°10'00.7"E
- Elevació: 20m sobre el nivell del mar

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	MITJ.
1)	2,18	3,06	4,33	5,39	6,55	7,31	7,21	6,24	4,76	3,30	2,33	1,95	4,55
2)	18,6	19,2	21,2	28,8	32,2	36,2	39,0	38,7	35,9	27,5	22,5	19,2	28,3
3)	13,5	16,2	16,3	17,1	21,6	27,1	29	28,4	27,3	22,4	16,9	16,3	21,0
4)	6	5	5,8	5,3	6,1	5,6	6,2	5,4	5,8	5,6	6	6,5	5,8

- 1) Irradiació solar mitjana [kWh/m²/dia]
- 2) T^a mitjana durant hores de sol [°C]
- 3) T^a mitjana mensual màxima [°C]
- 4) Oscil·lació mitjana de temperatura [°C]

Els panells estaran orientats a 140°, inclinats a 15° respecte l'horitzontal. La inclinació serà fixa durant tot l'any. La següent taula mostra la irradiació solar mitja per a cada mes de l'any (en horitzontal) i per a la inclinació de 15° en kWh/m²/dia, i els factors de correcció per inclinació i pèrdues d'orientació:

TAULA D'IRRADIACIÓ SOLAR MITJANA													
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOTAL
1)	2,18	3,06	4,33	5,39	6,55	7,31	7,21	6,24	4,76	3,30	2,33	1,95	4,55
2)	3,02	3,86	5,00	5,78	6,71	7,35	7,33	6,58	5,32	3,97	3,08	2,76	5,06
3)	1,21	1,17	1,12	1,07	1,04	1,03	1,04	1,08	1,14	1,21	1,26	1,24	-
4)	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	-

- 1) Irradiació solar mitjana horitzontal [kWh/m²_dia]
- 2) Irradiació solar mitjana 15° [kWh/m²_dia]
- 3) Factor correcció inclinació 15°
- 4) Factor correcció orientació (%)



1.6.2. CARACTERÍSTIQUES DELS MÒDULS. CAMP FOTOVOLTAIC

El camp fotovoltaic està compost per 137 mòduls fotovoltaics de 550Wp cadascun, amb una potència pic de 75,35kWp.

Els mòduls tenen les següents característiques:

Especificacions generals		
Model		LR5-72HPH 550M
Fabricant		LONGI
Tipus de cèl·lula		Monocristal·lines
Disposició de les cèl·lules		6x24

Especificacions elèctriques		
Tensió nominal	[Vpm]	41,95V
Potència màxima	[Wp]	550Wp
Corrent a màxima potència	[Ipm]	13,12A
Tensió a circuit obert	[Voc]	49,8 V
Corrent de curtcircuit	[Icc]	13,98A
Voltatge màxim del sistema		1.000 V
Eficiència de les cèl·lules		21,5%
Irradiació i T ^a de prova		800 W/m ² , AM 1.5, 20 °C
Tolerància de potència		± 3%
Coefficient de T ^a		0,35 %/°C

Especificacions constructives	
Tipus vidre	Temperat baix contingut Ferro 3,2mm
Marc	Alumini anoditzat
Pressió màxima de vent	2.400 Pa
Alt	2.256 mm
Ample	1.133mm
Gruix	35 mm
Pes	27,2 kg

Els mòduls fotovoltaics estan fabricats en conformitat amb les normes aplicables sota les directives de la IEC61215, IEC61730-1/2 i UL1703.



Per a obtenir informació més detallada sobre el mòdul instal·lat, consulteu el full tècnic adjunt a l'annex.

En la zona de la coberta inclinada, s'hi habilitarà una estructura coplanar mitjançant perfil metàl·lic tipus Solar Light de Fischer o similar, collat a l'estructura de la coberta, on s'hi subjectaran els mòduls fotovoltaics.

En la part de la terrassa sota-coberta i de la coberta sobre la sala tècnica, s'hi habilitarà una estructura inclinada 15° respecte la horitzontal, mitjançant suport angular STFN de Fischer o similar, convenientment llastada.

Hi van recolzades 8 sèries de varis mòduls en sèrie, que fa un total de 137 mòduls.

A cada inversor es connectaran els mòduls adjacents amb una disposició de 8 sèries en paral·lel i varis mòduls en sèrie.

1.6.3.PREVISIÓ ANUAL DE PRODUCCIÓ ENERGÈTICA

Per tal de poder realitzar la previsió anual energètica s'haurà de realitzar un estudi de les pèrdues del sistema per tal d'obtenir l'eficiència del mateix, és a dir, el rendiment de la instal·lació o "Performance Ratio" PR, i obtenir així la producció prevista.

Es realitzarà l'anàlisi de cada element de la instal·lació, el tipus de pèrdua que es pot produir i el valor que representa en el rendiment de la mateixa.

Pèrdues per factors ambientals i manteniment

Els mòduls fotovoltaics, tot i tenir un programa de manteniment en la neteja dels mateixos, no podran estar sempre perfectament nets. La brutícia que es pugui acumular sobre aquests disminueix el camp de captació, la qual cosa provoca una pèrdua de rendiment dels mateixos. Aquests valors d'acord amb valors publicats per l'Associació de la Indústria Fotovoltaica (ASIF), poden oscil·lar entre el 0,5 i el 2,7%, depenent de la situació i manteniment de la instal·lació.

D'acord amb la situació de la instal·lació i programa de manteniment s'estimarà un valor del 1,5%.

Pèrdues dels mòduls

Els mòduls fotovoltaics, encara tenint les mateixes característiques teòriques, són tots lleugerament diferents entre ells. Això fa que els mòduls amb rendiment lleugerament inferior afectin negativament el comportament dels mòduls amb major rendiment. És per això que és preferible utilitzar mòduls



que tinguin una desviació dels paràmetres teòrics de valor menor possible. En aquesta instal·lació es disposa dels paràmetres mesurats en banc de proves per a cadascun dels mòduls utilitzats. Això ens permet classificar-los segons els seus paràmetres reals amb el que reduïm al mínim els efectes negatius de les pèrdues per "mismatch". Els mòduls estan garantits per una potència real en un rang igual al $\pm 3\%$, considerarem per prudència unes pèrdues del 1,5% a causa d'aquest fenomen.

Per una altra part el MPP de cada mòdul és producte de la tensió per la intensitat de treball en cada moment. Aquest valor depèn de la ubicació de cada mòdul, la temperatura d'aquest, etc., és a dir, per dispersió dels paràmetres el rendiment pot variar lleugerament, amb el que al connectar-los en sèrie es produeix una petita pèrdua que es pot estimar en un 1%.

Finalment també s'han de tenir en compte les pèrdues per degradació fotònica. Aquestes es produeixen per un fenomen natural de degradació de totes les cèl·lules de silici cristal·lí, i es produeixen des del moment que el mòdul és exposat a la radiació solar. Aquestes pèrdues es poden xifrar en un 1%.

En resum, s'estimen unes pèrdues totals dels mòduls del 3,5%.

Pèrdues per temperatura dels mòduls:

Tant la potència nominal dels mòduls com la potència mesurada en el banc de proves es mesuren en condicions ambientals específiques:

- Irradiació: 1.000 W/m²
- Distribució espectral de la radiació: AM 1,5
- Temperatura: 25 °C

La potència entregada pel mòdul varia proporcionalment amb el nivell d'irradiació. La distribució espectral de la llum del sol no difereix gaire de la de les condicions de prova pel que no afecta pràcticament la potència lliurada pel mòdul. El factor que més afecta la potència del mòdul és la temperatura de treball del mateix.

El coeficient de temperatura per als mòduls LONGI LR5-72HPH 550M és de -0,35 %/°C. En la següent taula es mostren les pèrdues de rendiment en funció de l'època de l'any i la temperatura ambient mitjana (T_{amb}), així com la temperatura de funcionament del mòdul prevista (T_c):



TAULA RESUM DE PÈRDUES PER TEMPERATURA												
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
T _{amb}	18,6	19,2	21,2	28,8	32,2	36,2	39,0	38,7	35,9	27,5	22,5	19,2
T _c	46,0	47,4	48,8	56,2	59,1	63,0	65,8	66,0	63,0	54,5	49,5	46,6
Pèrdues (%)	7,4	7,8	8,3	10,9	11,9	13,3	14,3	14,4	13,3	10,3	8,6	7,6

Pèrdues CC connexionat mòduls-inversor:

Els inversors estan connectats a 137 mòduls connectats en paral·lel amb un màxim de 18 mòduls per sèrie, amb conductor elèctric de coure de secció 6mm²:

Mòduls sèrie	V _{pm}	V _{oc}	I _{pm}	I _{sc}
18 mòduls	41,95V	49,8 V	13,12A	13,98 A

El càlcul de les pèrdues en els conductors de corrent continu es fa per al funcionament a potència nominal dels mòduls. És ben sabut que la majoria del temps els mòduls no treballen en aquest punt sinó en un punt en què el corrent és inferior a la utilitzada per a aquest càlcul, per la qual cosa a la pràctica les pèrdues seran menors a les calculades en aquest apartat.

Per al càlcul de la pèrdua de potència de la línia elèctrica utilitzarem la següents expressions:

- Sistema monofàsic / Sistema de corrent continu:

$$P_p = 2 \cdot I^2 \cdot \frac{L}{S \cdot \gamma}$$

- Sistema trifàsic:

$$P_p = 3 \cdot I^2 \cdot \frac{L}{S \cdot \gamma}$$

On:

- P_p: Potència dissipada per el conductor (W)
- I: intensitat que circula per el conductor (A)
- γ: resistivitat del conductor (m/Ω·mm²)
- L: longitud del conductor (m)
- S: secció del conductor (mm²)

El càlculs estan justificats en l'annex de càlculs justificatius del present projecte. D'acord amb aquests s'obté una pèrdua total en CC de 758,29W (1,01%).



Pèrdues en l'inversor:

Per a calcular les pèrdues de l'inversor utilitzem el paràmetre anomenat "euro-eficiència". Aquest valor és una eficiència mitjana ponderada de l'eficiència de l'inversor en diferents règims de càrrega. La "euro-eficiència" de l'inversor Growatt MAX 100KTL3-X LV és del 98,4%. Per tant les pèrdues de cada inversor a potència nominal són de 1.600W (1,6%).

Pèrdues CA en connexió inversors - caixa de connexió i proteccions elèctriques:

Els càlculs es realitzen amb la mateixa fórmula que en l'apartat anterior utilitzant la potència nominal de l'inversor per a conèixer la intensitat que circula pels cables objecte d'anàlisi en aquest apartat. A l'annex càlculs queden justificat els corresponents valors.

El conductor utilitzat per la unió entre cada inversor MAX 100KTL3-X LV i la corresponent caixa de connexió i proteccions elèctriques de generació de connexió i fins a la xarxa interior de la nau, és de coure de 95mm² de secció.

D'acord amb els càlculs annexos s'obtenen unes pèrdues totals **246,51W (0,25%)**.

Pèrdues per orientació:

Degut a la morfologia i orientació del immoble i de la zona on s'instal·laran els panells, no sempre serà possible orientar-los exactament cap al sud polar, i per tant existirà una sèrie de pèrdues en funció de la orientació definitiva en que haurem hagut de col·locar els panells.

Per poder realitzar els càlculs es seguirà el "Plec de Condicions Tècniques d'Instal·lacions Connectades a Xarxa" publicat per l'IDAE.

Així doncs, amb la orientació definitiva dels panells a 140º al SE, es computa unes pèrdues per orientació del **3,51%**.

Resum pèrdues del sistema:

En el següent quadre queden definides les pèrdues de cada element en funció de l'època de l'any, així com el total d'aquestes expressat en %, així com la obtenció l'eficiència del sistema PR:

	TAULA RESUM DE PÈRDUES											
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
Factors ambientals	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Pèrdues mòduls	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Temperatura	7,36	7,84	8,34	10,93	11,92	13,31	14,28	14,36	13,31	10,31	8,58	7,57
Conn. CC	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Inversors	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Conn. CA	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Orientació mòduls	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
Total	18,72	19,20	19,70	22,29	23,28	24,67	25,63	25,72	24,67	21,67	19,94	18,93

PR (%)	81,28	80,80	80,30	77,71	76,72	75,33	74,37	74,28	75,33	78,33	80,06	81,07
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------



Previsió anual de producció

En funció de les dades anteriorment establertes obtindrem la previsió anual de producció:

PRODUCCIÓ ELÈCTRICA SISTEMA														
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	MITJ.	TOTAL
HSP horitz.	kWh/dia/m²	3,06	4,33	5,39	6,55	7,31	7,21	6,24	4,76	3,30	2,33	1,95	4,55	-
	kWh/dia/m²	3,02	3,86	5,00	5,78	7,35	7,33	6,58	5,32	3,97	3,08	2,76	5,06	-
	%	0,81	0,81	0,80	0,78	0,75	0,74	0,74	0,75	0,78	0,80	0,81	0,78	-
	kWh/dia	185	235	302	338	388	417	368	302	234	186	169	297	-
Ep	kWh/mes	5.732	6.575	9.373	10.152	12.024	12.509	11.423	9.061	7.262	5.578	5.228	8.970	107.646

A la fila Epd obtenim el valor de l'energia produïda diàriament, i a la fila Epm correspon a l'energia produïda mensualment. Sumant els corresponents mesos s'obté la producció anual estimada per al sistema fotovoltaic el qual serà de:

Ep = 107.646 kWh/any.

A partir d'aquest valor obtindrem el nombre d'hores equivalent a partir de l'expressió: $N \text{ hores} = \text{Ep/Pinst.} = 107.646/75,35 = 1.429 \text{ hores.}$

A partir del valors anteriors podem calcular la repercussió mediambiental de la instal·lació en estalvi d'emissions de CO₂. Com a valor de referència es consideren unes emissions de CO₂ derivades del mix de producció bruta d'energia elèctrica peninsular, i que per l'últim any disponible (2021) pren un valor de 0,259 kg CO₂/kWh elèctric generat (Oficina Catalana del Canvi Climàtic). També es tindrà en compte les emissions de CO₂ derivades del cicle de vida de la instal·lació fotovoltaica, que pren un valor de 0,046 kg CO₂/kWh generat (National Renewable Energy Laboratory – NREL).

$$Ep = 107.646 \text{ kWh/any} \times (0,251 - 0,046) \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 22.929 \text{ kg CO}_2/\text{any.}$$



1.7. TENSIONS DE TREBALL. CORRENT CONTINU I CORRENT ALTERN

El voltatge de treball dels panells és de V_{pm} : 41,95V i en estar connectats en sèries de com a màxim 18 unitats, el voltatge d'entrada a l'inversor és de **V_{pm} : 755,1V**.

El voltatge en circuit obert dels panells és de V_{oc} : 49,8 V, per tant per al total de la sèrie és de **V_{oc} : 896V**.

Aquests valors estan dintre del rang de funcionament dels inversors, que poden treballar entre 180V i 1.000V. El voltatge de treball es troba a la zona mitjana de treball de l'inversor i molt proper a la tensió nominal d'aquest, 600V. Inclús amb temperatures extremadament altes o baixes ens assegurem que el voltatge dels panells sempre quedarà dins de la zona de treball de l'inversor i la producció elèctrica quedarà garantida.

El corrent màxim de cada sèrie és I_{sc} : 13,98A i la de treball és I_{pm} : 13,12A.

La sortida de l'inversor és de 400V AC trifàsica i la connexió a la instal·lació a la xarxa de distribució elèctrica interior és fa al mateix nivell de tensió.

1.8. CARACTERÍSTIQUES DE L'INVERSOR

Un dels inversors utilitzats en aquesta instal·lació és el model Growatt MAX 100KTL3-X LV fabricat per la companyia GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY CO. Ltd.

Especificacions generals	
Model	MAX 100KTL3-X LV
Fabricant	Growatt New Energy Technology CO, Ltd.
Dimensions	970/640/345mm
Pes	84kg
Refrigeració	Forçada
Gamma temperatura ambient	-25 ... +60 °C
Grau de protecció	IP66
Humitat ambiental permesa	0 ... 100 %



Dades d'entrada	
Gama de tensió MPP	180 – 1.000V
Tensió màxima entrada	1.100V _{cc}
Tensió màxima nominal	1.000V _{cc}
Tensió nominal	600V _{cc}
Intensitat màxima d'entrada	32A
Número entrades seguidors MPPTs	10/2

Dades de sortida	
Potència nominal	100kW
Potència màxima de sortida	110kVA
Intensitat màxima de sortida	158,8A
Rang de voltatge de sortida	400V
Rendiment màxim	98,8%
Rendiment Euro	98,4 %
Tensió de xarxa / freqüència	400V/50Hz (49 – 51Hz)
Factor de potència a potència nominal	0,8 leading – 0,8 lagging
Consum propi nocturn	<1W

Dades de sortida	
Polaritat entrada CC	Sí
Fuga a terra circuit CC	Sí
Monitorització xarxa	Sí
Curtcircuit en CA	Sí

Per a obtenir informació més detallada sobre els inversors consulteu el seu full tècnic annex.

1.9. QUADRES DE CC I CA

L'inversor compta amb les connexions pertinents on arriben els terminals positiu i negatiu de cada sèrie de mòduls. L'inversor compta amb els interruptors de desconexió de CC, així com d'un detector de fuites que indica si hi ha una fuga entre un dels pols dels mòduls i terra.

Així mateix, la instal·lació està equipada amb un interruptor magneto tèrmic i un diferencial que permet desconectar la totalitat de la instal·lació de la xarxa de distribució.



1.10.PROTECCIONS DE CC

Curtcircuits

Un generador fotovoltaic curtcircuitat no representa un perill addicional respecte a un mode de treball normal ja que la intensitat de curtcircuit i intensitat de treball són pràcticament iguals. De la mateixa manera una sèrie de panells curtcircuitats no perjudica el funcionament de l'inversor amb la excepció que no permet que el generador fotovoltaic funcioni al punt de treball òptim.

Per a les persones és perillosa la creació o eliminació d'un curtcircuit en el generador fotovoltaic per passar ràpidament del voltatge de circuit obert V_{oc} a zero, la qual cosa produeix un arc elèctric. Com a mesura de protecció a les persones enfront d'aquest cas els cables de positiu i negatiu estan proveïts de doble aïllament per a minimitzar aquest risc.

Sobrecàrregues

No hi ha problema per sobrecàrrega ja que la potència del generador és coneguda i limitada. En el supòsit cas d'una sobrecàrrega, l'inversor la detecta i automàticament deixa de generar deixant el generador fotovoltaic en circuit obert.

Contactes directes i indirectes

El generador fotovoltaic està connectat en mode flotant, proporcionant nivells de protecció adequats enfront de contactes directes i indirectes, sempre que la resistència d'aïllament de la part de contínua es mantingui per damunt d'uns nivells de seguretat i no hi hagi cap defecte a masses o a terra. En aquest últim cas es crea una situació de risc que es soluciona mitjançant:

- Aïllament de classe II dels mòduls fotovoltaics, cables i caixes de connexió. Aquestes a més compten amb tapes practicables únicament amb eines i estan degudament senyalitzades amb el símbol de risc d'electrocució.
- Detector d'aïllament dels pols positiu i negatiu del camp de panells fotovoltaics, incorporat en l'inversor.

Sobretensions

El generador fotovoltaic està exposat a sobretensions d'origen atmosfèric d'una certa importància. Per això l'entrada de corrent continu de l'inversor està protegida mitjançant un dispositiu bipolar de classe II, vàlid per a la majoria d'equips connectats a xarxa. Aquests dispositius tenen un temps



d'actuació inferior a 25ns i un corrent màxima d'actuació de 15kA amb tensió residual inferior a 2kV. La protecció de cables, tubs, comptadors, etc., no és necessària per permetre aquests valors de tensió residual més elevats.

1.11.PROTECCIONS DE CA

Curtcircuits i sobrecàrregues

La instal·lació compta amb un interruptor general manual per cada zona, és a dir un interruptor magnetotèrmic omnipolar de poder de tall superior al corrent de curtcircuit indicada per l'empresa distribuïdora en el punt de connexió. En el nostre cas existeix un única amb un poder de tall de 10kA.

L'inversor està equipat amb un magnetotèrmic d'intensitat nominal adequada per a la potència del mateix, els quals són els que protegeixen realment els aparells enfront dels curtcircuits i sobrecàrregues.

Així, doncs els magnetotèrmics individuals actuen abans que el magnetotèrmic principal excepte quan es produeix un curtcircuit d'una certa importància provinent de la xarxa elèctrica.

S'utilitzen magnetotèrmics amb la corba de tipus C que són els més usats quan no hi ha corrents d'arrencada elevada. Segons la norma EN 60269 per a la protecció contra sobrecàrregues la intensitat nominal del interruptor magnetotèrmic ha de complir:

$$I \text{ disseny línia} < I \text{ assignada dispositiu protecció} < I \text{ admissible de línia}$$

Per a l'inversor les proteccions seran trifàsiques amb les següents característiques:

Instal·lació	Potència nominal (kW)	Intensitat nominal (A)	Intensitat màxima admissible (A)	Intensitat assignada dispositiu (A)	Poder de tall (kA)
Inversor 1	100	158,8	206,06	160	10

Els magnetotèrmics a utilitzar pels inversors seran doncs de 160A, amb un poder de tall de 10kA.

Fallades a terra

La instal·lació comptarà amb un diferencial classe A de 300mA de sensibilitat, situat a la sortida dels inversors, en la part de corrent altern per a protegir el circuit de possibles derivacions a terra.



Protecció de la qualitat del subministrament

La instal·lació està formada per equips que compleixen totes les normatives sobre qualitat del servei i s'ha executat de manera que mantingui la seguretat i la qualitat de subministrament.

1.12.COMPTADORS

Segons el RDL 15/2018, deurà contenir els equips de mesura estrictament necessaris, en aquest cas, els actuals equips de mesura de la instal·lació elèctrica de baixa tensió.

1.13.CONNEXIÓ A TERRA DE LA INSTAL·LACIÓ. CRITERIS DE DISSENY I DIMENSIONAT

Segons el RD 1699/2011 on es fixen les condicions tècniques per tal de regular la connexió a la xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència, la posta a terra es realitzarà de manera que no alteri la de la companyia elèctrica distribuïdora, a fi de no transmetre defectes a la mateixa.

Així mateix, les masses de la instal·lació fotovoltaica estaran connectades a una terra independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

Per això es realitzarà una única presa de terra connectant directament a la terra instal·lada a aquest efecte, tant l'estructura del generador fotovoltaic com la borna de posta a terra dels inversors, a fi de no crear diferències de tensió perilloses per a les persones amb la realització de diverses preses de terra en la instal·lació.

La secció del conductor de la connexió a terra és com a mínim igual a la meitat de la secció del cable de fase corresponent. Si la secció dels conductors de fase és de 16mm² o inferior, llavors la secció del conductor de protecció serà igual a la secció de fase.

La presa de terra del sistema es divideix en dues parts, d'una banda tota l'estructura de suport dels panells fotovoltaics així com els marcs dels mateixos estan posats a una terra independent de la posta a terra emprada per a la part de corrent altern, la qual inclou la posta a terra de les masses dels inversors.

Els materials i dimensionat de la instal·lació de connexió a terra assegurin que:



El valor de la resistència de posta a terra compleix amb les normes de protecció i funcionament de la instal·lació i que aquestes es mantinguin al llarg del temps, respectant els requisits indicats en la ITC-BT-24 i els requisits específics de les instal·lacions fotovoltaïques:

- Els corrents de defecte a terra i els corrents de fuga poden circular sense perill encara que existeixin sol·licitacions tèrmiques, mecàniques i elèctriques.
- La solidesa i protecció mecànica està assegurada independentment de les condicions externes previsible.
- Aquesta degudament protegida contra els efectes adversos de l'electròlisi.

Els conductors de coure utilitzats com a elèctrodes són de construcció i resistència elèctrica de classe 2 complint amb la norma UNE 21022. La presa de terra està a una profunditat superior a 0,5 metres amb el que la pèrdua d'humitat, aparició de glaçades o altres condicions climàtiques no resultarà en un augment de la resistència per sobre del valor previst.

La secció del conductor de la presa de terra de l'inversor, segons la ITC-BT-18 serà, tenint en compte que la secció dels conductors de fase és de 95mm²:

$$S_p = 50\text{mm}^2$$

1.14.DIMENSIONAT DE LA INSTAL·LACIÓ DE DISTRIBUCIÓ

El generador fotovoltaic de la instal·lació consta de branques en paral·lel cadascuna de les quals està composta per la unió de com a molt 18 mòduls fotovoltaics connectats en sèrie.

Mòduls sèrie	V _{pm}	V _{oc}	I _{pm}	I _{sc}
18 mòduls	41,95V	49,8V	13,12A	13,98A

Aquestes dades són vàlides a un nivell d'irradiància de 1.000 W/m², la qual cosa correspon a un nivell d'irradiància alta.

Com a mesura de seguretat utilitzarem per als càlculs uns valors superiors en un 25% als esmentats complint amb l'establert en la ITC-BT-40. Així doncs el corrent de curtcircuit és de 13,98 x 1,25 = 17,48A.

Per al cablejat del camp de panells fotovoltaics s'utilitza cable de coure flexible amb aïllament doble de 6mm² de secció. Aquesta secció és suficient per a la intensitat de curtcircuit.



Tal i com s'estableix en la ITC-BT-40 del REBT, la caiguda de tensió màxima ha de ser inferior a l'1,5%.

En els càlculs justificatius es pot comprovar que totes les línies dels generadors fotovoltaics es troben dins d'aquest paràmetres.

En condicions de funcionament normal la caiguda de tensió en el cable més llarg (120m) és de:

$$11,18V < 1,5\% \text{ de } 755,1 \text{ V.}$$

Seccions de Cablejat en el part CA

El corrent màxim transportat per cada cable mai superarà els A (intensitat màxima de l'inversor), per la qual cosa la secció seleccionada serà suficient, tenint en compte el prescrit en la ITC-BT-40 respecte a cobrir el 125% de la intensitat màxima del generador.

Segons la ITC-BT-40 del REBT, la caiguda de tensió màxima en el part de CA ha de ser inferior a l'1,5%.

De QPG a QGBT

En la part de CA s'utilitza per l'inversor cable multipolar de $4 \times 95\text{mm}^2 + \text{TT } 50\text{mm}^2$ Cu amb tensió assignada de 0,6/1 kV.

El corrent màxim transportat per cada cable mai superarà els 158,8A (intensitat màxima de la suma dels inversors), per la qual cosa la secció seleccionada serà suficient, tenint en compte el prescrit en la ITC-BT-40 respecte a cobrir el 125% de la intensitat màxima del generador.

La caiguda de tensió en el cable de CA més llarg (15m) de l'inversor és de:

$$0,56 \text{ V} < 1,5\% \text{ de } 400\text{V.}$$

Canalitzacions

En la part de CC els cables de cada pol es condueixen independentment en una safata metàl·lica per a exteriors de 75x60mm. Per tal de no sobrecarregar les safates i que la calor del cablejat es pugui dissipar correctament, s'aplicaran coeficients correctors a la intensitat màxima admissible del cablejat, limitant així la quantitat de conductors a instal·lar en una mateixa safata, tal i com es defineix a la Guia d'aplicació de la ITC-BT-19.



En la part de CA s'utilitza cable tripolar sota tub. S'utilitzen canalitzacions seguint la ITC-BT-21, taula 2. En la següent taula es mostra un resum de les dimensions de les canalitzacions en funció del circuit de secció del conductor:

Circuit	Tram	Tipus instal·lació	Conductor	Canalització
CC	Mòduls – Inversor	Unipolar sobre safata	8 x (2 x 6mm ²) Cu	Safata metàl·lica
CA	Caixa protecció generació – QGBT	Tripolar sota tub	4 x 95 + TT50mm ² Cu	Safata metàl·lica

1.15.DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE MESURAMENT PER AL SEGUIMENT DE PRODUCCIÓ

L'inversor de la instal·lació fotovoltaica compta amb un sistema de seguiment de la producció en temps real.

Les dades que es poden obtenir a través de la pantalla de l'inversor són els següents:

- Energia total generada en kWh.
- Energia produïda durant el present dia en Wh.
- Temps durant el qual s'ha produït durant el present dia en hores.
- Potència instantània generada en W.
- Intensitat en A corrent continu, i intensitat en A corrent altern.
- Tensió del camp mòduls en V.

Adicionalment la instal·lació compta amb un sistema de mesurament de la producció general de la instal·lació i individual de cada inversor.

Aquest sistema, a més de la informació ja esmentada permet conèixer en temps real l'estat de la xarxa de distribució, el factor de potència del inversor i la distorsió harmònica.

El sistema de mesurament està situat per la part de darrere del quadre general de connexió a xarxa.

1.16.LOCALS HUMITS

La instal·lació fotovoltaica està situada en la seva pràctica totalitat a l'exterior. Tots els elements, cables, caixes de connexionat, etc. estan degudament protegits contra l'entrada d'aigua segons s'especifica en el RD 842/2002.



La resta de la instal·lació se situa a l'interior de l'immoble, dins un armari on no hi ha humitat, pols o risc de corrosió pel que no cal prendre mesures de precaució més enllà de les ja esmentades.

1.17. PLA D'EXECUCIÓ

L'empresa promotora s'encarrega, abans de començar els treballs d'instal·lació, d'obtenir els permisos d'obra pertinents, els permisos de connexió a la xarxa per part de la companyia elèctrica distribuïdora i el contracte de compravenda de l'energia produïda.

Superats aquests tràmits es procedirà a la instal·lació del sistema pròpiament dita, planificat de la manera següent:

- Disseny i fabricació de l'estructura suport.
- Muntatge i connexió de mòduls fotovoltaics.
- Connexió mòduls a caixes d'entroncament.
- Muntatge i connexió de l'inversor.
- Connexió de les posades a terra.
- Connexió instal·lació a quadre general.
- Connexió a xarxa per a proves instal·lació.
- Posada en marxa definitiva.

1.18. MANTENIMENT

La propietat es fa responsable de la neteja dels mòduls, almenys una vegada al mes en la temporada d'estiu i amb una freqüència inferior als mesos d'hivern.

Així mateix cada 6 mesos es farà un control del connexionat dels mòduls. Es verifica el voltatge de potència màxima de tots els bucles, la intensitat produïda, etc. Els inversors necessiten un manteniment mínim que consisteix a mantenir-los lliures de pols i assegurar-se que els mecanismes de desconexió de seguretat funcionen correctament (1 vegada a l'any).



1.19. CONSIDERACIONS FINALS

Les obres i instal·lacions a que es refereix el present estudi, estaran realitzades d'acord amb les Ordenances Municipals Vigents, així mateix la instal·lació elèctrica complirà en tots els seus extrems amb l'establert pel vigent Reglament Electrotècnic en Baixa Tensió segons Real Decret 842/2002 de 2 d'agost.

Tota la instal·lació reuneix a criteri del qui subscriu les condicions necessàries exigibles per al normal desenvolupament de l'activitat.

Esperant haver exposat tots els aspectes necessaris de la present instal·lació i quedant a la seva disposició per a qualsevol dubte que hi pogués sorgir esperem rebre una resolució favorable del present projecte.

Es firma aquest document a Montcada i Reixac, a 26 de gener de 2.024.

Signat: [Redacted]
Enginyer Tècnic Industrial
Nº col·legiat: 26.298



2. PRESSUPOST

El pressupost d'obra es desglossa de la següent manera:

137 x Mòdul fotovoltaic LONGI LR5-72HPH 550M	22.242,57€
1 x Inversor Growatt MAX 100KTL3-X LV.....	4.404,40 €
Estructura.....	5.420,28 €
Instal·lació i posada en marxa.....	9.280,00 €
Proteccions elèctriques.....	4.791,06 €
Material per cablejat.....	4.351,99 €
Canalitzacions.....	3.168,53 €
Monitorització.....	988,46 €
TOTAL.....	54.647,29 €

El pressupost total de la instal·lació objecte del present projecte ascendeix a la quantitat de **54.647,29 € (cinquanta-quatre mil sis-cents quaranta-set euros amb vint-i-nou cèntims).**

Es firma aquest document a Montcada i Reixac, a 26 de gener de 2.024.

Signat: 
 Enginyer Tècnic Industrial
 N° col·legiat: 26.298



3. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

Compliment del R.D. 1627/97 de 24 d'Octubre sobre disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

El present estudi de seguretat i salut estableix, durant l'execució d'aquesta obra, les previsions respecte a la previsió de riscos d'accidents i malalties professionals, així com informació útil per efectuar al seu dia, a les degudes condicions de seguretat i salut, els previsibles treballs posteriors de manteniment.

Servirà per a proporcionar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora per portar a terme les seves obligacions al terreny de la prevenció de riscos professionals, facilitant el seu desenvolupament, d'acord amb el Real Decret 1627/1997 de 24 d'Octubre, per el que s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

Amb base a l'article 7, i amb aplicació d'aquest estudi de seguretat i salut, el contractista haurà d'elaborar previsions contingudes al present document. El pla de seguretat i salut haurà de ser aprovat abans de l'inici de l'obra pel coordinador de seguretat i salut durant l'execució de l'obra o, quan no existeixi coordinador, per la direcció facultativa. En cas d'obra de les administracions públiques haurà de sotmetre's a l'aprovació d'aquella administració.

Es recorda l'obligatorietat de que en cada centre de treball existeixi el llibre d'incidències pel seguiment del pla. Qualsevol anotació que es realitzi al llibre d'incidències haurà de posar-se en coneixement de la inspecció de treball i seguretat social en un termini de 24 hores.

Així mateix es recorda que, segons l'article 15 del Real Decret, els contractistes i subcontractats hauran de garantir que els treballadors rebran la informació adequada de totes les mesures de seguretat i salut a l'obra.

Abans de l'inici dels treballs, el promotor haurà d'efectuar un avis a l'autoritat laboral competent, segons model inclòs a l'annex 111 del reial decret.

La comunicació d'obertura del centre de treball a l'autoritat laboral competent haurà d'anar acompanyada del pla de seguretat i salut.

El coordinador de seguretat i salut durant l'execució de l'obra o qualsevol integrant de la direcció facultativa, en cas d'apreciar un risc greu imminent per la seguretat dels treballadors, podrà aturar



l'obra parcial o totalment, comunicant a la Inspecció de Treball i Seguretat Social, al contractista, als subcontractats i als representants dels treballadors.

Les responsabilitats dels coordinadors, de la Direcció Facultativa i del promotor no eximeixen de les seves responsabilitats als contractistes i subcontractats (article 11).

3.1. PRINCIPIS GENERALS PER L'EXECUCIÓ DE L'OBRA

L'article 10 del R.D. 1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva continguts a l'article 15 de la llei de Riscos Laborals (Llei 31/1995, de 8 de novembre) durant l'execució de l'obra i, en particular, a les següents activitats:

- El manteniment de l'obra amb bon estat d'ordre i neteja.
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament i circulació.
- La manipulació dels diferents materials i la utilització dels medis auxiliars.
- El manteniment, el control previ a la posta en servei i el control periòdic de les instal·lacions i dispositius necessaris per l'execució de l'obra, amb l'objectiu de corregir les defectes que podrien afectar a la seguretat i salut dels treballadors.
- La delimitació i el condicionament de les zones d'emmagatzematge i recipient dels diferents materials, en particular si es tracta de matèries o substàncies perilloses.
- La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- L'emmagatzematge i la eliminació o evacuació de residus i runes.
- L'adaptació, en funció de l'evolució de l'obra, del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar als diferents treballs o fases de treball.
- La cooperació entre els contractistes, subcontractistes i treballadors autònoms.
- Les interaccions e incompatibilitats amb qualsevol tipus de treball o activitat que es realitzi en l'obra o a prop del lloc de l'obra.

Els principis d'acció preventiva establerts a l'article 15 de la llei 31/95 són els següents:



L'empresari aplicarà les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- Evitar riscos.
- Avaluar els riscos que no es poden evitar.
- Combatre els riscos al seu origen.
- Adaptar el treball a la persona, en particular al que respecta a la concepció dels llocs de treball, així com l'elecció dels equips i mètodes de treball i de producció, amb la finalitat, en particular, d'atenuar el treball monòton i repetitiu i a reduir els efectes del mateix a la salut.
- Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- Substituir el perillós pel que comporti poc o cap perill.
- Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri amb ella la tècnica, la organització del treball i les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals al treball.
- Adoptar mesures que s'anteposin la protecció col·lectiva a l'individual.
- Donar les degudes instruccions als treballadors.
- L'empresari considerarà les capacitats professionals dels treballadors amb matèria de seguretat i de salut al moment d'encomanar tasques.
- L'empresari adoptarà les mesures necessàries amb la finalitat de garantir que tan sols els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.

L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions o imprudències no temeràries que pugues comporta el treball. Per la seva adopció es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, les quals es podran adoptar quan la magnitud d'aquests riscos sigui substancialment inferior a la dels que es pretenen controlar i no existeixin alternatives més segures.

Podran concertar operacions de segurs que tinguin com a fi garantir com a àmbit de cobertura la prevenció de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors



autònoms respecte a ells mateixos i les societats cooperatives respecte als socis, dita activitat consisteixi amb la prestació del seu treball personal.

3.2. IDENTIFICACIÓ DELS RISCOS

Sense perjudici de les disposicions mínimes de Seguretat i Salut aplicables a l'obra establertes a l'annex IV del R.D. 1627/1997 del 24 d'octubre, s'enumeren a continuació els riscos particulars de diferents treball d'obra, considerant que alguns d'ells poden donar-se durant tot el procés d'execució de l'obra o bé se aplicar-se a altres treballs.

S'haurà de donar especial atenció als riscos més usals a l'obra, com per exemple caigudes, talls, cremades, erosions i cops, havent-se d'adoptar en cada moment la postura més idònia segons el treball que es realitzi.

A més, s'haurà de tenir en compte les possibles repercussions a les estructures d'edificació veïnes i procurar minimitzar en tot moment el risc d'incendi.

Així mateix, els riscos relacionats s'hauran de tenir en compte als previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment, etc.).

3.3. MITJANS I MAQUINÀRIA

- Atropellaments, xocs amb altres vehicles, agafades.
- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Desplom i/o caiguda de maquinària d'obra (sitges, grues...).
- Riscos derivats del funcionament de grues.
- Caiguda de la càrrega transportada.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Cops i entravessades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.



- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques.

3.4. TREBALLS PREVIS

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Cops i entravessades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Sobre esforços per postures incorrectes.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats del emmagatzematge de matèries (temperatura, humitat, reaccions químiques).

3.5. MOVIMENTS DE TERRES I EXCAVACIONS

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Cops i entravessades.
- Despreniment i/o corriments de terres i/o roques.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Desplom i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Desplom i/o caiguda de les edificacions veïnes.
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques.
- Sobre esforços per postures incorrectes.



3.6.FONAMENTACIONS

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Contacte amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i entravessades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Desplom i/o caiguda de les parets de contenció, pous i rases.
- Desplom i/o caiguda de les edificacions veïnes.
- Despreniment i/o corriment de terres i/o roques.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobre esforços per postures incorrectes.
- Errades d'encofrats.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats del emmagatzematge de matèries (temperatura, humitat, reaccions químiques).

3.7. ESTRUCTURA

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Contacte amb materials agressius.
- Talls i punxades.



- Cops i entravessades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Contactes elèctrics directes o indirectes.
- Sobre esforços per postures incorrectes.
- Errades d'encofrats.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats del emmagatzematge de matèries (temperatura, humitat, reaccions químiques).
- Riscos derivats de la pujada i recepció de materials.

3.8. COBERTA

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des de elements provisionals d'accés (escales, plataformes...).
- Contacte amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i entravessades.
- Caiguda de materials, rebots.
- Ambient excessivament sorollós.
- Sobre esforços per postures incorrectes.
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics.
- Caigudes de pals i antenes.
- Bolcada de piles de material.
- Riscos derivats del emmagatzematge de matèries (temperatura, humitat, reaccions químiques).



3.9.RELACIÓ DELS TREBALLS QUE IMPLIQUEN RISCOS ESPECIALS

- Treballs amb riscos especialment greus de soterrament, enfonsament o caiguda des d'altura, per les particulars característiques de l'activitat desenvolupada, els procediments aplicats o l'entorn del lloc de treball.
- Treballs en que l'exposició a agents químics o biològics suposin un risc d'especial gravetat, o pels que la vigilància específica de la salut dels treballadors sigui legalment exigible.
- Treballs amb exposició a radiacions ionitzades pels que la normativa específica obliga a la delimitació de zones controlades o vigilades.
- Treballs a la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió.
- Treballs que exposin a risc d'ofegament per immersió.
- Treballs que requereixin muntar o desmuntar elements prefabricats pesats.

3.10.MESURES DE PREVENCIÓ I PROTECCIÓ

- Com a criteri general prevaldran les proteccions col·lectives davant les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball.
- Per altra banda, els medis de protecció hauran d'estar homologats segons normativa vigent.
- Les mesures relacionades també hauran de tenir-se en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

3.11.MESURES DE PROTECCIÓ COL·LECTIVA

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre els diferents treballs i circulacions dins de l'obra.
- Senyalització de les zones de perill.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació als vials exteriors.
- Deixar una zona lliure al voltant de la zona excavada pel pas de maquinària.



- Immobilització de camions mitjançant tascons i/o topes durant les tasques de càrrega i descarrega.
- Respectar les distàncies de seguretat amb les instal·lacions existents.
- Els elements de les instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants.
- Cementació correcta de la maquinària d'obra.
- Muntatge de grues realitzat per una empresa especialitzada, amb revisions periòdiques, control de la càrrega màxima, delimitació del radi d'acció, frens, bloqueig...
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra.
- Sistema de regadiu que impedeixi l'emissió de pols a grans quantitats.
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes).
- Comprovació d'apuntaments, condicions d'estrebament i pantalles de protecció de rases.
- Utilització de paviments antilliscants.
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda.
- Col·locació de mallat als forats horitzontals.
- Protecció de forats i façanes per evitar caigudes d'objectes.
- Ús de canalitzacions per l'evacuació de runa, correctament instal·lades.
- Ús d'escaleres de mà, plataformes de treballs i bastides.
- Col·locació de plataformes de recepció de materials a les plantes altes.

3.12.MESURES DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL

- Utilització de màscares i ulleres homologades contra pols i/o projecció de partícules.
- Utilització de calçat de seguretat.
- Utilització de casc homologat.



- A totes les zones elevades a les que no existeixin sistemes fixos de protecció s'hauran d'establir punts d'ancoratge segurs per poder subjectar el cinturó de seguretat homologat, la qual la seva utilització serà obligatòria.
- Utilització de guants homologats per evitar el contacte directe amb materials agressius i minimitzar els riscos de talls i punxades.
- Utilització de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos.
- Utilització de davantal.
- Sistemes de subjecció permanents i de vigilància per més d'un operari, als treballs amb perill d'intoxicació.
- Utilització d'equips de subministrament d'aire.

3.13.MESURES DE PROTECCIÓ A TERCERS

- Tanca, senyalització i enllumenat de l'obra. Pel cas que el tancat envaeixi la calçada s'haurà de preveure un pas protegit per la circulació de vianants. El tancat ha d'impedir que persones alienes a l'obra puguin entra a ella.
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació als vials exteriors.
- Immobilització de camions mitjançant tascons i/o topes durant les tasques de càrrega i descarrega.
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes).
- Protecció de forats i façanes per evitar caigudes d'objectes (xarxes, lones).

3.14.PRIMERS AUXILIS

- Es disposarà d'una farmaciola que contindrà l'específic de la norma vigent
- S'informarà, a l'inici de l'obra, de la situació dels diferents centres mèdics als que s'haurà de traslladar als accidentats. Es convenient disposar a l'obra, i a un lloc ben visible, d'una llista de



telèfons i direccions dels centres assignats per urgències, ambulàncies, taxis, etc. per garantir el ràpid trasllat de possibles accidentats.

3.15.RELACIÓ DE NORMES I REGLAMENTS APLICABLES

- Directiva 92/57/CEE de 24 d'octubre (DO: 26/08/92). Disposicions mínimes de seguretat i salut que s'han d'aplicar a les obres de construcció temporals o mòbils.
- RD 1627/1997 de 24 d'octubre (BOE:25/10/97). Disposicions mínimes de seguretat i de salut a les obres de construcció.
- Transposició de la directiva 92/57/CEE. Deroga el RD 555/86 sobre obligatorietat d'inclusió de l'estudi de seguretat e higiene a projectes d'edificació i obres públiques.
- Llei 31/1995 de 8 de novembre (BOE: 10/11/95). Prevenció de riscos laborals.
- Desenvolupament de la llei a traves de les següents disposicions:
- Llei 39/1997 de 17 de gener (BOE: 31/01/97). Reglament dels serveis de prevenció. Modificacions: RD: 780/1998 de 30 d'abril (BOE: 01/05/98)
- RD 485/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes amb matèria de senyalització, de seguretat i salut al treball.
- RD 486/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut als diferents llocs de treball. Al Cap. 1 exclouen obren de construcció però al RD 1627/1997 ho cita en relació a escales de mà. modifica i deroga alguns capítols de l'ordenança de seguretat e higiene al treball (O. 09/03/1971).
- RD 487/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comporten riscos, amb particular dors lumbar, pels treballadors.
- RD 488/1997 de 14 d'abril (BOE: 23/04/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives al treball amb equips que inclouen pantalles de visualització.
- RD 664/1997 de 12 de maig (BOE: 24/05/97). Protecció de treballadors contra riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball.
- RD 665/1997 de 12 de maig (BOE:24/05/97). Protecció dels treballadors contra riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball.
- RD 773/1997 de 30 de maig (BOE: 12/06/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut, relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual
- RD 1215/1997 de 18 de juliol (BOE: 07/08/97). Disposicions mínimes de seguretat i salut per l'ús dels equips de treball. Modifica i deroga alguns capítols de l'ordenança se seguretat e higiene al treball (O. 09/03/1971)
- O. de 20 de maig de 1952 (BOE: 15/06/52). Rament de seguretat e higiene del treball a la indústria de la construcció
 - Modificacions: O. De 10 de novembre de 1953 (BOE: 22/12/53)



- O. de 23 de setembre de 1996 (BOE: 01/10/66). Art. 100 a 105 derogats per O. de 20 de gener de 1956
- O. de 31 de gener de 1940. Bastides: Cap. VII, art. 66 a 74 (BOE: 03/02/40). Reglament general sobre seguretat e higiene
- O. de 28 d'agost de 1970. Art. 1 a 4, 183 a 291 i annexes I i II (BOE: 05/09/70; 09/09/70). Ordenança del treball per les indústries a la construcció, vidre i ceràmica. Correcció d'errors: BOE: 17/10/70
- O. de 20 de setembre de 1986 (BOE: 13/10/86). del de llibre d'incidències corresponent a les obres en que sigui obligatori l'estudi de seguretat e Higiene.
 - Correcció d'errors: BOE: 31/10/86
- O. de 16 de desembre de 1987 (BOE: 29/12/87). Nous models per la notificació d'accidents de treball e instruccions pel seu compliment i tramitació.
- O. de 31 d'agost de 1987 (BOE:18/09/87). Senyalització, abalisament, neteja i terminació d'obres fixes a vies fora de poblat.
- O. de 28 de maig de 1977 (BOE: 14/06/77). Reglament d'aparells elevadors per obres. Modificació: O. de 7 de març de 1981 (BOE: 14/03/81)
- O. de 28 de juny de 1988 (BOE: 07/07/88). Instrucció tècnica complementaria MIE-AEM 2 reglament d'aparells elevadors i mantenició referent a grues desmuntables per obres Modificació: O. de 16 d'abril de 1990 (BOE: 24/04/90).
- O. de 31 d'octubre de 1984 (BOE: 07/11/84) Reglament de seguretat dels treballadors amb riscos d'amiant
- O. de 7 de gener de 1987 (BOE: 15/01/87). Normes complementaries del reglament sobre seguretat dels treballadors amb riscos d'amiant.
- RD 1316/1989 de 27 d'octubre (BOE: 02/11/89). Protecció als treballadors davant dels riscos derivats de l'exposició al soroll durant el treball
- O. de 9 de març de 1971 (BOE: 16 i 17/03/71). Ordenança general de seguretat e higiene del treball. Correcció d'errors: BOE: 06/04/71
 - Modificacions: BOE: 02/11/89

Derogats alguns capítols per: Llei 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997 i RD 1215/1997.

- O. de 12 de gener de 1998 (BOE: 27/01/98). S'aprova el model de llibre d'incidències en obres de construcció
- Resolucions aprovatòries de Normes Tècniques Reglamentaries per diferents medis de protecció personal de treballadors.
- R. de 14 de desembre de 1974 (BOE: 30/12/74): NR. MT-1: Cascos no metàl·lics
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 01/09/75): NR. MT-2: Proteccions auditives
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 02/09/75): NR. MT-3: Pantalles per soldadors



- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 03/09/75): NR. MT-4: Guants aïllants d'electricitat
 - Modificació: BOE: 25/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 04/09/75): NR. MT-5: Calçat de seguretat contra riscos mecànics.
 - Modificació: BOE: 27/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 05/09/75): NR. MT-6: Banquetes aïllants de maniobres
 - Modificació: BOE: 28/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 06/09/75): NR. MT-7: Equips de protecció personal de vies respiratòries. Normes comuns i adaptadors facials.
 - Modificació: BOE: 29/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 08/09/75): NR. MT-8: Equips de protecció personal de vies respiratòries: filtres mecànics.
 - Modificació: BOE: 30/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 09/09/75): NR. MT-9: equips de protecció personal de vies respiratòries: màscares autofiltrants.
 - Modificació: BOE: 31/10/75
- R. de 28 de juliol de 1975 (BOE: 10/09/75): NR. MT-10: equips de protecció personal de vies respiratòries: filtres químics i mixtos contra amoníac
 - Modificació: BOE: 01/11/75



4. PLEC DE CONDICIONS

4.1.CONDICIONS TÈCNIQUES PER L'EXECUCIÓ I MUNTATGE D'INSTAL·LACIONS ELÈCTRIQUES DE BAIXA TENSIO

4.1.1.CONDICIONS GENERALS

Tots els materials a emprar en la present instal·lació seran de primera qualitat i reuniran les condicions exigides en el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i altres disposicions vigents referents a materials i prototips de construcció.

Tots els materials podran ser sotmesos a les anàlisis o proves, per compte de la contracta, que es creguin necessaris per acreditar la seva qualitat. Qualsevol altre que hagi estat especificat i sigui necessari emprar haurà de ser aprovat per la Direcció Tècnica, bé entenent que serà rebutjat el que no reuneixi les condicions exigides per la bona pràctica de la instal·lació.

Els materials no consignats en projecte que donessin lloc a preus contradictoris reuniran les condicions de bondat necessàries, segons el parer de la Direcció Facultativa, no tenint el contractista dret a cap reclamació per aquestes condicions exigides.

Tots els treballs inclosos en el present projecte s'executaran acuradament, d'acord amb les bones pràctiques de les instal·lacions elèctriques, d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, i complint estrictament les instruccions rebudes per la Direcció Facultativa, no podent, per tant, servir de pretext al contractista la baixa en subhasta, per variar aquesta acurada execució ni la primeríssima qualitat de les instal·lacions projectades quant als seus materials i mà d'obra, ni pretendre projectes addicionals.

4.1.2.MÒDULS FOTOVOLTAICS

Han de complir la norma UNE-EN 61730, harmonitzada per la Directiva 2006/95/CE, sobre qualificació de la seguretat de mòduls fotovoltaics, i la norma UNE-EN 50380, sobre informacions dels fulls de dades i de les plaques de característiques per als mòduls fotovoltaics. A més a més, compliran la UNE-EN 61215: Mòduls fotovoltaics (FV) de silici cristal·lí per a ús terrestre.

Els mòduls fotovoltaics hauran d'incorporar el marcatge CE, segons la Directiva 2006/95/CE de Parlament Europeu i de Consell, de 12 de desembre de 2006, relativa a l'aproximació de les



legislacions dels Estats membres sobre el material elèctric destinat a utilitzar-se amb determinats límits de tensió.

El mòdul fotovoltaic portarà de forma clarament visible i indeleble el model i nom o logotip del fabricant, així com una identificació individual o número de sèrie traçable a la data de fabricació.

Tots els mòduls seran del mateix fabricant i model.

Els mòduls hauran de portar els díodes de derivació per evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejats parcials i tindran un grau de protecció IP65.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació com trencaments o taques en qualsevol dels seus elements, així com falta d'alineació en les cèl·lules o bombolles en l'encapsulat.

L'estructura del generador es connectarà a terra.

Per motius de seguretat i per facilitar el manteniment i reparació dels strings, s'instal·laran els elements necessaris (fusibles, interruptors, etc.) per a la desconexió, de forma independent i en ambdós terminals (positiu i negatiu), de cadascun dels strings que formen el camp fotovoltaic.

El rendiment de les plaques fotovoltaïques serà superior al 17% en condicions estàndard de mesura (irradiància 1000 W/m², temperatura de cel·la de 25 °C i distribució espectral AM 1,5).

La tolerància en la variació de la potència de sortida per a tots els mòduls fotovoltaics serà positiva, per tal d'assegurar una major probabilitat d'obtenir una potència de sortida més elevada en la instal·lació.

Els mòduls seran TIER 1, en cas contrari s'haurà de consensuar amb la Direcció Facultativa de l'Obra.

Oferiran una garantia de producte d'almenys 10 anys que inclogui temes mecànics.

Oferirà un extra de garantia respecte a la potència de sortida que assegurí que la potència de sortida no disminuirà en més del 10% en els primers 10 anys de funcionament, ni en més de el 20% fins a l'any nombre vint-cinc.

A la recepció, es comprovarà amb l'amperímetre i voltímetre, que la intensitat i la tensió que produeixen cada un dels mòduls fotovoltaics s'ajusta a les especificacions del fabricant, registrant-se les mesures resultants i lliurant-les a la Direcció Facultativa de l'Obra.



Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació com trencaments o taques en qualsevol dels seus elements així com falta d'alineació en les cèl·lules o bombolles en el encapsulant.

Es numeraran segons l'ordre determinat en els plànols i, a continuació, se situaran al costat de l'estructura de cada línia. Durant el muntatge del generador fotovoltaic es mantindran els seccionadors oberts i es cobriran les cares frontals dels panells amb material opac abans de realitzar les connexions elèctriques o obrir la caixa de terminals.

4.1.3. INVERSORS

Seràn del tipus adequat per a la connexió a la xarxa elèctrica, permetent tant el règim d'autoconsum com el de connexió a xarxa, amb una potència d'entrada variable perquè siguin capaços d'extreure en tot moment la màxima potència que el generador fotovoltaic pot proporcionar al llarg de cada dia.

Els inversors compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica (ambdues seran certificades pel fabricant), incorporant proteccions enfront de:

- Curtcircuits en corrent altern.
- Tensió de xarxa fora de rang.
- Freqüència de xarxa fora de rang.
- Sobretensions, mitjançant varistors o similars.
- Pertorbacions presents a la xarxa com microtalls, polsos, defectes de cicles, •absència i retorn de la xarxa, etc.
- Addicionalment han de complir amb la Directiva 2004/108/CE de Parlament Europeu i de Consell, de 15 de desembre de 2004, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica.

Cada inversor disposarà de les senyalitzacions necessàries per la seva correcta operació, i incorporarà els controls automàtics imprescindibles que assegurin la seva adequada supervisió i maneig.

Cada inversor incorporarà, al menys, els controls manuals següents: encesa i apagat general de l'inversor; connexió i desconexió de l'inversor a la interfície CA.



L'inversor seguirà lliurant potència a la xarxa de forma continuada en condicions d'irradiància solar un 10% superiors a les CEM (Condicions estàndard de mesura). A més a més, suportarà pics d'un 30% superior a les CEM durant períodes de fins a 10 segons.

El rendiment de potència de l'inversor (quotient entre la potència activa de sortida i la potència activa d'entrada), per a una potència de sortida en corrent altern igual al 50% i al 100% de la potència nominal, serà com a mínim del 92% i del 94%, respectivament. El càlcul del rendiment es realitzarà d'acord amb la norma UNE-EN 61683.

L'autoconsum dels equips (pèrdues en buit) en stand-by o mode nocturn haurà de ser inferior al 2% de la seva potència nominal de sortida.

El factor de potència de la potència generada haurà de ser superior a 0,95, entre el 25% i el 100% de la potència nominal.

A partir de potències majors del 10% de la seva potència nominal, l'inversor haurà d'injectar a la xarxa.

Els inversors tindran un grau de protecció mínima IP20 per inversors a l'interior d'edificis i llocs inaccessibles, IP30 per inversors a l'interior d'edificis i llocs accessibles i d'IP65 per a inversors instal·lats a la intempèrie. En qualsevol cas, es complirà la legislació vigent.

En cas d'instal·lació a la intempèrie es realitzarà preferentment en façanes encarades a l'orientació nord i/o a la protecció de la pluja i el sol.

L'inversor serà compatible amb el protocol comunicacions MODBUS i serà compatible amb els sistema de monitoratge, si s'escau.

Els inversors estaran garantits per operació, al menys, en les següents condicions ambientals: entre 0 ° C i 40 ° C de temperatura i entre 0% i 85% d'humitat relativa.

La garantia mínima serà de 5 anys.

Disposarà de pantalla gràfica amb indicació dels valors de generació.

A la recepció, es comprovarà que no hi ha hagut danys en el transport.

S'evitarà que es posin en contacte els conductor CC amb els de CA mitjançant la separació entre circuits. Primer es realitzarà la connexió de CC.

En cas de pluja se suspendrà el muntatge dels inversors.



L'emmagatzematge es realitzarà en un lloc protegit de pluges, focus d'humitat i impactes. No estaran en contacte directe amb el terra.

4.1.4. ESTRUCTURA DE SUPORT

Les estructures de suport han de complir les especificacions d'aquest apartat. Altrament s'haurà de consensuar amb la Direcció Facultativa de l'Obra els canvis proposats.

L'estructura suport de mòduls ha de resistir, amb els mòduls instal·lats, les sobrecàrregues de vent i neu, d'acord amb l'indicat en la Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

El disseny i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació de mòduls, permetrà les necessàries dilatacions tèrmiques, sense transmetre càrregues que puguin afectar la integritat dels mòduls, seguint les indicacions del fabricant.

Els punts de subjecció per al mòdul fotovoltaic seran suficients en nombre, tenint en compte l'àrea de suport i posició relativa, de manera que no es produeixin flexions en els mòduls superiors a les permeses pel fabricant i els mètodes homologats pel model de mòdul.

El disseny de l'estructura es realitzarà per l'orientació i l'angle d'inclinació especificat per al generador fotovoltaic, tenint en compte la facilitat de muntatge i desmuntatge, i la possible necessitat de substitucions d'elements.

L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció dels agents ambientals.

Els cargols seran d'acer inoxidable, complint la norma MV-106. En el cas de ser l'estructura galvanitzada s'admetran cargols galvanitzats, exceptuant la subjecció dels mòduls a la mateixa, que seran d'acer inoxidable.

Els topalls de subjecció dels mòduls i la pròpia estructura no faran ombra sobre els mateixos mòduls.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin les vegades de la coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències de les Codi Tècnic de l'Edificació i a les tècniques usuals en la construcció de cobertes.

L'estructura de suport serà calculada segons la norma MV-103 per suportar càrregues extremes degudes a factors climatològics adversos, com ara vent, neu, etc.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, complirà la norma MV102 per garantir totes les seves característiques mecàniques i de composició química.



Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les normes UNE 37501 i UNE 37508, amb un espessor mínim de 80 micres per eliminar les necessitats de manteniment i prolongar la seva vida útil.

A la recepció es comprovarà que les estructures tenen un aspecte uniforme i no presentaran esquerdes, defectes superficials, ni desprendiments en el recobriment.

Abans de realitzar el muntatge de les estructures es realitzarà un control dimensional de les peces.

Es comprovarà que l'estructura aporta certificat amb el resultat dels assaigs previstos a la norma UNE 38-010.

Les estructures es situaran en el lloc determinat pels plànols i es subjectaran a la coberta segons les especificacions descrites a la Memòria.

L'emmagatzematge es realitzarà en un lloc protegit de pluges, focus d'humitat i impactes. No estarà en contacte directe amb el terra.

4.1.5. CANALITZACIONS ELÈCTRIQUES

Els cables es col·locaran dins de tubs o canals, fixats directament sobre les parets, enterrats, directament encastats en estructures, a l'interior de buits de la construcció, sota motlures, en safata o suport de safata, segons s'indica en Memòria, Plans i mesuraments.

Abans d'iniciar l'estesa de la xarxa de distribució, hauran d'estar executats els elements estructurals que hagin de suportar-la o en els quals vagi a ser encastada: forjats, envans, etc. Excepte quan en estar previstes s'hagin deixat preparades les necessàries canalitzacions a l'executar l'obra prèvia, haurà de replantejar sobre aquesta en forma visible la situació de les caixes de mecanismes, de registre i protecció, així com el recorregut de les línies, assenyalant de forma convenient la naturalesa de cada element.

CONDUCTORS AÏLLATS SOTA TUBS PROTECTORS

Els tubs protectors poden ser:

- Tub i accessoris metàl·lics.
- Tub i accessoris no metàl·lics.

Tub i accessoris compostos (constituïts per materials metàl·lics i no metàl·lics). Els tubs es classifiquen tal com està en les normes següents:



- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemes de tubs rígids.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemes de tubs corbables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemes de tubs flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemes de tubs enterrats.

Les característiques de protecció de la unió entre el tub i els seus accessoris no han de ser inferiors als declarats per al sistema de tubs.

La superfície interior dels tubs no haurà de presentar en cap punt arestes, aspreses o fissures susceptibles de danyar els conductors o cables aïllats o de causar ferides a instal·ladors o usuaris.

Les dimensions dels tubs no enterrats i amb unió roscada utilitzats en les instal·lacions elèctriques són les que es prescriuen en la UNE-EN 60.423. Per als tubs enterrats, les dimensions es corresponen amb les indicades en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Per a la resta dels tubs, les dimensions seran les establertes en la norma corresponent de les citades anteriorment. La denominació es realitzarà en funció del diàmetre exterior.

El diàmetre interior mínim haurà de ser declarat pel fabricant.

Pel que fa a la resistència als efectes del foc considerats en la norma particular per a cada tipus de tub, se seguirà el que estableix l'aplicació de la Directiva de Productes de la Construcció (89/106 / CEE).

TUBS EN CANALITZACIONS FIXES EN SUPERFÍCIE

En les canalitzacions superficials, els tubs hauran de ser preferentment rígids i en casos especials podran usar-se tubs corbables. Les seves característiques mínimes seran les indicades a continuació:

Característica	Codi	Grau
Resistència a la compressió	4	Fort
Resistència a l'impacte	3	Mitjana
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	2	- 5°C
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	1	+ 60 °C
Resistència al corbat	1-2	Rígid / corbable
Propietats elèctriques	1-2	Continuïtat elèctrica / aïllant
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	4	Contra objectes D ³ 1 mm



Resistència a la penetració de l'aigua	2	Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15 °
Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos	2	Protecció interior i exterior mitja
Resistència a la tracció	0	No declarada
Resistència a la propagació de la flama	1	No propagador
Resistència a les càrregues suspeses	0	No declarada

TUBS EN CANALITZACIONS ENCASTADES

En les canalitzacions encastrades, els tubs protectors podran ser rígids, corbables o flexibles, amb unes característiques mínimes indicades a continuació:

1º / Tubs encastrats en obres de fàbrica (parets, sostres i falsos sostres), buits de la construcció o canals protectores d'obra.

Característica	Codi	Grau
Resistència a la compressió	2	Lleugera
Resistència a l'impacte	2	Lleugera
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	2	- 5°C
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	1	+ 60 °C
Resistència al corbat	1-2-3-4	Qualsevol de les especificades
Propietats elèctriques	0	No declarades
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	4	Contra objectes D ³ 1 mm
Resistència a la penetració de l'aigua	2	Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15 °
Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos	2	Protecció interior i exterior mitja
Resistència a la tracció	0	No declarada
Resistència a la propagació de la flama	1	No propagador
Resistència a les càrregues suspeses	0	No declarada

2n / Tubs encastrats embeguts en formigó o canalitzacions precablejades.

Característica	Codi	Grau
Resistència a la compressió	3	Mitjana



Resistència a l'impacte	3	Mitjana
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	2	- 5°C
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. Precabl. Ordinàries)
Resistència al corbat	1-2-3-4	Qualsevol de les especificades
Propietats elèctriques	0	No declarada
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	5	Protegit contra la pols
Resistència a la penetració de l'aigua	3	Protegit contra l'aigua en forma de pluja
Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos	2	Protecció interior i exterior mitja
Resistència a la tracció	0	No declarada
Resistència a la propagació de la flama	1	No propagador
Resistència a les càrregues suspeses	0	No declarada

TUBS EN CANALITZACIONS AÈRIES O AMB TUBS A L'AIRE

En les canalitzacions a l'aire, destinades a l'alimentació de màquines o elements de mobilitat restringida, els tubs seran flexibles i les seves característiques mínimes per a instal·lacions ordinàries seran les indicades a continuació:

Característica	Codi	Grau
Resistència a la compressió	4	Fort
Resistència a l'impacte	3	Mitjana
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	2	- 5°C
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	1	+ 60 °C
Resistència al corbat	4	Flexible
Propietats elèctriques	1/2	Continuïtat/Aïllat
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	4	Contra objectes D ³ 1 mm
Resistència a la penetració de l'aigua	2	Contra gotes d'aigua caient verticalment quan el sistema de tubs està inclinat 15 °
Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos	2	Protecció interior i exterior mitja
Resistència a la tracció	2	Lleugera
Resistència a la propagació de la flama	1	No propagador
Resistència a les càrregues suspeses	2	Lleugera



Es recomana no utilitzar aquest tipus d'instal·lació per a seccions nominals de conductor superiors a 16 mm².

TUBS EN CANALITZACIONS ENTERRADES

Les característiques mínimes dels tubs enterrats seran les següents:

Característica	Codi	Grau
Resistència a la compressió	NA	250N/450/750N
Resistència a l'impacte	NA	Lleuger/Normal/Normal
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	NA	NA
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	NA	NA
Resistència al corbat	1-2-3-4	Qualsevol de les especificades
Propietats elèctriques	0	No declarada
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	4	Contra objectes D ³ 1 mm
Resistència a la penetració de l'aigua	3	Protegit contra l'aigua en forma de pluja
Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos	2	Protecció interior i exterior mitja
Resistència a la tracció	0	No declarada
Resistència a la propagació de la flama	0	No declarada
Resistència a les càrregues suspeses	0	No declarada

Notes:

- NA: No aplicable.
- Per a tubs embeguts en formigó aplica 250 N i grau Lleuger; per a tubs en sòl lleuger aplica 450 N i grau Normal; per a tubs en sòls pesats aplica 750 N i grau Normal.

Es considera sòl lleuger aquell sòl uniforme que no sigui del tipus pedregós i amb càrregues superiors lleugeres, com per exemple, voreres, parcs i jardins. Sòl pesat és aquell del tipus pedregós i dur i amb càrregues superiors pesades, com per exemple, calçades i vies fèrries.

INSTAL·LACIÓ

Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.



El diàmetre exterior mínim dels tubs, en funció del nombre i la secció dels conductors a conduir, s'obtindrà de les taules indicades en la ITC-BT-21, així com les característiques mínimes segons el tipus d'instal·lació.

Per a l'execució de les canalitzacions sota tubs protectors, es tindran en compte les prescripcions generals següents:

- El traçat de les canalitzacions es farà seguint línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten el local on s'efectua la instal·lació.
- Els tubs s'uniran entre si mitjançant accessoris adequats a la seva classe que assegurin la continuïtat de la protecció que proporcionen als conductors.
- Els tubs aïllants rígids corbables en calent podran ser acoblats entre si en calent, recobrint l'entroncament amb una cua especial quan es precisi una unió estanca.
- Les corbes practicades en els tubs seran contínues i no originaran reduccions de secció inadmissibles. Els radis mínims de curvatura per a cada classe de tub seran els especificats pel fabricant conforme a UNE- EN.
- Serà possible la fàcil introducció i retirada dels conductors en els tubs després de col·locar-los i fixats aquests i els seus accessoris, disposant per a això els registres que es considerin convenients, que en trams rectes no estaran separats entre si més de 15 metres. El nombre de corbes en angle situades entre dos registres consecutius no serà superior a 3. Els conductors s'allotjaran normalment en els tubs després de col·locats aquests.
- Els registres podran estar destinats únicament a facilitar la introducció i retirada dels conductors en els tubs o servir al mateix temps com caixes d'entroncament o derivació.
- Les connexions entre conductors es realitzaran en l'interior de caixes apropiades de material aïllant i no propagador de la flama. Si són metàl·liques estaran protegides contra la corrosió. Les dimensions d'aquestes caixes seran tals que permetin allotjar folgadamment tots els conductors que hagin de contenir. La seva profunditat serà almenys igual al diàmetre del tub major més un 50% del mateix, amb un mínim de 40 mm. El seu diàmetre o costat interior mínim serà de 60 mm. Quan es vulguin fer estanques les entrades dels tubs en les caixes de connexió, hauran d'emprar-se premsaestopes o ràcords adequats.



- En els tubs metàl·lics sense aïllament interior, es tindrà en compte la possibilitat que es produeixin condensacions d'aigua al seu interior, per a això es triarà convenientment el traçat de la seva instal·lació, preveient l'evacuació i establint una ventilació apropiada a l'interior de els tubs mitjançant el sistema adequat, com pot ser, per exemple, l'ús d'una "T" de la qual un dels braços no s'empra.
- Els tubs metàl·lics que siguin accessibles han de posar-se a terra. La seva continuïtat elèctrica haurà de quedar convenientment assegurada. En el cas d'utilitzar tubs metàl·lics flexibles, és necessari que la distància entre dues posades a terra consecutives dels tubs no excedeixi de 10 metres.
- No podran utilitzar-se els tubs metàl·lics com a conductors de protecció o de neutre.

Quan els tubs s'instal·lin en muntatge superficial, es tindran en compte, a més, les següents prescripcions:

- Els tubs es fixaran a les parets o sostres per mitjà de brides o abraçadores protegides contra la corrosió i sòlidament subjectes. La distància entre aquestes serà, com a màxim, de 0,50 metres. Es disposaran fixacions d'una i altra part en els canvis de direcció, en els entroncaments i en la proximitat immediata de les entrades en caixes o aparells.
- Els tubs es col·locaran adaptant-se a la superfície sobre la qual s'instal·len, corbant o usant els accessoris necessaris.
- En alineacions rectes, les desviacions de l'eix del tub respecte a la línia que uneix els punts extrems no seran superiors al 2 per 100.
- És convenient disposar els tubs, sempre que sigui possible, a una alçada mínima de 2,50 metres sobre el sòl, a fi de protegir-los d'eventuals danys mecànics.

Quan els tubs es col·loquin encastats, es tindran en compte, a més, les següents prescripcions:

- En la instal·lació dels tubs en l'interior dels elements de la construcció, les regates no posaran en perill la seguretat de les parets o sostres en què es practiquin. Les dimensions de les regates seran suficients perquè els tubs quedin recoberts per una capa d'1 centímetre de gruix, com a mínim. En els angles, l'espessor d'aquesta capa pot reduir-se a 0,5 centímetres.



- No s'instal·laran entre forjat i revestiment tubs destinats a la instal·lació elèctrica de les plantes inferiors.
- Per a la instal·lació corresponent a la pròpia planta, únicament podran instal·lar-se, entre forjat i revestiment, tubs que hauran de quedar recoberts per una capa de formigó o morter d'1 centímetre de gruix, com a mínim, a més del revestiment.
- En els canvis de direcció, els tubs estaran convenientment corbats o bé proveïts de colzes o "T" apropiats, però en aquest últim cas només s'admetran els proveïts de tapes de registre.
- Les tapes dels registres i de les caixes de connexió quedaran accessibles i desmuntables un cop finalitzada l'obra. Els registres i caixes quedaran enrasats amb la superfície exterior del revestiment de la paret o sostre quan no s'instal·lin en l'interior d'un allotjament tancat i practicable.
- En el cas d'utilitzar tubs encastats en parets, és convenient disposar els recorreguts horitzontals a 50 centímetres com a màxim, de sòl o sostres i els verticals a una distància dels angles de cantonades no superior a 20 centímetres.

CONDUCTORS AÏLLATS FIXATS DIRECTAMENT SOBRE LES PARETS

Aquestes instal·lacions s'establiran amb cables de tensions assignades no inferiors a 0,6 / 1 kV, proveïts d'aïllament i coberta (s'inclouen cables armats o amb aïllament mineral).

Per a l'execució de les canalitzacions es tindran en compte les següents prescripcions:

- Es fixaran sobre les parets per mitjà de brides, abraçadores, o collarets de manera que no perjudiquin les cobertes dels mateixos.
- Per tal de que els cables no siguin susceptibles de doblegar-se per efecte del seu propi pes, els punts de fixació dels mateixos estaran prou pròxims. La distància entre dos punts de fixació successius, no excedirà de 0,40 metres.
- Quan els cables hagin de disposar de protecció mecànica pel lloc i condicions d'instal·lació en què s'efectuï la mateixa, s'utilitzaran cables armats. En cas de no utilitzar aquests cables, s'establirà una protecció mecànica complementària sobre els mateixos.



- S'evitarà corbar els cables amb un radi massa petit i excepte prescripció en contra fixada en la Norma UNE corresponent al cable utilitzat, aquest radi no serà inferior a 10 vegades el diàmetre exterior del cable.
- Els encreuaments dels cables amb canalitzacions no elèctriques es podran efectuar per la part anterior o posterior a aquestes, deixant una distància mínima de 3 cm entre la superfície exterior de la canalització no elèctrica i la coberta dels cables quan l'encreuament s'efectuï per la part anterior d'aquella.
- Els extrems dels cables seran estancs quan les característiques dels locals o emplaçaments així ho exigeixin, utilitzant-se a aquest cap caixes o altres dispositius adequats. L'estanquitat podrà quedar assegurada amb l'ajuda de premsaestopes.
- Els entroncaments i connexions es faran per mitjà de caixes o dispositius equivalents proveïts de tapes desmuntables que assegurin alhora la continuïtat de la protecció mecànica establerta, l'aïllament i la inaccessibilitat de les connexions i permetent la seva verificació en cas necessari.

CONDUCTORS AÏLLATS ENTERRATS

Les condicions per a aquestes canalitzacions, en les quals els conductors aïllats hauran d'anar sota tub llevat que tinguin coberta i una tensió assignada 0,6 / 1kV, s'establiran d'acord amb el que assenyala la Instruccions ITC-BT-07 i ITC-BT- 21.

CONDUCTORS AÏLLATS DIRECTAMENT ENCASTATS EN ESTRUCTURES

Per a aquestes canalitzacions són necessaris conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral). La temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei serà de -5°C i 90°C respectivament (polietilè reticulat o etilè-propilè).

CONDUCTORS AÏLLATS A L'INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓ

Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Els cables o tubs podran instal·lar-se directament en els buits de la construcció amb la condició que siguin no propagadors de la flama.



Els buits en la construcció admissibles per a aquestes canalitzacions podran estar disposats en murs, parets, bigues, forjats o sostres, adoptant la forma de conductes continus o bé estaran compresos entre dues superfícies paral·leles com en el cas de falsos sostres o murs amb cambres d'aire.

La secció dels buits serà, com a mínim, igual a quatre vegades l'ocupada pels cables o tubs, i la seva dimensió més petita no serà inferior a dues vegades el diàmetre exterior de major secció d'aquests, amb un mínim de 20 mil·límetres.

Les parets que separin un buit que contingui canalitzacions elèctriques dels locals immediats, tindran suficient solidesa per protegir aquestes contra accions previsibles.

S'evitaran, en la mesura del possible, les asprors en l'interior dels buits i els canvis de direcció dels mateixos en un nombre elevat o de petit radi de curvatura.

La canalització podrà ser reconeguda i conservada sense que sigui necessària la destrucció parcial de les parets, sostres, etc., o els seus guarnits i decoracions.

Els entroncaments i derivacions dels cables seran accessibles, disposant-se per a ells les caixes de derivació adequades.

S'evitarà que puguin produir-se infiltracions, fugues o condensacions d'aigua que puguin penetrar a l'interior del buit, prestant especial atenció a la impermeabilitat dels seus murs exteriors, així com a la proximitat de canonades de conducció de líquids, penetració d'aigua en efectuar la neteja de sòls, possibilitat d'acumulació d'aquella en parts baixes del buit, etc.

CONDUCTORS AÏLLATS SOTA CANALS PROTECTORES

La canal protector és un material d'instal·lació constituït per un perfil de parets perforades o no, destinat a allotjar conductors o cables i tancat per una tapa desmuntable. Els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Les canals protectores tindran un grau de protecció IP4X i estaran classificades com "canals amb tapa d'accés que només poden obrir-se amb eines". En el seu interior es podran col·locar mecanismes tals com interruptors, preses de corrent, dispositius de comandament i control, etc, sempre que es fixin d'acord amb les instruccions del fabricant. També es podran realitzar entroncaments de conductors en el seu interior i connexions als mecanismes.



Les canalitzacions per a instal·lacions superficials ordinàries tindran unes característiques mínimes indicades a continuació:

Característica	Grau
Resistència a l'impacte	Molt lleugera - Mitjana
Temperatura mínima d'instal·lació i servei	+ 15 °C - 5 °C
Temperatura màxima d'instal·lació i servei	+ 60 °C + 60 °C
Propietats elèctriques	Continuïtat elèctrica / aïllant
Resistència a la penetració d'objectes sòlids	No inferior a 2
Resistència a la penetració d'aigua	No declarada
Resistència a la propagació de la flama	No propagador

El compliment d'aquestes característiques es realitzarà segons els assaigs indicats a les normes UNE-EN 50.085.

Les canals protectores per a aplicacions no ordinàries hauran de tenir unes característiques mínimes de resistència a l'impacte, de temperatura mínima i màxima d'instal·lació i servei, de resistència a la penetració d'objectes sòlids i de resistència a la penetració d'aigua, adequades a les condicions de l'emplaçament a què es destina; així mateix les canals seran no propagadores de la flama. Aquestes característiques seran conformes a les normes de la sèrie UNE-EN 50.085.

El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten al local on s'efectua la instal·lació.

Les canals amb conductivitat elèctrica s'han de connectar a la xarxa de terra, la seva continuïtat elèctrica quedarà convenientment assegurada.

La tapa de les canals quedarà sempre accessible.

CONDUCTORS AÏLLATS SOTA MOTLLURES

Aquestes canalitzacions estan constituïdes per cables allotjats en ranures sota motllures. Es poden utilitzar únicament en locals o emplaçaments classificats com secs, temporalment humits o polsosos. Els cables seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Les motllures compliran les següents condicions:



- Les ranures tindran unes dimensions tals que permetin instal·lar sense dificultat per elles als conductors o cables. En principi, no es col·locarà més d'un conductor per ranura, admetent-se, no obstant això, col·locar diversos conductors sempre que pertanyin al mateix circuit i la ranura present dimensions adequades per a això.
- L'amplada de les ranures destinades a rebre cables rígids de secció igual o inferior a 6 mm² seran, com a mínim, de 6 mm.

Per a la instal·lació de les motllures es tindrà en compte:

- Les motllures no presentaran discontinuïtat alguna en tota la longitud on contribueixen a la protecció mecànica dels conductors. En els canvis de direcció, els angles de les ranures seran obtusos.
- Les canalitzacions podran col·locar-se al nivell del sostre o immediatament damunt dels sòcols. En absència d'aquests, la part inferior de la motllura estarà, com a mínim, a 10 cm per sobre del terra.
- En el cas d'utilitzar-se entornpeus ranurats, el conductor aïllat més baix estarà, com a mínim, a 1,5 cm per sobre del terra.
- Quan no puguin evitar-se encreuaments d'aquestes canalitzacions amb les destinades a un altre ús (aigua, gas, etc.), s'utilitzarà una motllura especialment concebuda per a aquests encreuaments o preferentment un tub rígid encastat que sobresortirà per una i altra part de l'encreuament. La separació entre dues canalitzacions que es creuin serà, com a mínim d'1 cm en el cas d'utilitzar motllures especials per a l'encreuament i 3 cm, en el cas d'utilitzar tubs rígids encastats.
- Les connexions i derivacions dels conductors es farà mitjançant dispositius de connexió amb cargol o sistemes equivalents.
- Les motllures no estaran totalment encastades a la paret ni recobertes per papers, tapisseries o qualsevol altre material, havent de quedar la seva coberta sempre a l'aire.
- Abans de col·locar les motllures de fusta sobre una paret, ha d'assegurar que la paret està prou seca; en cas contrari, les motllures se separaran de la paret per mitjà d'un producte hidròfug.



CONDUCTORS AÏLLATS EN SAFATA O SUPORT DE SAFATES

Només s'utilitzaran conductors aïllats amb coberta (inclosos cables armats o amb aïllament mineral), unipolars o multipolars segons norma UNE 20.460-5-52.

El material usat per a la fabricació serà acer laminat de primera qualitat, galvanitzat per immersió. L'amplada de les canaletes serà de 100 mm com a mínim, amb increments de 100 en 100 mm. La longitud dels trams rectes serà de dos metres. El fabricant indicarà en el seu catàleg la càrrega màxima admissible, en N / m, en funció de l'amplada i de la distància entre suports. Tots els accessoris, com colzes, canvis de pla, reduccions, tes, unions, suports, etc, tindran la mateixa qualitat que la safata.

Les safates i els seus accessoris es subjectaran a sostres i paraments mitjançant ferramentes de suspensió, a distàncies tals que no es produeixin fletxes superiors a 10 mm i estaran perfectament alineades amb els tancaments dels locals.

No es permetrà la unió entre safates o la fixació de les mateixes als suports per mitjà de soldadura, havent d'utilitzar peces d'unió i cargols cadmiada. Per a les unions o derivacions de línies s'utilitzaran caixes metàl·liques que es fixaran a les safates.

NORMES D'INSTAL·LACIÓ EN PRESENCIA D'ALTRES CANALITZACIONS NO ELÈCTRIQUES

En cas de proximitat de canalitzacions elèctriques amb altres no elèctriques, es disposaran de manera que entre les superfícies exteriors d'ambdues es mantingui una distància mínima de 3 cm. En cas de proximitat amb conductes de calefacció, d'aire calent, vapor o fum, les canalitzacions elèctriques s'establiran de forma que no puguin arribar a una temperatura perillosa i, per consegüent, es mantindran separades per una distància convenient o per mitjà de pantalles calorífugues.

Les canalitzacions elèctriques no se situaran per sota d'altres canalitzacions que puguin donar lloc a condensacions, tals com les destinades a conducció de vapor, d'aigua, de gas, etc., tret que es prenguin les disposicions necessàries per protegir les canalitzacions elèctriques contra els efectes d'aquestes condensacions.

ACCESSIBILITAT A LES INSTAL·LACIONS

Les canalitzacions hauran d'estar disposades de manera que facilitin la seva maniobra, inspecció i accés a les seves connexions. Les canalitzacions elèctriques s'establiran de forma que mitjançant la



convenient identificació dels seus circuits i elements, es pugui procedir en tot moment a reparacions, transformacions, etc.

En tota la longitud dels passos de canalitzacions a través d'elements de la construcció, com ara murs, envans i sostres, no es disposaran entroncaments o derivacions de cables, estant protegides contra els deterioraments mecànics, les accions químiques i els efectes de la humitat .

Les cobertes, tapes o envoltants, comandaments i pulsadors de maniobra d'aparells tals com mecanismes, interruptors, bases, reguladors, etc., instal·lats en els locals humits o mullats, seran de material aïllant.

4.1.6.CONDUCTORS

Els conductors utilitzats es regiran per les especificacions del projecte, segons s'indica en Memòria, Plànols i Mesuraments.

MATERIALS

Els conductors seran dels següents tipus:

- De 450/750 V de tensió nominal.
 - Conductor: de coure.
 - Formació: unipolars.
 - Aïllament: policlorur de vinil (PVC).
 - Tensió de prova: 2.500 V.
 - Instal·lació: sota tub.
 - Normativa d'aplicació: UNE 21.031.
- De 0,6 / 1 kV de tensió nominal.
 - Conductor: de coure (o d'alumini, quan ho requereixin les especificacions del projecte).
 - Formació: uni-bi-tri-tetrapolars.
 - Aïllament: policlorur de vinil (PVC) o polietilè reticulat (XLPE).
 - Cobertura: Poliolefina termoplàstica lliure d'halògens.



- Tensió de prova: 4.000 V.
- Instal·lació: a l'aire o en safata.
- Normativa d'aplicació: UNE 21.123.

Els conductors de coure electrolític es fabricaran de qualitat i resistència mecànica uniforme, i el seu coeficient de resistivitat a 20 °C serà del 98% al 100%. Aniran proveïts de bany de recobriment d'estany, que haurà de resistir la següent prova: A una mostra neta i seca de fil estanyat se li dona la forma de cercle de diàmetre equivalent a 20 o 30 vegades el diàmetre del fil, a continuació de la qual cosa se submergeix durant un minut en una solució d'àcid hidroclorídic de 1,088 de pes específic a una temperatura de 20°C. Aquesta operació s'efectuarà dues vegades, després de la qual cosa no s'han d'apreciar punts negres en el fil. La capacitat mínima de l'aïllament dels conductors serà de 500 V.

Els conductors de secció igual o superior a 6 mm² hauran d'estar constituïts per cable obtingut per trenat de fil de coure del diàmetre corresponent a la secció del conductor de què es tracti.

DIMENSIONAT

Per a la selecció dels conductors actius del cable adequat a cada càrrega s'usarà el més desfavorable entre els següents criteris:

- Intensitat màxima admissible. Com intensitat es prendrà la pròpia de cada càrrega. Partint de les intensitats nominals així establertes, s'elegirà la secció del cable que admeti aquesta intensitat d'acord a les prescripcions del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió ITC-BT-19 o les recomanacions del fabricant, adoptant els oportuns coeficients correctors segons les condicions de la instal·lació. Pel que fa a coeficients de majoració de la càrrega, s'hauran de tenir presents les Instruccions ITC-BT-44 per a receptors d'enllumenat i ITC-BT-47 per a receptors de motor.
- Caiguda de tensió en servei. La secció dels conductors a utilitzar es determinarà de manera que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació i qualsevol punt d'utilització, sigui menor del 3% de la tensió nominal en l'origen de la instal·lació, per a enllumenat, i del 5 % per als altres usos, considerant alimentats tots els receptors susceptibles de funcionar simultàniament. Per a la derivació individual la caiguda de tensió màxima admissible serà de l'1,5%. El valor de la caiguda de tensió podrà compensar-se entre la de la instal·lació interior



i la de la derivació individual, de manera que la caiguda de tensió total sigui inferior a la suma dels valors límits especificats per a ambdues.

- Caiguda de tensió transitòria. La caiguda de tensió en tot el sistema durant l'arrencada de motors no ha de provocar condicions que impedeixin l'arrencada dels mateixos, desconexió dels contactors, parpelleig d'enllumenat, etc.

La secció del conductor neutre serà l'especificada en la Instrucció ITC-BT-07, apartat 1, en funció de la secció dels conductors de fase o polars de la instal·lació.

Els conductors de protecció seran del mateix tipus que els conductors actius especificats en l'apartat anterior, i tindran una secció mínima igual a la fixada per la taula 2 de la ITC-BT-18, en funció de la secció dels conductors de fase o polars de la instal·lació. Es podran instal·lar per les mateixes canalitzacions que aquests o bé en forma independent, seguint-se referent a això el que assenyalin les normes particulars de l'empresa distribuïdora de l'energia.

IDENTIFICACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

Les canalitzacions elèctriques s'establiran de forma que per convenient identificació dels seus circuits i elements, es pugui procedir en tot moment a reparacions, transformacions, etc.

Els conductors de la instal·lació han de ser fàcilment identificables, especialment pel que fa al conductor neutre i al conductor de protecció. Aquesta identificació es realitzarà pels colors que presentin els seus aïllaments. Quan hi hagi conductor neutre en la instal·lació o es prevegi per a un conductor de fase el seu passi posterior a conductor neutre, s'identificaran aquests pel color blau clar. Al conductor de protecció se l'identificarà pel color verd-groc. Tots els conductors de fase, o si escau, aquells per als quals no es prevegi el seu passi posterior a neutre, s'identificaran pels colors marró, negre o gris.



RESISTÈNCIA D'AÏLLAMENT I RIGIDESA DIELECTRICA.

Les instal·lacions hauran de presentar una resistència d'aïllament almenys igual als valors indicats en la taula següent:

Tensió nominal instal·lació	Tensió assaig corrent continu (V)	Resistència d'aïllament (MΩ)
MBTS o MBTP	250	0,25
< 500 V	500	0,50
> 500 V	1.000	1,00

La rigidesa dielèctrica serà tal que, desconnectats els aparells d'utilització (receptors), resisteixi durant 1 minut una prova de tensió de $2U + 1000$ V a freqüència industrial, sent U la tensió màxima de servei expressada en volts, i amb un mínim de 1.500 V.

Els corrents de fuga no seran superiors, per al conjunt de la instal·lació o per a cada un dels circuits en què aquesta pugui dividir-se a efectes de la seva protecció, a la sensibilitat que presentin els interruptors diferencials instal·lats com protecció contra els contactes indirectes.

4.1.7.CAIXES DE CONNEXIÓ

Les connexions entre conductors es realitzaran en l'interior de caixes apropiades de material plàstic resistent incombustible o metàl·liques, en aquest cas estaran aïllades interiorment i protegides contra l'oxidació. Les dimensions d'aquestes caixes seran tals que permetin allotjar folgadoament tots els conductors que hagin de contenir. La seva profunditat serà igual, almenys, a una vegada i mitja el diàmetre del tub major, amb un mínim de 40 mm; el costat o diàmetre de la caixa serà d'almenys 80 mm. Quan es vulguin fer estanques les entrades dels tubs en les caixes de connexió, hauran d'emprar-se premsaestopes adequats. En cap cas es permetrà la unió de conductors, com empalmaments o derivacions per simple retorçament o enrotllament entre si dels conductors, sinó que haurà de realitzar-se sempre utilitzant borns de connexió.

Els conductes es fixaran fermament a totes les caixes de sortida, d'entroncament i de pas, mitjançant contrafemelles i casquets. S'haurà amb compte que quedi al descobert el nombre total de fils de rosca a fi de que el casquet pugui ser perfectament estret contra l'extrem del conducte, després de



la qual cosa s'estrenyerà la contrafemella per posar fermament el casquet en contacte elèctric amb la caixa.

Els conductes i caixes se subjectaran per mitjà de perns de fiador en totxana, per mitjà de perns d'expansió en formigó i maó massís i claus Split sobre metall. Els perns de fiador de tipus cargol s'usaran en instal·lacions permanents, els de tipus de rosca quan es precisi desmuntar la instal·lació, i els perns d'expansió seran d'obertura efectiva. Seran de construcció sòlida i capaç de resistir una tracció mínima de 20 kg. No es farà ús de claus per mitjà de subjecció de caixes o conductes.

4.1.8.MECANISMES I PRESES DE CORRENT

Els interruptors i commutadors tallaran el corrent màxim del circuit en què estiguin col·locats sense donar lloc a la formació d'arc permanent, obrint o tancant els circuits sense possibilitat de prendre una posició intermèdia. Seran del tipus tancat i de material aïllant. Les dimensions de les peces de contacte seran tals que la temperatura no pugui excedir de 65 °C en cap de les seves peces. La seva construcció serà tal que permeti realitzar un nombre total de 10.000 maniobres d'obertura i tancament, amb la seva càrrega nominal a la tensió de treball. Duran marcada la seva intensitat i tensions nominals, i estaran provades a una tensió de 500 a 1.000 volts.

Les preses de corrent seran de material aïllant, portaran marcades la seva intensitat i tensió nominals de treball i disposaran, com a norma general, totes elles de posta a terra.

Tots ells aniran instal·lats a l'interior de caixes encastades en els paraments, de manera que a l'exterior només podrà aparèixer el comandament totalment aïllat i la tapa embellidora.

En el cas que hi hagi dos mecanismes junts, tots dos s'allotjaran en la mateixa caixa, la qual haurà d'estar dimensionada suficientment per evitar falsos contactes.

4.1.9.DISPOSITIUS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ

QUADRES ELECTRICS

Tots els quadres elèctrics seran nous i es lliuraran en obra sense cap defecte. Estaran dissenyats seguint els requisits d'aquestes especificacions i es construïran d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i amb les recomanacions de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI).



Cada circuit en sortida de quadre estarà protegit contra les sobrecàrregues i curtcircuits. La protecció contra corrents de defecte cap a terra es farà per circuit o grup de circuits segons s'indica en el projecte, mitjançant l'ús d'interruptors diferencials de sensibilitat adequada, segons ITC-BT-24.

Els quadres seran adequats per a treball en servei continu. Les variacions màximes admeses de tensió i freqüència seran del + 5% sobre el valor nominal.

Els quadres seran dissenyats per a servei interior, completament estancs a la pols i la humitat, acoblats i cablejats totalment en fàbrica, i estaran constituïts per una estructura metàl·lica de perfils laminats en fred, adequada per al muntatge sobre el sòl, i panells de tancament de xapa d'acer de fort espessor, o de qualsevol altre material que sigui mecànicament resistent i no inflamable.

Alternativament, la cabina dels quadres podrà estar constituïda per mòduls de material plàstic, amb la part frontal transparent.

Les portes estaran proveïdes amb una junta d'estanquitat de neoprè o material similar, per evitar l'entrada de pols.

Tots els cables s'instal·laran dins de canaletes proveïdes de tapa desmuntable. Els cables de força aniran en canaletes diferents en tot el seu recorregut de les canaletes per als cables de comandament i control.

Els aparells es muntaran deixant entre ells i les parts adjacents d'altres elements una distància mínima igual a la recomanada pel fabricant dels aparells, en qualsevol cas mai inferior a la quarta part de la dimensió de l'aparell en la direcció considerada.

La profunditat dels quadres serà de 500 mm i la seva altura i amplària la necessària per a la col·locació dels components i igual a un múltiple sencer del mòdul del fabricant. Els quadres estaran dissenyats per poder ser ampliat per ambdós extrems.

Els aparells indicadors (llums, amperímetres, voltímetres, etc.), dispositius de comandament (polsadors, interruptors, commutadors, etc.), panells sinòptics, etc., es muntaran sobre la part frontal dels quadres.

Tots els components interiors, aparells i cables, seran accessibles des de l'exterior pel front.

El cablejat interior dels quadres es portarà fins a una regleta de borns situada al costat de les entrades dels cables des de l'exterior.



Les parts metàl·liques de l'embolcall dels quadres es protegiran contra la corrosió per mitjà d'una imprimació a base de dues mans de pintura anticorrosiva i una pintura d'acabat de color que s'especifiqui en els Mesuraments o, si no, per la Direcció Tècnica durant el transcurs de la instal·lació.

La construcció i disseny dels quadres hauran de proporcionar seguretat al personal i garantir un perfecte funcionament sota totes les condicions de servei, i en particular:

- els compartiments que hagin de ser accessibles per a accionament o manteniment estant el quadre en servei no tindran peces en tensió al descobert.
- el quadre i tots els seus components seran capaços de suportar els corrents de curtcircuit (kA) segons especificacions ressenyades en plànols i mesuraments.

INTERRUPTORS AUTOMÀTICS

En l'origen de la instal·lació i el més a prop possible del punt d'alimentació a la mateixa, es col·locarà el quadre general de comandament i protecció, en el qual es disposarà un interruptor general de tall omnipolar, així com dispositius de protecció contra sobreintensitats de cada un dels circuits que parteixen d'aquest quadre.

La protecció contra sobreintensitats per a tots els conductors (fases i neutre) de cada circuit es farà amb interruptors magnetotèrmics o automàtics de tall omnipolar, amb corba tèrmica de tall per a la protecció a sobrecàrregues i sistema de tall electromagnètic per a la protecció a curtcircuits.

En general, els dispositius destinats a la protecció dels circuits s'instal·laran en l'origen d'aquests, així com en els punts en què la intensitat admissible disminueixi per canvis deguts a secció, condicions d'instal·lació, sistema d'execució o tipus de conductors utilitzats. No obstant això, no s'exigeix instal·lar dispositius de protecció en l'origen d'un circuit en què es presenti una disminució de la intensitat admissible en el mateix, quan la seva protecció quedi assegurada per un altre dispositiu instal·lat anteriorment.

Els interruptors seran de ruptura a l'aire i de tret lliure i tindran un indicador de posició. L'accionament serà directe per pols amb mecanismes de tancament per energia acumulada. L'accionament serà manual o manual i elèctric, segons s'indiqui en l'esquema o sigui necessari per necessitats d'automatisme. Duran marcades la intensitat i tensió nominals de funcionament, així com el signe indicador de la seva desconexió.



L'interruptor d'entrada al quadre, de tall omnipolar, serà selectiu amb els interruptors situats aigües avall, després d'ell.

Els dispositius de protecció dels interruptors seran relés d'acció directa.

Els contactors guardamotors seran adequats per a l'arrencada directe de motors, amb corrent d'arrencada màxima del 600% de la nominal i corrent de desconexió igual a la nominal.

La longevitat de l'aparell, sense haver de canviar peces de contacte i sense manteniment, en condicions de servei normals (connecta estant el motor parat i desconnecta durant la marxa normal) serà d'almenys 500.000 maniobres.

La protecció contra sobrecàrregues es farà per mitjà de relés tèrmics per a les tres fases, amb rearmament manual accionable des de l'interior del quadre.

En cas d'arrencada dur, de llarga durada, s'instal·laran relés tèrmics de característica retardada. En cap cas es permetrà curtcircuitar el relé durant l'arrencada.

La verificació del relé tèrmic, previ ajustament a la intensitat nominal del motor, es farà fent girar el motor a plena càrrega en monofàsic; la desconexió ha de tenir lloc al cap d'alguns minuts.

Cada contactor portarà dos contactes normalment tancats i dues normalment oberts per a enclavaments amb altres aparells.

FUSIBLES

Els fusibles seran d'alta capacitat de ruptura, limitadors de corrent i d'acció lenta quan vagin instal·lats en circuits de protecció de motors.

Els fusibles de protecció de circuits de control o de consumidors òhmics seran d'alta capacitat ruptura i d'acció ràpida.

Es disposaran sobre material aïllant i incombustible, i estaran construïts de tal manera que no es pugui projectar metall en fondre. Duran marcades la intensitat i tensió nominals de treball.

No seran admissibles elements en els quals la reposició del fusible pugui suposar un perill d'accident. Estarà muntat sobre una empunyadura que pugui ser retirada fàcilment de la base.

INTERRUPTORS DIFERENCIALS

1r / La protecció contra contactes directes s'assegurarà adoptant les següents mesures:



- Protecció per aïllament de les parts actives.

Les parts actives hauran d'estar recobertes d'un aïllament que no pugui ser eliminat més que destruint-lo.

- Protecció per mitjà de barreres o envoltants.

Les parts actives han d'estar situades a l'interior de les envoltants o darrere de barreres que posseeixin, com a mínim, el grau de protecció IP XXB, segons UNE20.324. Si es necessiten obertures majors per a la reparació de peces o per al bon funcionament dels equips, s'adoptaran precaucions apropiades per impedir que les persones o animals domèstics toquin les parts actives i es garantirà que les persones siguin conscients del fet que les parts actives no han de ser tocades voluntàriament.

Les superfícies superiors de les barreres o envoltants horitzontals que són fàcilment accessibles, han de respondre com a mínim al grau de protecció IP4X o IP XXD.

Les barreres o envoltants han de fixar-se de manera segura i ser d'una robustesa i durabilitat suficients per mantenir els graus de protecció exigits, amb una separació suficient de les parts actives en les condicions normals de servei, tenint en compte les influències externes.

Quan sigui necessari suprimir les barreres, obrir les envoltants o treure parts d'aquestes, això no ha de ser possible més que:

- bé amb l'ajuda d'una clau o d'una eina;
- o bé, després de treure la tensió de les parts actives protegides per aquestes barreres o aquestes envoltants, no podent ser restablerta la tensió fins després de tornar a col·locar les barreres o les envoltants;
- o bé, si hi ha interposada una segona barrera que posseeix com a mínim el grau de protecció IP2X o IP XXB, que no pugui ser treta més que amb l'ajuda d'una clau o d'una eina i que impedeixi tot contacte amb les parts actives.
- Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial-residual.

Aquesta mesura de protecció està destinada solament a complementar altres mesures de protecció contra els contactes directes.

L'ús de dispositius de corrent diferencial-residual, el valor de corrent diferencial assignada de funcionament sigui inferior o igual a 30mA, es reconeix com a mesura de protecció complementària



en cas de fallada d'una altra mesura de protecció contra els contactes directes o en cas de imprudència dels usuaris.

2n / La protecció contra contactes indirectes s'aconseguirà mitjançant "tall automàtic de l'alimentació". Aquesta mesura consisteix a impedir, després de l'aparició d'una fallada, que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps tal que pugui donar com a resultat un risc. La tensió límit convencional és igual a 50 V, valor eficaç en corrent altern, en condicions normals i a 24 V en locals humits.

Totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció, han de ser interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra. El punt neutre de cada generador o transformador ha de posar-se a terra.

Es complirà la següent condició:

$$R_a \times I_a \leq U$$

on:

- R_a és la suma de les resistències de la presa de terra i dels conductors de protecció de masses.
- I_a és el corrent que assegura el funcionament automàtic del dispositiu de protecció. Quan el dispositiu de protecció és un dispositiu de corrent diferencial-residual és el corrent diferencial-residual assignada.
- U és la tensió de contacte límit convencional (50 o 24V). seccionadors

Els seccionadors en càrrega seran de connexió i desconexió brusca, ambdues independents de l'acció de l'operador.

Els seccionadors seran adequats per a serveis continus i capaços d'obrir i tancar el corrent nominal a tensió nominal amb un factor de potència igual o inferior a 0,7.

ENFANGATS

L'enfangat principal constarà de tres barres per a les fases i una, amb la meitat de la secció de les fases, per al neutre. La barra de neutre haurà de ser seccionable a l'entrada del quadre.

Les barres seran de coure electrolític d'alta conductivitat i adequades per suportar la intensitat de plena càrrega i els corrents de curtcircuit que s'especifiquin en memòria i plànols.



Es disposarà també d'una barra independent de terra, de secció adequada per proporcionar la connexió a terra de les parts metàl·liques no conductores dels aparells, la carcassa del quadre i, si n'hi hagués, els conductors de protecció dels cables en sortida.

PREMSAESTOPES I ETIQUETES

Els quadres aniran completament cablejats fins a les regletes d'entrada i sortida.

S'han de disposar premsaestopes per a totes les entrades i sortides dels cables del quadre; els premsaestopes seran de doble tancament per a cables armats i de tancament senzill per a cables sense armar.

Tots els aparells i borns aniran degudament identificats en l'interior del quadre mitjançant nombres que corresponguin a la designació de l'esquema. Les etiquetes seran marcades de forma indeleble i fàcilment llegible.

A la part frontal del quadre es disposaran etiquetes d'identificació dels circuits, constituïdes per plaques de xapa d'alumini fermament fixades als panells frontals, impreses al forn, amb fons negre mat i rètols i zones d'estampació en alumini polit. El fabricant podrà adoptar qualsevol solució per al material de les etiquetes, el seu suport i la impressió, per tal que sigui duradora i fàcilment llegible.

En qualsevol cas, les etiquetes estaran marcades amb lletres negres de 10 mm d'altura sobre fons blanc.

4.1.10. RECEPTORS D'ENLLUMENAT

Les lluminàries seran conformes als requisits establerts en les normes de la sèrie UNE-EN 60598.

La massa de les lluminàries suspeses excepcionalment de cables flexibles no ha d'excedir de 5 kg. Els conductors, que han de poder suportar aquest pes, no han de presentar entroncaments intermedis i l'esforç haurà de realitzar-se sobre un element diferent del born de connexió.

Les parts metàl·liques accessibles de les lluminàries que no siguin de Classe II o Classe III, hauran de tenir un element de connexió per a la seva connexió a terra, que anirà connectat de manera fiable i permanent al conductor de protecció del circuit.

L'ús de làmpades de gasos amb descàrregues a alta tensió (neó, etc.), es permetrà quan la seva ubicació estigui fora del volum d'accessibilitat o quan s'instal·lin barreres o envoltants separadores.



En instal·lacions d'il·luminació amb làmpades de descàrrega realitzades en locals en els quals funcionin màquines amb moviment alternatiu o rotatori ràpid, s'hauran de prendre les mesures necessàries per evitar la possibilitat d'accidents causats per il·lusió òptica originada per l'efecte estroboscòpic.

Els circuits d'alimentació estaran previstos per transportar la càrrega deguda als propis receptors, als seus elements associats i als seus corrents harmòniques i d'arrencada. Per receptors amb làmpades de descàrrega, la càrrega mínima prevista en voltampere serà de 1,8 vegades la potència en watts de les làmpades. En el cas de distribucions monofàsiques, el conductor neutre tindrà la mateixa secció que els de fase. Serà acceptable un coeficient diferent per al càlcul de la secció dels conductors, sempre que el factor de potència de cada receptor sigui major o igual a 0,9 i si es coneix la càrrega que suposa cada un dels elements associats a les làmpades i els corrents d'arrencada, que tant aquestes com aquells puguin produir. En aquest cas, el coeficient serà el que resulti.

En el cas de receptors amb làmpades de descàrrega serà obligatòria la compensació del factor de potència fins a un valor mínim de 0,9.

En instal·lacions amb llums de molt baixa tensió (p.e. 12 V) s'ha de preveure la utilització de transformadors adequats, per assegurar una adequada protecció tèrmica, contra curtcircuits i sobrecàrregues i contra els xocs elèctrics.

Per als rètols lluminosos i per a instal·lacions que els alimenten amb tensions assignades de sortida en buit compreses entre 1 i 10 kV s'aplicarà el que disposa la norma UNE-EN 50.107.

4.1.11.RECEPTORS A MOTOR

Els motors s'han d'instal·lar de manera que l'aproximació a les seves parts en moviment no pugui ser causa d'accident. Els motors no han d'estar en contacte amb matèries fàcilment combustibles i se situaran de manera que no puguin provocar la ignició d'aquestes.

Els conductors de connexió que alimenten a un sol motor han d'estar dimensionats per a una intensitat del 125% de la intensitat a plena càrrega del motor. Els conductors de connexió que alimenten a diversos motors, han d'estar dimensionats per a una intensitat no inferior a la suma del 125% de la intensitat a plena càrrega del motor de major potència, més la intensitat a plena càrrega de tots els altres.



Els motors han d'estar protegits contra curtcircuits i contra sobrecàrregues en totes les seves fases, havent aquesta última protecció ser de tal naturalesa que cobreixi, en els motors trifàsics, el risc de la falta de tensió en una de les seves fases. En el cas de motors amb arrencador estrella-triangle, s'assegurarà la protecció, tant per a la connexió en estrella com en triangle.

Els motors han d'estar protegits contra la falta de tensió per un dispositiu de tall automàtic de l'alimentació, quan l'arrencada espontani del motor, com a conseqüència del restabliment de la tensió, pugui provocar accidents, o perjudicar el motor, d'acord amb la norma UNE 20.460 -4-45.

Els motors han de tenir limitada la intensitat absorbida en l'arrencada, quan es poguessin produir efectes que perjudiquessin a la instal·lació o ocasionessin pertorbacions inacceptables al funcionament d'altres receptors o instal·lacions.

En general, els motors de potència superior a 0,75 quilowatts han d'estar proveïts de reòstats d'arrencada o dispositius equivalents que no permetin que la relació de corrent entre el període d'arrencada i el de marxa normal que correspongui a la seva plena càrrega, segons les característiques del motor que ha d'indicar la seva placa, sigui superior a l'assenyalada en el quadre següent:

De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,50 kW a 5 kW	3,0
De 5 kW a 15 kW	2
Més de 15 kW	1,5

Tots els motors de potència superior a 5 kW tindran sis borns de connexió, amb tensió de la xarxa corresponent a la connexió en triangle del bobinatge (motor de 230/400 V per a xarxes de 230 V entre fases i de 400/693 V per a xarxes de 400 V entre fases), de tal manera que serà sempre possible efectuar una arrencada en estrella-triangle del motor.

Els motors hauran de complir, tant en dimensions i formes constructives, com en l'assignació de potència als diversos mides de carcassa, amb les recomanacions europees IEC i les normes UNE, DIN i VDE. Les normes UNE específiques per a motors són la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 i 20.324.

Per a la instal·lació al terra s'usarà normalment la forma constructiva B-3, amb dos plats de suport, un extrem d'eix lliure i carcassa amb potes. Per muntatge vertical, els motors portaran coixinets previstos per suportar el pes del rotor i de la politja.



La classe de protecció es determina en les normes UNE 20.324 i DIN 40.050. Tots els motors hauran de tenir la classe de protecció IP 44 (protecció contra contactes accidentals amb eina i contra la penetració de cossos sòlids amb diàmetre major d'1 mm, protecció contra esquitxades d'aigua provinent de qualsevol direcció), excepte per a instal·lació a la intempèrie o en ambient humit o polsegós i dins d'unitats de tractament d'aire, on s'usaran motors amb classe de protecció IP 54 (protecció total contra contactes involuntaris de qualsevol classe, protecció contra dipòsits de pols, protecció contra esquitxades d'aigua provinent de qualsevol direcció).

Els motors amb proteccions IP 44 i IP 54 són completament tancats i amb refrigeració de superfície.

Tots els motors hauran de tenir, almenys, la classe d'aïllament B, que admet un increment màxim de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambient de referència de 40 °C, amb un límit màxim de temperatura del debanat de 130 °C.

El diàmetre i longitud de l'eix, les dimensions de les xavetes i l'altura de l'eix sobre la base estaran d'acord a les recomanacions IEC.

La qualitat dels materials amb què estan fabricats els motors seran les que s'indiquen a continuació:

- carcassa: de ferro fos d'alta qualitat, amb potes solidàries i amb aletes de refrigeració.
- estator: paquet de xapa magnètica i bobinatge de coure electrolític, muntats en estret contacte amb la carcassa per disminuir la resistència tèrmica al pas de la calor cap a l'exterior de la mateixa. La impregnació del bobinatge per a l'aïllament elèctric s'obtindrà evitant la formació de bombolles i haurà de resistir les sol·licitacions tèrmiques i dinàmiques a les que ve sotmès.
- rotor: format per un paquet ranurat de xapa magnètica, on s'allotjarà el debanat secundari en forma de gàbia d'aliatge d'alumini, simple o doble.
- eix: d'acer dur.
- ventilador: interior (per a les classes IP 44 i IP 54), d'alumini fos, solidari amb el rotor, o de plàstic injectat.
- rodaments: d'esfera, de tipus adequat a les revolucions del rotor i capaços de suportar lleugers empentes axials en els motors d'eix horitzontal (se seguiran les instruccions del



fabricant pel que fa a marca, tipus i quantitat de greix necessari per a la lubricació i la seva durada).

- caixes de borns i tapa: de ferro fos amb entrada de cables a través d'orificis roscats amb premsa-estopes.

Per a la correcta selecció d'un motor, que es farà per a un servei continu, hauran de considerar tots i cadascun dels següents factors:

- potència màxima absorbida per la màquina accionada, incloses les pèrdues per transmissió.
- velocitat de rotació de la màquina accionada.
- característiques de l'escomesa elèctrica (nombre de fases, tensió i freqüència).
- classe de protecció (IP 44 o IP 54).
- classe d'aïllament (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura màxima del fluid refrigerant (aire ambient) i cota sobre el nivell del mar del lloc d'emplaçament.
- moment d'inèrcia de la màquina accionada i de la transmissió referit a la velocitat de rotació del motor.
- corba del parell resistent en funció de la velocitat.

Els motors podran admetre desviacions de la tensió nominal d'alimentació compreses entre el 5% en més o menys. Si són de preveure desviacions cap a la baixa superiors a l'esmentat valor, la potència del motor haurà de "deratarse" de forma proporcional, tenint en compte que, a més, disminuirà també el parell d'arrencada proporcional al quadrat de la tensió.

Abans de connectar un motor a la xarxa d'alimentació, s'ha de comprovar que la resistència d'aïllament del bobinatge estatòric sigui superiors a 1,5 megaohms. En cas que sigui inferior, el motor serà rebutjat per la DO i haurà de ser assecat en un taller especialitzat, seguint les instruccions del fabricant, o substituït per un altre.

El nombre de pols del motor es triarà d'acord a la velocitat de rotació de la màquina accionada.



En cas d'acoblament d'equips (com ventiladors) per mitjà de politges i corretges trapezoïdals, el nombre de pols del motor s'escollirà de manera que la relació entre velocitats de rotació del motor i del ventilador sigui inferior a 2,5.

Tots els motors portaran una placa de característiques, situada en lloc visible i escrita de forma indeleble, en la qual apareixeran, almenys, les dades següents:

- potència del motor.
- velocitat de rotació.
- intensitat de corrent a la (es) tensió (és) de funcionament.
- intensitat d'arrencada.
- tensió (és) de funcionament.
- nom del fabricant i model.

4.1.12.CONNEXIÓ A TERRA

Les connexions a terra s'estableixen principalment a fi de limitar la tensió que, respecte a terra, puguin presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar l'actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una avaria en els materials elèctrics utilitzats.

La connexió a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni cap protecció, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix, mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grup d'elèctrodes enterrats al terra.

Mitjançant la instal·lació de posta a terra s'haurà d'aconseguir que en el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfície pròxima del terreny no apareguin diferències de potencial perilloses i que, al mateix temps, permeti el pas a terra dels corrents de defecte o les de descàrrega d'origen atmosfèric.

L'elecció i instal·lació dels materials que assegurin la connexió a terra han de ser tals que:

- El valor de la resistència de posta a terra estigui conforme amb les normes de protecció i de funcionament de la instal·lació i es mantingui d'aquesta manera al llarg del temps.
- Els corrents de defecte a terra i els corrents de fuga puguin circular sense perill, particularment des del punt de vista de sol·licitacions tèrmiques, mecàniques i elèctriques.



- La solidesa o la protecció mecànica quedi assegurada amb independència de les condicions estimades d'influències externes.
- Contemplin els possibles riscos deguts a electròlisi que poguessin afectar a altres parts metàl·liques.

UNIONS A TERRA

Preses de terra.

Per a la presa de terra es poden utilitzar elèctrodes formats per:

- barres, tubs;
- platines, conductors nus;
- plaques;
- anells o malles metàl·liques constituïts pels elements anteriors o les seves combinacions;
- armadures de formigó enterrades; amb excepció de les armadures pretensades;
- altres estructures enterrades que es demostrï que són apropiades.

Els conductors de coure utilitzats com elèctrodes seran de construcció i resistència elèctrica segons la classe 2 de la norma UNE 21.022.

El tipus i la profunditat d'enterrament de les preses de terra han de ser tals que la possible pèrdua d'humitat del sòl, la presència del gel o altres efectes climàtics, no augmentin la resistència de la presa de terra per sobre del valor previst. La profunditat mai serà inferior a 0,50 m.

CONDUCTORS DE TERRA.

La secció dels conductors de terra, quan estiguin enterrats, haurà d'estar d'acord amb els valors indicats en la taula següent. La secció no serà inferior a la mínima exigida per als conductors de protecció.

Tipus	Protegit mecànicament	No protegit mecànicament
Protegit contra la corrosió	Segons la taula 10	16 mm ² Coure, 16 mm ² acer galvanitzat
No protegit contra la corrosió	25 mm ² Coure, 50 mm ² Ferro	

* La protecció contra la corrosió pot obtenir-se mitjançant una evolvent.



Durant l'execució de les unions entre conductors de terra i elèctrodes de terra ha d'extremar la cura perquè resultin elèctricament correctes. S'ha de tenir cura, especialment, que les connexions, no danyin ni als conductors ni als elèctrodes de terra.

BORNS DE POSTA A TERRA.

En tota instal·lació de connexió a terra s'ha de preveure un born principal de terra, al qual s'han d'unir els conductors següents:

- Els conductors de terra.
- Els conductors de protecció.
- Els conductors d'unió equipotencial principal.
- Els conductors de connexió a terra funcional, si són necessaris.

S'ha de preveure sobre els conductors de terra i en lloc accessible, un dispositiu que permeti mesurar la resistència de la presa de terra corresponent. Aquest dispositiu pot estar combinat amb el born principal de terra, ha de ser desmuntable necessàriament per mitjà d'un útil, ha de ser mecànicament segur i ha d'assegurar la continuïtat elèctrica.

CONDUCTORS DE PROTECCIÓ.

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses d'una instal·lació amb el born de terra, amb la finalitat d'assegurar la protecció contra contactes indirectes.

Els conductors de protecció tindran una secció mínima igual a la fixada en la taula següent:

Secció conductors fase (mm ²)	Secció conductors protecció (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

En tots els casos, els conductors de protecció que no formen part de la canalització d'alimentació seran de coure amb una secció, almenys de:

- 2,5 mm², si els conductors de protecció disposen d'una protecció mecànica.



- 4 mm², si els conductors de protecció no disposen d'una protecció mecànica. Com a conductors de protecció poden utilitzar-se:
- conductors en els cables multiconductors, o
- conductors aïllats o nus que posseeixin una envoltant comú amb els conductors actius, o
- conductors separats nus o aïllats.

Cap aparell haurà de ser intercalat en el conductor de protecció. Les masses dels equips a unir amb els conductors de protecció no han de ser connectades en sèrie en un circuit de protecció.

4.1.13.INSPECCIONS I PROVES A FÀBRICA

L'aparellatge se sotmetrà en fàbrica a una sèrie d'assajos per comprovar que estan lliures de defectes mecànics i elèctrics.

En particular es faran almenys les següents comprovacions:

- Es mesurarà la resistència d'aïllament amb relació a terra i entre conductors, que tindrà un valor d'almenys 0,50 MΩ.
- Una prova de rigidesa dielèctrica, que s'efectuarà aplicant una tensió igual a dues vegades la tensió nominal més 1.000 volts, amb un mínim de 1.500 volts, durant 1 minut a la freqüència nominal. Aquest assaig es realitzarà estant els aparells d'interrupció tancats i els curtcircuits instal·lats com en servei normal.
- S'han d'inspeccionar visualment tots els aparells i es comprovarà el funcionament mecànic de totes les parts mòbils.
- Es posarà el quadre de baixa tensió i es comprovarà que tots els relés actuen correctament.
- Es calibraran i ajustaran totes les proteccions d'acord amb els valors subministrats pel fabricant. Aquestes proves podran realitzar-se, a petició de la DO, en presència del tècnic encarregat per la mateixa.

Quan s'exigeixin els certificats d'assaig, l'EIM enviarà els protocols d'assaig, degudament certificats pel fabricant, a la DO.



4.1.14.CONTROL

Es realitzaran totes les anàlisis, verificacions, comprovacions, assajos, proves i experiències amb els materials, elements o parts de la instal·lació que s'ordenin pel Tècnic Director de la mateixa, sent executats en laboratori que designi la direcció, a càrrec de la contracta.

Abans de la seva ocupació en l'obra, muntatge o instal·lació, tots els materials a emprar, les característiques tècniques, així com les de la seva posada en obra, han quedat ja especificades en apartats anteriors, seran reconeguts pel Tècnic Director o persona en la qual aquest delegui, sense l'aprovació no podrà procedir a la seva ocupació. Els que per mala qualitat, falta de protecció o aïllament o altres defectes no s'estimin admissibles per aquell, hauran de ser retirats immediatament. Aquest reconeixement previ dels materials no constituirà la seva recepció definitiva, i el Tècnic Director podrà retirar en qualsevol moment aquells que presentin algun defecte no apreciat anteriorment, encara a costa, si cal, de desfer la instal·lació o muntatge executats amb ells. Per tant, la responsabilitat del contractista en el compliment de les especificacions dels materials no cessarà mentre no siguin rebuts definitivament els treballs en els quals s'hagin emprat.

4.1.15.SEGURETAT

En general, basant-nos en la Llei de Prevenció de Riscos Laborals i les especificacions de les normes NTE, es compliran, entre altres, les següents condicions de seguretat:

- Sempre que es vagi a intervenir en una instal·lació elèctrica, tant en l'execució de la mateixa com en el seu manteniment, els treballs es realitzaran sense tensió, assegurant la inexistència d'aquesta mitjançant els corresponents aparells de mesura i comprovació.
- En el lloc de treball es trobarà sempre un mínim de dos operaris.
- S'utilitzaran guants i eines aïllants.
- Quan s'usin aparells o eines elèctrics, a més de connectar-los a terra quan així ho precisin, estaran dotats d'un grau d'aïllament II, o estaran alimentats amb una tensió inferior a 50 V mitjançant transformadors de seguretat.
- Seran bloquejats en posició d'obertura, si és possible, cadascun dels aparells de protecció, seccionament i maniobra, col·locant en el seu comandament un rètol amb la prohibició de maniobrar-lo.



- No es restablirà el servei al finalitzar els treballs abans d'haver comprovat que no hi hagi cap perill.
- En general, mentre els operaris treballin en circuits o equips a tensió o en la seva proximitat, usaran roba sense accessoris metàl·lics i evitaran l'ús innecessari d'objectes de metall o articles inflamables; portaran les eines o equips en bosses i utilitzaran calçat aïllant, almenys, sense ferramentes ni claus en les soles.
- Es compliran així mateix totes les disposicions generals de seguretat d'obligat compliment relatives a seguretat, higiene i salut en el treball, i les ordenances municipals que siguin d'aplicació.

4.1.16.NETEJA

Abans de la recepció provisional, els quadres es netejaran de pols, pintura, pel·lofes i de qualsevol material que pugui haver-se acumulat durant el curs de l'obra en el seu interior o l'exterior.

4.1.17.MANTENIMENT

Quan sigui necessari intervenir novament en la instal·lació, bé sigui per causa d'avaries o per efectuar modificacions en la mateixa, s'han de tenir en compte totes les especificacions ressenyades en els apartats d'execució, control i seguretat, en la mateixa forma que si es tractés d'una instal·lació nova. S'aprofitarà l'ocasió per comprovar l'estat general de la instal·lació, substituint o reparant aquells elements que ho precisin, utilitzant materials de característiques similars als reemplaçats.

4.1.18.CRITERIS DE MESURA

Les unitats d'obra seran mesures d'acord amb els especificat en la normativa vigent, o bé, en el cas que aquesta no sigui suficient explícita, en la forma ressenyada en el Plec Particular de Condicions que els sigui d'aplicació, o fins i tot tal com figurin aquestes unitats en l'Estat de Mesuraments del Projecte. A les unitats mesures se'ls aplicaran els preus que figurin en el Pressupost, en els quals es consideren incloses totes les despeses de transport, indemnitzacions i l'import dels drets fiscals amb els quals es trobin gravats per les diferents administracions, a més de les despeses generals de la contracta. Si hagués necessitat de realitzar alguna unitat d'obra no compresa en el Projecte, es formalitzarà el corresponent preu contradictori.

Els cables, safates i tubs es mesuraran per unitat de longitud (metre), segons tipus i dimensions.



En el mesurament s'entendran inclosos tots els accessoris necessaris per al muntatge (grapes, terminals, borns, premsaestopes, caixes de derivació, etc.), així com la mà d'obra per al transport a l'interior de l'obra, muntatge i proves de recepció.

Els quadres i receptors elèctrics es mesuraran per unitats muntades i connexionades.

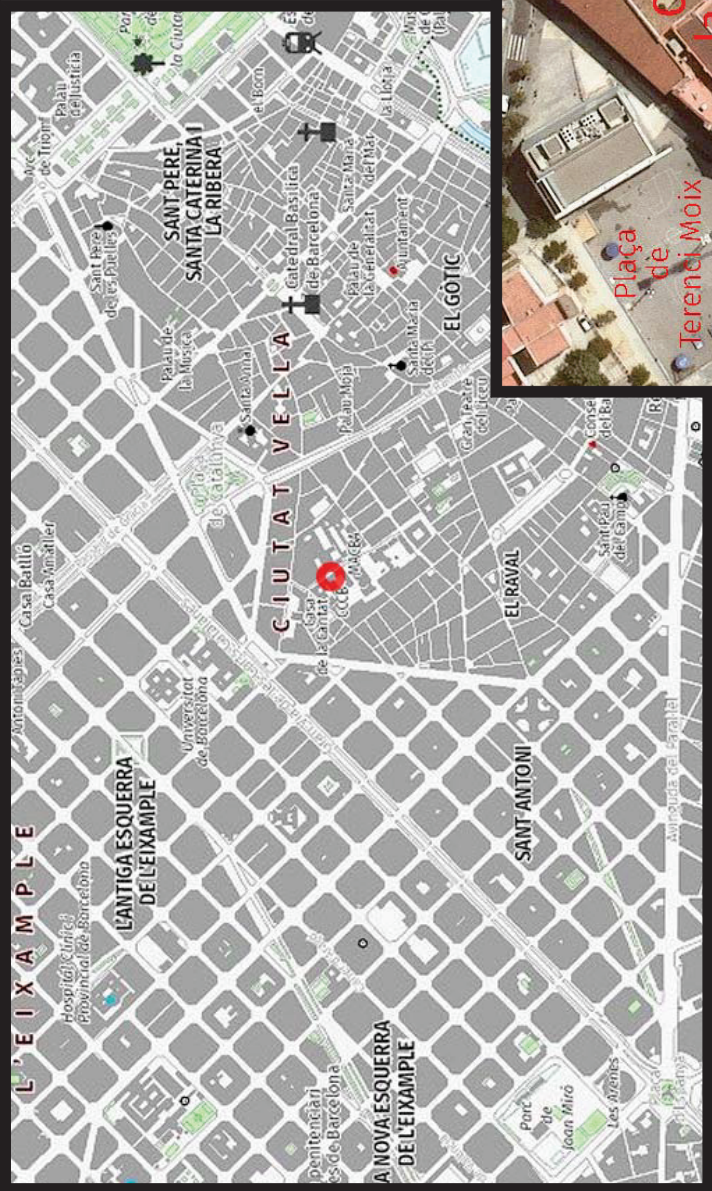
La connexió dels cables als elements receptors (quadres, motors, resistències, aparells de control, etc.) serà efectuada pel subministrador del mateix element receptor.

El transport dels materials a l'interior de l'obra estarà a càrrec de l'EIM.

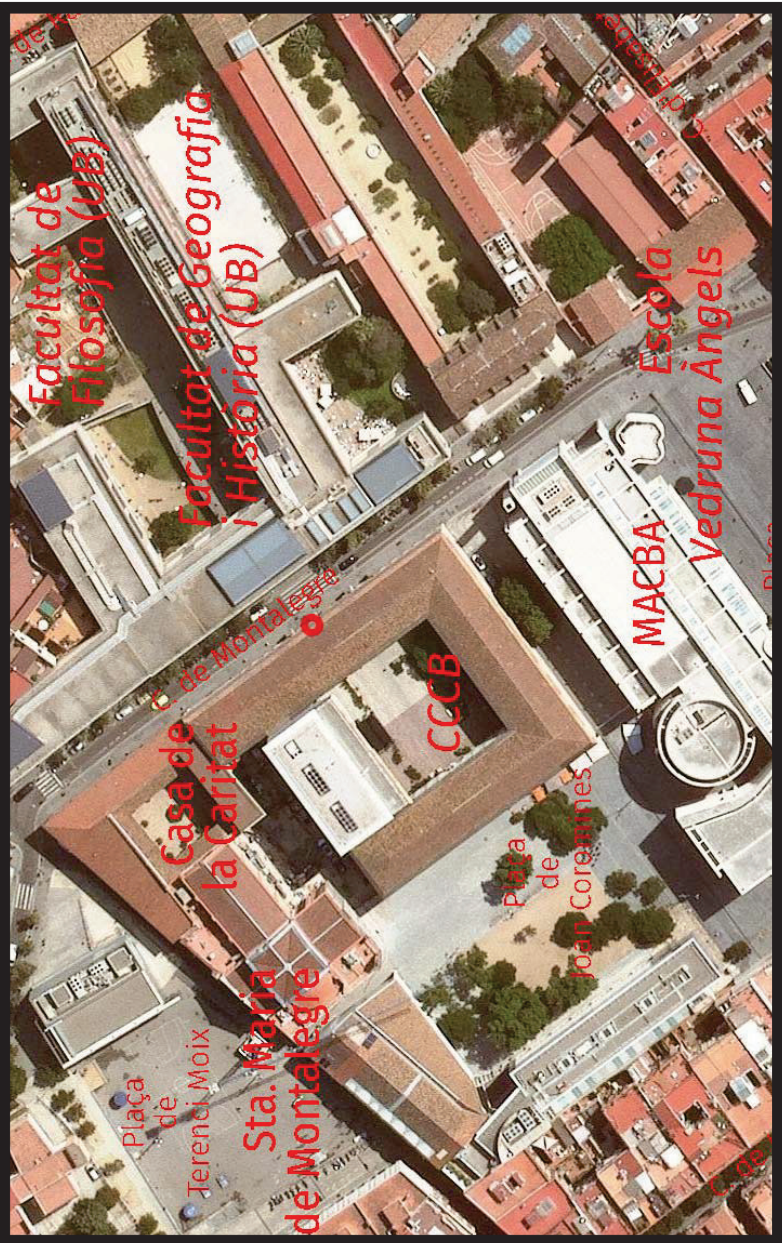


5. PLÀNOLS

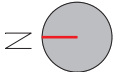
- a) Emplaçament i situació
- b) Distribució mòduls fotovoltaics
- c) Distribució sèries
- d) Estructura
- e) Cablejat
- f) Esquema unifilar



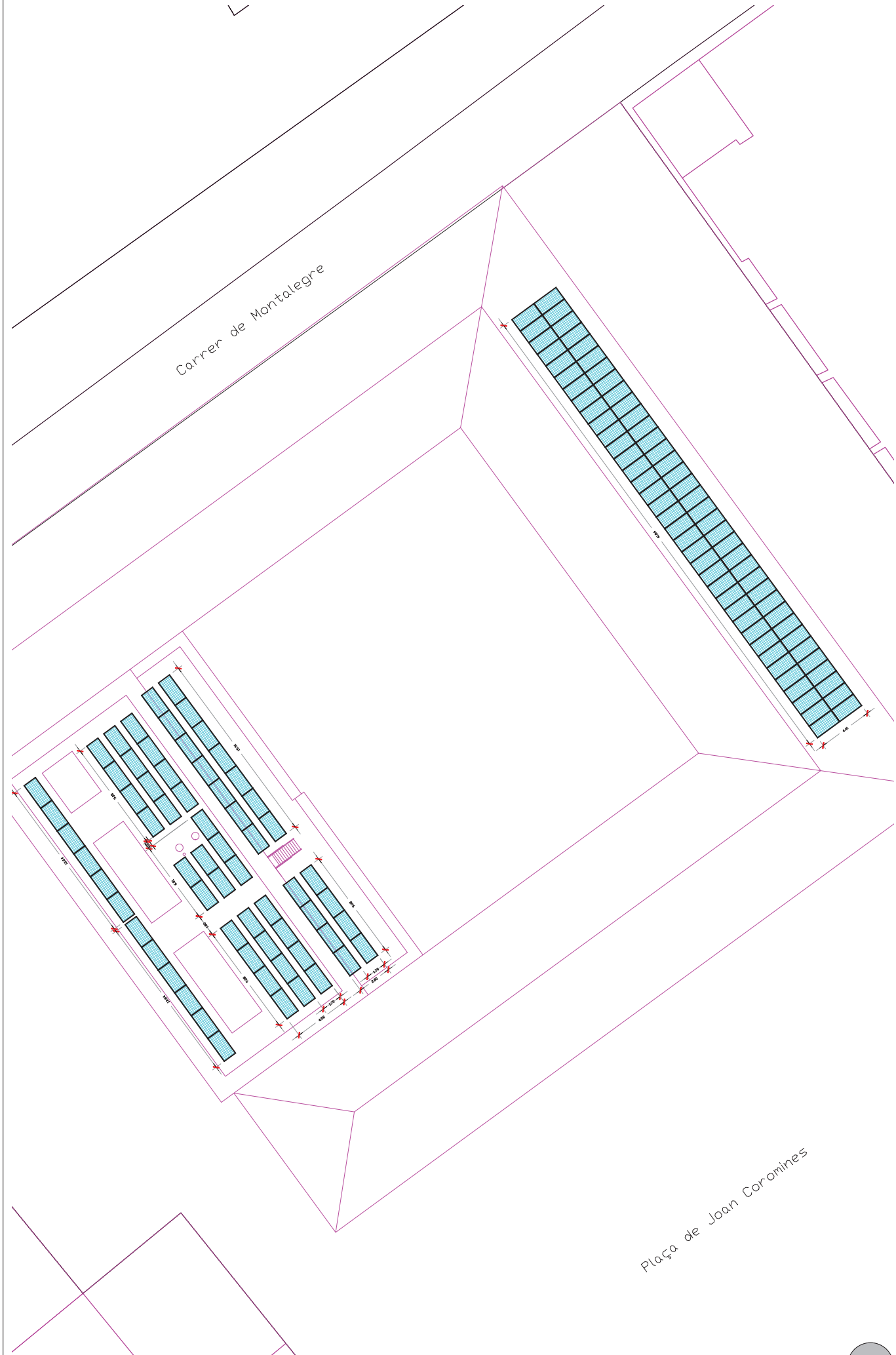
SITUACIÓ



EMPLAÇAMENT

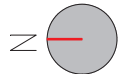


PROJECTE:		PROJECTE TÈCNIC D'INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE POTENCIA NOMINAL 100kW		Montalegre, 5. 08001 - Barcelona (Barcelonès)	
TÍTOL:		EMPLAÇAMENT I SITUACIÓ			
PETICIONARI:		CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA			
NÚMERO:		DATA:		GENER 2024	
		escala		NA	
		1			
		FREE POWER SL / CIF: B-63721641 C/ Bèr, 2.B / Pol. Ind. For. (Barcelona) SPAIN 08110 Montcada i Reixac (Barcelona) SPAIN T +34 93 572 41 62 / F +34 93 572 41 65 freepower@freepower.es - www.freepower.es			
		FREE POWER			



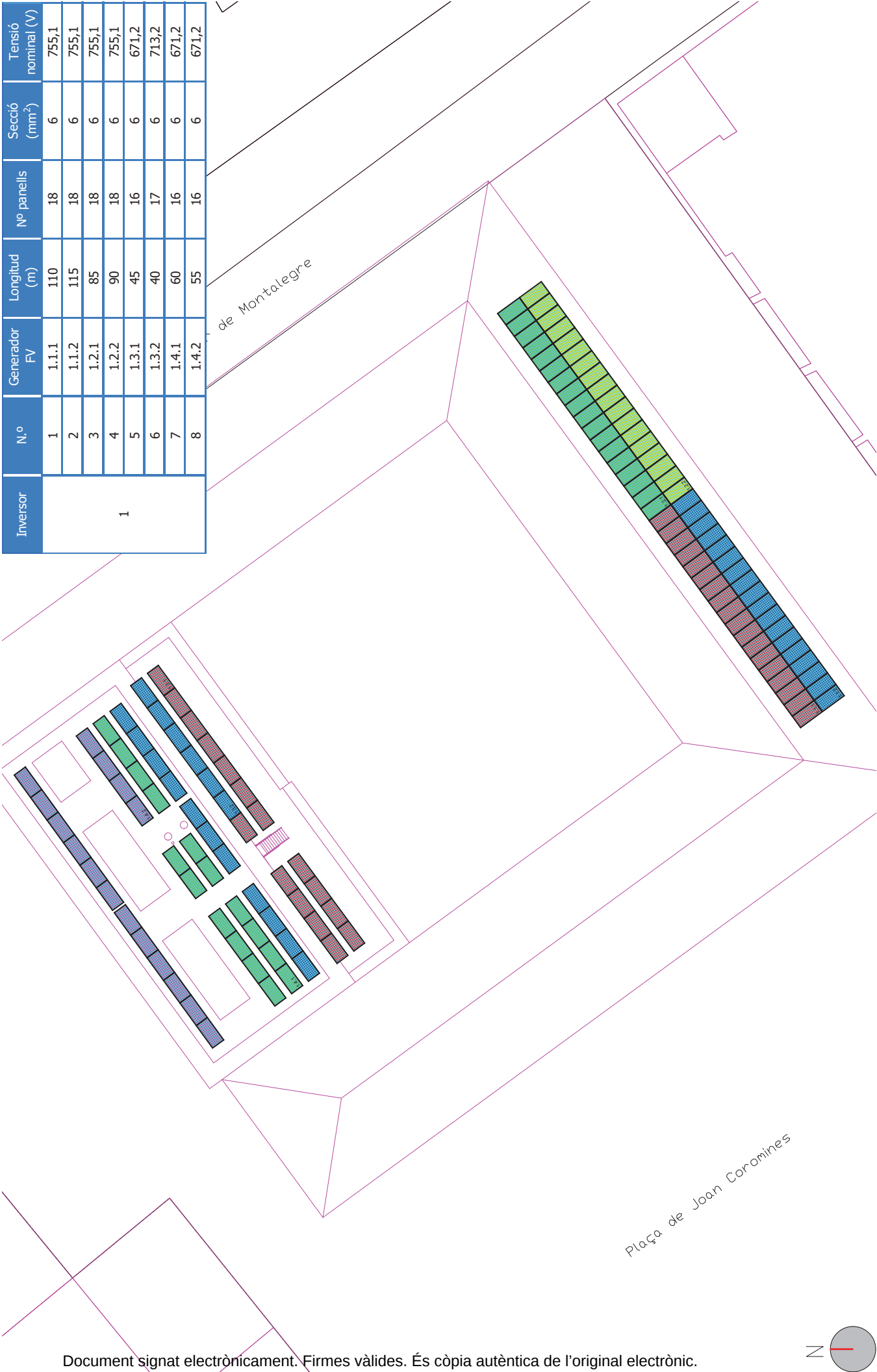
Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>



PROJECTE: PROJECTE TÈCNIC D'INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE POTENCIA NOMINAL 100kW Montalegre, 5. 08001 - Barcelona (Barcelonès)		TÍTOL: DISTRIBUCIÓ CAMP SOLAR		PETICIONARI: CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA		 FREE POWER FREE POWER S.L. / CIF: B-63721641 C/ Berh, 2.B / Pol. Ind. For. (Barcelona) SPAIN T +34 93 572 41 62 / F +34 93 572 41 65 freepower@freepower.es - www.freepower.es		DATA: GENER 2024	NÚMERO: 2
						escala 1/200 0 5m 10m 15m			

Inversor	N.º	Generador FV	Longitud (m)	Nº panells	Secció (mm²)	Tensió nominal (V)
1	1	1.1.1	110	18	6	755,1
	2	1.1.2	115	18	6	755,1
	3	1.2.1	85	18	6	755,1
	4	1.2.2	90	18	6	755,1
	5	1.3.1	45	16	6	671,2
	6	1.3.2	40	17	6	713,2
	7	1.4.1	60	16	6	671,2
	8	1.4.2	55	16	6	671,2



PROJECTE:
**PROJECTE TÈCNIC D'INSTAL·LACIÓ
SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM
DE POTENCIA NOMINAL 100kW**
Montalegre, 5. 08001 - Barcelona (Barcelonès)

TÍTOL:
DISTRIBUCIÓ STRINGS

PETICIONARI:
**CENTRE DE CULTURA
CONTEMPORÀNIA DE
BARCELONA**

**FREE
POWER**

FREE POWER S.L. / CIF: B-63721641
C/ Bèrch, 2.B / Pol. Ind. For
08110 Montcada i Reixac (Barcelona) SPAIN
T +34 93 932 41 62 / F +34 93 932 41 65
freepower@freepower.es - www.freepower.es

DATA:
GENER 2024
escala
1/100 DINA_A2


NÚMERO:
3

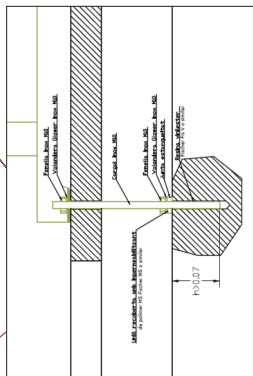
PROJECTE

08/01/2024

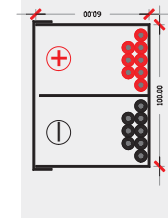
08/01/2024

L'USUARI DEQUEST DOCUMENT ESTÀ ACORDANT SENSE L'EMPRESA AUTORIZACIÓ DE FREEPOWER, S.

Pàgina 106



DETALL ESTRUCTURA INCLINADA 10°
Coberta Sala Tècnica



DETALL DISTRIBUCIÓ CC

Carrer de Montalegre

DISTRIBUCIÓ CC
SAFATA METÀL·LICA 60x100
AMB TAPA

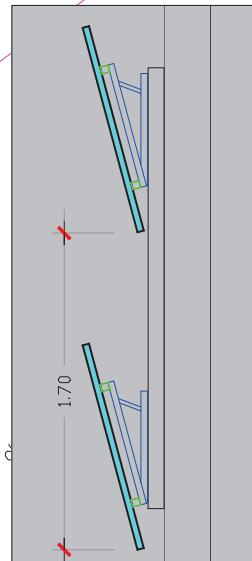
BASE FORMIGÓ

Perf il Fischer - Sò ar Fischer
38x44mm

ESTRUCTURA INCLINADA 15°
Fischer - Suport angular STF

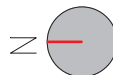
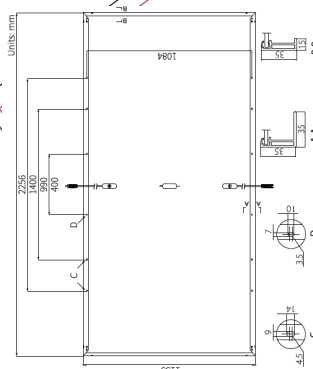
ESTRUCTURA COPLANAR
Perf il Fischer - Sò ar light
38x33mm

Placa



DETALL ESTRUCTURA INCLINADA 10°
Terrassa sota coberta Sala Tècnica

DETALLS MÒDULS



Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

PROJECTE:

PROJECTE TÈCNIC D'INSTAL·LACIÓ
SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM
DE POTÈNCIA NOMINAL 100kW

Montalegre, 5. 08001 - Barcelona (Barcelonès)

TÍTOL:

ESTRUCTURA SUPORTACIÓ

PETICIONARI:

CENTRE DE CULTURA
CONTEMPORÀNIA DE
BARCELONA

DATA:

GENER 2024

NÚMERO:

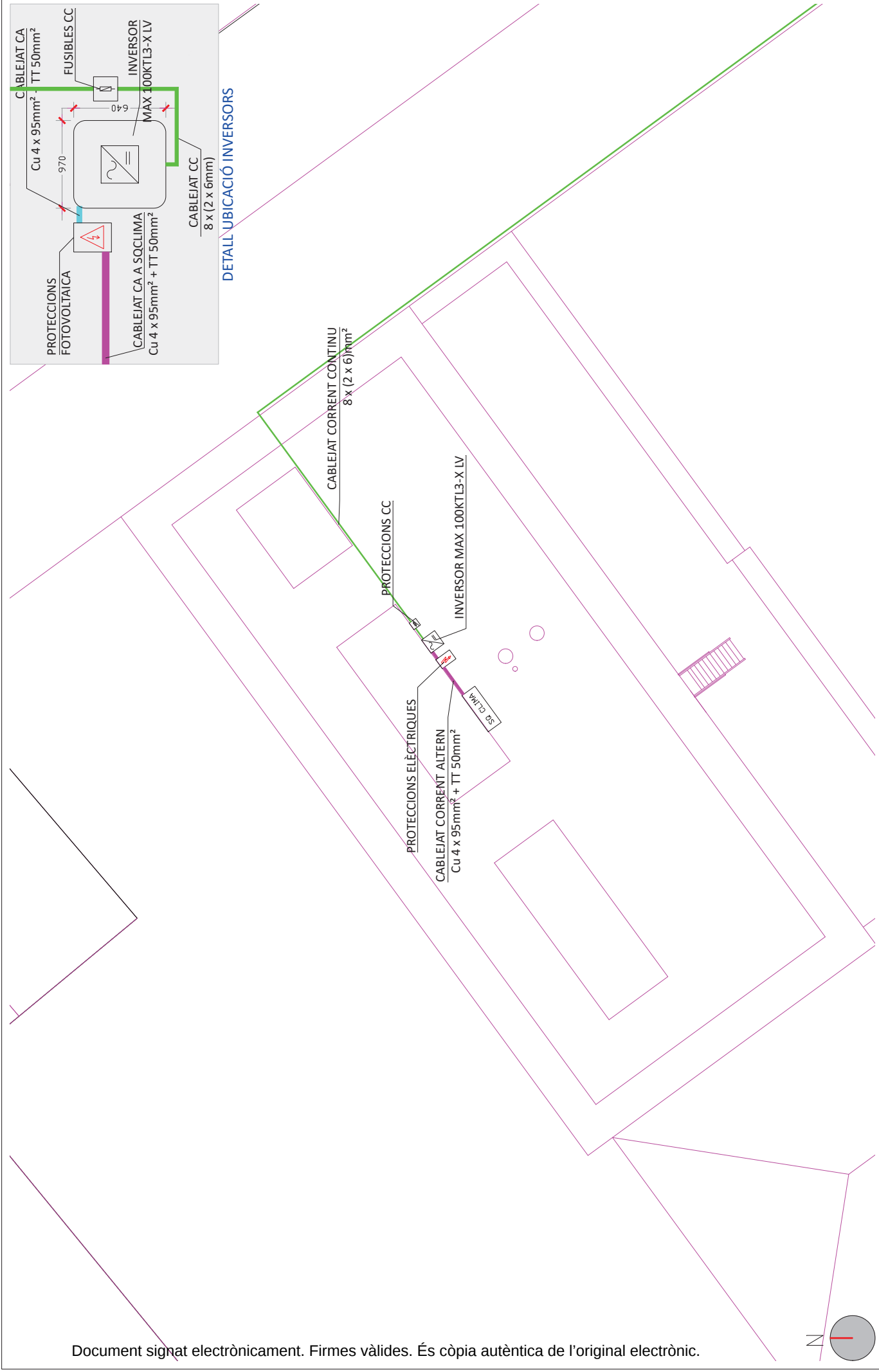
4

escala

1/100 DINA_A2

FREE POWER SL / CIF: B-63721641
C/ Berà, 2.B / Pol. Ind. For. (Barcelona) SPAIN
T +34 93 572 41 62 / F +34 93 572 41 65
freepower@freepower.es - www.freepower.es





Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

PROJECTE: PROJECTE TÈCNIC D'INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE POTENCIA NOMINAL 100kW Montalegre, 5. 08001 - Barcelona (Barcelonès)		TÍTOL: CABLEJAT I PROTECCIONS	PETICIONARI: CENTRE DE CULTURA CONTEMPORÀNIA DE BARCELONA	 FREE[®] POWER FREE POWER, S.L. / CIF: B-63721641 C/ Bach, 2-B / Pol. Ind. Fontosa 08110 Montcada i Reixac (Barcelona) SPAIN T +34 93 572 41 62 / F +34 93 572 41 65 freepower@freepower.es - www.freepower.es	DATA: GENER 2024	NÚMERO: 5
escala 1/100 DINA A2 0 0,5m 1,0m 2,0m						



6. ANNEX DE CÀLCULS

6.1.JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA LEGISLACIÓ ELECTROTÈCNICA APLICABLE. CÀLCUL DE CIRCUITS

El càlcul del cablejat s'ha realitzat tenint en compte els següents aspectes (segons el REBT):

- Les caigudes de tensió màximes.
- Mantenint la intensitat nominal per sota de la intensitat admissible pel cable.

Segons la ITC-BT-40 del REBT, en el seu apartat 5 "Cables de connexió" diu: *"Els cables de connexió hauran d'estar dimensionats per una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador i la caiguda de tensió entre el generador i el punt d'interconnexió a la Xarxa de Distribució Pública i amb la instal·lació interior, no serà superior a l'1,5% de la intensitat nominal".*

6.1.1. CÀLCUL DE LA PART DE CORRENT CONTINU

Al llarg del seu recorregut per les cobertes els cables s'instal·laran a l'aire mitjançant safata reixada. Per avaluar el sobreescalfament que poden patir els cables en el seu recorregut des dels mòduls fins als inversors, pel fet d'estar en una safata exposada al sol, es considerarà que la temperatura ambient es de fins a 70°C.

Càlcul de la caiguda de tensió

Per tal de calcular la caiguda de tensió en corrent continu es farà servir la següent expressió:

$$cdt(V) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S}$$

$$cdt (\%) = cdt \cdot U$$

On:

- cdt (%) Caiguda de tensió (%)
- cdt (V) Caiguda de tensió (V)
- L Longitud del cable (m)
- P Potència (W)
- U Tensió (V)



- γ Conductivitat del conductor ($m/\Omega \cdot mm^2$)
- S Secció del conductor (mm^2)

La conductivitat del conductor depèn de la temperatura del mateix. Donat que els conductors de corrent continu tenen part del seu recorregut per l'exterior, es previsible que la seva temperatura de funcionament sigui superior a la normal, per tant es calcularà la temperatura dels mateixos per a una temperatura ambient de 70°C. Per calcular la temperatura d'operació del conductor utilitzarem l'expressió següent:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$

On:

- T Temperatura d'operació del conductor (°C)
- T_{amb} Temperatura ambient (70°C)
- T_{max} Temperatura màxima del conductor (120°C)
- I Intensitat prevista pel conductor (A)
- I_{max} Intensitat màxima del conductor en funció del tipus d'instal·lació (A)

Per al càlcul de la intensitat màxima del conductor de 6mm² de secció de dos conductors XLPE.

$$T = 70 + (120 - 70) \times \left(\frac{13,12}{49} \right)^2 = 76^{\circ}C$$

Un cop determinada la temperatura del conductor mitjançant la fórmula anterior podrem calcular la conductivitat del mateix interpolant amb la taula següent:

Temperatura del Conductor (°C)	Conductivitat del Coure ($m/\Omega \cdot mm^2$)
20	56
70	48
90	44

S'obté una conductivitat del conductor de 46,9m/ $\Omega \cdot mm^2$. El resultat d'aplicar aquests càlculs al cablejat de corrent continu de la instal·lació es:



Inversor	Generador FV	Longitud (m)	Secció (mm²)	Conductivitat	I nominal	Tensió nominal	Caiguda de tensió		Pèrdua potència
				(m/Ω·mm²)	(A)	(V)	(V)	(%)	(W)
1	1.1.1	115	6,0	46,9	13,12	755,10	10,71	1,42	140,65
	1.1.2	120	6,0	46,9	13,12	755,10	11,18	1,48	146,77
	1.2.1	90	6,0	46,9	13,12	755,10	8,38	1,11	110,07
	1.2.2	95	6,0	46,9	13,12	755,10	8,85	1,17	116,19
	1.3.1	45	6,0	46,9	13,12	671,20	4,19	0,62	55,04
	1.3.2	40	6,0	46,9	13,12	713,15	3,73	0,52	48,92
	1.4.1	60	6,0	46,9	13,12	671,20	5,59	0,8	73,38
	1.4.2	55	6,0	46,9	13,12	671,20	5,12	0,8	67,27

Pp = 758,29

Podem observar que en tot moment la caiguda de tensió màxima no supera en cap moment el valor del 1,5%.

Sumant la pèrdua de potència obtenim una pèrdua total de **758,29W (1,01%)**.

Càlcul de la intensitat màxima admissible

Per al càlcul de la intensitat màxima admissible dels conductors es prendrà com a valor d'intensitat màxima la subministrada pel fabricant i s'aplicaran els factors correctors segons el tipus d'instal·lació en safata i segons la temperatura ambient.

El valor d'intensitat màxima de cada conductor serà doncs:

$$I_{\max adm} = I_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3$$

On:

- I_0 Intensitat màxima admissible del cable a temperatura ambient de 40°C
- k_1 Factor de reducció per agrupació de circuits
- k_2 Factor de reducció per cables instal·lats en varies capes
- k_3 Factor de reducció per temperatura ambient

El valor de k_1 , segons la guia d'aplicació de la ITC-BT-19, ve donat per la taula E en funció de la disposició del cablejat contigu i el nombre d'aquests. En el nostre cas, tenim un factor de reducció de 0,70.



El valor de k_2 , segons la guia d'aplicació de la ITC-BT-19, ve donat per la taula F en funció del número de capes instal·lades. En el nostre cas, per un total de 4 o 5 capes tenim un factor de reducció de 0,70.

Per últim, el valor de k_3 , ve donat per la següent taula de la norma UNE-HD 60364-5-52 on aplicarem un coeficient de 0,90 per temperatures ambientals de 50°C.

Aislamiento	Temperatura ambiente (θ_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

Els resultats d'aplicar aquests càlculs son:

Tram	I_0	Secció (mm ²)	T ^o màx. Serv. (°C)	T ^o màx. Amb. (°C)	Factor k_1	Factor k_2	Factor k_3	I màx. adm.	Isc	ΔI
Panells a inversor	49	6	120	70	0,70	0,80	0,90	24,70	13,98	177%

Com es pot observar, la intensitat admissible es molt superior al 125% de la intensitat màxima admissible requerida a la ITC-BT-40, fet que valida els resultats obtinguts amb el mètode de la caiguda de tensió relativa.

Característiques cablejat

El cable a utilitzar per a les series CC de cada sèrie fins als inversors serà del tipus solar PV1-F (AS) 0,6/1kVca - 1,8kVcc o el seu equivalent segons el Reglament dels Productes de la Construcció (CPR) que és C_{ca}-s1b,d1,a1 (Alta Seguretat) i té les següents característiques:

- Conductor de coure estanyat, flexible classe 5
- Temperatura màxima: 120°
- No propagador de flama UNE-EN 60332-1-2
- No propagador d'incendi UNE-EN 50399
- Baixa emissió de calor i baix índex de desenvolupament del foc UNE-EN 50399
- Baixa acidesa i corrosió dels gasos UNE-EN 60754-2
- Baixa producció de fums UNE-EN 50339
- Baixa opacitat dels fums emesos UNE-EN 61034-2
- Baixa caiguda de partícules inflamades EN 50399



- Aïllament: XLPE (Polietilè Reticulat)
- Coberta exterior: elastòmer termo-estable lliure d'halògens
- Tensió nominal: 0,6/1 kV en CA i 1,8 kV en CC
- Ús: Per a la connexió entre mòduls fotovoltaics i entre mòduls fotovoltaics i inversor (sistemes de corrent continu)

6.1.2. CÀLCUL DE LA PART DE CORRENT ALTERN

6.1.2.1. Quadre Protecció de Generació (QPG)

Per avaluar el sobreescalfament que poden patir els cables, s'ha considerat que la temperatura ambient es de fins a 45°C en tot el recorregut del cablejat CA que va dels inversors fins al punt de connexió amb el Quadre de Protecció de Generació (QPG).

Càlcul de la caiguda de tensió

Per tal de calcular la caiguda de tensió en corrent continu es farà servir la següent expressió:

$$cdt (V) = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S}$$

$$cdt (\%) = cdt \cdot U$$

On:

- $cdt (\%)$ Caiguda de tensió (%)
- $cdt (V)$ Caiguda de tensió (V)
- L Longitud del cable (m)
- P Potència (W)
- U Tensió (V)
- γ Conductivitat del conductor ($m/\Omega \cdot mm^2$)
- S Secció del conductor (mm^2)

La conductivitat del conductor depèn de la temperatura del mateix. L'expressió que ens permetrà calcular la temperatura del conductor serà:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \times \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2$$



On:

- T Temperatura d'operació del conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- T_{amb} Temperatura ambient (45°C)
- T_{max} Temperatura màxima del conductor (90°C)
- I Intensitat prevista pel conductor (A)
- I_{max} Intensitat màxima del conductor en funció del tipus d'instal·lació (A)

El tram dels inversors al Quadre de Proteccions de Generació (QPG) serà de 95mm^2 de secció de tres conductors XLPE.

$$T = 45 + (90 - 45) \times \left(\frac{158,8}{241} \right)^2 = 64,54^{\circ}\text{C}$$

Un cop determinada la temperatura del conductor mitjançant la fórmula anterior podrem calcular la conductivitat del mateix interpolant amb la taula següent:

Temperatura del Conductor ($^{\circ}\text{C}$)	Conductivitat del Coure ($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)
20	56
70	48
90	44

S'obté una conductivitat del conductor de $48,46\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$. El resultat d'aplicar aquests càlculs al cablejat de corrent altern de la instal·lació és:

Inversor	Longitud (m)	Secció (mm^2)	Conductivitat	I nominal (A)	Tensió nominal (V)	Caiguda de tensió		Pèrdua potència (W)
			($\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$)			(V)	(%)	
1	15	95	48,46	158,80	400	0,56	0,14	246,51

Pp = 246,51

Podem observar que en tot moment la caiguda de tensió màxima no supera en cap moment el valor del 1,5%.

Sumant la pèrdua de potència obtenim una pèrdua total de **246,51W (0,25%)**.



Càlcul de la intensitat màxima admissible

Per al càlcul de la intensitat màxima admissible dels conductors es prendrà com a valor d'intensitat màxima la subministrada pel fabricant i s'aplicaran els factors correctors segons el tipus d'instal·lació i segons la temperatura ambient.

El valor d'intensitat màxima de cada conductor serà doncs:

$$I_{\max adm} = I_0 \times k_1 \times k_2$$

On:

- I_0 Intensitat màxima admissible del cable a temperatura ambient de 40°C
- k_1 Factor de correcció de temperatura
- k_2 Factor de correcció per tipus d'instal·lació

El valor de k_1 , segons la ITC-BT-07 (Cables instal·lats a l'aire ambient de temperatura diferent de 40°C) ve donat per la taula 13 de l'esmentada instrucció o, per als valors no inclosos en la taula, per l'expressió:

$$k_1 = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_a}{\theta_s - 45}}$$

On:

- θ_s Temperatura màxima de servei (90°C)
- θ_a Temperatura ambient (45°C)

Per al càlcul de k_2 se seguirà la taula 14 de la ITC-BT-07 (*Factor de correcció per a agrupacions de cables unipolars instal·lats a l'aire*). S'aplicarà el factor corresponent a cables contigus en capa horitzontal sobre safata perforada fins a 3 circuits contigus, resultant $k_2 = 0,9$.

Els resultats d'aplicar aquests càlculs son:

Tram	I_0	Secció (mm ²)	Tº màx. Serv. (°C)	Tº màx. Amb. (°C)	Factor k_1	Factor k_2	I màx. adm.	Isc	ΔI
Inversor 1 a QPG	241	95	90	45	0,95	0,90	206,06	158,80	130%



Com es pot observar, la intensitat admissible és superior al 125% de la intensitat màxima admissible requerida a la ITC-BT-40, fet que valida els resultats obtinguts amb el mètode de la caiguda de tensió relativa.

Característiques cablejat

El cable a utilitzar a la part de corrent altern serà del tipus RZ1 (AS) 0,6/1kV o el seu equivalent segons el Reglament dels Productes de la Construcció (CPR) que és C_{ca}-s1b,d1,a1 (Alta Seguretat) i aquest cablejat complirà les següents característiques:

- Temperatura màxima: 90°C
- No propagador de flama UNE-EN 60332-1-2
- No propagador d'incendi UNE-EN 50399
- Baixa emissió de calor i baix índex de creixement del foc UNE-EN 50399
- Baixa acidesa i corrosió dels gasos UNE-EN 60754-2
- Baixa producció de fums UNE-EN 50339
- Baixa opacitat dels fums emesos UNE-EN 61034-2
- Baixa caiguda de partícules inflamades EN 50399
- Aïllament: XLPE (Polietilè Reticulat)
- Coberta exterior: elastòmer termo-estable lliure d'halògens
- Tensió nominal: 0,6/1kV
- Us: Cable per al transport i distribució elèctrica a l'aire o enterrat.

6.2. INFLUÈNCIA DE LA TEMPERATURA EN ELS ELEMENTS ELÈCTRICS

Els elements elèctrics de la instal·lació fotovoltaica sensibles a la temperatura són els següents:

Camp de mòduls fotovoltaics

Els panells fotovoltaics estan dissenyats i certificats per a ser instal·lats a la intempèrie i directament exposats a la radiació solar directa. Les baixes temperatures incrementen l'eficiència de conversió energètica dels mateixos mentre que les temperatures altes la disminueixen.

Els valors elèctrics esmentats al principi d'aquest projecte són els valors mesurats a una temperatura del panell de 25°C. Les variacions, tant en positiu com en negatiu, del voltatge, intensitat i potència produïdes pel panell són les següents:



- Coeficient de temperatura per a tensió en circuit obert: -0,292 %/K
- Coeficient de temperatura per a corrent en curtcircuit: 0,050 %/K
- Coeficient de temperatura per a potència: -0,390 %/K

Inversors

L'inversor Growatt MAX 100KTL3-X LV utilitzat en aquesta instal·lació presenta una corba de rendiment que és pràcticament insensible a les variacions de temperatura. Amb temperatures ambient de fins a 60°C i funcionant a plena càrrega l'inversor sempre manté una eficiència real del 98,4%.

Cablejat

El cablejat, tant de la part de la instal·lació que està a la intempèrie com la que està a l'interior de la nau industrial s'ha dissenyat per a treballar a temperatures inferiors a 50°C i certificat per a resistir temperatures superiors a 70°C segons la ITC-BT-19 del reglament electrotècnic de baixa tensió.

Així mateix la secció del conductor ha estat seleccionada perquè amb la instal·lació funcionant a potència nominal, no s'excedeixin mai els valors de temperatura recomanats pels fabricants dels conductors.

6.3. XARXES DE CONNEXIÓ A TERRA

D'acord amb el Reial Decret 1699/2011, on es fixen les condicions tècniques per a la connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de Baixa Tensió, la posta a terra es realitzarà de forma que no alteri la de la companyia elèctrica distribuïdora, amb la finalitat no transmetre defectes a la mateixa.

Així mateix les masses de cada una de les instal·lacions fotovoltaïques estaran connectades a una única terra independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora, d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

Per això es realitzarà un única presa de terra a la que es connectarà tant l'estructura dels panells com l'estructura que subjecta aquesta, amb la finalitat de que no es pugin ocasionar tensions perilloses per a les persones.

Els conductors de protecció tindran una secció mínima igual a la fixada en la taula següent:



Secció conductors fase (mm ²)	Secció conductors protecció (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Dimensionat de la posta a terra de corrent continu

S'ha estimat una resistència lineal del terreny de $50 \Omega \cdot m$, pel tipus de terreny (terreny cultivable i fèrtil). Aquest tipus d'instal·lació es considera com a instal·lació en local mullat (instal·lació exterior), pel qual no es poden produir tensions de contacte superior a 24V, i una intensitat màxima de 13,98A, corresponent a la intensitat de curtcircuit dels mòduls fotovoltaics.

Així doncs tindrem que la resistència màxima de terra serà:

$$R < \frac{V}{I} = \frac{24}{13,98} = 1,72 \Omega$$

Per això l'elèctrode en la posada a terra de l'edifici es pot constituir amb els següents elements:

- Longitud de conductor de Cu nu 35 mm^2 (L_c): 40 m.
- Piques verticals de Coure 14 mm (L_p): 5 piques de 2m.

Amb la qual cosa s'obtindrà una resistència de terra de:

$$R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2 \cdot \rho} + \frac{L_p}{\rho}\right)}$$

On:

- R_t : Resistència de terra (Ω)
- ρ : Resistivitat del terreny ($\Omega \cdot m$)
- L_c : Longitud del conductor (m)
- L_p : Longitud de les piques (m)

$$R_t = \frac{1}{\left(\frac{40}{2 \cdot 50} + \frac{10}{50}\right)} = 1,66 \Omega$$



Per tenir terres independents les piques es disposaran a una distància mínima de 2,5 m entre elles.

Dimensionat de la posta a terra dels inversors (costat CA)

La presa de terra del circuit de corrent continu i el circuit de corrent altern estaran separades i seran independents entre elles, d'acord amb el RD 1699/2011. Per a la connexió a terra del circuit de corrent altern es disposarà d'un sistema TT, amb el neutre posat a terra, al igual que la resta d'instal·lació de corrent altern. Així mateix es disposarà d'un número de piques suficients per aconseguir una resistència de terra no superior a 10 ohms.

Es disposarà d'un interruptor diferencial per inversor amb una sensibilitat de 300mA, per tant considerant la instal·lació com a local mullat no es poden produir tensions de contacte superiors a 24 V.

Així doncs tindrem que la resistència màxima de terra serà:

$$R < \frac{V}{I} = \frac{24}{0,3} = 80\Omega$$

Per això l'elèctrode en la posta a terra de l'edifici es pot constituir amb els següents elements:

- Longitud de conductor de Cu nu 35 mm² (Lc): 10 m.
- Piques verticals de Coure 14 mm (Lp): 1 pica de 2m.

$$R_t = \frac{1}{\left(\frac{10}{2 \cdot 500} + \frac{2}{500}\right)} = 71,42\Omega$$

Per tenir terres independents les piques es disposaran a una distància mínima de 2,5 m entre elles.

Separació entre postes a terra.

La presa de terra de la part de corrent altern i la de corrent contínua són diferents i estan separades una distància de 40-45 m. Segons la ITC-BT-18 la distància mínima per a assegurar que dites preses de terra són independents és de:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U}$$

On:

- D: Distància entre preses de terra (m)
- ρ: Resistivitat del terreny (Ω·m)



- I_d : Intensitat de defecte (A)
- U: 250V (segons ITC-BT-18)

Substituint en la formula anterior obtenim:

$$D = \frac{500 \cdot 100}{2 \cdot \pi \cdot 250} = 32m$$

Amb el que es compleix la normativa vigent. A més no hi ha cap canalització metàl·lica o element conductor que uneixi la zona de terra de la part de contínua amb la zona on es troben els aparells d'utilització.

En el cas que no sigui possible assegurar la separació elèctrica de les postes de terra indicades, s'utilitzarà una única posta a terra, amb el valor de resistència més restrictiu, per les diferents tensions.



6.4. RESISTÈNCIA AL VENT DE L'ESTRUCTURA DELS PANELLS

ESTRUCTURA COPLANAR

L'acció del vent, en general una força perpendicular a la superfície de cada punt exposat, o pressió estàtica, que es pot expressar com:

$$Q_e = q_b \times c_e \times c_p \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

on:

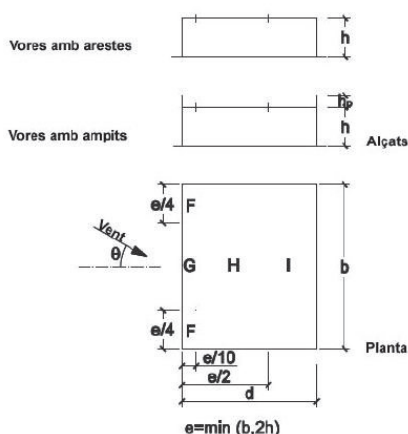
q_b : pressió dinàmica del vent. De forma simplificada, com a valor en qualsevol punt de la península ibèrica, pot adoptar-se el valor 0,5kN/m².

c_e : coeficient d'exposició, variable amb l'altura del punt considerat, en funció del grau d'aspror de l'entorn on es troba ubicada la construcció. Es determina d'acord amb la següent taula (DB SE-AE, taula 3.4):

Taula 3.3 Valors del coeficient d'exposició c_e

Grau d'aspra de l'entorn	Altura del punt considerat (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Vora del mar o d'un llac, amb una superfície d'aigua en la direcció del vent d'almenys 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreny rural pla sense obstacles ni arbrat d'importància	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o plana amb alguns obstacles aïllats, com arbres o construccions petites	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centre de negoci de grans ciutats, amb profusió d'edificis en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

c_p : coeficient eòlic o de pressió, dependent de la forma i orientació de la superfície respecte al vent, i si escau, de la situació del punt respecte a les vores d'aquesta superfície (valor negatiu indica succió). El seu valor s'estableix a la taula D.5 del DB SE-AE):



	A (m ²)	Zona (segons figura), -45° < θ < 45°			
		F	G	H	I
Vores amb arestes	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2
	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	-0,2
Amb ampits	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	-0,2
	≥ 10	1,2	-0,8	-0,7	0,2
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	-0,2



En la instal·lació solar que ens concerneix els mòduls fotovoltaics estan muntats sobre 2 estructures independents, ambdues sobre la mateixa coberta.

L'immoble on s'ubica la instal·lació fotovoltaica està dins de la ciutat, de manera que el grau d'aspror de l'entorn és el IV (zona urbana en general).

L'alçada de la instal·lació solar sobre el sòl és de fins a 15 metres.

Per tant:

c_s = 2,1 (veure taula 3.4)

El càlcul es realitza per cada mòdul independentment de la fila on s'ubica.

Mides totals	
b:	1,13
d:	2,26
h:	18,00
e:	1,13

	Àrea (m²)	Coeficient pressió			
		Cp (-)	q _e	Cp (+)	Q _e
F	0,03	-0,29	-0,33	0	0,00
G	0,06	-0,20	-0,23	0	0,00
H	0,51	-0,17	-0,20	0	0,00
I	1,91	-0,12	-0,13	0,20	-0,22

Força:	-0,39kN	0,42kN
---------------	----------------	---------------

Per a la fixació de l'estructura dels mòduls a la coberta s'utilitzen ancoratges realitzats amb cargols auto-roscant M8x32, amb una classe de resistència de 8,8N/mm², el que suposa una resistència total de 2,51kN.

Les especificacions tècniques d'aquest ancoratge indiquen que suporten una força de 0,94kN.

La utilització d'aquest número d'ancoratges i les seves característiques mecàniques garanteixen la correcta fixació dels mòduls fotovoltaics a les cobertes.



ESTRUCTURA INCLINADA

La disposició dels panells fotovoltaics es correspondrà amb les següents característiques: (veure plànol de distribució)

- Localització: 41°23'01.3"N 2°10'00.7"E
- Ambient o grau de corrosivitat: alta C4 (IAE)
- Inclinació mòduls: $\alpha = 15^\circ$
- Suports panells: suport angular STF
- Pes propi suport acer: 3,4kg/m
- Dimensions panells fotovoltaics: 2.256 x 1.133 x 35mm
- Àrea: 2,56 m²
- Pes: 27,2Kg = 272N
- Sobrecàrrega panell G= 0,44KN/m²
- Velocitat del vent exigida per a càlcul: 120km/h = 33,3 m/s
- ρ (densitat de l'aire) = 1,225kg/m³
- Coeficient de fricció = 0,02
- Tipologia de subjecció a coberta: taco químic a l'estructura de la coberta

La pressió que exerceix el vent sobre una secció perpendicular a la direcció del mateix ve donada per l'expressió:

$$P_v = 0,5 \times \rho \times V_v^2$$

on:

- ρ = densitat de l'aire (Kg/m³)
- V_v = velocitat del vent (m/s)

Per a la velocitat de disseny de 120Km/h o 33,3m/s s'obté una pressió de:

$$P_v = 0,5 \times 1,225 \times 33,32 = 679 \text{ N/m}^2$$

Aquesta pressió actua sobre la superfície del mòdul FV exposada al vent. Aquesta superfície s'obté mitjançant l'expressió:

$$S_v = S_m \times \sin \alpha$$

on:

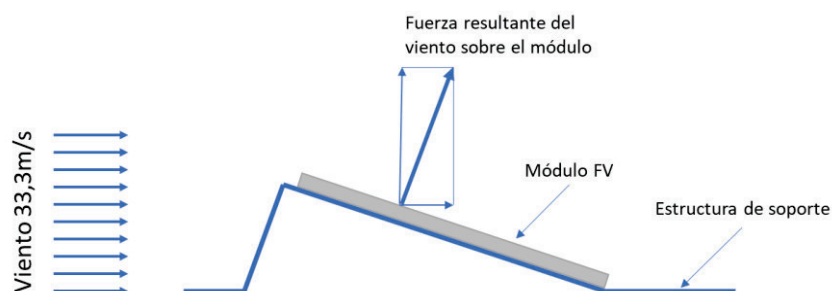


- S_m = superfície del mòdul (m^2)
- α = angle entre el pla del mòdul FV i l'horitzontal

Per tant, la superfície del mòdul exposada al vent és:

$$S_v = 2,55 \times \sin 15^\circ = 0,66 \text{ m}^2$$

El següent esquema mostra l'efecte del vent sobre el mòdul FV:



La força que exerceix el vent sobre el mòdul FV actua sobre un punt situat a una distància equivalent a la quarta part de la longitud del mòdul (1,052m) mesurat des de l'aresta per on arriba el vent.

Aquesta força té un valor de:

$$F_v = S_v \times P_v$$

Amb el que s'obté una força de:

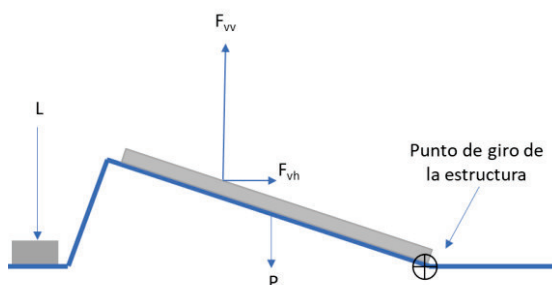
$$F_v = 0,44 \times 679 = 450 \text{ N}$$

Per a facilitar els càlculs posteriors, descomponem la força, que actua perpendicularment a la superfície del mòdul, en la component vertical i l'horitzontal:

$$F_{vv} = F_v \times \cos 15^\circ \quad F_{vv} = 434 \text{ N}$$

$$F_{vh} = F_v \times \sin 15^\circ \quad F_{vh} = 116 \text{ N}$$

El següent diagrama mostra les forces que actuen sobre el mòdul Fv per l'acció del vent:





En aquest diagrama apareixen, al costat de les forces ja esmentades, el pes propi del mòdul i l'estructura, la força exercida pel llast o la l'ancoratge a la coberta, i el punt de gir que utilitzarem per a calcular el moment de força generat pel vent.

Amb la finalitat d'evitar que el mòdul FV i l'estructura es desplacin per efecte del vent, les sumes de forces en la direcció vertical i horitzontal ha de ser igual a zero. Així mateix, la suma de moments al voltant del punt de gir també ha de ser igual a zero.

Suma de forces en l'eix vertical:

$$L + P = F_{vv}$$

El pes del mòdul FV és de 27Kg. Assumim menyspreable el pes de l'estructura. En conseqüència:

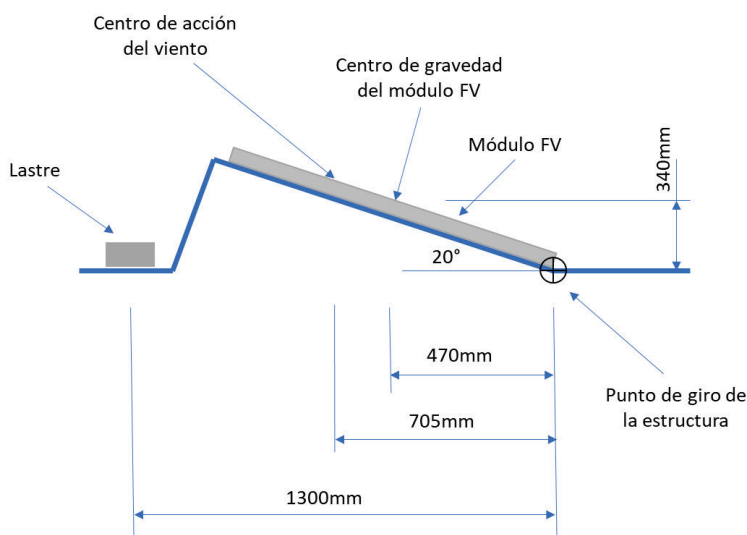
$$P = 270N$$

Substituint el valor de P i el de F_{vv} en l'equació d'equilibri obtenim:

$$L = F_{vv} - P = 164N$$

Suma de moments al voltant del punt de gir

El següent diagrama mostra les distàncies de les diferents forces que actuen sobre el conjunt al centre de gir:



La suma de moments és:

$$L \times 1,3 + P \times 0,47 = F_{vv} \times 0,705 + F_{vh} \times 0,34$$



Resolent per a L obtenim:

$$L = (F_{vv} \times 0,705 + F_{vh} \times 0,34 - P \times 0,47) / 1,3$$

$$L = 168 \text{ N}$$

Coefficient de seguretat:

Els càlculs realitzats fins al moment tenen en compte una velocitat del cent de 120 Km/h (33,3m/s). A vegades la velocitat del vent pot augmentar a causa de les característiques del terreny que envolta al punt de mesura (principi Bernoulli). Si bé és molt complex estimar en què percentatge pot augmentar la velocitat del vent en un punt determinat, podem estimar que una velocitat màxima de 140Km/h no se sobrepassarà encara que la velocitat del vent en un punt lliure d'influències orogràfiques aconsegueixi els 120Km/h.

Com s'observa en els càlculs anteriors, la força que exerceix el vent sobre el mòdul FV, i per tant, la quantitat de llast necessària per a evitar que el mòdul es mogui, és proporcional a la velocitat del vent al quadrat.

Per tant, utilitzant una velocitat del vent de 140Km/h (38,9m/s), el llast necessari ve definit per la següent expressió:

$$L_s = L \times (V_{vs}^2/V_v^2)$$

on,

L_s = pes del llast amb la velocitat augmentada (N)

V_{vs} = velocitat del vent amb el coeficient de seguretat aplicat (m/s)

V_v = velocitat del vent (m/s)

Per tant el nou llast ha de tenir un pes de:

$$L_s = 168 \times (1513/1109) = 229\text{N}$$

Factors atenuants:

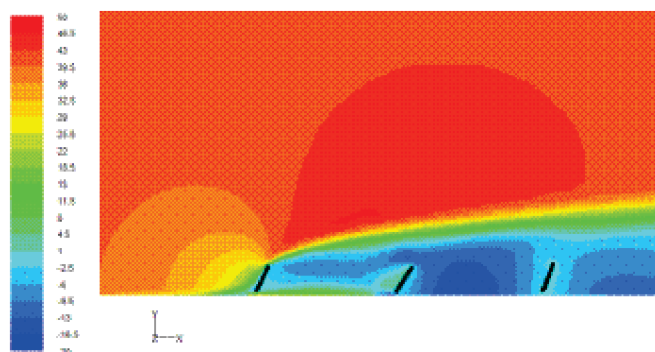
Així com el principi de Bernoulli pot causar vents de velocitat superior a la mesura en camp obert, els obstacles pròxims als mòduls FV fan que la velocitat del vent disminueixi, augmentant així la seguretat que els llastos calculats són suficients per a mantenir l'estructura en el seu lloc.



Els obstacles que ajuden a reduir la velocitat del vent són:

Els propis mòduls FV: els mòduls FV en una instal·lació solar estan disposats en files. La fila més al nord és la més exposada al vent mentre que les següents estan parcialment protegides.

Aquesta atenuació de la velocitat del vent s'ha mesurat experimentalment i els resultats es mostren en la figura següent ("Simulació del flux al voltant de panells fotovoltaics. Determinació de càrregues aerodinàmiques", [redacted] Universitat Politècnica de Cartagena, octubre 2013). Les mesures s'han realitzat amb un vent de 42m/s. La llegenda en el costat esquerre indica la velocitat del vent en funció del color. Pràcticament el vent és nul en els voltants dels mòduls que estan per darrere del mòdul que rep el vent lliure.



Altres obstacles:

Existeixen altres elements que redueixen la superfície del mòdul FV exposada al vent: els suports posteriors de l'estructura del mòdul FV, els llastos i els murets perimetrals de les cobertes.

Per tant, serà necessari llstar cada mòdul fotovoltaic amb, com a mínim, un contrapès de 23kg. La utilització d'aquest número de contrapesos i les seves característiques mecàniques garanteixen la correcta fixació dels mòduls fotovoltaics a la coberta.

Es firma aquest document a Montcada i Reixac, a 26 de gener de 2.024.

Signat: [redacted]
Enginyer Tècnic Industrial
Nº col·legiat: 26.298



7. DOCUMENTACIÓ TÈCNICA

7.1. TAULA D'IRRADIACIÓ SOLAR (PVGIS)

PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 41°23'01.3"N, 2°10'00.7"E, Elevation: 20 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	H_h	$H(15)$
Jan	2.178	3.019
Feb	3.060	3.857
Mar	4.334	4.997
Apr	5.388	5.779
May	6.546	6.709
Jun	7.307	7.346
Jul	7.212	7.328
Aug	6.238	6.584
Sep	4.758	5.321
Oct	3.301	3.969
Nov	2.330	3.082
Dec	1.945	2.761
Year	4.550	5.063

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

$H(15)$: Irradiation on plane at angle: 15 deg. (Wh/m²/day)



7.2. FITXA TÈCNICA MÒDULS FOTOVOLTAICS

Hi-MO **5m**

LR5-72HPH 525~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer • Smart Soldering • 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability



12-year Warranty for
Materials and Processing



25-year Warranty for Extra
Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

LONGi



Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

21.5%
MAX MODULE
EFFICIENCY

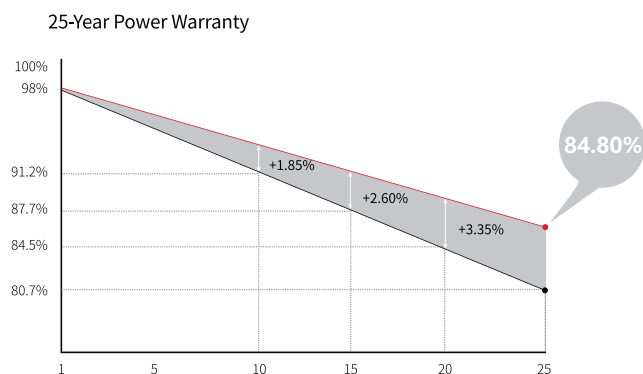
0~+5W
POWER
TOLERANCE

<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

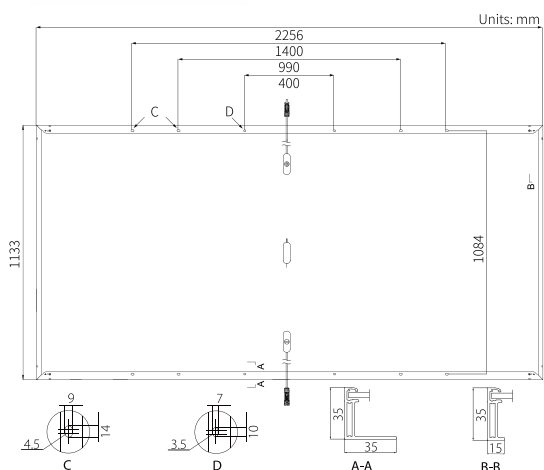
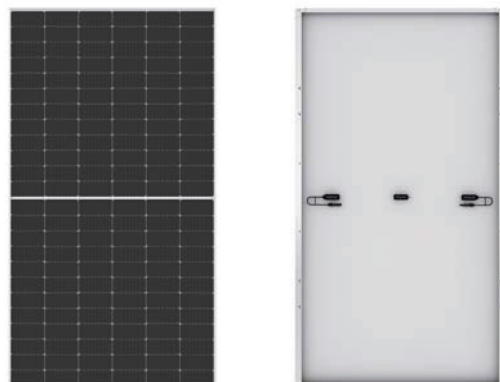
HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400mm / negative 200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C Test uncertainty for Pmax: ±3%

Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



7.3. DECLARACIÓ DE CONFORMITAT CE MÒDULS FOTOVOLTAICS



Product Service

CERTIFICATE

No. Z2 099333 0045 Rev. 14

Holder of Certificate: **LONGi Green Energy Technology Co., Ltd.**

No. 388, Middle Hangtian Road
Chang'an District
710100 Xi'an City, Shaanxi
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Certification Mark:



Product:

Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules
Mono-Crystalline Silicon Photovoltaic Module

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition, the certification holder must not transfer the certificate to third parties. This certificate is valid until the listed date, unless it is cancelled earlier. All applicable requirements of the testing and certification regulations of TÜV SÜD Group have to be complied. For details see: www.tuvsud.com/ps-cert

Test report no.: 704061700516-14

Valid until: 2026-01-26

Date, 2021-01-27


([REDACTED])

CERTIFICATE

No. Z2 099333 0045 Rev. 14

Model(s):

LR6-72HV-xxxM, (xxx=335-360 in step of 5)
 LR6-60HV-xxxM, (xxx=280-300 in step of 5)
 LR6-72PH-xxxM, (xxx=340-380 in step of 5)
 LR6-60PH-xxxM, (xxx=285-315 in step of 5)
 LR6-72HPH-xxxM, (xxx=365-395 in step of 5)
 LR6-72HIH-xxxM, (xxx=365-395 in step of 5)
 LR6-60HPH-xxxM, (xxx=300-325, in step of 5)
 LR6-60HIH-xxxM, (xxx=300-325 in step of 5)
 LR6-72OPH-xxxM, (xxx=385-415 in step of 5)
 LR6-60OPH-xxxM, (xxx=335-365 in step of 5)
 LR6-72HPH-xxxMC, (xxx=375-390 in step of 5)
 LR6-60HPH-xxxMC, (xxx=305-325 in step of 5)
 LR6-60ZPH-xxxM, (xxx=330-355 in step of 5)
 LR4-72HPH-xxxM, (xxx=420-465 in step of 5)
 LR4-72HIH-xxxM, (xxx=420-465 in step of 5)
 LR4-60HPH-xxxM, (xxx=350-380 in step of 5)
 LR4-60HIH-xxxM, (xxx=350-380 in step of 5)
 LR4-72ZPH-xxxM, (xxx=420-435 in step of 5)
 LR4-60ZPH-xxxM, (xxx=350-365 in step of 5)
 LR4-78ZPH-xxxM, (xxx=455-485 in step of 5)
 LR5-72HPH-xxxM, (xxx=525-555 in step of 5)
 LR5-66HPH-xxxM, (xxx=480-505 in step of 5)
 LR4-66HPH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR4-66HIH-xxxM, (xxx=395-415 in step of 5)
 LR5-72HIH-xxxM, (xxx=525-545 in step of 5)
 LR5-66HIH-xxxM, (xxx=480-500 in step of 5)
 xxx is standing for rated output power at STC

Parameters:

Fire Safety Class:	Class C according to UL790.
Safety Class:	Class II
Max. System Voltage:	1500V DC
Test Laboratory:	Yangzhou Opto-Electrical Products Testing Institute. No.10 West Kaifa Road, Yangzhou 225009 Jiangsu, P.R. China.
Construction:	Framed, with Junction box, cable and connector.

Tested according to:

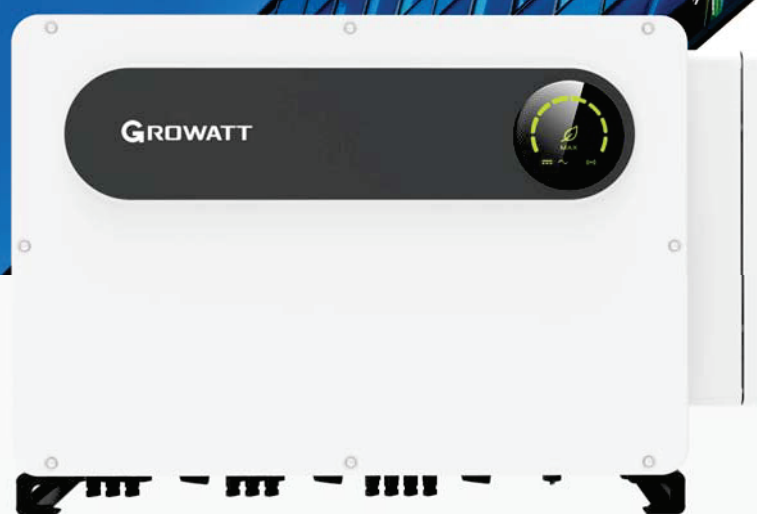
IEC 61215-1:2016
 IEC 61215-1-1:2016
 IEC 61215-2:2016
 IEC 61730-1:2016
 IEC 61730-2:2016
 EN 61215-1:2016
 EN 61215-1-1:2016
 EN 61215-2:2017
 EN IEC 61730-1:2018
 EN IEC 61730-1:2018/AC:2018-06
 EN IEC 61730-2:2018
 EN IEC 61730-2:2018/AC:2018-06



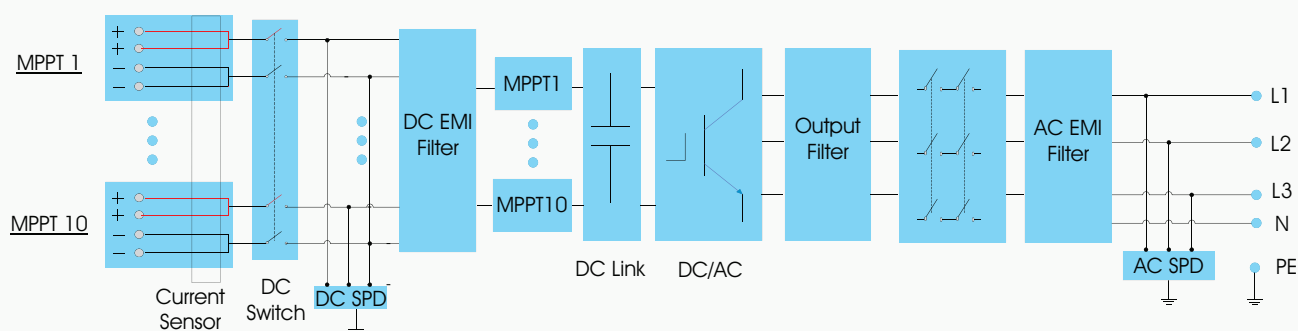
7.4. FITXA TÈCNICA INVERSOR

MAX 100~125KTL3-X LV

- 10 MPPTs fusefree design
- Smart I/V scan and diagnosis
- Intelligent string monitoring
- AC&DC type II SPD
- IP66 protection



Topology Diagram



Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

* The AC voltage range and frequency range may vary depending on specific country grid standard.
All specifications are subject to change without notice.



7.5. DECLARACIÓ DE CONFORMITAT CE INVERSOR

Certificate of Conformity

Certificate Number: CN-PV-210178

On the basis of the tests undertaken, the samples of the below product have been found to comply with the requirements of the referenced specifications /standards at the time the tests were carried out. It does not imply that Intertek has performed any surveillance or control of the manufacture. The manufacturer shall ensure that the manufacturing process assures compliance of the production units with the examined products mentioned in this certificate.

Applicant:	Shenzhen Growatt New Energy Co., Ltd 2F and 3F, Building 4, Jiayu Company Industrial Park, Xibianling, Shangyu Village, Shiyan Street, Bao'an District, Shenzhen, China
Product:	PV Grid inverter
Ratings & Principle Characteristics:	See Appendix to Certificate of Conformity
Models:	MAX 80KTL3-X LV, MAX 100KTL3-X LV, MAX 110KTL3-X LV, MAX 120KTL3-X LV, MAX 125KTL3-X LV, MAX 133KTL3-X LV, MAX 125KTL3-X MV, MAX 136KTL3-X MV, MAX 150KTL3-X MV
Brand Name:	GROWATT
Tested according to:	EN IEC 61000-6-4:2019 (IEC 61000-6-4:2018) EN IEC 61000-6-2:2019 (IEC 61000-6-2:2016) EN 61000-3-12 :2011(IEC 61000-3-12:2011) EN 61000-3-11:2000(IEC 61000-3-11:2000)
Certificate Issuing Office Name & Address:	Intertek Testing Services Ltd. Shanghai West Area, 2 nd Floor, No. 707, Zhangyang Road China (Shanghai) Pilot Free Trade Zone, Shanghai, P. R. China
Test Reports No:	210223039GZU-001

Additional information in Appendix.

Signature

Certification Manager: 

Date: 23 July 2021

This Certificate is for the exclusive use of Intertek's client and is provided pursuant to the agreement between Intertek and its Client. Intertek's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. Intertek assumes no liability to any party, other than to the Client in accordance with the agreement, for any loss, expense or damage occasioned by the use of this Certificate. Only the Client is authorized to permit copying or distribution of this Certificate. Any use of the Intertek name or one of its marks for the sale or advertisement of the tested material, product or service must first be approved in writing by Intertek.

Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

SFT-PV-OP-23a (18-Dec-2019)

APPENDIX: Certificate of Conformity

This is an Appendix to Certificate of Conformity Number: CN-PV-210178

Model	MAX 80KTL3-X LV	MAX 100KTL3-X LV	MAX 110KTL3-X LV	MAX 120KTL3-X LV	MAX 125KTL3-X LV
Max.PV voltage	1100Vdc				
PV voltage range	180V – 1000Vdc				
Max.input current	32A*7	32A*10			
PV Isc	40A*7	40A*10			
Number of strings per MPPT	2				
Nominal output voltage	3W/N/PE, 230/400Vac				
Nominal output Frequency	50/60Hz				
Max.output current	133.7A	167.1A	183.8A	200.5A	208.9A
Max.output power	80KW	100KW	110KW	120KW	125KW
Max.apparent power	88KVA	110KVA	121KVA	132KVA	137.5KVA
Power factor range	0.8Leading – 0.8 lagging				
Safety level	Class I				
Ingress Protection	IP 66				
Operation Ambient Temperature	-30°C - +60°C				

This Certificate is for the exclusive use of Intertek's client and is provided pursuant to the agreement between Intertek and its Client. Intertek's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. Intertek assumes no liability to any party, other than to the Client in accordance with the agreement, for any loss, expense or damage occasioned by the use of this Certificate. Only the Client is authorized to permit copying or distribution of this Certificate. Any use of the Intertek name or one of its marks for the sale or advertisement of the tested material, product or service must first be approved in writing by Intertek.

APPENDIX: Certificate of Conformity

This is an Appendix to Certificate of Conformity Number: CN-PV-210178

Model	MAX 133KTL3-X LV	MAX 125KTL3-X MV	MAX 136KTL3-X MV	MAX 150KTL3-X MV
Max.PV voltage	1100Vdc			
PV voltage range	180V – 1000Vdc			
Max.input current	32A*10			
PV Isc	40A*10			
Number of strings per MPPT	2			
Nominal output voltage	3W/N/PE, 230/400Vac	3W/PE, 277/480Vac		
Nominal output Frequency	50/60Hz			
Max.output current	222.3A	165.4 <u>A</u>	179.9 <u>A</u>	198.5A
Max.output power	133KW	125KW	136KW	150KW
Max.apparent power	146.3KVA	137.5KVA	149.6KVA	165.0KVA
Power factor range	0.8Leading – 0.8 lagging			
Safety level	Class I			
Ingress Protection	IP 66			
Operation Ambient Temperature	-30°C - +60°C			
Software version	TN1.0			

This Certificate is for the exclusive use of Intertek's client and is provided pursuant to the agreement between Intertek and its Client. Intertek's responsibility and liability are limited to the terms and conditions of the agreement. Intertek assumes no liability to any party, other than to the Client in accordance with the agreement, for any loss, expense or damage occasioned by the use of this Certificate. Only the Client is authorized to permit copying or distribution of this Certificate. Any use of the Intertek name or one of its marks for the sale or advertisement of the tested material, product or service must first be approved in writing by Intertek.

Document signat electrònicament. Firmes vàlides. És còpia autèntica de l'original electrònic.

Intertek
Codi de Verificació (CSV): 50aff64eb529a23cb1d Adreça de validació: <https://seuelectronica.diba.cat>

Page 3 of 3

SFT-PV-OP-23a (18-Dec-2019)



Metadades del document

Núm. expedient	CCCB/2025/0005400
Tipus documental	Plec de clàusules o condicions
Títol	PPT que regeix l'expedient de contractació del contracte mixt de subministrament amb instal·lació d'un equip per a la generació d'energia solar fotovoltaica per a l'autoconsum a l'edifici Teatre i el servei del manteniment d'aquest equip i de l'equip de generació d'energia solar fotovoltaica ubicat a l'edifici del Pati de les Dones del CCCB

Signatures

Signatari		Acte	Data acte
Pilar Soldevila Garcia (TCAT)	Subdirectora - Gerent	Signa	28/04/2025 11:07
Mario Corea Dellepiane (TCAT)	Cap de la Secció d'Infraestructures i Producció Tècnica	Signa	29/04/2025 08:52

Validació Electrònica del document

Codi (CSV)	Adreça de validació	QR
50afff64eb529a23cb1d	https://seuelectronica.diba.cat	

