



Ajuntament Alp

Projecte d'instal·lació fotovoltaica:

**Instal·lació fotovoltaica
d'autoconsum de 52,5 kW_p i 40 kW
nominals al pavelló municipal d'Alp**

Titular:
Ajuntament d'Alp

Autor:
Xavier Duran Reus
PINERGIA, S.C.C.L.
Enginyer Industrial col·legiat núm. 18791

Índex

I	Memòria	6
1	Identificació	7
2	Emplaçament	7
3	Objecte i abast del projecte	7
4	Antecedents	8
5	Normativa aplicable	9
6	Descripció de la instal·lació i dels equips principals	9
6.1	Aspectes Generales	9
6.2	Característiques de la instal·lació	10
6.3	Dades de partida	11
6.4	Equips i elements principals	12
6.5	Legalització	18
7	Planificació, pressupost i estudi tècnic-econòmic.	19
7.1	Planificació	19
7.2	Pressupost	19
7.3	Estudi tècnic-econòmic	20
II	Annexes	22
8	Annex: Bases de disseny	23
8.1	Geometria de la teulada	23
8.2	Producció solar	23
8.3	Consums elèctrics	24
8.4	Valors d'autoconsum i excedents d'energia	26
8.5	Balanç energètic	26

8.6	Estalvi emissions de diòxid de carboni	27
9	Annex: Càlculs i justificacions	28
9.1	Tensions nominals.	28
9.2	Càlculs d'intensitats	28
9.3	Càlculs de dimensionat de conductors	28
9.4	Càlculs de caiguda de tensió	28
9.5	Càlculs de resistència de posada a terra segons els elèctrodes instal·lats	29
III	Plànols	30
10	Plànol 1: Situació general	31
11	Plànol 2: Planta	31
12	Plànol3: Esquema unifilar	31
IV	Plec de condicions tècniques	35
13	Consideracions generals	36
14	Equips i materials	36
14.1	Generalitats	36
14.2	Panells fotovoltaics	38
14.3	Estructura	39
14.4	Inversor	40
14.5	Cablejat	42
14.6	Tubs protectors	43
14.7	Proteccions	44
14.8	Posta a terra	45
14.9	Mesures de seguretat	46
14.10	Sistema de monitoratge	46
15	Instal·lacions	47
15.1	Execució de la instal·lació	47
15.2	Entrega de la instal·lació	50
15.3	Garanties	51

V	Estudi de seguretat i salut	52
16	Consideracions generals	53
16.1	Riscos especials: treballs en altura	54
16.2	Identificació de riscos previsibles	57
16.3	Disposicions mínimes aplicables a obres a l'interior dels locals.	58
16.4	Disposicions mínimes aplicables a obres a l'exterior dels locals	59
16.5	Disposicions mínimes aplicables a treballs amb risc elèctric . .	60

Part I

Memòria

1 Identificació

Títol del projecte: Projecte d'instal·lació fotovoltaica d'autoconsum de 52,5 kW_p i 40 kW nominals al pavelló municipal d'Alp.

Emplaçament de la instal·lació: C/ Orient, 1, 17538, Alp, Girona.

Dades del titular i promotor:

- Nom: Ajuntament d'Alp
- NIF: P1700600H
- Adreça: Av. Tossa d'Alp, 6, 17538, Alp, Girona.

Dades de l'autor del projecte:

- Autor: Xavier Duran Reus.
- DNI: 53396056S.
- Empresa: PINERGIA, S.C.C.L.
- NIF: F25794157.
- Competència professional: Enginyer Industrial col·legiat núm. 18791.

2 Emplaçament

L'emplaçament de la instal·lació es troba al pavelló municipal d'Alp, a l'adreça C/ Orient, 1, 17538, Alp, Girona.

Els mòduls fotovoltaics es situaran coplanars a la teulada, a la cara sud, mentre que l'inversor i el quadre elèctric de protecció i mesura es situarà a la planta baixa, al costat del quadre general de protecció i distribució, ja existent.

3 Objecte i abast del projecte

L'objecte d'aquest projecte és descriure de manera clara i concisa la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum situada al pavelló municipal, per tal de poder produir energia elèctrica per al mateix edifici, i per a altres subministraments elèctrics municipals pròxims indicats en el projecte, tal com preveu el RD 244/2019.

Aquesta instal·lació es classifica com a instal·lació d'autoconsum col·lectiu, amb excedents i amb compensació, a través de la xarxa amb almenys un consumidor

connectat a la xarxa interior. A més a més d'autoconsumir energia elèctrica al pavelló municipal, també es vol autoconsumir als edificis municipals pròxims a la instal·lació, tal i com preveu la normativa.

Així, aquest projecte té per finalitat la legalització de la instal·lació i la correcta posta en funcionament i posterior actualització dels contractes elèctrics amb la companyia elèctrica.

L'abast del present projecte elèctric és descriure les actuacions necessàries per a dur a terme la correcta instal·lació dels diferents elements que conformen la instal·lació d'autoconsum elèctric descrita, delimitar les característiques tècniques que han de tenir els seus elements, així com també la legalització de la instal·lació.

No entra en l'abast d'aquest projecte les instal·lacions existents de l'edifici ni cap estudi estructural de la coberta.

L'àmbit d'aplicació d'aquest projecte s'emmarca dins de les instal·lacions generadores d'electricitat en baixa tensió, dins de la modalitat d'autoconsum tipus 2.a., amb excedents i compensació a través de la xarxa, amb una potència inferior a 100 kW. Aquest tipus d'instal·lacions estan regulades pel RD 244/2019 pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

4 Antecedents

El pavelló municipal d'Alp és un complex esportiu i social construït l'any 2006 i situat al C/ Orient, 1. Es tracta d'un equipament municipal propietat de l'ajuntament d'Alp, que s'utilitza per fer actes de tot tipus.

És en aquest local on l'ajuntament d'Alp vol dur a terme una instal·lació d'autoconsum elèctric fotovoltaic.

Actualment, l'autoconsum elèctric fotovoltaic està regulat pels RD 244/2019. Aquesta regulació permet un mètode simplificat de legalització de les instal·lacions de menys de 100 kW i per regular l'intercanvi d'energia de la instal·lació amb la xarxa elèctrica.

D'aquesta manera, es poden generar excedents quan la instal·lació produeix més del que es consumeix, i compensar aquesta energia quan el consum sigui major que la producció. A més a més, la normativa també preveu poder autoconsumir energia a través de la xarxa, de tal manera que l'energia excedentària d'una instal·lació d'autoconsum es pugui consumir en altres subministraments elèctrics propers.

És en aquest context en que l'Ajuntament pretén abastir els subministraments elèctrics municipals objecte d'aquest projecte amb energia renovable, i produïda de forma local, en format d'autoconsum. D'aquesta manera es pretén reduir la despesa econòmica en consum d'energia, la dependència energètica i també l'impacte sobre el medi ambient.

5 Normativa aplicable

Normativa estatal:

- Reial decret 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- Reial decret llei 15/2018 de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- 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 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT).
- Instruccions tècniques complementàries ITC BT 02, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 38, 40, 43, 44, 47, 48 i 50.
- Especialment la ITC-BT.40, d'instal·lacions generadores de baixa tensió.

Normativa autonòmica (Catalunya):

- Decret 363/2004, de 24 d'agost pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament electrotècnic de baixa tensió.
- Decret 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables.

Normes UNE que cal considerar:

- Norma UNE 157001/2002 Criteris generals per a l'elaboració de projectes

Altres normes:

- Normativa municipal vigent.

6 Descripció de la instal·lació i dels equips principals

6.1 Aspectes Generales

La instal·lació fotovoltaica d'autoconsum descrita en aquest projecte es classifica segons el RD 244/2019 en una instal·lació d'autoconsum col·lectiu, amb excedents

i amb compensació, a través de la xarxa amb almenys un consumidor connectat a la xarxa interior. Per tant, es tracta d'una instal·lació de tipus 2.a. amb excedents, acol·lida a la compensació.

A més a més d'autoconsumir energia elèctrica al pavelló municipal, també es vol autoconsumir als subministraments elèctrics municipals pròxims a la instal·lació, tal i com preveu la normativa. Aquests edificis seran:

- Pavelló municipal: s'alimentarà en xarxa interna de la instal·lació fotovoltaica, ja que és l'emplaçament de la instal·lació.
- Escola i llar d'infants.
- Ajuntament.
- Enllumenats públics:
 - EP. Plaça Major
 - EP. Passeig Agnès Fabra
 - EP. Av. Pirineus
 - EP. Font dels avis
 - EP. PP4 Pirineus
 - EP. PP5 Orient

La instal·lació fotovoltaica projectada té una potència nominal de 40 kW i una potència pic, instal·lada a la teulada de 52,5 kW_p d'energia solar fotovoltaica a la teulada del pavelló.

6.2 Característiques de la instal·lació

La instal·lació d'autoconsum consta de 150 mòduls fotovoltaics d'una potència de 350 W cadascun, amb un total de potència pic instal·lada de 52,5 kW_p. La connexió d'aquests panells a la xarxa elèctrica es realitza a dos inversors trifàsics de 20 kW cadascun.

L'orientació de l'edifici del pavelló, i també dels panells és de 30° est. Els panells fotovoltaics s'instal·laran coplanars a la teulada, que té una inclinació de 16,7°. D'aquesta manera es minimitzen els esforços que ha de suportar l'estructura degut a la força del vent, així com una millor integració arquitectònica i un menor impacte visual. Els mòduls s'instal·laran verticalment.

La distribució i connexió detallada (sèrie i paral·lel) es mostra en l'apartat de plànols. En la figura 1 es mostra una esquematització dels diferents circuits. Els panells es distribuiran en cadenes de 15 panells connectades en sèrie. Cada inversor anirà connectat a 5 cadenes. En total hi haurà 10 cadenes de 15 panells cadascuna. Per

tant, elèctricament hi haurà 2 circuits de les mateixes característiques que s'uniran al punt de connexió amb la xarxa elèctrica interna del pavelló, al quadre general de protecció i distribució.

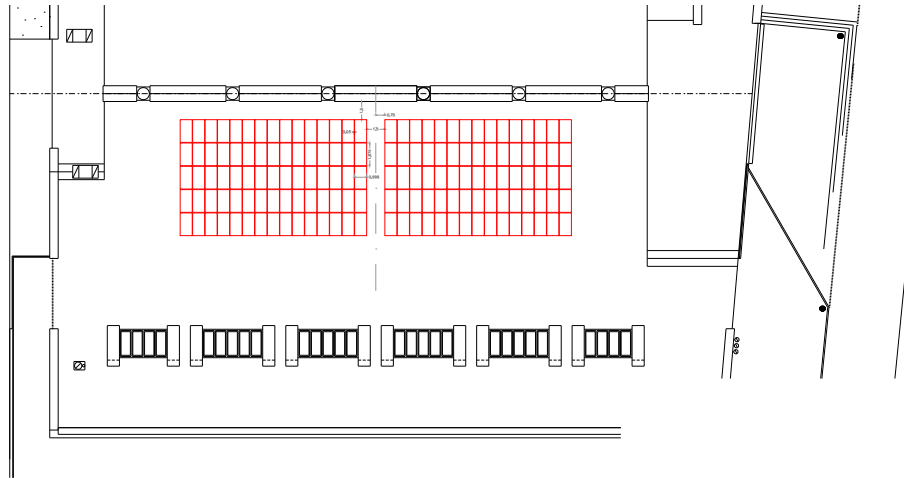


Figura 1: Distribució dels mòduls solars a la teulada del pavelló.

Els circuits de corrent continu i corrent altern estaran protegits contra sobreintensitats mitjançant magnetotèrmics i contra sobretensions mitjançant proteccions de tipus 2. Addicionalment els circuits de corrent altern estaran protegits contra contactes directes i indirectes amb interruptors diferencials.

Els inversors es connectaran al quadre general de protecció i distribució de baixa tensió, aigües avall de l'interruptor general automàtic (IGA).

Les tensions de treball seran les següents:

- Per la part dels panells fotovoltaics, en tensió contínua, cada branca estarà a una tensió nominal de 602 V.
- Per la part alterna, la tensió serà de 230/400 V trifàsica, a 50 Hz.

6.3 Dades de partida

Les dades de partida per al disseny d'aquest projecte ha estat la superfície disponible per a la instal·lació dels panells solars, i la demanda energètica dels edificis municipals que compensaran energia amb l'excedent de la instal·lació.

Gener	30.118,00
Febrer	30.591,00
Març	27.297,00
Abril	24.675,00
Maig	25.383,55
Juny	24.720,91
Juliol	24.440,91
Agost	25.368,08
Setembre	25.368,08
Octubre	24.672,55
Novembre	27.491,00
Desembre	30.047,00
TOTAL	320.173,08

Taula 1: Consum elèctric mensual i total en kWh.

La superfície útil de la teulada del pavelló municipal és de 704 m², tal com es detalla a l'apartat 8 de Bases de Disseny.

El consum elèctric mitjà es mostra a la taula 1, segons les dades facilitades per l'ajuntament.

A partir de les dades disponibles, s'ha reproduït una corba de càrrega per cadascun dels subministraments en que l'ajuntament té previst autoconsumir. Amb aquestes dades, se n'ha fet la mitjana mensual per tal d'obtenir el consum d'un dia tipus per a cada mes. A les figures 2 i 3 es mostra les gràfiques de producció i de consum pel mes de gener i el mes de juny, respectivament.

Tant la producció com la demanda elèctrica es calculen en detall a l'apartat 8, de Bases de Disseny.

Es pot veure en la figura 2 i la 3 com els enllumenats públics tenen un pes molt important a la corba de consums (part en horari nocturn). És per això que la instal·lació compensarà gran part de la producció elèctrica.

6.4 Equips i elements principals

En aquest apartat es descriuen els principals equips i elements de la instal·lació. Aquests són:

- Mòduls fotovoltaics.
- Estructura de sustentació dels panells.
- Inversors.
- Cablejat elèctric.

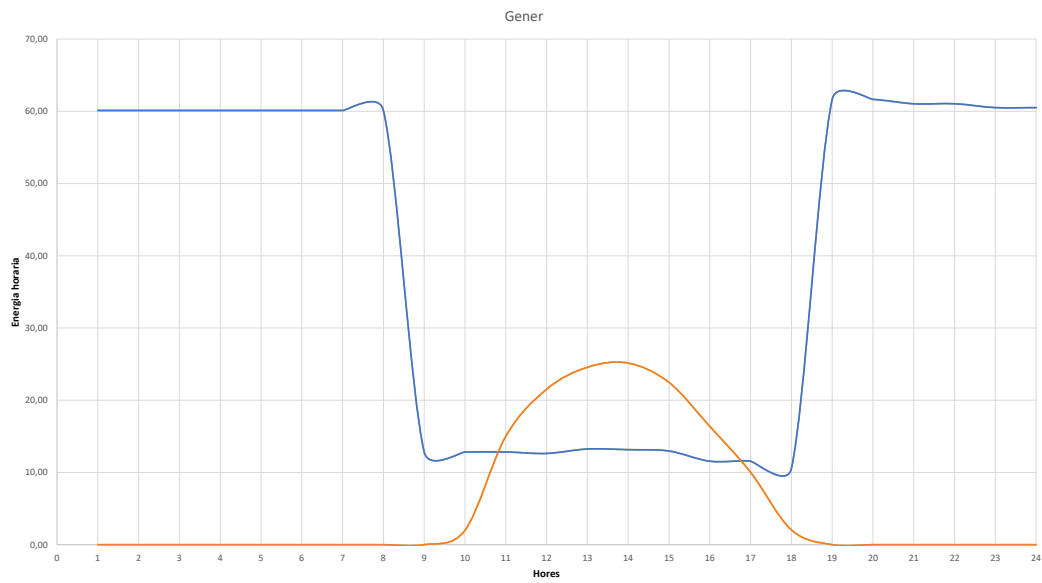


Figura 2: Corba de consum (blau) dels subministraments elèctrics i de producció diària (taronja) del mes de gener, en kWh.

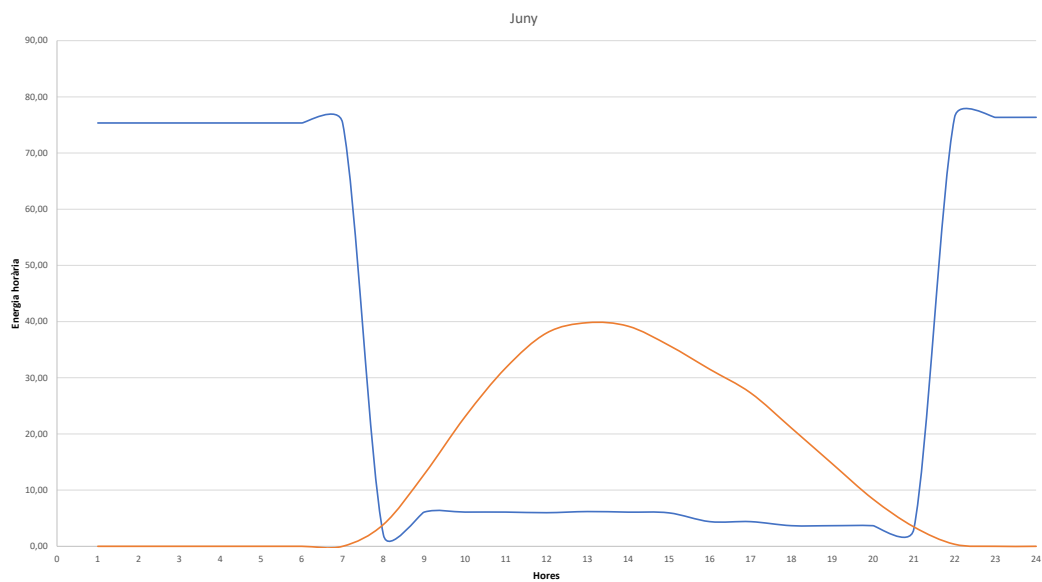


Figura 3: Corba de consum (blau) dels subministraments elèctrics i de producció diària (taronja) del mes de juny, en kWh.

- Proteccions elèctriques de corrent continu.
- Proteccions elèctriques de corrent altern.
- Posada a terra.
- Sistema de control i monitoratge de la instal·lació.

6.4.1 Mòduls fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics que s'instal·laran són de la marca Hyundai i model HiE-S350SG amb les següents característiques:

Tensió circuit obert	45.4 V
Intensitat de curtcircuit	9,6 A
Potència màxima	350 W
Superfície	1,732 m ²
Alt	1622 mm
Ample	1068 mm
Pes	19,8 kg

Taula 2: Valors característics més importants dels panells fotovoltaics Hyundai HiE-S350SG.

Alternativament es podran usar mòduls de característiques tècniques equivalents o superiors, havent comprovat la seva compatibilitat amb la instal·lació, especialment que els valors de tensió i intensitat màxima a l'entrada de l'inversor estan dins el rang disponible.

Una condició indispensable dels mòduls és que siguin totalment de color negre, marcs inclosos, per poder garantir la major integració arquitectònica i el menor impacte visual.

6.4.2 Estructura de sustentació dels panells

Els mòduls es fixaran verticalment, mitjançant perfil·leria d'alumini, que al seu torn se subjectarà a una estructura coplanar, sense cap inclinació addicional a la de la teulada.

Tant l'estructura com els elements de fixació han de complir amb les especificacions del codi tècnic de l'edificació, en especial les de resistència al vent i a la neu.

Els suports que uniran la teulada amb l'estructura garantirà que no s'originin filtracions de la teulada, i en cap cas es foradarà les pissarres o les capes aïllants de la teulada. Amb aquesta finalitat, s'haurà de garantir amb un certificat que la instal·lació no originarà cap tipus de filtració.

6.4.3 Inversors

S'instal·laran 2 inversors de 20 kW cadascun, trifàsics i connectats en paral·lel. Els inversors són de marca FRONIUS model SYMO. Aquests inversors es col·locaran a la sala del quadre general elèctric, o en el seu defecte, el més a prop possible d'aquest.

Les dades característiques dels inversors són els següents:

Potència nominal	20 kW
Connexió AC	Trifàsica
Rang tensió CC	370-800V
Número MPPT	2
Número entrades CC	6
Intensitat màxima CC	51 A
Freqüència	50 Hz

Taula 3: Valors característics més importants dels inversors.

Alternativament es podran usar inversors de característiques tècniques equivalents, havent comprovat la seva compatibilitat amb la instal·lació, en especial que els valors de tensió i intensitat màxima a l'entrada i la sortida de l'inversor estan dins el rang disponible.

6.4.4 Cablejat elèctric

El cablejat elèctric serà de coure, lliure d'halògens i suportarà una tensió de 1000V. Serà no propagador de la flama, d'opacitat i emissions de fums reduïda, sota tub o canal protectora encastada o superficial. Per als diferents circuits s'estableixen les següents seccions de cablejat:

Circuit	Línia	Secció
Circuit 1-10	Panells FV a caixa de proteccions CC	$2 \times (1 \times 6) + 6 \text{ mm}^2$
Circuit 11-20	Caixa de proteccions CC a l'inversor	$2 \times (1 \times 6) + 6 \text{ mm}^2$
Circuit 21-22	Inversors al quadre general	$3 \times (1 \times 16 + 16) + 16 \text{ mm}^2$

Taula 4: Secció del cablejat dels diferents circuits de la instal·lació.

Els trams i les seccions es mostren als esquemes unifials, a l'apartat de plànols.

6.4.5 Proteccions elèctriques de corrent contínua

Les proteccions de corrent continu de la instal·lació tenen per finalitat protegir els circuits, els equips i les persones del circuit dels mòduls fotovoltaics a l'inversor. Per

a això, s'ha de garantir la protecció contra sobreintensitats, sobretensions, així com el poder de tall en càrrega del circuit.

A més, l'inversor ja inclou les proteccions per a eliminar el possible funcionament en illa, qualitat de servei, reenganxament automàtic i desconnexió en cas de funcionament o paràmetres anòmals.

6.4.5.1 Proteccions contra sobreintensitats

S'instal·laran magnetotèrmics de 16 A i tensió de tall mínima de 1000 V abans de l'entrada de l'inversor (veure plànols d'esquema unifilar).

6.4.5.2 Proteccions contra sobretensions

S'instal·laran proteccions de tipus 2 segons el reglament electrotècnic de baixa tensió en la seva guia tècnica 23 (veure plànols d'esquema unifilar).

6.4.6 Proteccions elèctriques de corrent alterna

Les proteccions de corrent altern de la instal·lació tenen per finalitat protegir els circuits, els equips i les persones del circuit de l'inversor fins a la connexió amb la xarxa elèctrica interna existent del subministrament. Cada circuit que connecta l'inversor amb el quadre general de protecció i distribució es protegirà mitjançant els elements que s'expliquen a continuació.

6.4.6.1 Proteccions contra sobreintensitats i curtcircuits

Per a protegir el circuit i les persones contra sobreintensitats i curtcircuits s'instal·laran 4 interruptors magnetotèrmics tetrapolars de 32 A amb tall omnipolar, un per cada circuit d'inversor. Se n'instal·larà un a cada extrem de la línia elèctrica, tal com es pot veure a l'apartat de plànols.

6.4.6.2 Proteccions contra contactes elèctrics

Les proteccions elèctriques contra contactes elèctrics consisteixen en disposar de mesures destinades a protegir les persones contra els perills que poden derivar-se del contacte de les parts actives d'una instal·lació elèctrica.

Aquest tipus de protecció es realitzarà directament mitjançant aïllament de les parts actives de baixa tensió, a la totalitat de la instal·lació i de la maquinària, de forma

que no sigui accessible, a excepció dels casos de manipulació expressa per el seu manteniment.

També segons el cas s'hi instal·laran barreres o evolvents de la part activa, i aquests no podran ser suprimits oberts si no és mitjançant claus o eines.

Pel que fa referència a la maquinària, s'haurà d'assegurar mitjançant la homologació de la maquinària a instal·lar i el compliment de la normativa vigent.

Per evitar els contactes indirectes, s'instal·laran 2 interruptors diferencials tetrapolars de 40A i sensibilitat 300mA de tall omnipolar, un per cada circuit d'inversor.

Alternativament es podran usar interruptors diferencials rearmables.

6.4.6.3 Proteccions contra sobretensions

Per a protegir el circuit i els seus elements contra sobretensions s'instal·laran, a les línies de corrent altern, proteccions de tipus 2 segons el Reglament electrotècnic de baixa tensió en la seva guia tècnica 23. Al plànol de l'esquema unifilar es mostren la ubicació dels diferents sistemes de proteccions.

6.4.7 Posta a terra

Tots els elements es connectaran a terra mitjançant una caixa general de connexió a terra. La presa de terra serà única i s'utilitzarà l'existent de l'edifici.

L'esquema unifilar mostra les connexions del cablejat de terra, així com també la seva secció. El cablejat de terra serà de la mateixa secció que els conductors actius de cada circuit, i s'identificarà, d'acord amb la ITC-19, amb el color groc-verd.

A la teulada s'uniran tots els mòduls fotovoltaics així com també l'estructura de sustentació a la xarxa de terra. S'hi connectarà també l'inversor i els elements de protecció contra sobretensions, a part d'altres elements que ho requereixin.

La posta a terra ha de garantir que un contacte elèctric amb qualsevol element metàl·lic de la instal·lació no sobrepassi la tensió de seguretat, d'acord amb la ITC-24 contra contactes indirectes i la ITC-18 d'instal·lacions de posta a terra. Les connexions s'efectuaran mitjançant cargols i volanderes de doble seguretat.

El càlcul de la posta a terra es desenvolupa a l'apartat 9 de Càlculs Justificatius.

Personal tècnicament competent efectuarà una revisió de les preses de terra anualment, a l'època en que el terreny estigui més sec. Per això, es mesurarà la resistència de terra, reparant immediatament els defectes que s'observin. Tota la instal·lació de posta a terra es posarà al descobert pel seu examen, al menys un cop cada cinc anys i si es comprova que d'un any per l'altre ha augmentat la resistència de la toma un 10% de la mesura inicial.

6.4.8 Sistema de control monitoratge

El control i el monitoratge de la instal·lació es realitzarà mitjançant el sistema que generalment proporciona el mateix fabricant dels inversors. Aquest mòdul és un comptador d'energia que es distribueix amb l'inversor, i permet consultar l'energia produïda per diferents escales temporals, els estalvis generats, estimacions climatologies i de producció, etc.

Aquest comptador va connectat aigües avall de l'interruptor general automàtic (IGA) de tal manera que mesuri tota l'energia del subministrament.

Existeixen altres elements de monitoratge, com ara pantalles, gestors de càrregues, etc. que ajuden a consultar i optimitzar les dades de la instal·lació. No obstant aquests elements complementaris no són objecte d'aquest projecte.

Els elements de monitoratge permetran consultar els consums i produccions d'energia elèctrica de la instal·lació d'autoconsum.

6.5 Legalització

La legalització total de la instal·lació està contemplada en aquest projecte i en el seu pressupost. Aquesta legalització es farà davant els òrgans oficials competents i amb els procediments que marca la normativa en aquesta matèria.

No obstant, l'ajuntament es reserva el dret de legalitzar la instal·lació amb mitjants propis. En aquest cas, la partida pressupostària de legalització es descomptarà del del pressupost total.

7 Planificació, pressupost i estudi tècnic-econòmic.

7.1 Planificació

La durada dels treballs d'instal·lació i posta en marxa s'estima en 1 mes.

7.2 Pressupost

El pressupost de la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum de 40 kW per al pavelló municipal d'Alp ascendeix a cinquanta set mil cinc-cents quatre euros amb cinquanta set cèntims, 57.504,57 €i es divideix en les següents partides:

Concepte	Unitats	Preu unitari	TOTAL [€]
Mòduls fotovoltaics HYUNDAI HiE-S350SG	150	147,87	22.180,50
Estructura mòduls fotovoltaics	150	74,15	11.122,50
Muntatge mòduls fotovoltaics	185	23	4.255,00
Cablejat elèctric DC 6mm ² mòduls fotovoltaics	900	2,15	1.935,00
Quadre proteccions DC	1	902,74	902,74
Quadre proteccions AC	1	3.229,78	3.229,78
Línia elèctrica AC des d'inversor al quadre general	20	52,015	1.040,30
Inversor Fronius SYMO-20	2	2.548,78	5.097,56
Sistema control i monitoratge	1	916,19	916,19
Muntatge inversors, proteccions, cablejat i accessoris	192	25	4.800,00
Legalització	45	45	2.025,00
TOTAL sense IVA			57.504,57

Taula 5: Pressupost per a l'avantprojecte executiu d'instal·lació fotovoltaica d'autoconsum de 40 kW per al pavelló municipal d'Alp.

Alternativament es podran utilitzar materials o equips de prestacions iguals o superiors a les d'aquest projecte. No obstant s'haurà de garantir la compatibilitat tècnica amb la resta de materials o d'equips.

L'ajuntament es reserva el dret de legalitzar la instal·lació amb mitjans propis. En aquest supòsit, la partida de legalització es descomptarà del total del pressupost.

7.3 Estudi tècnic-econòmic

7.3.1 Estalvi per autoconsum

L'estalvi aconseguit per l'energia autoconsumida, és a dir, per l'energia que s'ha produït i consumit al mateix moment és de 2.554,9 €/any. Aquest valor s'ha calculat amb un preu del kWh de 0,1 €/kWh en període punta i de 0,08 €/kWh en període pla. Els valors d'autoconsum s'han repartit al 50% entre aquest dos períodes.

7.3.2 Estalvi per compensació excedents

L'estalvi aconseguit per l'energia excedentària, és a dir, l'energia que s'ha cedit a la xarxa i que s'ha descomptat de la factura elèctrica al preu negociat amb l'empresa comercialitzadora és de 2.424,4 €/any. Aquest valor s'ha calculat amb un preu negociat de compensació d'energia de 0,05 €/kWh.

7.3.3 Període de retorn de la inversió (PAYBACK)

Amb els valors anteriors, i una taxa d'inflació en la factura de la llum del 2%, el retorn de la inversió s'assoleix al cap de 10 anys.

Al cap de 15 anys, l'estalvi calculat ha estat de 28.223,5 € i al cap de 20 anys, de 64.567,02 €. Aquests valors es poden veure a la figura 4.

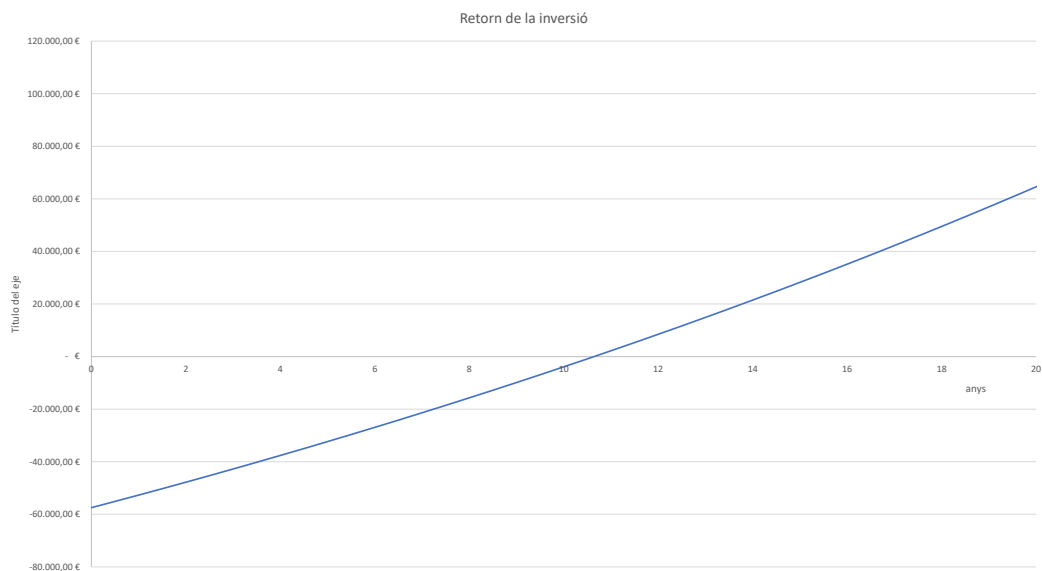


Figura 4: Gràfic amb el retorn econòmic al llarg de 20 anys.

Aquests valors han estat calculats amb una pèrdua de rendiment global de la instal·lació de 0,5 % anual.

7.3.4 Taxa interna de retorn (TIR)

La taxa interna de retorn, el TIR, és del 5,1% al cap de 15 anys. Aquest valor indica la taxa d'interès equivalent de la inversió feta, i indica la rendibilitat econòmica i financera del projecte.

Aquests valors han estat calculats amb una pèrdua de rendiment global de la instal·lació de 0,5 % anual.

Signat a Puigcerdà el dia 3 de novembre de 2020

Xavier Duran Reus
Enginyer industrial col·legiat núm. 18791

Part II

Annexes

8 Annex: Bases de disseny

8.1 Geometria de la teulada

La teulada objecte d'aquest projecte és la de la vessant sud-est, que té unes dimensions de 25x44=1100 m², de forma rectangular.

L'existència de sortides de ventilació al llarg de la teulada fa que s'hagi de tenir especial interès en les ombres. Com que la teulada és suficientment gran, s'ha optat per col·locar els mòduls fotovoltaics a la part superior de la teulada, fora de l'àrea d'ombres dels obstacles. Degut a aquesta restricció, la superfície útil per la col·locació de mòduls fotovoltaics és de 16x44=704 m²

La teulada està orientada 30° a l'est i té una inclinació de 16,7°.

8.2 Producció solar

El potencial solar disponible per a les característiques de la teulada s'ha adquirit de la base de dades europea PVGIS, disponible al web https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP. D'aquesta base es poden extreure les dades horàries, mes per mes, d'energia que es pot produir per a una instal·lació fotovoltaica. Aquestes dades es mostren a la taula 8:

Hores	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h
Gener	0	0	0	38	286	410	468	479	428	312	191	39	0	0
Febrer	0	0	10	217	401	483	561	543	489	390	259	125	6	0
Març	0	2	144	332	483	563	595	557	525	444	328	191	52	0
Abril	0	102	293	449	576	630	631	591	525	421	337	211	94	15
Maig	42	201	375	533	642	683	680	641	572	473	367	244	129	45
Juny	74	244	439	605	723	758	746	681	600	520	401	280	160	66
Juliol	47	233	434	614	753	822	817	782	687	570	448	307	167	64
Agost	2	167	371	567	721	799	801	733	649	532	404	266	126	35
Setembre	0	40	296	491	631	707	700	632	543	418	289	167	52	1
Octubre	0	1	183	379	509	591	608	545	467	352	226	87	2	0
Novembre	0	0	14	214	375	454	482	449	381	274	153	15	0	0
Desembre	0	0	0	40	314	425	467	455	401	284	146	2	0	0

Taula 6: Valors de producció elèctrica en Wh/dia, per cada kW_p fotovoltaic instal·lat.

Per a la instal·lació, s'han projectat 150 mòduls fotovoltaics de 350W, que sumen una potència pic de 52,5 kW_p. Juntament amb les dades de la taula 6, s'obtenen els valors de producció d'energia elèctrica, que es mostren a la taula 7

Mes	Producció [kWh]
Gener	4.314,5
Febrer	5.121,48
Març	6.861,54
Abril	7.678,12
Maig	9.157,94
Juny	9.928,8
Juliol	10.985,63
Agost	10.064,56
Setembre	7.823,03
Octubre	6.428,62
Novembre	4.427,33
Desembre	4.124,08
TOTAL	86.897,63

Taula 7: Valors de producció elèctrica mensual i total en kWh.

8.3 Consums elèctrics

Per poder autoconsumir a través de la xarxa elèctrica els diferents subministraments elèctrics han de complir un dels següents tres supòsit:

- Estar connectat al mateix transformador de baixa tensió
- Estar a una distància de menys de 500 m del punt frontera amb la companyia elèctrica de la instal·lació d'autoconsum
- Que estiguin ubicats en la mateixa referència cadastral.

Per a aquest projecte, s'han considerat els consums dels següents subministraments elèctrics municipals, que compleixen les especificacions anteriors:

- Pavelló municipal: s'alimentarà en xarxa interna de la instal·lació fotovoltaica, ja que és l'emplaçament de la instal·lació.
- Escola i llar d'infants.
- Ajuntament.
- Enllumenats públics:
 - EP. Plaça Major
 - EP. Passeig Agnès Fabra
 - EP. PP4 Pirineus

– EP. PP5 Orient

Amb aquests subministraments, a partir de les dades facilitades per l'ajuntament d'un informe existent que analitza el consum energètic del 2017, s'han obtingut els consums mensuals i el total anual, tal com es mostra a la taula següent.

Mes	Consum [kWh]
Gener	30.118,00
Febrer	30.591,00
Març	27.297,00
Abril	24.675,00
Maig	25.383,55
Juny	24.720,91
Juliol	24.440,91
Agost	25.368,08
Setembre	25.368,08
Octubre	24.672,55
Novembre	27.491,00
Desembre	30.047,00
TOTAL	320.173,08

Taula 8: Consum elèctric mensual i total en kWh.

A més a més, per tal de calcular l'energia autoconsumida i els excedents, s'ha estimat la distribució del consum horari d'aquests subministraments elèctrics. La distribució dels consums en valors percentuals es mostra a la gràfica 5.

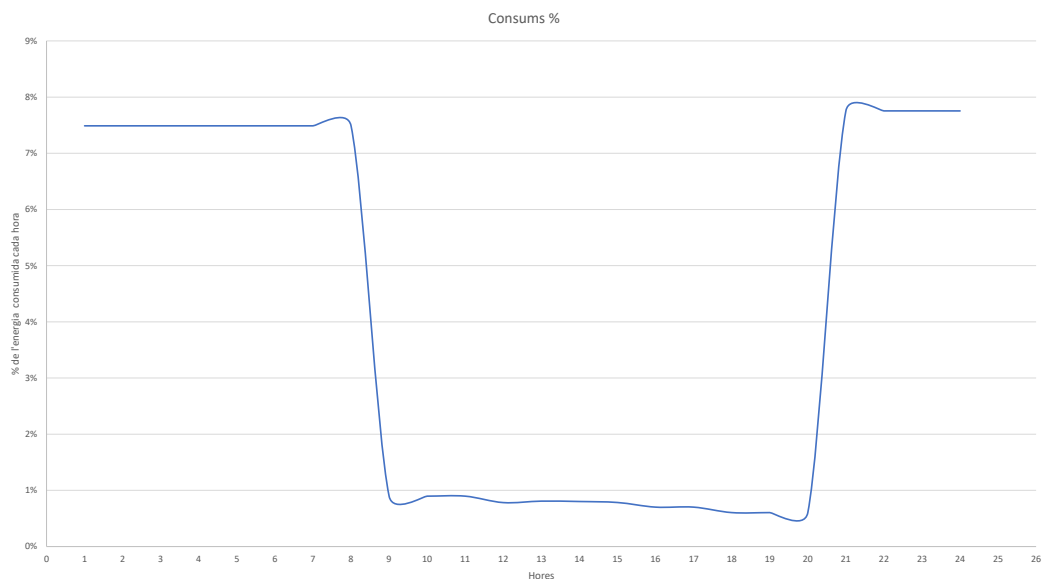


Figura 5: Distribució dels consums diaris en %.

On es pot observar l'elevat consum per enllumenat públic en horari nocturn.

8.4 Valors d'autoconsum i excedents d'energia

Amb els valors de producció i consum horaris s'han efectuat els càlculs per poder calcular l'energia autoconsumida, l'energia que es pot compensar i l'energia que no es pot compensar. Aquests valors es resumeixen a la taula següent

	Excedent injectat kWh	Excedent o injectat €	Consum Xarxa kWh	Consum Xarxa €
Gener	1509,56	75,48	27313	1502
Febrer	1735,67	86,78	27205	1496
Març	4111,21	205,56	24547	1350
Abril	5771,98	288,60	22769	1252
Maig	6786,32	339,32	23012	1266
Juny	7875,14	393,76	22667	1247
Juliol	9181,04	459,05	22636	1245
Agost	7768,74	388,44	23090	1270
Setembre	5679,33	283,97	23224	1277
Octubre	4827,79	241,39	23072	1269
Novembre	2077,13	103,86	25141	1383
Desembre	1458,34	72,92	27381	1506

Taula 9: Càlcul dels excedents, en termes energètics i en termes econòmics

Com es pot veure a la taula 9, tots els excedents es poden compensar (en gran part degut als consums de l'enllumenat públic).

8.5 Balanç energètic

Per al balanç energètic, s'ha tingut en compte l'energia produïda per la instal·lació fotovoltaica, l'energia consumida pels consums, l'energia autoconsumida (aquella que es genera i es consumeix al mateix moment), i l'energia injectada a la xarxa (l'energia produïda que no es pot autoconsumir).

A la taula 10 es mostra el balanç anual d'aquest balanç

Energia produïda	86898	kWh/any
Energia consumida	320173	kWh/any
% Energia produïda	27%	
Energia autoconsumida	28115	kWh/any
% autoconsum	9%	
Energia injectada a xarxa	58782	kWh/any

Taula 10: Balanç energètic anual de la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum.

8.6 Estalvi emissions de diòxid de carboni

Per al càlcul d'emissions de diòxid de carboni, CO₂, s'han pres els valors oficials publicats per l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Aquesta oficina publica els grams de CO₂ associats a un kWh elèctric consumit, d'acord amb el mix de producció elèctrica.

El valor més recent és de 2018, amb un valor de 318gramsCO₂/kWh.

A partir d'aquest valor, podem calcular les emissions de CO₂ estalviades a partir de l'energia produïda de l'apartat anterior com a:

$$\text{kg de CO}_2 = 318 \text{ gr rmCO}_2/\text{kWh} \cdot 86.898 \text{ kWh} \cdot \frac{1 \text{ kg de CO}_2}{1000 \text{ gr de CO}_2} = 27.633,5 \text{ kg de CO}_2 \quad (1)$$

9 Annex: Càlculs i justificacions

9.1 Tensions nominals.

En la instal·lació hi ha dos nivells de tensió diferents. D'una banda, la part dels mòduls fotovoltaics, on cada cadena de mòduls treballarà a una tensió nominal de 602 V i màxima de 815 V, en les condicions climatològiques més desfavorables. D'altra banda, la part de la instal·lació que treballa a tensió alterna, que serà trifàsica amb neutre i de valor 400/230V.

9.2 Càlculs d'intensitats

Les intensitats màximes dels diferents circuits es defineixen a continuació:

Circuit	Potència [kW]	Tensió màxima [V]	Intensitat màxima [A]
Circuit de l'1 al 10	5,25	815	9,6
Circuits del 11 al 20	5,25	815	9,6
Circuit del 21 al 22	20	400/230	36,23

On per la intensitat dels mòduls fotovoltaics s'ha agafat la intensitat de curtcircuit i per la intensitat de l'inversor s'ha agafat un 125% de la intensitat nominal.

9.3 Càlculs de dimensionat de conductors

A partir de la intensitat màxima de cada circuit, es dimensiona la secció dels conductors, d'acord amb la ITC-19 del reglament electrotècnic de baixa tensió. Aquesta es resumeix a la taula següent:

Circuit	Intensitat [A]	Secció [mm ²]
Circuit de l'1 al 10	9,6	6
Circuits del 11 al 20	9,6	6
Circuit del 21 al 22	36,23	16

9.4 Càlculs de caiguda de tensió

La caiguda de tensió mínima del circuit ha de ser de 1,5% en tensió contínua i 2% en tensió alterna.

A continuació es calcula la caiguda de tensió de cada circuit, per comprovar que no es sobrepassa aquest límit.

Circuit	Secció	Longitud	Tensió	Potència	Cdt
Circuits de l'1 al 10	6 mm ²	60 m	602 V	5,25 kW	0,71 %
Circuits del 11 al 20	6 mm ²	5 m	602 V	5,25 kW	0,139 %
Circuits del 21 al 22	16 mm ²	20 m	400 V	20 kW	0,358 %

9.5 Càlculs de resistència de posada a terra segons els elèctrodes instal·lats

Per al càlcul del valor de la resistència de posta a terra, s'ha considerat el següent:

- Resistivitat del terreny: 150 $\Omega \cdot m$
- Numero de picots: 5

Per la qual cosa el valor de resistència de posta a terra és:

$$R_{terra} = \frac{150 \Omega \cdot m}{5 \text{ picots} \cdot 2 \text{ m/picot}} = 15 \Omega \quad (2)$$

En qualsevol cas, la resistència a terra no sobrepassarà per cap motiu dels 20 Ω .

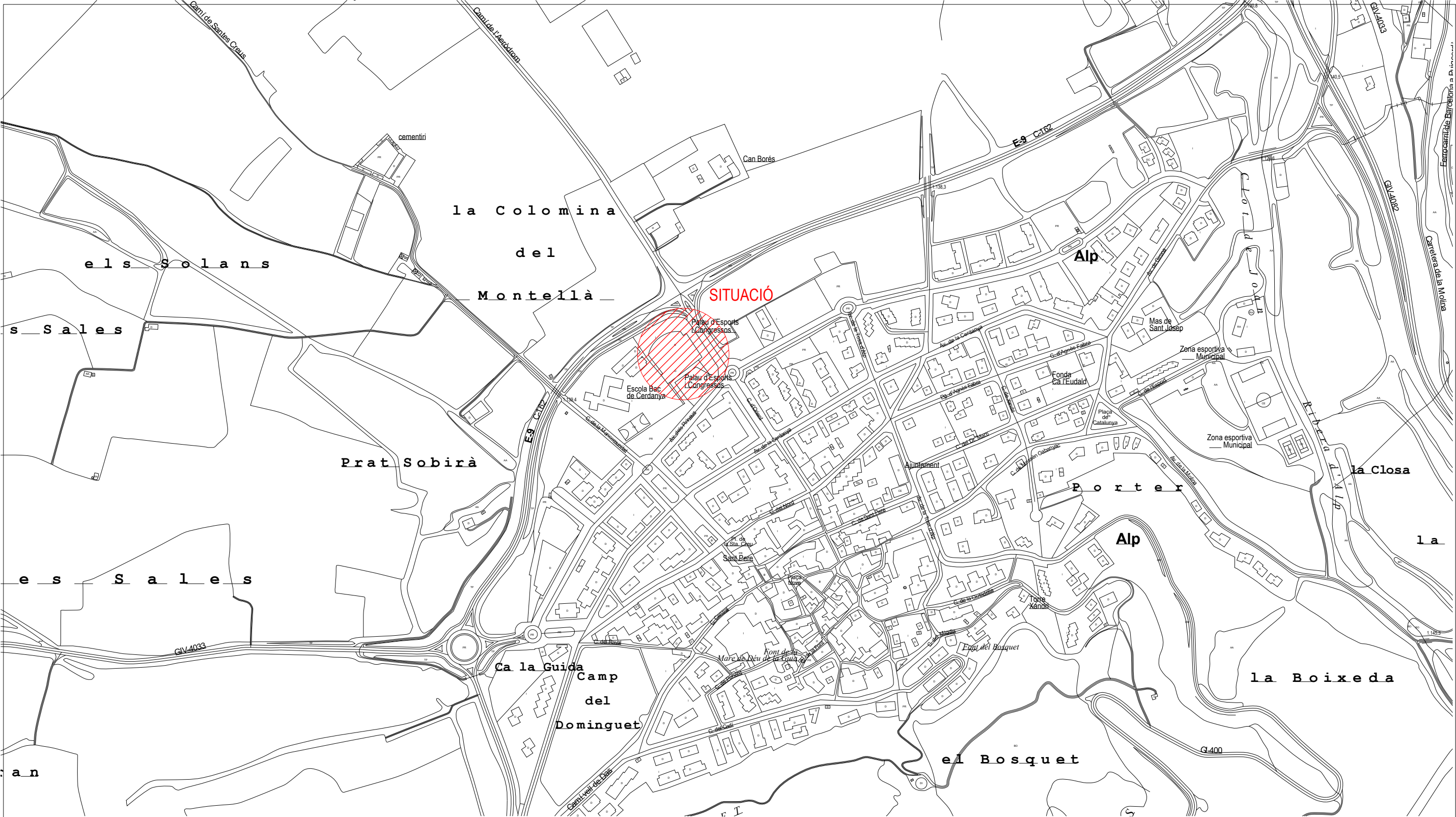
Part III

Plànols

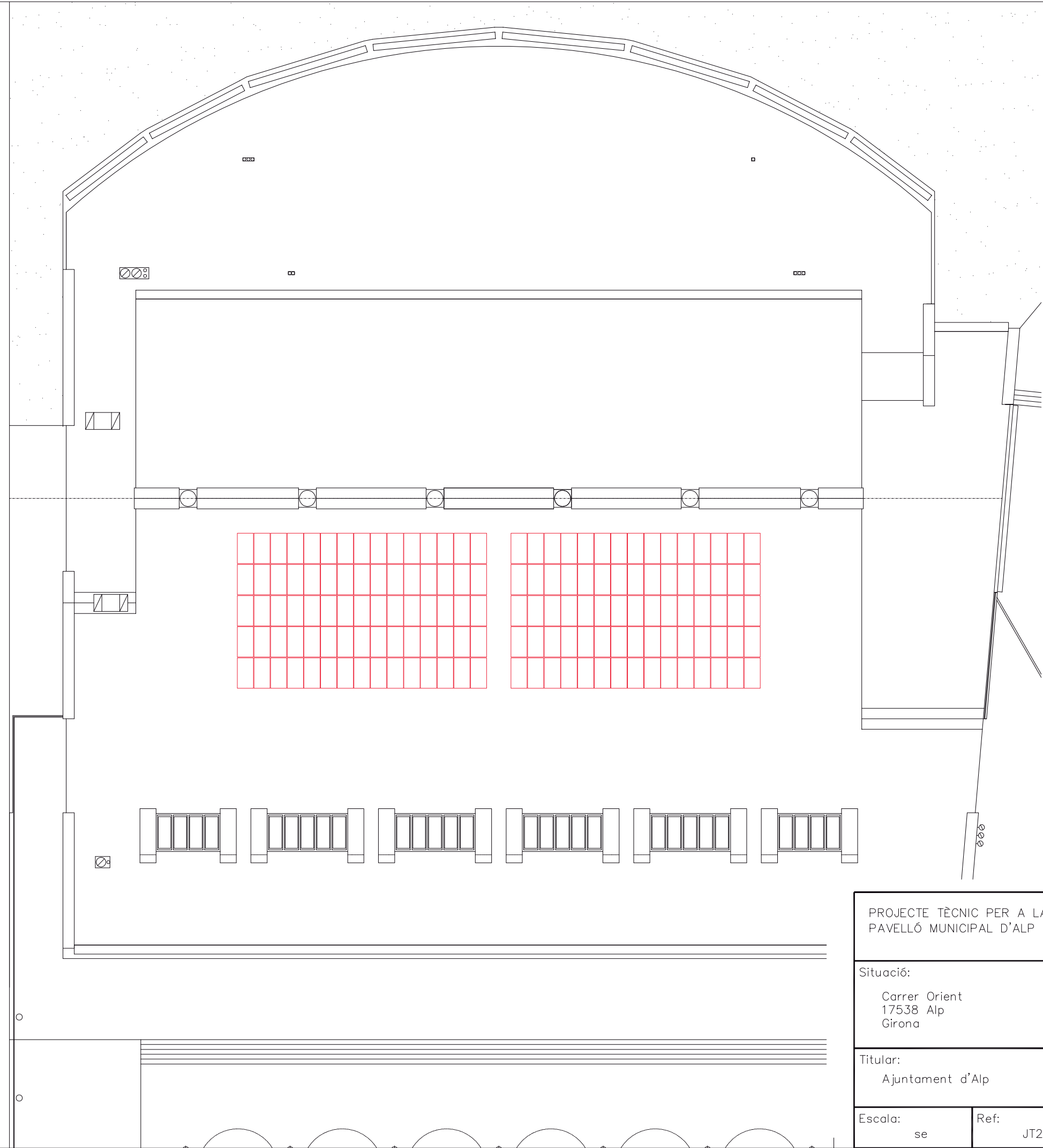
10 Plànol 1: Situació general

11 Plànol 2: Planta

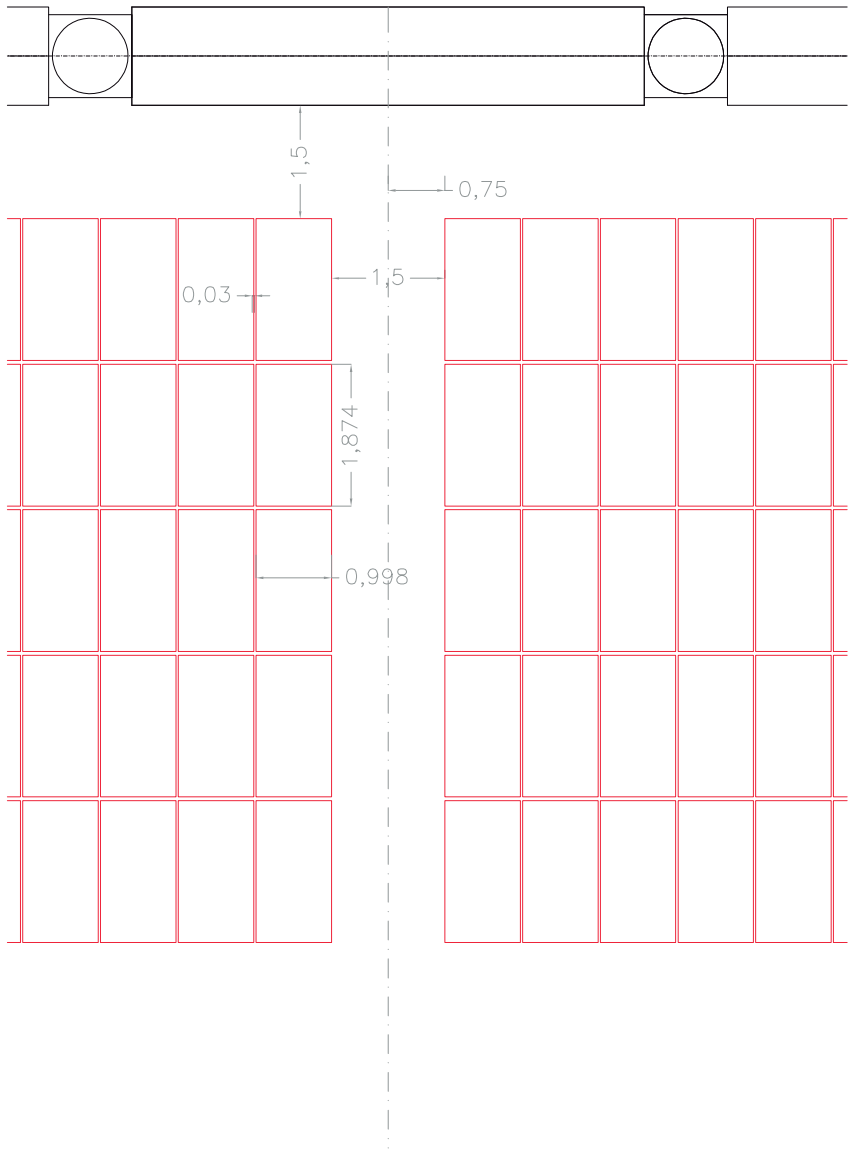
12 Plànol3: Esquema unifilar



PROJECTE TÈCNIC PER A LA LEGALITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE 40kW AL PAVELLÓ MUNICIPAL D'ALP			
Situació: Carrer Orient 17538 Alp Girona		Plànol: Situació	l'Enginyer:
Titular: Ajuntament d'Alp		l'Instal·lador: —	
Escala: 1/5000	Ref: JT20	Data: Setembre 2020	Nº: 1

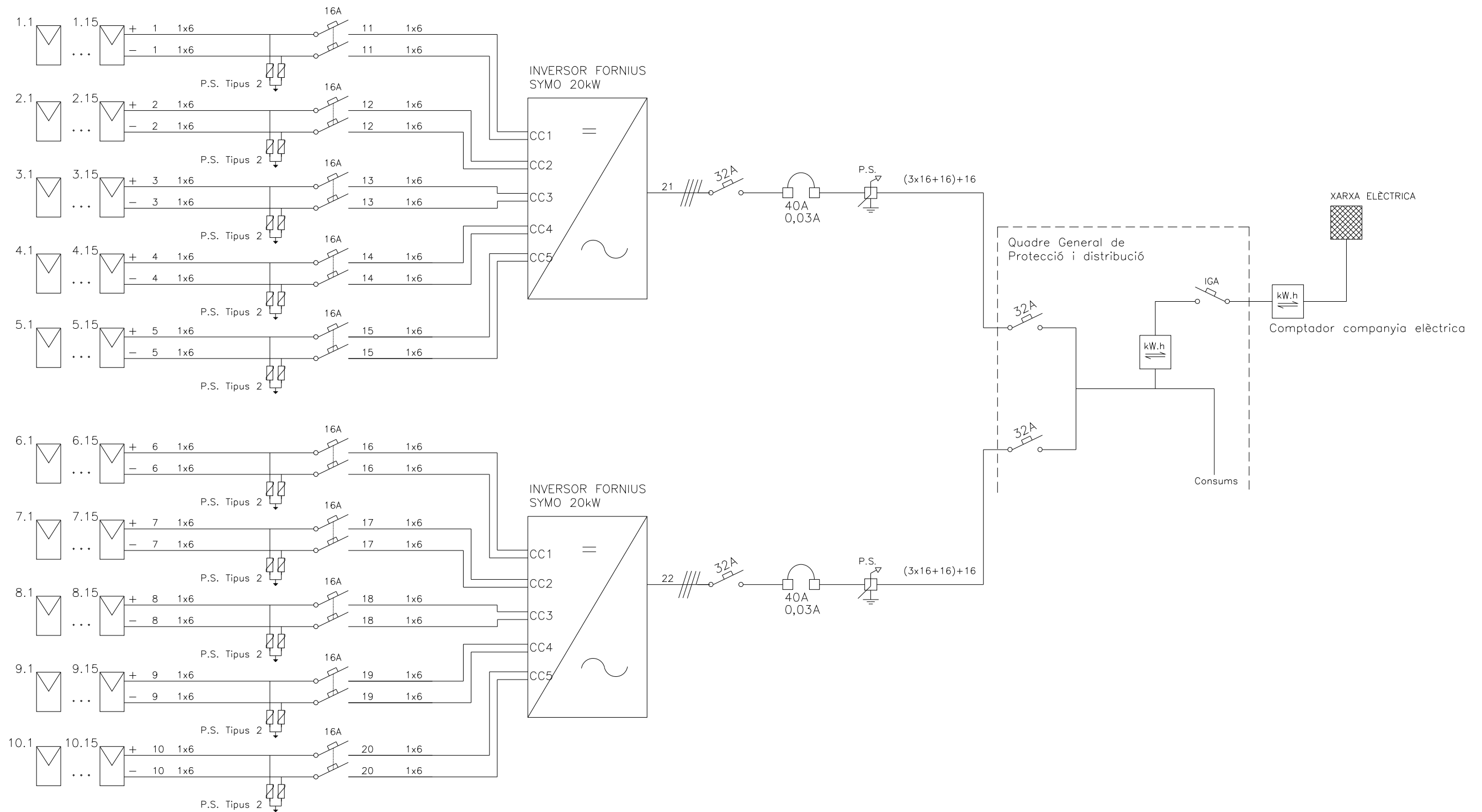


DETALL ACOTAT ESCALA 1/100



PROJECTE TÈCNIC PER A LA LEGALITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE 40kW AL PAVELLÓ MUNICIPAL D'ALP			
Situació: Carrer Orient 17538 Alp Girona		Plànol: Coberta	
Titular: Ajuntament d'Alp		l'Instal·lador: -	
Escala: se	Ref: JT20	Data: Setembre 2020	Nº: 2

5+5 BRANQUES DE 15 PLAQUES EN SERIE
MÒDULS HYUNDAI HIE-S 350 SG



TOTS ELS CABLES SERAN DE 1000V XLPE
TOTAL MÒDULS FOTOVOLTAICS: 150
POTÈNCIA PIC INSTALLADA: 52,5 kW
POTÈNCIA NOMINAL: 2X20kW = 40kW

PROJECTE TÈCNIC PER A LA LEGALITZACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE 40kW AL PAVELLÓ MUNICIPAL D'ALP			
Situació: Carrer Orient 17538 Alp Girona		Plànol: Esquema	l'Enginyer:
Titular: Ajuntament d'Alp		l'Instal·lador: -	
Escala: se	Ref: JT20	Data: Setembre 2020	Nº: 3

Part IV

Plec de condicions tècniques

Plec de condicions tècniques

13 Consideracions generals

El plec de condicions tècniques és un document on s'estableixen les condicions o clàusules que s'accepten en un contracte d'obra o servei. Aquest plec determina les condicions tècniques que haurà de seguir el contractista per a l'execució de l'obra. A més a més, aquest document pretén servir de guia per a l'empresa instal·ladora i projectista, descrivint les especificacions mínimes que ha de complir la instal·lació per assegurar-ne la qualitat, en benefici de l'usuari.

Aquestes condicions són d'obligat compliment, conjuntament amb els altres documents que formen aquest projecte, en el qual es detalla la instal·lació d'una planta fotovoltaica d'autoconsum, la seva posta en marxa i posterior legalització. Tot instal·lador i/o constructor ha de complir les prescripcions tècniques que conté aquest plec de condicions.

Tant el constructor com l'instal·lador han de vetllar perquè les obres o instal·lacions es desenvolupin amb les millors tècniques disponibles dins els límits del pressupost, encara que no estiguin expressament estipulades en aquest plec de condicions. D'igual manera, en tots els materials a subministrar i en els treballs a realitzar es tindrà en compte i s'exigirà el compliment de les Reglamentacions Oficials vigents.

14 Equips i materials

14.1 Generalitats

Els equips i materials, amb les seves principals característiques han estat descrits de forma genèrica en els corresponents apartat de la memòria del projecte.

A continuació s'especifiquen amb més detall les condicions mínimes que han de complir els equips i materials més importants de la instal·lació. No obstant, les condicions d'aquest plec de condicions tècniques exigeix de complir les reglaments i normativa tècnica vigent.

Previ acord amb la direcció d'obra, es podran acceptar materials o equips de prestacions superiors als projectats. En cap cas però, s'admetran materials o equips d'una qualitat inferior a la que estableix el present projecte.

Els materials que no s'enumeren en aquest plec de condicions hauran de ser igualment de bona qualitat. La direcció tècnica podrà refusar els materials que al seu judici no reuneixin bones condicions i disposar que siguin sotmesos a assaig els que mereixin dubte.

Els requisits mínims que haurà de complir la instal·lació són:

- La instal·lació ha de complir les exigències de protecció i seguretat de les persones, especialment les dispostes al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i al Codi Tècnic de l'Edificació
- Com a principi general s'ha d'assegurar, com a mínim, un grau d'aïllament elèctric de tipus bàsic classe I en el que afecta tant equips (mòduls i inversors), com a materials (conductors, caixes i armaris de connexió), exceptuant el cablejat de contínua, que serà de doble aïllament de classe 2 i un grau de protecció mínim d'IP65.
- Els materials exposats a la intempèrie tindran un grau mínim de protecció IP65 i els d'interior IP20.
- La instal·lació incorporarà tots els elements i característiques necessaris per a garantir en tot moment la qualitat del subministrament elèctric.
- El funcionament de les instal·lacions fotovoltaïques no haurà de provocar a la xarxa elèctrica avaries, disminucions de les condicions de seguretat ni alteracions superiors a les admeses per la normativa que resulti aplicable.
- Així mateix, el funcionament d'aquestes instal·lacions no podrà ser l'origen a condicions perilloses de treball per al personal de manteniment i explotació de la xarxa de distribució.
- Els materials situats en intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat.
- S'inclouran tots els elements necessaris de seguretat i proteccions pròpies de les persones i de la instal·lació fotovoltaica, assegurant la protecció enfront de contactes directes i indirectes, curtcircuits, sobrecàrregues, així com altres elements i proteccions que resultin de l'aplicació de la legislació vigent.
- Els equips electrònics compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica.
- Els materials i equips hauran d'incorporar el marcatge CE, segons la Directiva 2006/95/CE del Parlament Europeu i del 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.
- Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc., dels mateixos seran etiquetats en una llengua que tant l'instal·lador, l'encarregat de manteniment i el propietari entenguin.

La direcció d'obra podrà sol·licitar les proves i certificats necessaris per tal de poder assegurar la qualitat dels equips i materials rebuts.

14.2 Panells fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics hauran d'incorporar el marcatge CE, segons la Directiva 2006/95/CE del Parlament Europeu i del 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.

A més, hauran de complir la norma UNE-EN 61730, harmonitzada per a la Directiva 2006/95/CE, sobre qualificació de la seguretat de mòduls fotovoltaics, i la norma UNE-EN 50380, sobre informacions de les fulles de dades i de les plaques de característiques per als mòduls fotovoltaics. Addicionalment, en funció de la tecnologia del mòdul, aquest haurà de satisfer les següents normes:

- UNE-EN 61215: Mòduls fotovoltaics (FV) de silici cristal·lí per a ús terrestre. Qualificació del disseny i homologació.
- UNE-EN 61646: Mòduls fotovoltaics (FV) de làmina prima per a aplicacions terrestres. Qualificació del disseny i aprovació de tipus.
- UNE-EN 62108. Mòduls i sistemes fotovoltaics de concentració (CPV). Qualificació del disseny i homologació.

Aquest requisit es justificarà mitjançant la presentació del certificat oficial corresponent emès per algun laboratori acreditat.

Els mòduls que es trobin integrats en l'edificació, a part de complir la normativa indicada anteriorment, a més hauran de complir amb el que es preveu en la Directiva 89/106/CEE del Consell de 21 de desembre de 1988 relativa a l'aproximació de les disposicions legals, reglamentàries i administratives dels Estats membres sobre els productes de construcció.

El mòdul portarà de forma clarament visible i indeleble el model, nom o logotip del fabricant i el número de sèrie, traçable a la data de fabricació que permeti la seva identificació individual.

Els mòduls s'hauran d'ajustar a les característiques tècniques següents:

- Els mòduls portaran díodes de derivació per tal d'evitar possibles averies a les cèl·lules i circuits degut a ombres parcials i tindran un grau de protecció IP65.
- Per tal que el mòdul s'accepti, els valors reals de potència màxima i corrent de curtcircuit hauran d'estar compresos en un marge del 3 % del valor indicat en el catàleg en les mateixes condicions.
- Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.
- Es rebutjarà qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació, ruptures o taques en qualsevol dels seus elements.

- Serà desitjable una alta eficiència de les cèl·lules.
- L'estructura del generador es connectarà a terra.
- Per motius de seguretat i per a facilitar el manteniment i reparació del generador, s'instal·laran els elements necessaris (fusibles, interruptors, etc.) per a la desconexió, de manera independent i en tots dos terminals, de cadascuna de les branques de la resta del generador.
- Els mòduls fotovoltaics estaran garantits pel fabricant durant un període mínim de 10 anys i comptaran amb una garantia de rendiment durant 25 anys.

14.3 Estructura

Les estructures de suport hauran de complir les especificacions d'aquest apartat. En tots els casos serà d'obligat compliment el Codi Tècnic de l'Edificació respecte a seguretat.

L'estructura de suport i el sistema de fixació ha de permetre les necessàries dilatacions tèrmiques sense transmetre càrregues que puguin afectar la integritat dels mòduls seguint les normes del fabricant.

L'estructura amb els mòduls instal·lats, ha de resistir les càrregues de vent i neu d'acord amb l'indicat al Codi Tècnic de l'Edificació i altra normativa d'aplicació.

L'estructura es fixarà d'acord amb la orientació i angle d'inclinació establerts en aquest projecte, i es protegirà contra agents ambientals.

L'estructura de suport ha de permetre la seva instal·lació sense generar cap tipus d'infiltració a la teulada. Es seguiran totes les indicacions del fabricant per tal d'evitar possibles infiltracions. S'exigirà a l'empresa instal·ladora un certificat conforme no s'ha produït cap alteració de l'aïllament de la teulada ni que s'han general infiltracions.

La realització de trepat a l'estructura es durà a terme abans de procedir, si s'escau, al seu galvanitzat o protecció. La cargoleria usada serà d'acer inoxidable. En cas que l'estructura sigui galvanitzada, s'admetrà cargols galvanitzats, exceptuant la subjecció dels mòduls a l'estructura que seran d'acer inoxidable.

Els topalls de subjecció de mòduls i la pròpia estructura no projectaran ombra sobre els mòduls.

Els punts de subjecció per al mòdul fotovoltaic seran suficients en número, 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 per al model de mòdul.

El disseny de l'estructura es realitzarà per a 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.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin a la vegada de coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències vigents en matèria d'edificació.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, compliran les normes UNE-EN 10219-1 i UNE-EN 10219-2 per a garantir totes les seves característiques mecàniques i de composició química.

Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les normes UNE-EN ISO 14713 (parts 1, 2 i 3) i UNE-EN ISO 10684 i els gruixos compliran amb els mínims exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el cas d'utilitzar-se seguidors solars, aquests incorporaran el marcatge CE i compliran el que es preveu en la Directiva 98/37/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 22 de juny de 1998, relativa a l'aproximació de legislacions dels Estats membres sobre màquines, i la seva normativa de desenvolupament, així com la Directiva 2006/42/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de maig de 2006 relativa a les màquines.

14.4 Inversor

Els inversors instal·lats seran del tipus adequat per a la connexió a la xarxa elèctrica, 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.

L'inversor instal·lat ha de complir:

- L'inversor usat serà d'ona sinusoïdal pura.
- Ha d'assegurar la correcta operació en tot el marge de tensions d'entrada permeses pel sistema, i ha de ser capaç d'entregar la potència nominal de forma continuada en els marges de temperatura establerts.
- L'inversor ha d'estar protegit per sobretensions i subtensions, curtcircuit a la sortida de corrent alterna, a sobrecàrregues i freqüència de xarxa fora de rang.
- També s'ha d'assegurar les proteccions enfront pertorbacions presents en la xarxa com microtalls, polsos, defectes de cicles, absència i retorn de la xarxa, etc.
- El consum en buit de l'inversor serà inferior o igual al 2 % de la potència nominal de sortida.
- Les pèrdues energètiques de l'inversor seran inferiors al 5% del consum diari d'energia.
- Els inversors hauran d'estar etiquetats amb la següent informació:

- Potència nominal.
- Tensió nominal d'entrada.
- Tensió i freqüència nominals de sortida.
- Fabricant i número de sèrie.
- Polaritat i terminals.
- Principi de funcionament: font de corrent.
- Auto-commutats.
- Seguiment automàtic del punt de màxima potència del generador.
- No funcionaran en illa o manera aïllada.

La caracterització dels inversors haurà de fer-se segons les normes següents:

- UNE-EN 62093: Components d'acumulació, conversió i gestió d'energia de sistemes fotovoltaics. Qualificació del disseny i assajos ambientals.
- UNE-EN 61683: Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Adicionalment, han de complir amb la Directiva 2004/108/CE del Parlament Europeu i del 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 a la seva correcta operació, i incorporarà els controls automàtics imprescindibles que assegurin la seva adequada supervisió i maneig.

Cada inversor incorporarà, almenys, els manuals d'encesa i apagat general de l'inversor i de connexió i desconnexió de l'inversor a la xarxa de corrent altern.

Les característiques elèctriques dels inversors seran les següents:

- L'inversor continuarà lliurant potència a la xarxa de forma continuada en condicions d'irradiància solar un 10% superiors a les CEM. 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 (quocient 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 6168: Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.

- L'autoconsum dels equips (pèrdues en buit) en *stand-by* o manera nocturna 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 en xarxa.

Els inversors tindran un grau de protecció mínima IP 20 per a inversors a l'interior d'edificis i llocs inaccessibles, IP 30 per a inversors a l'interior d'edificis i llocs accessibles, i d'IP 65 per a inversors instal·lats a la intempèrie. En qualsevol cas, es complirà la legislació vigent.

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

Els inversors per a instal·lacions fotovoltaïques estaran garantits pel fabricant durant un període mínim de 5 anys.

14.5 Cablejat

El cablejat complirà en tot moment amb la legislació vigent. A més a més la secció dels conductors serà tal que eviti una caiguda de tensió superior a la permesa o un escalfament excessiu del conductor.

S'evitarà que els cables hagin de suportar esforços mecànics prescindibles.

Els positius i negatius de la part de contínua de la instal·lació es conduiran per separat, protegits i senyalitzats d'acord amb la legislació vigent. També estaran protegits i senyalitzats d'acord amb la legislació vigent els conductors de la part d'alterna.

Els positius i negatius de cada grup de mòduls es conduiran separats i protegits d'acord amb la normativa vigent.

Els conductors seran de coure i tindran la secció adequada per a evitar caigudes de tensió i escalfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors hauran de tenir la secció suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior del 1,5%.

El cable haurà de tenir la longitud necessària per a no generar esforços en els diversos elements ni possibilitat d'enganxament pel trànsit normal de persones.

Tot el cablejat de contínua serà de doble aïllament i adequat per al seu ús en intempèrie, a l'aire o enterrat, d'acord amb la norma UNEIX 21123.

Les característiques dels conductors segons la seva tensió d'aïllament són les següents:

1. Aïllats, de tensió assignada no inferior a 450/750 V: Serà un conductor unipolar, rígid, de coure electrolític recuit. Aïllament de policlorur de vinil PVC responent a la denominació UNE V 750. Els cables seran no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums d'opacitat reduïda. Els cables amb característiques equivalents als de la norma UNE 21.123 part 4 o 5 compleixen amb aquesta prescripció. Els elements de conducció de cables amb característiques equivalents als classificats com 'no propagadors de la flama' d'acord amb les normes UNE-EN 50085-1 i UNE-EN 50086-1, compleixen amb aquesta prescripció.
2. Aïllats, de tensió assignada no inferior a 0,6/1kV: Poden ser unipolars o multipolars, aïllament de Polietilè Reticulat (XLPE). Els cables seran no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums d'opacitat reduïda. Els cables amb característiques equivalents als de la norma UNE 21.123 part 4 o 5 compleixen amb aquesta prescripció. Els elements de conducció de cables amb característiques equivalents als classificats com 'no propagadors de la flama', d'acord amb les normes UNE-EN 50085-1 i UNE-EN 50086-1, compleixen amb aquesta prescripció. Els colors d'identificació dels conductors en corrent alterna esmentats en els tres paràgrafs anteriors d'acord amb el color de les seves cobertes seran:
 - Conductor de fase: Marró o negre i gris
 - Conductor neutre: Blau clar
 - Conductor de protecció: Groc-verd.

14.6 Tubs protectors

Es classifiquen segons el que disposa les normes següents:

- UNE-EN 50.086-2-1: sistemes de tubs rígids.
- UNE-EN 50.086-2-2: sistemes de tubs corvables
- UNE-EN 50.086-2-3: sistemes de tubs flexibles
- UNE-EN 50.086-2-4: sistemes de tubs enterrats

Característiques mínimes dels tubs en funció de la instal·lació:

1. Tubs en canalitzacions fixes en superfície: En les canalitzacions superficials, els tubs hauran d'ésser preferentment rígids i en casos especials podran utilitzar-se tubs corvables. Les seves característiques mínimes seran les que disposa la taula 1 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21 Els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre i secció dels conductors o cables a conduir seran les que disposa la taula 2 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21

2. Tubs en canalitzacions empotrades: En les canalitzacions empotrades, els tubs podran ser rígids, corvables o flexible. Les seves característiques mínimes seran les que disposa la taula 3 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21, per a tubs empotrats en obres de fàbrica, forats de la construcció o canals protectores d'obra. I la taula 4 del mateix apartat per a tubs empotrats embeguts en formigó. Els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre i secció dels conductors o cables a conduir seran les que disposa la taula 5 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21 Per a més de cinc conductors per tub o per conductors o cables de seccions diferents a instal·lar en el mateix tub, la seva secció interior serà com a mínim igual a tres vegades la secció ocupada pels conductors.
3. 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 seran les que disposa la taula 6 de l'apartat 1.2.1 de la ICT-BT-21. Els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre i secció dels conductors o cables a conduir seran les que disposa la taula 7 de l'apartat 1.2.1 de la ICT-BT-21. Per a més de cinc conductors per tub o per conductors o cables de seccions diferents a instal·lar en el mateix tub, la seva secció interior serà com a mínim igual a quatre vegades la secció ocupada pels conductors. Es recomana no utilitzar aquest tipus d'instal·lació per a seccions nominals de conductor superior a 16 mm².
4. Tubs en canalitzacions enterrades En les canalitzacions enterrades, els tubs protectors seran conformes a l'establert a la norma UNE-EN 50.086 2-4 i les seves característiques mínimes seran, per a les instal·lacions ordinàries el que disposa la taula 8 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21. Els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre i secció dels conductors o cables a conduir seran les que disposa la taula 9 de l'apartat 1.2.1 de la ITC-BT-21. Per a més de cinc conductors per tub o per conductors o cables de seccions diferents a instal·lar en el mateix tub, la seva secció interior serà com a mínim igual a quatre vegades la secció ocupada pels conductors.

14.7 Proteccions

Totes les instal·lacions amb tensions nominals superiors a 48 V tindran una toma de terra. A més a més, es protegirà a l'estructura de suport del generador i els marcs metàl·lics dels mòduls contra descàrregues atmosfèriques mitjançant posta a terra.

En connexions a la xarxa trifàsiques les proteccions per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència (51 Hz i 49 Hz respectivament) i de màxima i mínima tensió ($1,1 U_m$ i $0,85 U_m$ respectivament) seran per a cada fase.

El sistema de protecció assegurarà la protecció de les persones enfront els contactes directes i indirectes.

La instal·lació estarà protegida enfront curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions.

14.7.1 Interruptor diferencial

Constituit per envoltant aïllant, sistema de connexió i dispositius de protecció de corrent per defecte o desconexió.

El dispositiu de protecció estarà format per un nucli magnètic podent portar, a més, proteccions addicionals de bilàmina o sistema equivalent de par terme i bobina de dispar magnètic.

Serà d'una tensió nominal de 400 V, la intensitat nominal de 40 A - 63 A o igual o superior al magnetotèrmic de protecció i d'una intensitat diferencial de desconexió (sensibilitat) de 0,30 A. ó 0,03 A.

14.7.2 Interruptor Magnetotèrmic

Bipolar o tripolar, amb un pol o pols protegits i neutre seccionable, construït per envoltant de material aïllant sistema de connexions i dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits.

El dispositiu de protecció contra sobrecàrregues estarà format per bilàmina o sistema equivalent de par terme i el de protecció contra curtcircuits per bobina de dispar magnètic.

El poder de curtcircuits no serà inferior a 1.500 Ampers. La intensitat nominal serà la indicada en el sistema elèctric.

14.8 Posta a terra

La línia d'enllaç amb terra es tindrà a una profunditat mínima de 80 cm a partir de l'última solera transitable, adoptant el sistema d'anell perimetral i en contacte amb el terreny.

Els elèctrodes de pica es col·locaran repartits per l'anell i en número suficient (a determinar per el càlcul teòric de la xarxa de terra).

La clavada de la pica s'efectuarà amb cops curts i no molt forts, de manera que es garanteixi una penetració sense ruptures.

Les unions de tota la xarxa de terra es realitzaran mitjançant dispositius, en els que totes les peces que constitueixen la unió seran de material no oxidable i portaran com a dispositiu anti-afluixament una volandera Grover i/o una contrafemella fortament apretada. Podrà utilitzar-se, així mateix, com a dispositiu d'unió, les soldadures aluminotèrmiques, autògenes o per arc elèctric. En cap cas s'utilitzaran soldadures de baix punt de fusió, talls com estany, plata, etc.

De la línia d'enllaç amb terra sortirà una derivació de les seves mateixes característiques fins el pont seccionable d'on sortirà la línia de terra fins l'embarrat de protecció.

Totes les masses de la instal·lació fotovoltaica, tant de la secció contínua com de l'alterna, estaran connectades a una única terra. Aquesta terra serà independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora, d'acord amb el Reglament de Baixa Tensió.

14.9 Mesures de seguretat

Les instal·lacions fotovoltaiques, independentment de la tensió a la qual estiguin connectades a la xarxa, estaran equipades amb un sistema de proteccions que garanteixi la seva desconexió en cas d'una fallada en la xarxa o fallades internes en la instal·lació de la pròpia central, de manera que no pertorbin el correcte funcionament de les xarxes a les quals estiguin connectades, tant en l'explotació normal com durant l'incident.

La instal·lació fotovoltaica ha d'evitar el funcionament no intencionat en illa amb part de la xarxa de distribució, en el cas de desconexió de la xarxa general. La protecció anti-illa haurà de detectar la desconexió de xarxa en un temps d'acord amb els criteris de protecció de la xarxa de distribució a la qual es connecta, o en el temps màxim fixat per la normativa o especificacions tècniques corresponents.

Les instal·lacions fotovoltaiques hauran d'estar dotades dels mitjans necessaris per a admetre un reenganxament de la xarxa de distribució sense que es produeixin danys. Així mateix, no produiran sobretensions que puguin causar danys en altres equips, fins i tot en el transitori de pas a illa, amb càrregues baixes o sense càrrega. Igualment, els equips instal·lats hauran de complir els límits d'emissió de pertorbacions indicats en les normes nacionals i internacionals de compatibilitat electromagnètica.

14.10 Sistema de monitoratge

El sistema de monitoratge proporcionarà mesures, com a mínim, de les següents variables:

- Voltatge, corrent CC i potència a l'entrada de l'inversor.
- Voltatge de fase/s en la xarxa, potència total de sortida de l'inversor.
- Històric de dades elèctriques.
- Balanç energètic i econòmic diari, mensual i anual

Les dades es presentaran en forma de mitjanes horàries. El sistema de monitoratge serà fàcilment accessible per a l'usuari.

15 Instal·lacions

15.1 Execució de la instal·lació

La instal·lació elèctrica ha de ser realitzada per un instal·lador autoritzat i que posseeixi certificat d'autorització expedit pels Serveis Industrials corresponent.

La instal·lació es realitzarà de forma ordenada, seguint en tot moment les millors tècniques disponibles i totes les mesures de seguretat corresponents. Es seguirà la documentació del projecte facilitada i es consultarà a la direcció facultativa qualsevol consulta que sorgeixi en el transcurs de la instal·lació.

15.1.1 Qualificació dels operaris

L'execució de les obres serà realitzada per persones amb coneixements tècnics i pràctics adequats que els permetin realitzar el treball correctament.

Per a cada feina específica es disposarà de mà d'obra especialitzada i en possessió de la preceptiva autorització o titulació admesa per l'organisme pertinent.

15.1.2 Començament de l'obra i termini d'execució

El començament de l'obra, així com el termini d'execució serà l'establert entre l'empresa projectista, l'empresa instal·ladora i el promotor.

El director de les obres farà sobre el terreny el replanteig general de les diferents instal·lacions i assenyalarà especialment els punts a on aniran situades les connexions i derivacions.

Els diferents tipus de la instal·lació elèctrica seran muntants de manera acurada i ben acabada, en les condicions que s'indiquen per a cada tram de la instal·lació en el document memòria.

15.1.3 Quadres generals de distribució i secundaris

Per al quadre general de distribució i altres quadres secundaris es seguiran les següents indicacions:

- Es col·locarà en el punt més pròxim possible de l'entrada de l'escomesa o de la derivació individual, i es col·locarà, junt a sobre ell, els dispositius de comandament i protecció establerts en la instrucció ITC-BT-17. Quan no sigui possible la instal·lació del quadre general en aquest punt, s'instal·larà en aquest punt un dispositiu de comandament i protecció.

- Des del quadre general sortiran les línies que alimentaran directament els aparells receptors o bé les línies de distribució a les que es connectarà mitjançant caixes o a través de quadres secundaris de distribució, els circuits alimentadors.
- Els aparells receptors que consumeixen més de 16 A, s'alimentaran directament des del quadre general o des del quadres secundaris.
- Tant el quadre general de distribució com els quadres secundaris, s'instal·laran en llocs que no tinguin accés al públic i que estiguin separats dels locals on existeixi un perill acusat d'incendi o de pànic, per mitja d'elements a prova d'incendis i portes no propagadores del foc.
- En el quadre general de distribució o en els secundaris es disposarà de dispositius de comandament i protecció per a cadascuna de les línies de distribució i les d'alimentació directa a receptors. A prop de cadascun dels interruptors es col·locarà una placa indicadora del circuit al que pertanyen.

15.1.4 Canalitzacions

Les canalitzacions es realitzaran segons el que disposa les ITC-BT-19 i ITC-BT-20 i estaran constituïdes per:

- Conductors aïllats, de tensió assignada no inferior a 450/750V, col·locats sota tub o canals protectores, preferentment en casta des en especial a les zones accessibles al públic
- Conductors aïllats, de tensió assignada no inferior a 450/750V, amb coberta de protecció, col·locats en forats de la construcció totalment construïts en materials incombustibles de resistència al foc RF-120, com a mínim.
- Conductors rígids aïllats, de tensió assignada no inferior a 0,6/1 kV, armats, col·locats directament sobre les parets.

1. Muntatge encastat

- (a) El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies paral·leles a les verticals i horitzontals que limiten el local on es realitza la instal·lació.
- (b) Els tubs s'uniran entre sí mitjançant accessoris adequats que assegurin la continuïtat de la protecció que proporcionen als conductors.
- (c) Els radis mínims de curvatura en funció del diàmetre dels tubs seran :

Diàmetre [mm]	Radi [mm]
13	75
16	86
23	115

- (d) Haurà d'ésser possible la fàcil introducció i retirada de conductors en els tubs després de ser col·locats i fixats i els seus accessoris no autoritzant-se, de cap manera, encastar els tubs ajuntats als conductors ja introduïts.
- (e) En els trams rectes, es disposaran enregistraments separats, com a màxim, 15 m. El número de corbes de 90° situades entre dos enregistraments consecutius no ultrapassarà les 3. Els enregistraments podran ser destinats, així mateix, com a caixes de derivació o connexió.
- (f) Les connexions entre conductors o derivacions, es realitzaran a l'interior de caixes de derivació, utilitzant borns de connexió muntats individualment o en regletes. Les caixes es muntaran encastades i les seves tapes quedaran enrasades amb el parament.
- (g) Entre forjats i revestiments, no s'establiran tubs destinats a instal·lació elèctrica de les plantes inferiors. Per a la instal·lació corresponent a la pròpia planta, hauran d'instal·lar-se tubs blindats que quedaran coberts per una capa d'1 cm de formigó o morter a mes del revestiment (mosaic o terratzó)

2. Muntatge en forats de construcció

- (a) Els forats de construcció admissibles per a aquest tipus de canalitzacions podran estar col·locats en murs, parets, bigues, forjats o sastres, adoptant la forma de conductes continus o bé estaran compreses entre dues superfícies paral·leles com en el Gas de falsos sastres amb cambra d'aire.
- (b) La secció dels forats serà, com a mínim, igual a quatre vegades l'ocupada pels tubs i la seva dimensió més petita no serà inferior a dues vegades el diàmetre exterior del tub (major i mai pot ser inferior a 20 mm).
- (c) La canalització haurà de poder ésser reconeguda i conservada, disposant-se per a això els enregistraments necessaris. La distància de la subjecció dels tubs en un recorregut vertical lliure no serà superior a 3 m.

3. Condicions generals

- (a) Per a la col·locació de tubs de curvatura hauran de seguir-se les prescripcions de la instrucció ITC 019 capítol 2.
- (b) Les canalitzacions admetran, com a mínim, dos conductors actius d'igual secció, un d'ells identificació com a conductor neutre i eventualment un conductor de protecció, si és necessari
- (c) La connexió dels interruptors unipolars es realitzarà de forma que la interrupció s'efectuï sobre el conductor no identificat com a neutre.
- (d) No s'utilitzarà un mateix conductor neutre per a diversos circuits.
- (e) Tot conductor ha de poder seccionar-se en qualsevol punt de la instal·lació en que derivi, de forma que permeti la separació completa de cada circuit derivat de la resta de la instal·lació, utilitzant per a això un dispositiu apropiat, com seria un born de connexió.

- (f) L'instal·lador col·locarà sobre el quadre de distribució una placa metàl·lica impresa amb caràcters indelebles, en la que consti el seu nom o marca comercial i la data en la qual es realitza la instal·lació.

15.1.5 Estructura de suport dels mòduls fotovoltaics

Es tindrà especial atenció al muntatge de l'estructura de suport, especialment a generar possibles goters o infiltracions a la coberta.

És per això que es seguiran les instruccions del fabricant en tot moment. Addicionalment, s'haurà d'emetre un certificat conforme es garanteixi que no s'han produït goters ni alteracions en l'aïllament de la teulada, que puguin generar infiltracions o la pèrdua d'aïllament tèrmic de l'interior de l'edifici.

15.1.6 Obra defectuosa

Quan l'empresa constructora/instal·ladora identifiqui alguna cosa en particular que no s'ajusta al present projecte, ho comunicarà a l'empresa projectista. Aquesta, al seu torn hauran d'adoptar les mesures necessàries per satisfer la demanda del propietari, ja sigui mitjançant un acord econòmic o una substitució dels elements en qüestió, ampliant si es necessari el termini d'entrega de la instal·lació.

15.2 Entrega de la instal·lació

Un cop s'hagi acabat l'obra, es procedirà a la recepció provisional de l'obra, la qual no es farà de forma efectiva fins que la instal·lació passi una sèrie de proves tècniques de posta en marxa que indiquin el seu bon funcionament, així com el compliment dels aspectes de seguretat i salut necessaris per evitar accidents que posin en perill la integritat dels usuaris de la instal·lació.

Al final de l'obra, el projectista entregarà al propietari de la instal·lació un document/albarà en el que consti el subministrament de components, material i manuals d'ús i manteniment de la instal·lació.

Aquest document serà firmat per duplicat per ambdues parts, conservant-ne un cadascuna de les parts. Els manuals entregats a l'usuari seran en alguna de les llengües oficials de l'estat la seva elecció serà acordada entre les parts.

L'empresa instal·ladora i la projectista estan obligades, abans de retirar-se de la instal·lació, realitzar una neteja de les zones ocupades i una retirada de l'obra del material sobrant.

Abans d'entregar l'obra, el contractista haurà de realitzar un seguit de proves per tal de validar el correcte funcionament de la instal·lació. Les proves mínimes de realitzar, amb independència de l'indicat amb anterioritat en aquest plec de condicions, seran com a mínim les següents:

- Funcionament i posada en marxa de tots els sistemes. La instal·lació haurà de funcionar durant un mínim de 240 hores seguides sense interrupcions ni fallades.
- Proves d'arrencada i parada en diferents instants de funcionament.
- Proves dels elements i mesures de protecció, seguretat i alarma, així com la seva actuació, amb excepció de les proves referides a l'interruptor automàtic de la desconnexió.

Durant aquest període el contractista serà l'únic responsable de l'operació dels sistemes subministrats, si bé haurà d'ensinistrar al personal d'operació.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits enfront de defectes de fabricació, instal·lació o disseny per una garantia.

No obstant això, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació de les fallades de funcionament que es puguin produir si s'apreciés que el seu origen procedeix de defectes ocults de disseny, construcció, materials o muntatge, comprometent-se a esmenar-los sense cap càrrec. En qualsevol cas, haurà d'atenir-se al que s'estableix en la legislació vigent quant a vicis ocults.

15.3 Garanties

Les diferents garanties mínimes exigibles dels equips i instal·lacions són els següents:

- Instal·lació en general: 2 anys.
- Mòduls fotovoltaics:
 - Garantia de potència: 25 anys.
 - Garantia de rendiment al cap de 25 anys: 90 %
- Inversor: 10 anys.
- Garantia de filtracions a la teulada: 5 anys.

Signat a Puigcerdà el dia 3 de novembre de 2020

Xavier Duran Reus
Enginyer industrial col·legiat núm. 18791

Part V

Estudi de seguretat i salut

Estudi bàsic de seguretat i salut

16 Consideracions generals

Característiques de l'estudi bàsic de seguretat i salut:

- Obra: Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum de 75 kW al pavelló municipal d'Alp
- Data prevista inici obra: 19 d'octubre de 2020
- Nombre treballadors : 6
- Durada treballs: 20 dies
- Dades del promotor
 - Nom: Ajuntament Alp
 - Adreça : Av. Tossa d'Alp, 6
 - Població: Alp
 - CP: 17538
 - Comarca: la Cerdanya
 - NIF o CIF: P170600H
 - Telèfon: 972890017
- Tipus d'obra/instal·lació : Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum
- Designació de coordinadors en matèries de seguretat
 - Nombre projectistes: 1
 - Previsió nombre d'empreses/instal·ladores/constructores: 1
 - Fase elaboració projecte : NO
 - Necessitat de designar coordinador de seguretat .
 - Fase d'execució de l'obra : SI
- Applicant aquest estudi bàsic, el contractista elaborarà un pla de seguretat i salut, d'acord amb l'article 7 de RD 1627/1997

16.1 Riscos especials: treballs en altura

Els treballs en altura són aquells en que existeix un risc de caiguda a una alçada de més de dos metres.

Qualsevol accident, ja sigui un cop, un tall etc., que treballant a nivell de terra tindria una importància menor, pot ser un accident greu si s'està treballant en altura. Aquesta perillositat ve donada per la pèrdua de l'equilibri i la posterior caiguda si no s'adopten les mesures de seguretat necessàries.

És per això que els treballs en teulades, façanes, pals i línies aèries estaran considerats treballs en altura quan es superi els dos metres d'altura. Els riscos són comuns als tipus de treball anterior, però les mesures preventives són lleugerament diferents. És per això que les mesures preventives s'analitzen per separat.

16.1.1 Identificació de riscos

Els riscos específics són els ocasionats per les condicions concretes de treball en altura. Bàsicament estan relacionats amb la caiguda d'objectes i de persones a diferent nivell. Els principals riscos es detallen a continuació.

1. Caiguda de persones a diferent nivell.
2. Caiguda de persones al mateix nivell.
3. Caiguda d'objectes, ja sigui per desprendiment o manipulació.
4. Trepitjades sobre objectes.
5. Cops o talls
6. Sobre-esforços
7. Contactes elèctrics.
8. Exposició a temperatures ambientals extremes.

16.1.2 Mesures preventives en teulades

Normes generals

Es seguiran en tot moment les següents normes generals:

1. Els treballadors disposaran de la formació necessària per efectuar els treballs.
2. Les persones que s'estiguin medicant o tinguin alguna patologia no realitzaran treballs en altura.

3. Està especialment prohibit realitzar qualsevol treball en altura sota els efectes de l'alcohol o qualsevol altra droga.
4. Abans de sortir a qualsevol tipus de coberta s'analitzarà la seva resistència i conservació. Si amb un primer anàlisi no es tingués les suficients garanties, s'adoptaran les mesures necessàries per a realitzar els treballs amb seguretat.
5. No està permès l'accés a cobertes de fibrociment o equivalent, on existeixi risc de trencament.
6. Es tindrà especial consideració de les condicions meteorològiques, així com també l'existència d'humitat.
7. Els treballadors aniran amb tots els EPIs necessaris.
8. S'assegurarà, mitjançant línia de vida o equivalent, que qualsevol treballador estigui en tot moment subjectat de manera correcta a un element de protecció col·lectiva contra caigudes.

Enclavatges

Els enclavatges serveixen per instal·lar o equipar línies de vida o sistemes de seguretat vertical.

Per a enclavatges es podran utilitzar elements estructurals de la coberta (xemeneies resistents, casetes d'ascensors, etc.). En cas que no hi hagi cap element existent que es pugui utilitzar com a tal, s'haurà d'instal·lar-los amb material certificat i seguint en tot moment les normes de muntatge i d'ús. Es farà especial atenció en el tipus de material on es realitza l'enclavatge (formigó, paret de totxo massís, etc.).

Equips de protecció individual

És obligatòria la utilització de tots els equips de protecció individual (EPIs) exigibles per llei. Tots els EPIs portaran el marcatge CE, i tindran les revisions al dia. A més a més es revisaran abans de qualsevol ús per verificar que no hi ha talls, cops, deformacions o altres factors que puguin debilitar la seva resistència. En cas de caiguda, tots els EPIs seran revisats per una entitat homologada.

Caiguda d'objectes

S'utilitzaran cordes estàtiques i mosquetons per fixar els objectes necessaris (material, eines, etc.), de manera que no puguin ocasionar lesions per caiguda a nivells inferiors. Les eines aniran a una bossa porta-eines.

Tant les eines com el material no es llançaran mai i s'han de transportar sempre lligades a cordes de seguretat.

Senyalització

Es senyalitzarà les zones d'influència dels treballs a realitzar a nivell de terra. En casos en que sigui necessari, un treballador es quedarà a terra per tal d'assegurar que cap tercer no entra en aquestes zones d'influència.

16.2 Identificació de riscos previsibles

Disposicions mínimes generals aplicables a qualsevol obra inclosos els llocs de treball:

DESCRIPCIÓ I ANÀLISI DEL RISC	PREVISIÓ	MESURES PREVENTIVES	PROTECCIONS TÈCNIQUES
Estabilitat i solidesa Materials i equips Accesos de resistència dubtosa		Verificació estabilitat Equips i/o mitjans apropiats	
Instal·lacions de subministrament d'energia	Sí	Instal·lacions d'acord a normativa	
Vies i sortides d'emergència	Sí	Lliure d'obstacles, senyalitzats i suficientment il·luminades. Recorreguts de menys de 25m fins a la sortida segura	
Detecció i lluita contra incendis	Sí	Elements d'extinció fàcilment accessibles	Extintor mòbil de 6Kg a menys de 15m del lloc de treball
Ventilació	Sí	Segons OGSHT	
Exposició a risc particulars	No		
Temperatura	Sí	Segons OGSHT	
Il·luminació	Sí	Il·luminació mínima 100 lux	Lluminàries fixes o portàtils
Portes i portals Seguretat	Sí	Sistema que impedeixi la sortida de rails de portes corredores Sistema que impedeixi la baixada de les portes que obrin cal a dalt Senyalització . Les portes automàtiques disposaran de parada d'emergència i quedaran obertes en Gas de fallada d'energia.	
Vies de circulació i zones perilloses	Sí	Traçat marcat i segur	
Molls i rampes de càrrega	No		
Espais de treball	Sí	Segons OGSHT	

Primers auxilis	Sí	Cartell amb telèfon i nom servei urgències i evacuació	
Serveis higiènics	Sí	Segons OGSHT	
Locals de descans o d'allotjament	No		
Dones embarassades o mares lactants?	No		

16.3 Disposicions mínimes aplicables a obres a l'interior dels locals.

DESCRIPCIÓ I ANÀLISI DEL RISC	PREVISIÓ	MESURES PREVENTIVES	PROTECCIONS TÈCNIQUES
Estabilitat i solidesa Materials i equips Accessos de resistència dubtosa	Sí	Verificació estabilitat Equips i/o mitjans apropiats	
Portes d'emergència	Sí	Lliure d'obstacles, senyalitzats i suficientment il·luminades Recorreguts de menys de 25m fins a la sortida segura	
Ventilació	Sí	Segons OGSHT	
Temperatura	Sí	Segons OGSHT	
Sols, parets i sostre dels locals	Sí	Superfícies llises, sense forats o plans inclinats peril·losos, fixes estables i no relliscosos Murs nets Senyalitzar els murs transparents i fabricats amb materials segurs. En general compliran la OGSHT	
Finestres i vans d'il·luminació central	No		
Portes i portals	Sí	Sistema que impedeixi la sortida de rails de portes corredores .. Sistema que impedeixi la baixada de les portes que obrin cal a dalt Senyalització Les portes automàtiques disposaran de parada d'emergència quedaran obertes en cas de fallada d'energia.	

Vies de circulació	Sí	Traçat marcat i segur	
Escales mecàniques i cintes rodants	No		
Dimensions i volum d'aire en els locals	Sí	Segons OGSHT	
Projeccions de partícules	Sí	Segons RD 773/1997	Utilització ulleres de seguretat

16.4 Disposicions mínimes aplicables a obres a l'exterior dels locals

DESCRIPCIÓ I ANÀLISI DEL RISC	PREVISIÓ	MESURES PREVENTIVES	PROTECCIONS TÈCNIQUES
Estabilitat i solidesa Materials i equips Accesos de resistència dubtosa	Sí	Verificació estabilitat Equips i/o mitjans apropiats	
Caiguda d'objectes	Sí	Proteccions personals	Casc homologat
Caigudes d'altura	Sí	Proteccions caigudes a murs d'altura superior a 2 m	Baranes resistents de 90cm d'alçada amb vera de protecció i passamà entremig Cinturó de seguretat
Factors atmosfèrics Pluja i/o vent fort	Sí	Prohibició de treballar en cas de pluja o vent fort	Vestit impermeable
Bastides i escales	Sí	Proteccions caigudes a una altura superior a 2 m	EPIS de treballs en altura
Aparells elevadors	Sí	Proteccions caigudes a una altura superior a 2 m	EPIS corresponents i maquinària homologada
Vehicles i maquinaria	Sí	Revisió i inspecció segons norma. Conductors i la operadors especialitzats	
Instal·lacions, màquines i equipament			
Moviment de terres i excavacions Moviment de terres Caigudes. Cops a mans i peus	Sí	Talussos i apuntalaments	Cas homologat Guants de cuir

Instal·lacions de distribució d'energia	Sí	Segons normativa	
Estructures metàl·liques o de formigó, encofrats i peces prefabricades pesades Caigudes, cops, talls, punxades mans i peus.	Sí	Proteccions personals	Casc homologat Guants de cuir Botes de seguretat
Altres treballs específics			

16.5 Disposicions mínimes aplicables a treballs amb risc elèctric

REF	RISC	MESURES PREVENTIVES I DE PROTECCIÓ
1	Abans d'utilitzar un aparell o la instal·lació elèctrica asseguraris del seu perfecte estat.	*No utilitzi cables defectuosos, clavilles d'endolls trencats, ni aparells que la seva carcassa presenti desperfectes. *Utilitzi solament aparells perfectament connectats.
2	Per utilitzar un aparell o la instal·lació elèctrica, maniobri solament els òrgans de comandament previstos per aquest fi, pel constructor o instal·lador.	No alteri ni modifiqui la regulació dels dispositius de seguretat. *Per desconectar una clavilla d'endoll, tiri sempre d'ella, mai del cable d'alimentació. *Després d'acabar el treball, desconnecti els cables d'alimentació i els prolongadors.
3	No utilitzi aparells elèctrics, ni manipuli sobre instal·lacions elèctriques, quan accidentalment es trobin mullades o si es Vostè qui te les mans o els peus mullats.	*Eviti la utilització d'aparells o equips elèctrics. -En cas de pluja o en presència d'humitat. -Quan els cables o qualsevol altre material elèctric travessin basses.
4	En cas d'avaria o accident, talli el corrent com a primera mesura.	*Tallar la corrent mitjançant l'interruptor principal o mitjançant el disjuntor més pròxim. *Col·locar a l'interruptor desconnectat, un rètol d'avís que digui per exemple : Prohibit connectar. Perill *Per canviar els fusibles utilitzin altres del mateix tipus i intensitat nominal. *En el cas de que tornin a fondre's els fusibles, truqui a un electricista.

5	Tota anomalia que s'observi a les instal·lacions elèctriques s'ha de comunicar immediatament al servei elèctric.	*En cas d' avaria, apagada o qualsevol altre anomalia. No utilitzi i impedeixi que els altres ho facin, l' aparell avariats, fins després de la de la seva reparació. *No s'ha d'intentar reparar l'avaría elèctrica. Solament ho han de fer els electricistes professionals.
6	Els cables d' alimentació hauran de manejar-se amb precaució.	*S'ha d'evitar xafar-los amb vehicles o que descansin sobre arestes vives.
7	Per realitzar treballs de qualsevol naturalesa a les proximitats de línies elèctriques de distribució, aèries o subterrànies, s'hauran d'adoptar totes les precaucions necessàries per evitar qualsevol contacte amb els cables.	*S'ha de complir les instruccions de seguretat per: - La conducció de certs vehicles de transport a les proximitats de línies elèctriques aèries. - El funcionament d'un aparell elevador, a les proximitats de línies aèries. - Les instal·lacions en els teulats, a la vora d'on passa una línia elèctrica aèria. - L'execució de treballs sobre una façana o mur, que suporti una línia elèctrica aèria. - L'execució de treballs d'excavació, pròxima a una xarxa elèctrica soterrània.

Signat a Puigcerdà el dia 3 de novembre de 2020

Xavier Duran Reus
Enginyer industrial col·legiat núm. 18791