

Manteniment d'instal·lacions solars fotovoltaiques

Instal·lacions solars fotovoltaiques

Índex

Introducció	5
Objectius	6
1. Manteniment i reparació de les instal·lacions	7
1.1. Paràmetres de verificació bàsica de la instal·lació	7
1.1.1. Requisits mínims referits als panells fotovoltaïcs	8
1.1.2. Requisits bàsics referits a l'estructura de suport	9
1.1.3. Requisits bàsics referits a la posició dels panells	9
1.1.4. Requisits bàsics dels acumuladors o bateries	12
1.1.5. Requisits bàsics del regulador de càrrega	13
1.1.6. Requisits bàsics del convertidor o inversor	15
1.2. Manteniment preventiu de les instal·lacions fotovoltaïques	16
1.2.1. Operacions de manteniment realitzables per l'usuari	17
1.2.2. Operacions de manteniment preventiu qualificat	20
2. Prevenció de riscos laborals i protecció ambiental	25
2.1. Els equips de protecció personal necessaris	25
2.2. Tasques i pautes de treball a considerar en el muntatge de les estructures de suport i panells en la coberta	26
2.2.1. Treballs d'altura	27
2.2.2. Elevació d'elements en la coberta	28
2.3. Tasques i pautes de treball a considerar en fer les connexions elèctriques de les plaques solars	28
2.4. Tasques i pautes de treball a considerar en la manipulació de la bateria	29
2.5. Muntatge de reguladors, inversors i connexions elèctriques	31
2.5.1. Muntatge del quadre elèctric general de proteccions i d'interconnexió	32
2.6. Normes i mesures preventives típiques	32
2.6.1. Treballs en l'escomesa de companyia	33
2.6.2. Utilització de màquines eina	33
2.6.3. Normes i mesures de protecció general	34

Introducció

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.

Pel que fa al seu manteniment, únicament cal fer ressaltar el Codi tècnic de l'edificació, apartat HE 5, en què es disposa l'obligatorietat d'incorporar energia solar fotovoltaica en grans edificis (hotels, hospitals, centres comercials, etc.) de construcció nova a Espanya. En aquest document es fa esment dels paràmetres bàsics de manteniment de les instal·lacions fotovoltaïques subjectes a aquesta norma. Per a la resta d'instal·lacions fotovoltaïques, s'ha d'aplicar la norma general per a instal·lacions elèctriques o generadors d'electricitat.

En el nucli d'activitat "Manteniment d'instal·lacions fotovoltaïques" s'estableixen les pautes de referència bàsica per a la verificació i manteniment preventiu de les instal·lacions fotovoltaïques.

En el nucli d'activitat "Prevenció de riscos laborals i protecció ambiental" s'expliquen les mesures de prevenció que cal considerar en el muntatge d'una instal·lació fotovoltaica sobre una coberta.

Objectius

En acabar aquesta unitat formativa, heu de ser capaços del següent:

- 1)** Conèixer els criteris bàsics d'instal·lació i verificar una instal·lació fotovoltaïca.
- 2)** Dur a terme les tasques de manteniment preventiu en instal·lacions fotovoltaïques.
- 3)** Conèixer les mesures de protecció personal en la instal·lació d'equips fotovoltaïcs.
- 4)** Determinar les normes bàsiques de seguretat en les sales de bateries.

1. Manteniment i reparació de les instal·lacions

La fiabilitat d'una instal·lació solar fotovoltaïca depèn en gran manera de la qualitat dels equips, del dimensionament correcte del conjunt i d'una execució de la instal·lació adequada. En aquest sentit, cal recordar que una instal·lació fotovoltaïca és un conjunt d'elements que estan interrelacionats entre si, i que si hi hagués un únic component defectuós, mal dimensionat o mal instal·lat, aquest limitaria notablement la fiabilitat i el funcionament de tota la instal·lació.

Per aquest motiu, el manteniment d'una instal·lació començarà pel reconeixement i verificació del conjunt d'equips que la componen. Tots els equips de la instal·lació hauran de complir uns estàndards mínims de qualitat. En aquest sentit, cal verificar que els equips bàsics de la instal·lació disposin com a mínim dels certificats acreditatius de qualitat basats en aquestes normes de referència:

- Norma UNE-EN 61215 per als mòduls fotovoltaïcs de silici cristal·lí.
- Marcatge CE i certificat del TÜV Rheinland Group per als onduladors (inversors).
- Norma DIN 40736 (plaques tubulars) per a les bateries.
- Norma MV-106 per als cargols d'acer inoxidable.
- Normes MV-103 (càrregues extremes degudes a factors climatològics) i MV-102 (característiques mecàniques de l'acer i de composició química) per a l'estructura de suport.

1.1. Paràmetres de verificació bàsica de la instal·lació

Per verificar de manera bàsica les instal·lacions fotovoltaïques, utilitzarem com a referència els paràmetres estàndard per al muntatge d'instal·lacions fotovoltaïques descrits en el **Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas**, publicat per l'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE).

El coneixement dels criteris de muntatge de les instal·lacions permetrà establir el procediment per verificar la instal·lació, i fins i tot ens permetran detectar possibles anomalies de funcionament o diagnosticar avaries en els equips.

Hi ha un seguit de requisits bàsics exigibles en cada una de les següents parts principals de les instal·lacions fotovoltaïques:

- Els panells fotovoltaïcs.
- L'estructura de suport.

IDAE

L'IDAE (Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia) és un organisme governamental de caràcter estatal que s'encarrega de promoure l'estalvi energètic i la implantació de les energies renovables.

- La posició dels panells.
- Els acumuladors o bateries.
- El regulador de càrrega.
- El convertidor o inversor.

1.1.1. Requisits mínims referits als panells fotovoltaïcs

Com qualsevol generador elèctric, els panells fotovoltaïcs hauran de disposar d'una etiqueta identificativa de la marca, model i número de sèrie. També hauran de figurar les característiques elèctriques del panell (P_{pmp} , V_{pmp} , I_{pmp} , I_{cc} , V_{co} ...).

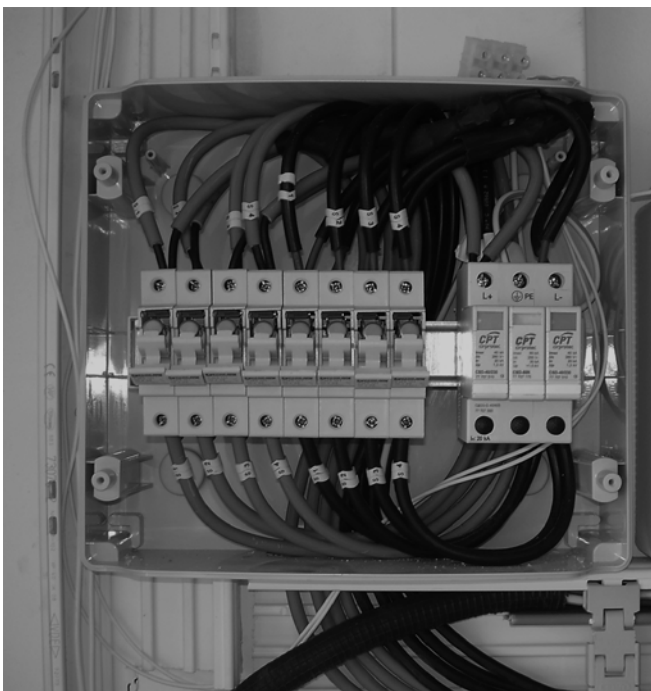
Per assegurar la vida útil dels panells muntats a la intempèrie durant un mínim de quinze anys, els marcs laterals han de ser d'alumini o acer inoxidable, la caixa de connexions ha de tenir un grau de protecció IP65 i ha de portar díodes de derivació per evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejos parcials.

Amb l'objectiu de garantir la durabilitat de la instal·lació, els panells fotovoltaïcs no han de presentar defectes de fabricació com ruptures o taques en cap dels seus elements, ni manca d'alineació de les cèl·lules, ni bombolles en l'encapsulament. I les cèl·lules del panell han de mostrar una clara uniformitat pel que fa a la forma, mides o color.

En general, per facilitar el manteniment i les reparacions en el camp fotovoltaïc, aquest disposarà dels elements necessaris per a la desconexió, de manera independent, en els dos terminals de cada ramal o línia de panells.



Tots els panells han de portar una etiqueta identificativa de les característiques elèctriques.



Caixa de connexió de camp fotovoltaïc amb seccionadors per a cada un dels terminals de cada ramal del camp fotovoltaïc

1.1.2. Requisits bàsics referits a l'estructura de suport

Les estructures de suport dels panells fotovoltaïcs han de ser capaces de resistir, com a mínim, vint-i-cinc anys d'exposició a la intempèrie sense corrosió o fatiga apreciables. En aquest sentit, per garantir la durabilitat de l'estructura de suport amb una certa fiabilitat, aquesta haurà de ser construïda preferentment d'alumini, acer inoxidable, acer galvanitzat amb una capa protectora mínima de 60 μm o fusta tractada.

La fixació dels panells fotovoltaïcs als suports només es pot fer mitjançant elements desmuntables (cargols, femelles, volanderes...), i aquests han de ser d'acer inoxidable amb volanderes sintètiques que evitin possibles deterioraments per defectes galvànics entre metalls.

Tot el conjunt (panells, estructura de suport i ancoratges) ha de ser capaç de suportar com a mínim vents de fins a 150 km/h. Per avaluar la resistència mecànica necessària dels ancoratges i fixacions o la massa de contrapès necessària, farem servir la taula 1, en què es mostren els valors de la força del vent sobre una superfície d'1 m^2 amb diversos angles d'inclinació i exposada a una velocitat del vent de 150 km/h, equivalent a una força de 1.294 N/m^2 .

Taula 1. Taula indicativa de la resistència mecànica que ha de suportar una estructura o un contrapès necessari per cada m^2 de panell disposat en diversos angles d'inclinació.

Inclinació dels panells	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
Força del vent (N/m^2)	151	230	324	425	533	647	759	868	970
Contrapès necessari (kg/m^2)	15	24	33	43	54	66	77	89	99

Per conèixer l'esforç mecànic màxim a què pot estar sotmesa una estructura a una velocitat de vent de 150 km/h, haurem de multiplicar la superfície dels panells pel valor indicat en la taula anterior, en funció de la inclinació que tinguin aquests.

Com a mesura de protecció elèctrica de caràcter obligatori, cal que totes les parts metàl·liques de l'estructura de suport i els panells fotovoltaïcs estiguin connectats a una presa de terra, que s'anomena tècnicament *terra de protecció*, ja que la seva funció és evitar que es transmetin tensions perilloses en aquelles parts de la instal·lació que entrin en tensió, de manera accidental, per algun defecte elèctric o fenomen d'origen atmosfèric (descàrregues elèctriques).



Detall de la connexió a terra dels marcs i estructures d'una instal·lació fotovoltaïca

Galvanització

La galvanització és un procés electroquímic que consisteix en recobrir un metall amb un altre per evitar l'oxidació del primer; generalment s'aplica una capa de zinc sobre l'acer.

1.1.3. Requisits bàsics referits a la posició dels panells

La posició dels panells ha de permetre l'aprofitament màxim de la radiació incident en tot l'arc de la trajectòria solar. Sota aquest criteri establím que l'orientació adequada dels panells és:

- A l'hemisferi nord l'orientació òptima és el sud.
- A l'hemisferi sud l'orientació òptima és el nord.

A Catalunya l'orientació òptima dels panells és el **sud**.

Mantenint el criteri inicial, la inclinació dels panells queda determinada per la posició que permeti la màxima radiació incident en l'època d'utilització predominant. Cal afegir que en les instal·lacions autònomes l'angle d'inclinació ha d'optimitzar la captació d'energia solar durant el mes pitjor, és a dir, el mes amb la relació pitjor entre els valors diaris de radiació solar i el consum, tots dos segons la mitjana mensual.

En referència als criteris descrits anteriorment, com a regla general podem determinar els factors que es mostren en la taula 2 per determinar la inclinació adequada dels panells.

Taula 2. Inclinacions del panells en funció de la tipologia d'instal·lació fotovoltaïca

Aplicació	Inclinació recomanada	Inclinació recomanada a Catalunya (latitud 40° nord)
Instal·lacions d'ús d'hivern	Latitud del lloc + 20°	60°
Instal·lacions d'ús continuat tot l'any sense grup electrogen de suport	Latitud del lloc + 15°	55°
Instal·lacions d'ús continuat tot l'any amb grup electrogen de suport	Latitud del lloc + 10°	50°
Instal·lacions d'ús principal a l'estiu	Latitud del lloc – 10°	30°
Instal·lacions d'ús estacional	Angle complementari a l'altura solar de l'època d'ús	–
Instal·lacions amb connexió a xarxa	Latitud del lloc – 10°	30°

Ombres

Per tal d'avaluar la incidència d'ombres, cal observar l'entorn pròxim comprès en la franja **est-oest**. En aquest arc no hi ha d'haver cap obstacle que pugui produir ombres sobre els panells solars durant un període mínim de **quatre hores de sol al voltant del migdia del solstici d'hivern**.

En aquest sentit, els panells s'hauran d'instal·lar a una distància mínima dels obstacles propers (alçada h), determinada per l'expressió:

$$d = \left(\frac{h}{\operatorname{tg} h \text{ solar}} \right) \cdot \cos a \text{ solar}$$

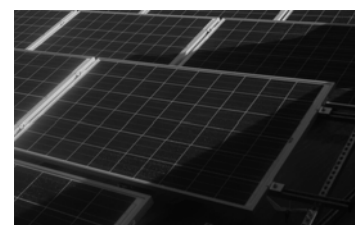
En què h = altura solar i a azimut.

Podem simplificar l'aplicació d'aquesta expressió amb el que s'anomena *factor K* fent:

El factor K a Catalunya és igual a 2,54.



Consulteu la trajectòria solar a Catalunya en els solsticis d'estiu i hivern en la figura 10 de la unitat "Muntatges d'instal·lacions solars fotovoltaïques".

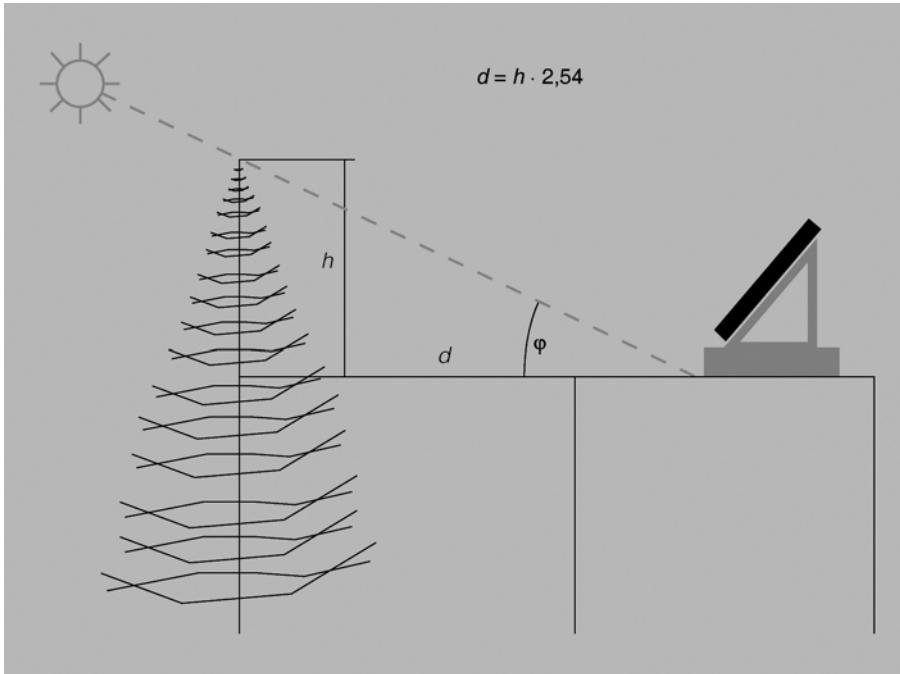


Panells afectats per l'ombrejament

2,54 és el factor K corresponent a una latitud de 41° amb una altura solar al desembre de 29° i un azimut de 19° 2 h abans i després del migdia solar.

De manera que establirem que la distància (d) de l'obstacle ha de ser igual o superior al resultat de multiplicar per 2,54 (a Catalunya) l'altura (h) de l'obstacle que ens sobrepassi, tal com s'indica en la figura 1.

Figura 1. Representació gràfica dels paràmetres de càlcul de la longitud de l'ombra projectada en un pla horitzontal a Catalunya



La separació entre fileres de panells ha de garantir que no es produeixin ombres sobre les fileres de panells durant el solstici d'hivern (hemisferi nord). Aquesta distància quedarà determinada per l'expressió següent, en el cas de panells en disposició horitzontal (sobre un pla).

$$d = \left(\frac{\text{alçada de l'estructura}}{\text{tg alçada solar}} \right) \cdot \cos \text{azimut solar}$$

En què l és la longitud del panell, φ és la seva inclinació respecte a l'horitzontal, H és l'altura solar i A l'azimut, tots dos mesurats en graus.

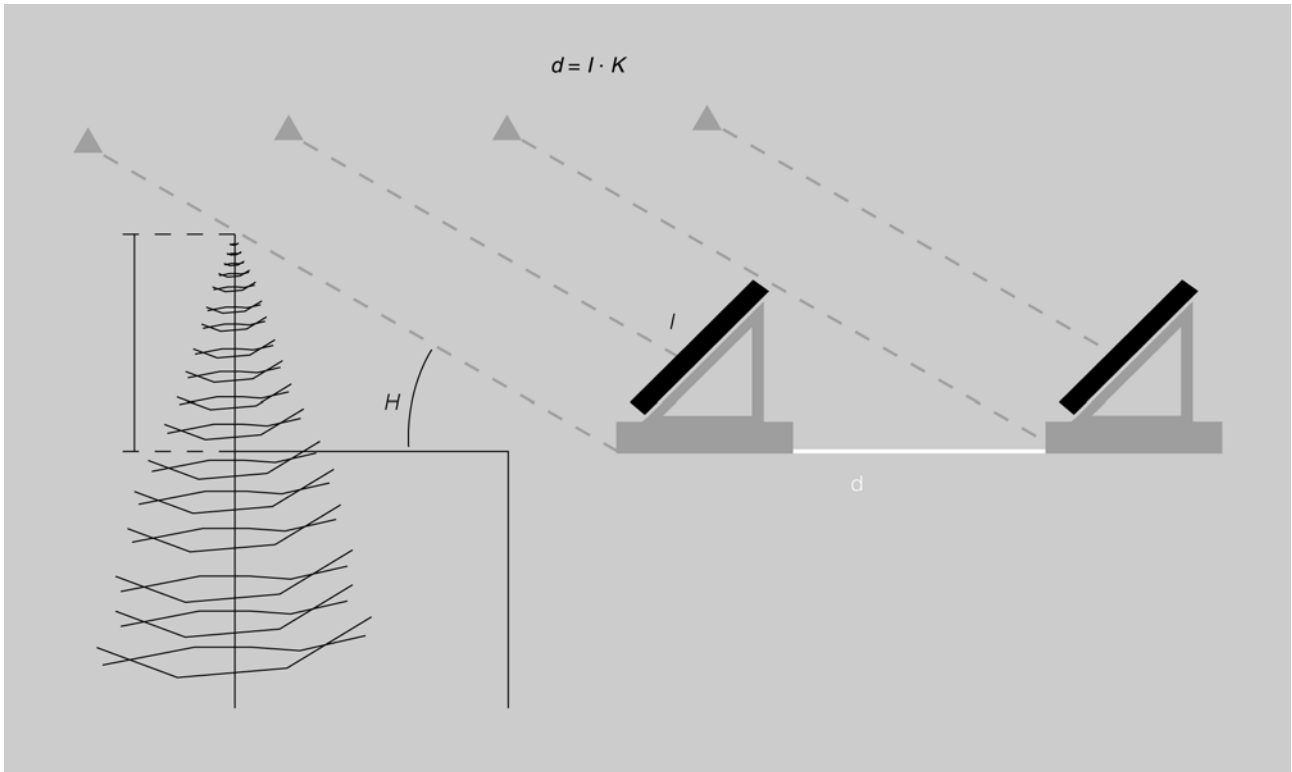
Com en el cas anterior, podem simplificar l'aplicació d'aquesta expressió amb el que s'anomena factor K , en funció de la inclinació φ dels panells adoptada, i que per a Catalunya (posició que fixa els valors de H i A) equival als valors que s'indiquen en la taula 3.

Taula 3. Factor pel qual s'ha de multiplicar la longitud del panell per determinar l'espai que ocuparà la base del panell més l'ombra projectada per aquest, en funció de la inclinació seleccionada.

Inclinació dels panells	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
Factor K	1,81	1,98	2,14	2,27	2,40	2,50	2,59	2,65	2,70

Així, quedarà reduïda l'operació per determinar la distància mínima entre les bases dels panells a la multiplicació simple de la longitud del panell (l) pel factor (K) corresponent, en funció de la inclinació dels panells utilitzada, com es pot veure en la figura 2.

Figura 2. Representació gràfica dels paràmetres de càlcul de la distànciadistància mínima entre les fileres de panells instal·lades en un pla horitzontal a Catalunya



1.1.4. Requisits bàsics dels acumuladors o bateries

La bateria és l'únic element de la instal·lació que té clarament definida la seva vida útil (cicles de càrrega i descàrrega), que està molt condicionada pel tipus d'utilització i les condicions de treball a què estarà sotmesa.

Les bateries més utilitzades en les instal·lacions fotovoltaïques són les del tipus plom-àcid, preferentment estacionàries (fixes) i de placa tubular. No són gaire recomanables les bateries d'arrencada d'automòbil, perquè tenen una durada reduïda quan són utilitzades en els cicles llargs de càrrega/descàrrega de les instal·lacions fotovoltaïques.

Per garantir la durabilitat de les bateries estacionàries, cal considerar, com a mínim, els paràmetres de referència següents en el dimensionament de la bateria:

- La profunditat màxima de descàrrega de la bateria serà del 80%, encara que aquest valor només s'assolirà esporàdicament durant la vida de la bateria.

- La capacitat nominal de la bateria en amperes-hora, Ah (C20), no serà superior a vint-i-cinc vegades la intensitat de curtcircuit del camp fotovoltaic.
- El volum màxim d'electròlit serà d'1,15 l per cada 100 Ah de capacitat de la bateria, amb una densitat en càrrega de 1,25 g/ml.

Per seguretat i conservació de la bateria, cal que la ubicació disposi d'un espai ventilat, d'accés restringit i protegit de la intempèrie i les temperatures extremes, com es pot veure en la figura 3. Tot i així, com a criteri general de seguretat elèctrica, s'han d'instal·lar elements de protecció per a curtcircuits (fusibles), de manera independent, en els dos terminals de connexió a la bateria, i alhora tots els contactes elèctrics estaran protegits i aïllats.



Bateria d'una instal·lació solar amb una ubicació inadequada

Figura 3. Sala amb bateries estanques de plom àcid



Com a norma general, totes les bateries han de tenir senyalitzada de manera permanent la polaritat dels terminals i han de disposar d'una etiqueta identificativa de la marca, el model i els paràmetres de caracterització elèctrica següents: tensió nominal (V) i capacitat nominal (Ah) en vint hores (C 20).

1.1.5. Requisits bàsics del regulador de càrrega

El regulador és un element vital per al bon funcionament de les instal·lacions fotovoltaïques autònomes. Per això ha d'estar protegit de manera automàtica contra polaritats inverses, sobretensions i sobrecàrregues produïdes accidentalment, per algun defecte elèctric o d'origen atmosfèric. Alhora, el regulador ha de disposar d'una caixa amb protecció mínima IP 32, ha d'estar dotat de seccionadors manuals de les línies de bateria, panells i consum, i també ha d'incorporar elements indicadors de funcionament i situacions d'alarma (indicador *on/off*, de bateria baixa, de sobrecàrrega i alarmes).

Com la resta d'equips d'una instal·lació elèctrica, el regulador s'ha de situar seguint les normes elèctriques bàsiques amb una connexió elèctrica que respecti el traçat i la protecció preceptives. En cap cas no es descuidarà la presència i el format de la instal·lació, tal com es pot observar en la figura 4, en què el funcionament de la instal·lació pot ser correcte però el muntatge incompleix clarament els criteris bàsics pel que fa al traçat i el format de les conduccions elèctriques.

Com a paràmetres significatius per al dimensionament del regulador, hem de tenir en compte que aquest equip ha de suportar valors de tensió i intensitat d'un 25% superiors a la tensió de circuit obert i a la intensitat de curtcircuit del camp fotovoltaic. Pel que fa al rendiment elèctric, el regulador ha de presentar un rendiment en operació de com a mínim el 97% i ha de provocar una caiguda de tensió inferior al 2%.

Figura 4. Instal·lació precària d'un convertidor i l'equip regulador de carregacàrrega



El regulador, com a equip de control dels processos de càrrega/descàrrega de les bateries, les protegeix de sobrecàrregues i sobredescàrregues. Per a això ha de disposar com a mínim de les funcions i valors de regulació següents:

- **Desconnexió per final de càrrega de la bateria:** els llindars superior i inferior de la sobrecàrrega controlada han de ser, respectivament, de 2,4 i de 2,25 voltsV per vas.
- **Càrrega d'equilibrament:** les sobrecàrregues controlades s'han d'efectuar a un voltatge constant de 2,5 V per vas. Les sobrecàrregues s'han

de fer després de cada descàrrega profunda o a intervals de catorze dies. La sobrecàrrega ha de durar entre 1 i 5 hores.

- **Desconnexió de consums per bateria baixa:** el voltatge límit de descàrrega de la bateria queda fixat en 0,08 V per vas.
- **Reconnexió de consums:** el regulador de càrrega hauria de permetre la reconnexió dels consums amb un voltatge igual o superior a 1,5 V per vas.

La precisió respecte als valors de tensió fixats en el regulador serà d'un 1% i s'hi aplicarà una correcció per efecte de la temperatura de -4 a -5 mV/°C per vas, si considerem 25 °C com a temperatura de referència de la bateria.

Les funcions esmentades es poden incorporar en altres equips, sempre que assegurin una protecció equivalent a l'exigida en el regulador.

Com la resta d'elements de les instal·lacions fotovoltaïques, el regulador de càrrega ha d'estar etiquetat almenys amb la marca, el model i les característiques elèctriques del regulador (tensió nominal i intensitat nominal, i també els valors màxims d'aquests dos paràmetres).

1.1.6. Requisits bàsics del convertidor o inversor

Els convertidors utilitzats en les instal·lacions fotovoltaïques són equips monofàsics o trifàsics que funcionen com a font de tensió fixa (valor eficaç de la tensió i freqüència de sortida fixos) amb un tipus d'ona sinusoidal pura.

Aquests equips són capaços d'alliberar la potència nominal de manera continuada i, en el cas dels convertidors utilitzats en les instal·lacions solars fotovoltaïques autònomes, han d'atendre la demanda de potència de totes les càrregues especificades en la instal·lació, especialment aquelles que requereixen elevats corrents d'arrencada.

Com en el cas dels reguladors de càrrega, el convertidor no se situarà en cap cas com es mostra en la figura 5, just damunt de la bateria, i ha d'estar protegit automàticament de sobretensions i sobrecàrregues produïdes de manera accidental, per algun defecte elèctric o d'origen atmosfèric. Alhora, ha de disposar d'una caixa amb protecció mínima IP 52 i ha d'estar dotat de seccionadors manuals de les línies de bateria o panells i consums o xarxa elèctrica. També ha d'incorporar elements indicadors de funcionament i situacions d'alarma (indicador *on/off*; de bateria baixa, de sobrecàrrega i alarmes...).

Com a paràmetres significatius per al dimensionament del convertidor, com a criteri general li donarem una potència d'un 25% per sota dels paràmetres requerits en principi per a la instal·lació. Pel que fa al rendiment

elèctric, ha d'estar per sobre del 75% en tot el rang de potències subministrables. Complementàriament, és recomanable que el convertidor incorpori un sistema de *stand by* per reduir les pèrdues de funcionament en mode d'espera.

Com a característica específica dels convertidors de connexió a xarxa, esmentarem els requisits específics de protecció elèctrica, com la incorporació d'un transformador d'aïllament o algun altre sistema de separació galvànica entre la xarxa i la instal·lació fotovoltaïca, amb una rigidesa dielèctrica de com a mínim 2.500 V. També és necessari un sistema de desconnexió de la xarxa quan hi hagi fallades de tensió, de freqüència o de fase, i que incorpori un retard de tres minuts a la reconexió.

Els límits de protecció han de ser:

Tensió: $U < 0,85 U$ nominal
 $U > 1,1 U$ nominal

Freqüència: 51 i 49 Hz

Com en tots els altres elements de les instal·lacions fotovoltaïques, el convertidor ha d'estar etiquetat almenys amb la marca, el model i les característiques elèctriques del convertidor.

Figura 5. Instal·lació inadequada del regulador i l'inversor en una instal·lació fotovoltaïca autònoma



En la zona en que són ubicats, el regulador i l'inversor sofriran una degradació prematura deguda als vapors que es produiran en la gasificació de la bateria.

1.2. Manteniment preventiu de les instal·lacions fotovoltaïques

Les instal·lacions fotovoltaïques, en general, són senzilles de mantenir. Però requereixen un manteniment preventiu bàsic per garantir el rendiment i la durabilitat de la instal·lació.

En funció de la tipologia d'instal·lació, potència i equips utilitzats s'establirà un programa de manteniment preventiu de la instal·lació, en el qual podrà col·laborar de manera activa l'usuari mateix. Però en tot cas, el programa de manteniment preventiu requerirà la visita d'un tècnic qualificat com a mínim un cop a l'any.

1.2.1. Operacions de manteniment realitzables per l'usuari

El manteniment preventiu de les instal·lacions solars fotovoltaïques comporta tot un seguit de tasques senzilles i rutinàries. En el cas de ser assumides per l'usuari es podran fer amb més assiduitat, fet que millorarà el rendiment i la fiabilitat de la instal·lació.

Les tasques de manteniment preventiu realitzables per l'usuari es limiten a operacions de verificació dels paràmetres bàsics de funcionament de la instal·lació i operacions de manteniment superficial de l'equipament. Les tasques bàsiques de manteniment preventiu realitzables per l'usuari són les següents:

- Treballs en els panells fotovoltaïcs.
- Treballs en les bateries.
- Treballs de verificació dels equips de control i inversors.

Treballs en els panells fotovoltaïcs

Per aprofitar al màxim un sistema solar, s'ha de garantir un bon nivell de radiació incident sobre els panells. En aquest sentit, podem establir que el manteniment preventiu en la zona de panells a càrrec de l'usuari consisteix en el següent:

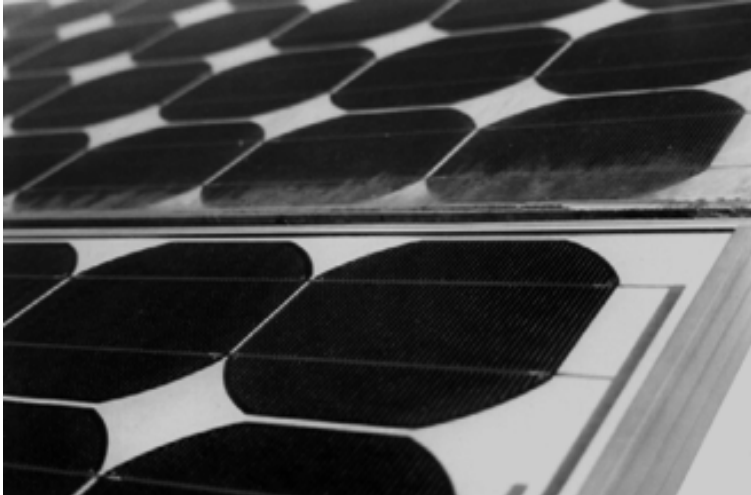
- **Neteja dels panells:** aquesta operació cal efectuar-la especialment després d'un període llarg sense pluges o bé després d'una pluja de fang (vegeu la figura 6). Únicament caldrà netejar les cares exposades al sol amb un drap sec. En general, per a la neteja de les plaques no s'han d'utilitzar productes 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. En el cas del glaç enganxat, s'ha de netejar amb una fusta o bé amb aigua tèbia.



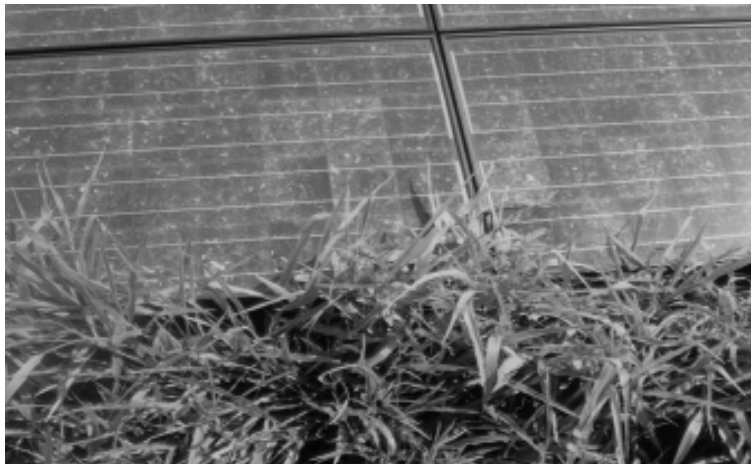
Il·lustració representativa d'un usuari amb una instal·lació fotovoltaïca connectada a la xarxa

Figura 6. Brutícia que produeix la producció energètica dels panells



- **Eliminació d'ombres esporàdiques:** cal tenir una cura especial en les ubicacions de panells sobre terra o en ubicacions properes a zones arbrades. En aquestes ubicacions cal fer un seguiment intensiu del creixement de la vegetació propera i eliminar els elements que puguin projectar ombres sobre el camp fotovoltaic (figura 7).

Figura 7. Panells afectats per la incidència de l'ombra de les herbes que creixen



- **Revisió visual dels elements de subjecció dels panells (estructures i ancoratges):** durant el primer any cal recollir 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. En el cas d'estructures de ferro pintat cal fer el manteniment de la pintura.

Treballs en les bateries (exclusiu d'instal·lacions autònomes)

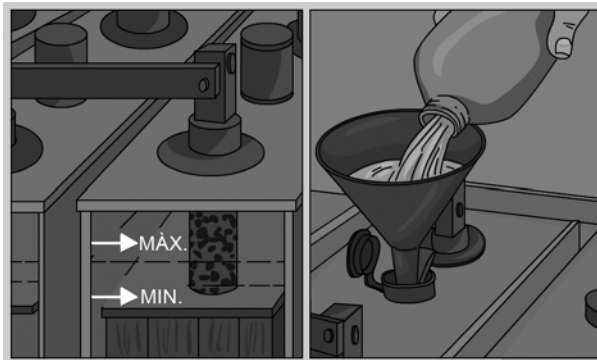
La bateria és l'element més sensible d'una instal·lació i cal tenir-ne una cura especial, amb un seguiment continuat. En aquest cas cal esmentar que la manipulació o manteniment de la bateria comporta tot un seguit de perills per a la persona, i en cas que l'usuari participi del manteniment, ha

de ser coneixedor dels perills i ha d'adoptar les mesures de seguretat preventives. A més, en la zona d'ubicació de la bateria hi ha d'haver cartells informatius sobre les mesures preventives necessàries per a la manipulació de bateries, i alhora cal disposar dels estris de seguretat necessaris i d'una farmaciola d'emergència.

Com a operacions de manteniment preventiu realitzables per l'usuari en la bateria, esmentarem:

- **Mantenir el nivell de l'electròlit de les bateries:** cal verificar periòdicament (un cop al mes) que el nivell de l'electròlit estigui entre les marques de nivell màxim i mínim. En el cas que el nivell d'electròlit baixés per sota del mínim caldria afegir-hi aigua destil·lada (únicament aigua destil·lada) amb un embut de plàstic (mai metàl·lic), tot procurant no mullar ni els borns ni les plaquetes de connexió (figura 8). En cas que sigui necessari reomplir sovint el nivell d'electròlit, això indicaria una avaria del sistema que tindria com a conseqüència un excés de gasificació aen la bateria. Aquesta situació requeriria una intervenció per part del tècnic.

Figura 8. Imatge de marques de nivell d'electròlit i emplenament amb aigua destil·lada



- **Revisió dels borns de la bateria.** Per reduir les pèrdues elèctriques de la bateria, cal mantenir-ne els borns i les connexions nets de restes d'òxids i de sals que acostumen a formar-se en els processos de gasificació. La neteja d'aquestes restes s'ha de fer amb estris sintètics (com ara plàstics, mai metàl·lics) i, un cop finalitzada la neteja de les connexions, cal protegir-les amb vaselina neutra i collar-les fermament.

Treballs de verificació dels equips de control i inversors

Aquesta serà una tasca de supervisió general del funcionament de la instal·lació. En aquest cas, l'usuari ha de conèixer el funcionament dels equips instal·lats i, per tant, ha de poder entendre la informació bàsica que es presenta en les pantalles d'aquests equips.

Com a paràmetres significatius a verificar esmentem els següents:

- **En instal·lacions autònomes**, cal examinar periòdicament en el regulador o altres aparells de monitoratge la tensió (V) de les bateries (s'ha d'observar de nit) i llegir el corrent de càrrega (A) del camp fotovoltaic (s'ha d'observar de dia). Aquestes dades han de coincidir amb els valors preestablerts per a la instal·lació; en cas contrari pot ser un símptoma d'un possible mal funcionament.
- **En instal·lacions connectades a la xarxa**, 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 fotovoltaica en un període concret (figura 9). Com en el cas de les instal·lacions autònomes, aquestes dades han de coincidir amb els valors preestablerts per a la instal·lació; en cas contrari pot ser un símptoma d'un possible mal funcionament.

Figura 9. Panell informatiu d'un convertidor de connexió a la xarxa



1.2.2. Operacions de manteniment preventiu qualificat

Complementàriament a les tasques descrites anteriorment, en les instal·lacions fotovoltaïques cal que com a mínim una vegada l'any un tècnic verifiqui i controli la instal·lació fent una anàlisi completa dels elements principals de la instal·lació.

Aquesta actuació es du a terme en hores de radiació solar i consta com a mínim de les tasques següents:

- Treballs en panells fotovoltaïcs.
- Treballs en les bateries (exclusiu d'instal·lacions autònomes).
- Treballs de verificació dels equips de control i inversors.

Treballs en els panells fotovoltaïcs

Les tasques més significatives que és necessari fer en les operacions de manteniment preventiu dels panells fotovoltaïcs 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 fotovoltaïc.** 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.
- En el cas que els ramals de plaques disposin de fusible, se n'ha de comprovar l'estat.

Treballs en les bateries (exclusiu d'instal·lacions autònomes)

La bateria, en les instal·lacions autònomes, és l'element més sensible de la instal·lació i necessita un seguiment acurat que en garanteixi la durabilitat. En aquest cas com mínim caldrà fer les operacions de manteniment següents:

Verificarem l'estat de la bateria mesurant:

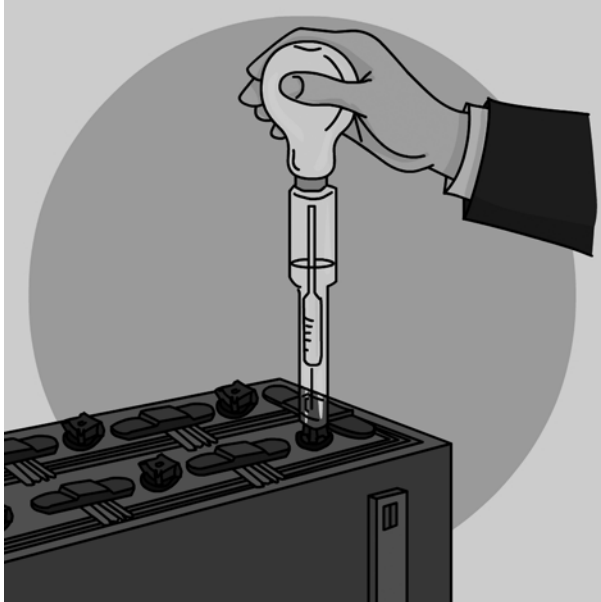
- **La tensió de la bateria i de cada un dels vasos.** Sempre s'ha de mesurar la tensió:
 - a) Amb les plaques desconnectades.
 - b) Amb un consum connectat a la bateria per tal que el valor sigui indicatiu.
- **La densitat de l'electròlit de cada un dels vasos.** Per a això s'utilitza un densímetre format per una *pera* de goma o cautxú que ens permet sucionar l'electròlit de la bateria i omplir un tub transparent, on sura un flotador que ens indica el valor de la densitat segons el nivell al qual arriba el líquid en una escala graduada (figura 10). Això ens indicarà l'estat en tant per cent de càrrega en funció dels valors que es mostren en la taula 4.

Taula 4. Relació entre el valor llegit en l'escala del densímetre i el percentatge de càrrega de la bateria al qual correspon.

Densitat	1,24	1,23	1,22	1,21	1,2	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11
Percentatge de càrrega	100	94	88	82	75	69	62	56	50	45	39	33	28	24

En cas que hi hagi diferències significatives entre les densitats o tensions dels vasos d'una mateixa bateria, cal considerar que aquesta presenta alguna anomalia o avaria.

Figura 10. Mesura de la densitat de l'electròlit en una bateria monobloc



- **Verificació visual de corrosió en les plaques de la bateria i nivell de sediments en la base dels vasos.** Aquests senyals (figura 11) són indicatius del procés d'envelliment de la bateria.
- **Cal verificar el cablatge, les connexions, les platines i els terminals de la bateria** perquè habitualment hi circulen grans intensitats i un fals contacte representaria una resistència en sèrie que provocaria caigudes de tensió proporcionals a la intensitat que circuli pel circuit, segons estableix la llei d'Ohm.

Figura 11. Bateria amb els terminals oxidats



La oxidació dels terminals de bateria és una de les incidències més habituals en les instal·lacions amb una regulació de càrrega defectuosa.

Treballs de verificació dels 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.

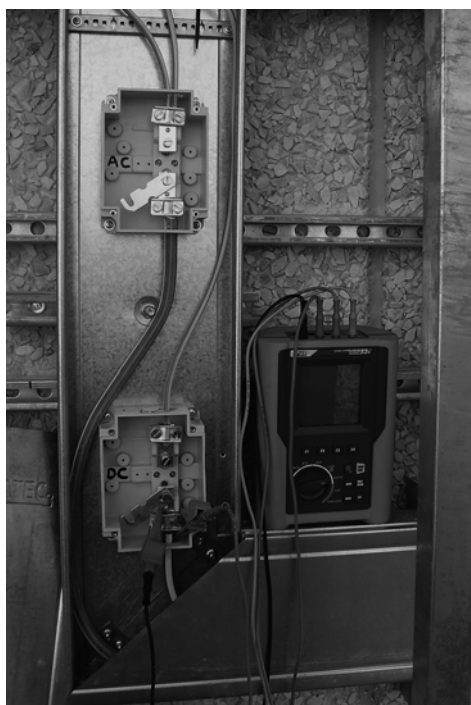
Cal comprovar l'estat dels contactes i cablatge de cada caixa de connexions. Per assegurar-ne el funcionament correcte verificarem de manera individualitzada les connexions elèctriques de cada equip.

Per garantir la fiabilitat de la instal·lació en operació cal verificar el funcionament correcte dels indicadors i alarmes, tant del convertidor com del regulador.

Amb l'objectiu d'assegurar els paràmetres de control de càrrega de la bateria cal comprovar el funcionament del regulador i verificar la fiabilitat dels valors de lectura de la tensió en el regulador, i també els paràmetres de programació d'aquest.

El rendiment del convertidor és un dels paràmetres més rellevants a l'hora d'establir la producció energètica de les instal·lacions connectades a la xarxa. Per això cal verificar-ne 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. El mateix paràmetre serveix per verificar els convertidors en instal·lacions autònomes.

Figura 12. Mesura de la resistivitat del terra d'una instal·lació fotovoltaïca



Com en tota instal·lació elèctrica, la seguretat és un dels paràmetres més significatius que s'han de garantir. Per això cal comprovar tots els elements de seguretat i proteccions elèctriques: preses de terra, actuació d'interruptors de seguretat, fusibles, etc. (figura 12). En les instal·lacions de connexió a la xarxa té un interès especial la verificació del comptador elèctric, ja que en depèn directament la facturació d'electricitat.

Tota operació de manteniment preventiu ha de finalitzar amb un informe tècnic de la visita en el qual s'indiqui l'estat de la instal·lació i les anomalies detectades.

2. Previsió de riscos laborals i protecció ambiental

En el procés de muntatge de les instal·lacions fotovoltaïques, com en qualsevol altra activitat industrial, es requereix el compliment d'unes normes bàsiques per a la prevenció de riscos i seguretat en el treball, que alhora garanteixen la seguretat de l'instal·lador i de l'usuari de la instal·lació, i la protecció del medi ambient.

Per tal d'avaluar les mesures de prevenció necessàries començarem definint els processos bàsics que intervenen en l'execució d'una instal·lació fotovoltaïca. En la taula 5 s'enumeren les fases de muntatge d'una instal·lació fotovoltaïca; considerem que, en aquest cas, els panells es muntaran sobre la coberta d'un edifici.

Taula 5. Descripció de les tasques més significatives en el muntatge d'una instal·lació fotovoltaïca

Tasca	Descripció de la tasca
Muntatge de les estructures de les plaques	Cal pujar les estructures a la coberta per muntar-les i fixar les estructures muntades tenint cura de mantenir sempre una impermeabilització perfecta de la coberta.
Muntatge de les plaques solars en l'estructura	Cal pujar les plaques solars a la coberta i fixar-les en les seves estructures de suport. Amb això s'acaba la part de mecànica de la instal·lació.
Instal·lació elèctrica de les plaques solars	Cal muntar les canalitzacions i els tubs de protecció del cablatge i posteriorment passar els cables i connectar elèctricament les plaques solars seguint l'esquema del circuit. Les connexions de cada grup de plaques (subcamps) s'han de connectar en caixes estanques sobre la línia elèctrica del camp solar, i aquesta ha de conduir protegida fins al recinte que conté els equips de protecció, control, conversió, acumulació (si és una instal·lació autònoma) i mesura (comptadors).
Muntatge dels equips de control i mesura	Muntatge dels equips, inversor(s), regulador (si n'hi ha) a la paret o en l'armari corresponent. Per a la instal·lació de les canalitzacions i el cablatge, en el cas d'una instal·lació autònoma deixarem, hem de deixar els cables a punt de connectar a les bateries.
Muntatge de bateries	Cal emplaçar les bateries en el seu lloc definitiu, amb el muntatge de les canalitzacions i els tubs de protecció necessaris. Tot seguit caldrà connectar els vasos de les bateries i el quadre amb els elements de protecció.
Muntatge del quadre general	Cal connectar la línia de generació elèctrica al quadre general de protecció (CGP) de la companyia elèctrica, segons els plànols de la instal·lació.

2.1. Els equips de protecció personal necessaris

D'acord amb les tasques a desenvolupar en les instal·lacions fotovoltaïques i per tal de garantir la protecció personal de l'instal·lador correcta, aquest ha d'anar proveït com a mínim dels equips de protecció personal següents:

- Casc de polietilè.
- Ulleres transparents.

- Guants (aïllants, en aquest cas).
- Comprovadors de tensió.
- Roba adequada de feina.
- Cinturó de seguretat o faixa elàstica de cintura.
- Davantal de goma o plàstic, impermeable (només per treballar amb bateries).
- Botes de seguretat (aïllants, en el nostre cas).

2.2. Tasques i pautes de treball a considerar en el muntatge de les estructures de suport i panells en la coberta

En el muntatge de les estructures i panells solars en la coberta es desenvoluparan tasques bàsicament de serralleria i muntatge mecànic de les estructures, peli per això cal evitar sobreesforços, especialment en postures incorrectes quan s'aixequen pesos.

Per altra banda, en la manipulació de les eines i materials serà necessari preveure el risc de talls, cops i la projecció de partícules durant les feines de tall.

Com a mesures preventives en el muntatge de les estructures i ancoratge dels panells, és necessari tenir compte:

- Per al procés de tall dels perfils metàl·lics, procurarem preparar l'espai d'ocupació per a aquesta feina tot evitant l'acumulació d'objectes o volums que entorpeixin la tasca, a l'efecte d'evitar caigudes del personal per entrebancs.
- Cal fer servir el casc de protecció per evitar cops durant el maneig i fixació dels perfils.
- És necessària la utilització de guants de cuir per evitar els talls en mans o extremitats provocats per les rebaves dels perfils.
- Els operaris que facin les tasques de tall del material han d'utilitzar ulleres especials de protecció ocular.
- Les màquines de tall utilitzades per a aquesta feina han de disposar de les proteccions elèctriques adequades per evitar contactes elèctrics directes o indirectes.
- La línia d'alimentació provisional de l'obra ha de disposar dels relés de protecció diferencial a fi que, davant d'un mal contacte home-màquina fortuït, es desconnecti de la font d'alimentació elèctrica.
- La manipulació dels perfils metàl·lics l'han de fer entre dos operaris quan el seu volum o pes ho requereixi, per evitar així sobreesforços físics per postures incorrectes, especialment en aixecar pesos.



Operari amb l'equipament bàsic de protecció personal

- Cal evitar que durant les feines de tall dels perfils circuli personal aliè a l'obra per la zona.
- Les peces tallades s'han d'apilar ordenadament en un lloc adequat, fora del trànsit habitual del personal, a fi d'evitar cops accidentals.
- La fixació de les plaques als seus suports, si és possible, l'han de fer entre dos operaris.

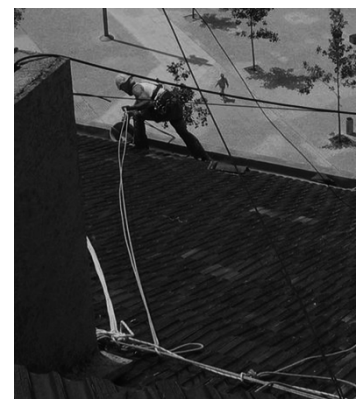
2.2.1. Treballs d'altura

Per a la instal·lació d'estructures i panells en una coberta, i encara més en una teulada inclinada, cal fer especial atenció a les mesures de protecció aplicables als treballs d'altura.

Aquí els riscos principals són les possibles caigudes de les persones o objectes, com eines o materials. També hi ha riscos per a tercers en cas de presència de personal aliè aen la instal·lació en la zona d'execució dels treballs, com per exemple vianants en les zones urbanes.

Com a mesures preventives en els treballs d'altura és necessari tenir en compte el següent:

- Cal fer l'ascens i descens de la coberta per l'accés habilitat per a això, dotat d'escala metàl·lica amb baranes, fins al nivell del terreny.
- En la coberta s'ha d'anar proveït de cinturó de seguretat fixat a una línia d'ancoratge segura.
- Les tasques en coberta només s'han de fer amb màquines eina portàtils.
- Els cables d'alimentació s'han de fer passar per espais adequats i protegits i, en cas necessari, cal fixar-los a la paret per evitar molèsties o perills per enrotllaments o ensopegades.
- El muntatge de les peces en coberta s'ha de fer amb atenció i cura per evitar cops, talls, etc.
- En les zones de la coberta on hi hagi lluernes, s'han de col·locar plataformes de fusta portàtils per evitar que cedeixin al pas dels treballadors i evitar caigudes.
- En la part interior de la coberta (patis interiors) s'ha de col·locar una xarxa de protecció anticaigudes.



Operari amb la cordada de seguretat preceptiva per a treballs de coberta



Operaris treballen en una coberta sense cap tipus d'element de protecció.

- Cada placa solar s'ha de fixar al seu suport de manera definitiva i una rere l'altra, amb els elements de subjecció adequats. La fixació provisional de les plaques solars queda prohibida, per evitar que es desprenquin i caiguin i provoquin danys personals i materials.

2.2.2. Elevació d'elements en la coberta

Una altra de les tasques específiques dels treballs en coberta serà l'elevació d'elements a la coberta. Per a aquesta operació es requereix la utilització d'equips d'elevació adequats, i es pot considerar com una operació de risc moderat sempre que els equips d'elevació estiguin en bon estat.

Tot i això, per tal d'evitar possibles riscos en aquesta operació cal preveure les mesures següents:

- No s'han de guiar els elements en suspensió amb les mans; les guies s'han d'enganxar abans d'hissar-los.
- En cap cas no es pot romandre o transitar sota peces suspeses.
- Quan una peça arribi girant al seu punt de col·locació, s'ha d'immobilitzar emprant únicament la guia, mai amb les mans o el cos.
- En teulades més inclinades, una vegada la peça estigui presentada en destinació, s'ha de collar al seu suport sense despenjar-la de l'equip d'elevació. Un cop ja estigui fixada, s'ha de desprendre del balancí.

En el cas de cobertes planes o amb poca inclinació, els elements s'han de col·locar de manera ordenada per afavorir el pas durant el muntatge.

2.3. Tasques i pautes de treball a considerar en fer les connexions elèctriques de les plaques solars

En aquesta fase del muntatge s'ha de treballar amb tensió elèctrica, en corrent continu. Tot i així, no s'ha d'oblidar el llinard de tensió perillosa i cal extremar les mesures de seguretat en el cas de treballar amb tensions de corrent continu superiors als 75 V.

El principal risc en aquesta fase de treball és el risc d'electrocució o cremades per manca d'aïllament. Per això cal utilitzar eines específiques per a instal·lacions elèctriques, que han d'estar aïllades, i també serà necessari treballar amb guants de goma o de PVC per connectar els conductors elèctrics terminals als borns corresponents.

Com a criteri general de seguretat en la connexió de les plaques, quan la tensió de treball sigui superior a 75 V s'han d'aplicar les mesures següents:

- Durant l'execució de les connexions elèctriques de les plaques solars cal evitar que els conductors elèctrics toquin parts metàl·liques o el cos i les mans. Per això s'han d'aïllar els terminals nus de conductor amb material adequat per a aquesta finalitat.
- Hem de tapar amb cartró o làmina plàstica fosca les plaques solars que estiguem connectant en aquell moment, per evitar la generació de tensions perilloses. Lògicament, això és especialment important en les hores centrals dels dies més lluminosos.
- Cada línia de plaques solars es deixa completament connectada fins als borns de la caixa de connexió del camp solar. El dispositiu fusible ha de romandre en estat obert.
- El cablatge de tot el camp solar fins a l'espai tècnic es realitza amb les mateixes prescripcions anteriors, passant pels conductes i canals protectors.
- Des de la caixa de connexions de camp cal estendre el corresponent conductor elèctric directament fins al quadre d'entrada als inversors. Cada línia muntada així estarà totalment protegida d'eventuals contactes elèctrics.

2.4. Tasques i pautes de treball a considerar en la manipulació de la bateria

La bateria és l'element més perillós de les instal·lacions solars fotovoltaïques autònomes, tant durant el seu muntatge com en la utilització posterior. Per això en aquest apartat hem afegit els requisits de seguretat mínims que ha de complir una sala de bateries.

Destacarem per començar que la bateria acostuma a ser un element pesat i de manipulació i transport difícils. És per això que s'ha de tenir especial cura amb les posicions incorrectes durant el transport i col·locació en el seu emplaçament, pel que fa als sobreesforços amb postures incorrectes.

Per la naturalesa de la bateria, és fàcil que es produeixin contactes elèctrics directes i indirectes, o cremades per vessament d'àcid o fins i tot explosions. També hi ha risc d'intoxicació. Per això, en el muntatge de les bateries cal el següent:

- Sempre hem de ventilar molt bé la sala de bateries abans de fer-hi qualsevol dels treballs indicats més avall.

- No hem de fumar mai ni encendre llumins o encenedors a la sala de bateries.
- L'ús de llanternes o qualsevol instrument elèctric queda condicionat a la ventilació prèvia del local on estiguin allotjades les bateries.
- Totes les eines que utilitzem han d'estar degudament aïllades per evitar curtcircuits o contactes indirectes accidentals.
- En tota maniobra de connexió/desconnexió ens assegurem de l'absència de corrent en el circuit.
- Quan calgui fer el trasllat d'acumuladors hem d'utilitzar carretons adequats i només els aixequem a pes per traspasar-los als vehicles o per ubicar-los al seu emplaçament definitiu.
- Quan desembalem les bateries (normalment de contenidor plàstic) hem de tenir cura de no recolzar-les sobre elements punxeguts (com claus de l'embalatge).
- No hem d'agafar mai els elements (vasos) de les bateries pels borns d'interconnexió. Se'n podria desprendre la tapa i obrir-se, especialment quan es tracti d'elements usats.
- Els taps dels vasos només els retirem per mesurar la densitat de l'electròlit, per afegir-hi aigua destil·lada, o per fer una inspecció visual de l'interior de la cel·la (en aquest cas és imprescindible l'ús de protecció ocular).
- Després de la realització de qualsevol treball amb la bateria ens hem de rentar les mans acuradament.



Cartell d'identificació dels perills presents en les sales de bateries

Normes de seguretat complementàries per a la sala de bateries

La sala on s'ubiquin les bateries ha de reunir unes condicions de seguretat especials per evitar els perills inherents a aquests dispositius. Per començar, haurà d'estar ben ventilada i lliure d'agents químics que puguin perjudicar el seu contingut. No ha d'haver-hi cap bateria en locals amb mala ventilació, i sempre lluny de fonts de calor. Així evitarem l'acumulació de gasos inflamables o nocius.

Dins del recinte de les bateries no s'han d'emmagatzemar materials combustibles, sigui quina sigui la seva naturalesa, ni maquinària que pugui generar algun tipus de deflagració. Així doncs, qualsevol generador auxiliar de gasolina o gasoil s'ha d'allotjar en un compartiment totalment independent.

El terra dels passadissos de servei i les seves parets fins a 1,80 m d'altura han d'estar elèctricament aïllats en relació amb la tensió del conjunt de bateries.

Cada vas de la bateria ha d'estar col·locat de manera que sigui accessible per a la presa de lectures de densitat i tensió i per afegir-hi l'aigua destil·lada.

Recordem que sempre que manipulem àcids i electròlits hem de portar ulleres especials de protecció ocular.

Les peces nues amb tensió s'han d'instal·lar de manera que sigui impossible per al treballador entrar-hi en contacte inadvertidament de manera simultània.

Els interruptors, seccionadors, fusibles, etc. s'han d'instal·lar fora del local on es trobin les bateries, llevat que siguin del tipus antideflaquant.

La sala ha de disposar d'una cubeta o desguàs de recollida de vessaments d'electròlit.

Prop de les bateries o del lloc on es manipulin àcids i electròlits s'han de disposar rentalls i dutxes d'emergència per al personal, en cas de projecció o esquitxada de l'electròlit. Al mateix temps, la sala ha de disposar d'una farmaciola equipada amb els elements necessaris per fer una primera cura d'urgència.

També és aconsellable tenir a mà i en lloc visible un extintor de pols seca o gas inert apte per a focs elèctrics (tipus E).

2.5. Muntatge de reguladors, inversors i connexions elèctriques

En el muntatge dels equips de regulació i inversors s'ha de tenir una cura especial amb els riscos de naturalesa elèctrica, electrocució o cremades

causades per la utilització de eines inadequades o per un muntatge incorrecte dels equips. Tot seguit esmentem les incidències més destacables.

Són riscos de naturalesa elèctrica l'electrocució o cremades causades pel següent:

- Mala protecció dels quadres elèctrics.
- Maniobres incorrectes en les línies.
- Ús d'eines sense aïllament.
- Muntatge incorrecte dels mecanismes de protecció.
- Connexions directes sense clavilles.

També es podrien produir incendis per una instal·lació incorrecta de la xarxa elèctrica; en aquest cas cal que els reguladors i els inversors estiguin desconnectats elèctricament en el seu lloc d'emplaçament de qualsevol font d'alimentació.

En la connexió elèctrica d'aquests elements, hem de començar pel costat del corrent continu mantenint la protecció oberta corresponent, i així evitem el salt d'espurnes elèctriques. De manera similar hem de fer la connexió dels equips pel costat del corrent altern, sempre amb les proteccions corresponents obertes.

Suplementàriament hem de procurar tenir el terra ben sec a la zona dels treballs, i evitar l'acumulació o l'abocament intencionat d'aigua, que faria més conductor el terreny.

2.5.1. Muntatge del quadre elèctric general de proteccions i d'interconnexió

El muntatge del quadre general de proteccions és específic de les instal·lacions de connexió a la xarxa elèctrica. En aquest cas, tot i que les instal·lacions presenten totes les mesures de protecció elèctrica preceptives, cal recordar que en determinats moments es treballa directament sobre la xarxa elèctrica i aquesta no presenta cap mesura de protecció contra contactes directes o indirectes.

2.6. Normes i mesures preventives típiques

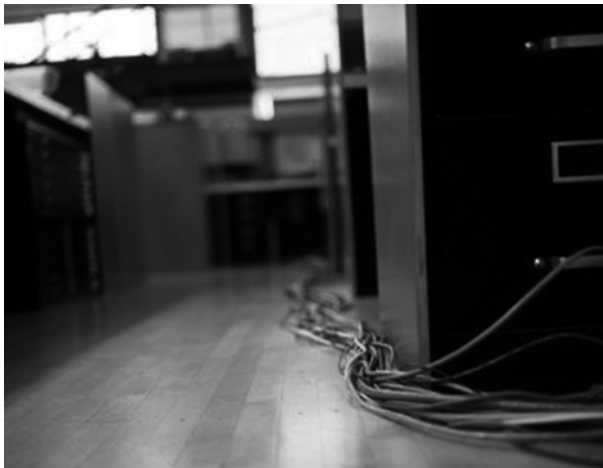
Complementàriament a les mesures de seguretat preceptives i específiques en els treballs de les instal·lacions solars fotovoltaïques, cal preveure mesures preventives afins a les tasques en les instal·lacions fotovoltaïques.

2.6.1. Treballs en l'escomesa de companyia

En qualsevol treball sobre l'escomesa de companyia que presenti algun perill de manera implícita, caldrà notificar a la companyia subministradora propietària de la línia la nostra intenció d'iniciar les feines i, si fos necessari i possible, hem de sol·licitar el tall de fluid i posada a terra dels cables.

En aquesta situació no començarem cap feina en les proximitats de la línia fins que no hàgim comprovat que el tall de fluid i la posada a terra són efectius.

Pel contrari, en el cas de realitzar treballs propers a una línia en servei de tensió mitjana o alta, la distància de seguretat fins a conductors de línies elèctriques en servei ha de ser la que marquin les normes de tensió alta, mitjana i baixa, i en qualsevol cas ha de ser superior a cinc metres.



Instal·lació elèctrica provisional amb els cartells d'identificació de perill, però amb l'escomesa elèctrica amb una protecció deficient

2.6.2. Utilització de màquines eina

Pel que fa a la utilització de màquines eina caldrà tenir en compte, com a mínim, que siguin de doble aïllament si són elèctriques i amb els motors protegits per carcasses adequades. En ambients humits la tensió d'alimentació ha de ser de 24 V.

Les transmissions d'engranatges han d'estar protegides per carcasses de malla metàl·lica que permetin veure'n el funcionament. Igualment han d'estar protegits altres elements de transmissió motriu com corretges, cadenes, etc. Les eines de tall han de tenir el disc protegit amb una carcassa.

No hem de fer mai reparacions o manipulacions amb cap màquina en funcionament; el muntatge i ajust de corretges cal fer-lo amb eines ade-

quades. Les màquines o eines avariades les hem de senyalitzar amb un rètol com per exemple “No connectar, avariats”.

2.6.3. Normes i mesures de protecció general

Les indicacions següents són generals i es recomana complir-les, ja que des que comença una obra fins que s'acaba l'electricitat i els seus riscos hi són sempre presents:

- Sempre hem de portar correctament els equips de protecció personal i hem de comprovar que són ben visibles i als es troben en els llocs necessaris els senyals normalitzats informatius dels diferents perills existents.
- Hem de fer revisar periòdicament el funcionament dels extintors.
- Els protectors elèctrics en servei han d'estar sempre tapats i les connexions de regletes s'han de mantenir sempre dins les seves carcasses protectores.
- S'han de connectar a terra les carcasses dels motors que no disposin de doble aïllament. Mai no hem de fer les connexions a terra a través de conduccions d'aigua, armadures, etc. Igualment hem de revisar que el cable de terra dels endolls de les mànegues allargadores es connecti correctament. Les connexions directes cable-clavilla no són permeses.

Tot i que és ben elemental, recordeu que no heu d'estirar mai els cables per desconectar-los de la base de l'endoll, sinó que cal retirar l'endoll (mascle) de la base.