



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

Treball final de grau

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022

## Resum

En el present projecte de final de grau es fa l'estudi d' una instal·lació de panells solars fotovoltaics, per l'autosuficiència energètica amb una energia renovable a Miró Jardineria, ubicat en Caldes de Montbui.

Per poder subministrar l'electricitat necessària per abastir les necessitats de Miró Jardineria, s'ha calculat i dissenyat les distintes etapes les quals formen una instal·lació solar fotovoltaica. Per això, es compta amb l'anàlisi de cadascuna de les etapes d'una instal·lació de panells solars i del funcionament de tots elements que intervenen en aquesta instal·lació.

A més, es realitza un estudi de la normativa vigent i els tràmits necessaris per legalitzar el projecte i finalment, es calcula els costos totals de la instal·lació dels panells solars.

El centre en qüestió té una potència contractada de 6,63 kW i un consum total anual durant el 2021 de 13 MWh. Aquest consum es cobreix amb tres panells solars de 440 Wpic cadascun (1.320 Wpic de tota la instal·lació) els quals tindrien una producció energètica anual de 57 MWh.

## Resumen

En el presente proyecto de final de grado se hace el estudio de una instalación de paneles solares fotovoltaicos para la autosuficiencia energética con una energía renovable a Miró Jardinería, ubicado en Caldes de Montbui.

Para poder suministrar la electricidad necesaria para abastecer las necesidades de Miró Jardinería, se ha calculado y diseñado las distintas etapas las cuales forman una instalación solar fotovoltaica. Por eso, se cuenta con el análisis de cada una de las etapas de una instalación de paneles solares y del funcionamiento de todos los elementos que intervienen en esta instalación.

A demás, se realiza un estudio de la normativa vigente y los trámites necesarios para legalizar el proyecto y finalmente, se calculan los costes totales de la instalación de los paneles solares.

El centro en cuestión tiene una potencia contratada de 6,63 kW y un consumo total anual durante el 2021 de 13 MWh. Dicho consumo se cubre con tres paneles solares de 440 Wpico cada uno (1.320 Wpico de toda la instalación) los cuales tendrían una producción energética anual de 57 MWh.

## Abstract

In this final degree project, a study of an installation of photovoltaic solar panels for energy self-sufficiency with renewable energy at Miró Jardineria, located in Caldes de Montbui is made.

In order to supply the electricity necessary to meet the needs of Miró Jardineria, the different stages that make up a photovoltaic solar installation have been calculated and designed. Therefore, there is an analysis of each of stages of a solar panel installation and the operation of all the elements involved in this installation.

In addition, a study of the current regulations and the necessary procedures to legalize the project is carried out. Finally, the total costs of the installation of the solar panels are calculated.

The center in question has a contracted power of 6.63 kW and a total annual consumption during 2021 of 13 MWh. Said consumption is covered with three solar panels of 440 Wpeak each (1,320 Wpeak of all the installation) which would have an annual energy production of 57 MWh.

## Sumari

<b>1. OBJECTE</b>	<b>6</b>
<b>2. ANTECEDENTS</b>	<b>6</b>
2.1. Del projecte	6
2.2. Energies renovables	7
2.2.1. Energia Solar	7
2.3. Energia solar fotovoltaica a Espanya	8
<b>3. BASES DEL PROJECTE</b>	<b>9</b>
3.1. Directrius	9
3.2. Condicionants	9
3.2.1. Potència contractada i consumida	9
3.2.2. Medi físic	10
3.2.3. Normativa	10
3.3. Situació Actual	12
<b>4. ENGINYERIA DE LES OBRES I INSTAL·LACIONS</b>	<b>12</b>
4.1. Mòduls fotovoltaics	12
4.2. Inversor	13
4.3. Bateries	13
4.4. Reguladors	13
4.5. Suports	13
4.6. Proteccions	14
4.7. Cables	14
<b>5. IMPACTE AMBIENTAL</b>	<b>14</b>
<b>6. SEGURETAT I SALUT</b>	<b>15</b>
<b>7. PROGRAMACIÓ I EXECUCIÓ DEL PROJECTE</b>	<b>15</b>
<b>8. PRESSUPOST</b>	<b>16</b>
<b>APÈNDIX DE CÀLCULS</b>	<b>17</b>

## Annexos

- Annex 1. Situació actual i condicionants
- Annex 2. Elements d'una instal·lació solar fotovoltaica
- Annex 3. Càlcul del sistema fotovoltaic

# 1. Objecte

En el present projecte es pretén justificar el plantejament i desenvolupament d'una instal·lació solar fotovoltaica a Miró Jardineria, un centre de jardineria emplaçada en una parcel·la al km 13 de la carretera C-50, a la localitat de Caldes de Montbui, a Catalunya, Espanya, tal i com s'indica al **Plànol-1/4**.

Amb aquest projecte serem capaços de justificar l'ús d'energies renovables, col·laborant d'aquesta forma a reduir l'impacte ambiental en el planeta respecte a altres formes d'energia menys sostenibles, així com l'estalvi econòmic que obtindria l'empresa.

En aquest projecte per tant, es pretén subministrar l'energia necessària per Miró Jardineria, el qual té una potència contractada 6,63 kW i un consum total anual durant el 2021 de 13 MWh.

## 2. Antecedents

### 2.1. Del projecte

A l'any 1982, MIRÓ Jardineria només comptava amb un viver de venta de plantes. Des dels seus inicis, el negoci ha estat un centre de jardineria amb vocació pels arbres, les plantes i el paisatgisme.

L'any 2017, el centre va iniciar un procés de transformació, treballant i reforçant la gestió i professionalització amb l'objectiu d'oferir el millor de la millor manera possible. Va ser al setembre de 2020 que van començar una nova etapa de creixement, encarada a transformar l'empresa, en un centre més dedicat a la sostenibilitat, el respecte pel medi ambient, l'ecologia i productes de km 0.

Per tant, un pas molt importat per MIRÓ Jardineria, es fer el seu centre més sostenible: introduint energies renovables (energia fotovoltaica) per abastir les necessitats energètiques de l'edifici principal i l'hivernacle.

En aquest context, l'empresa es posa en contacte per posar en marxa la seva decisió de comptar amb una instal·lació de sistema fotovoltaic.

## 2.2. Energies renovables

Les energies renovables són aquelles que es produeixen de forma contínua i son il·limitades, ja que es van renovant contínuament, a diferència dels combustibles fòssils, els quals existeixen d'una manera limitada (Jarauta Rovira, L. ,2012).

Les principals formes d'energies renovables que existeixen gràcies a la natura son:

- La biomassa: La biomassa es originada en un procés biològic, espontani o provocat i es utilitzat con a font d'energia.
- Hidràulica: Es l'energia produïda per l'aigua.
- Eòlica: Es l'energia que es produeix mitjançant el vent.
- Solar: Es l'energia que prové del sol.
- Geotèrmica: Es l'energia que es produeix mitjançant el calor que genera el planeta.
- Energies marines: Es l'energia que es genera al utilitzar l'efecte que produeixen les ones del mar i de les mareas i el diferencial de temperatures existents en les aigües marines.

### 2.2.1. Energia Solar

L'energia solar es l'energia obtinguda a partir de la radiació electromagnètica que el planeta rep del Sol. De tal manera, que l'energia solar es la resultant de transformar la radiació solar que incideix sobre el planeta provinent del sol, mitjançant un dispositiu electrònic (Cèl·lula solar). Aquesta conversió es coneguda com "efecte fotovoltaic".

L'efecte fotovoltaic, es produeix al incidir la llum sobre uns materials anomenats semiconductors, d'aquesta forma, es genera un flux d'electrons a l'interior del material que pot ser aprofitar per obtenir energia elèctrica (Perpiñán, 2013).

Un panell fotovoltaic, està constituït per diverses cèl·lules fotovoltaiques connectades entre elles. Aquestes cèl·lules fotovoltaiques es connecten en sèrie, en paral·lel o en sèrie-paral·lel, en funció dels valors de tensió i intensitat desitjats, formant els panells solars fotovoltaics.

Les instal·lacions fotovoltaiques es caracteritzen per:



- La seva simplicitat i fàcil instal·lació
- Ser modulars
- Tenir una llarga duració (La vida útil dels panells ha de ser superior a 35 anys)
- No requerir quasi manteniment
- Tenir un alta fiabilitat
- No produir cap tipus de contaminació ambiental durant el seu funcionament.
- Tenir un funcionament totalment silencios

Com en qualsevol àmbit, existeixen una sèrie de avantatges i inconvenients en la utilització d'energia solar.

- Avantatges: L'avantatge de les instal·lacions solars fotovoltaïques es que son respectuoses amb el medi ambient, també es inesgotable i genera energia a un cost molt reduït en llocs on fins i tots no arriba el subministrament de comercialitzadores.
- Inconvenients: De la mateixa manera que la energia eòlica, l'energia solar fotovoltaica es una font d'energia intermitent, ja que depèn de les condicions climatològiques així com de la ubicació al realitzar la instal·lació.

### **2.3. Energia solar fotovoltaica a Espanya**

Segons un informe publicat en setembre de 2020 per la Unió Espanyola Fotovoltaica, Espanya va ser en 2019 el mercat líder en el sector fotovoltaic a nivell europeu. A nivell mundial, es troba en la sisena posició. Això es deu en bona part al rècord de capacitat instal·lada tant en instal·lacions de sòl com en autoconsum.

L'últim informe de la Unió Espanyola Fotovoltaica, revela que Espanya va superar un nou rècord el 14 de Març de 2021. Segons les dades de Red Eléctrica, aquell dia es va arribar a una generació instantània de 7.898 MW en la Península Ibérica. Aquesta dada representa quasi el 30% del total de la demanda elèctrica.

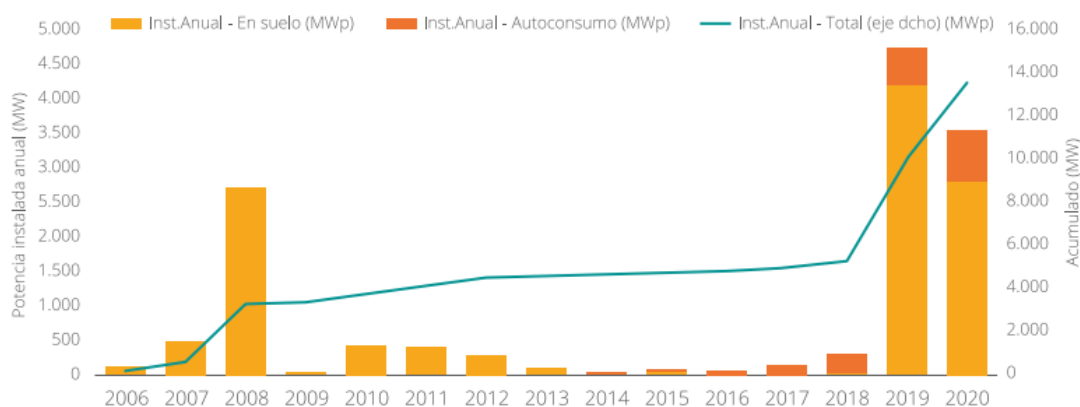


Figura 1- Potència Solar Fotovoltaica en Espanya - UNEF. (s/f). <https://www.unef.es>

Aquests resultats tan positius es deuen essencialment a l'alta competitivitat aconseguida per la tecnologia fotovoltaica. També, a la introducció del nou marc normatiu alliberat per l'autoconsum.

### 3. Bases del projecte

#### 3.1. Directrius

Disseny d'una instal·lació de subministrament elèctric sostenible complint amb la normativa vigent en matèria d'instal·lacions elèctriques amb panells solars fotovoltaics tenint en compte les característiques i necessitats de Miró Jardineria.

#### 3.2. Condicionants

Aquests condicionants es poden veure desenvolupats a l'**Annex-I**.

##### 3.2.1. Potència contractada i consumida

Tant la potència contractada com la consumida durant, són un condicionant que afecta al número de panells i la disposició d'aquests a la instal·lació.

Actualment, Miró Jardineria te contractada una **potència de 6,63 kW**. Al 2021, va tenir un **consum total anual de 13.012 KWh**.

### 3.2.2. Medi físic

Dins dels condicionants del medi físic es troba:

- **La zona horària**

La zona horària determina l'orientació i l'angle d'inclinació òptims dels panells ja que aquesta dada és diferent en cada zona geogràfica. La zona horària de les instal·lacions la zona horària oficial d'Espanya, per tant, **UGT +2**.

- **Les temperatures mensuals**

Les temperatures mensuals en una instal·lació solar fotovoltaica afecten en el rendiment d'aquestes, a més, juntament amb les característiques dels panells, es possible simular i obtenir la irradiància útil en la instal·lació dels panells solars.

Aquesta dada també és útil per el càlcul de les pèrdues de potència dels panells a causa de les temperatures molt elevades.

- **Les hores de sol**

Les hores de sol afecten directament a la producció mitjana de la instal·lació, ja que amb poques hores del sol, la producció dels panells serà menor. Per tant, es molt important saber les hores de sol mitjanes de la zona en la que es farà la instal·lació solar fotovoltaica.

- **La irradiació solar**

La irradiació solar està relacionada amb les hores de llum, per tant, saber aquesta irradiació es important per conèixer l'energia que serà capaç de produir tota la instal·lació.

### 3.2.3. Normativa

Per a tota instal·lació, s'ha de complir unes normatives vigents. Son d'aplicació per aquest projecte els decrets i normatives següents:

- **LLEI 18/2008, DEL 23 DE DESEMBRE:** De garantia i qualitat del subministrament elèctric.
- **REIAL DECRET 224/2019, DE 5 D'ABRIL:** On es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- **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. (BOE núm. 295 publicat el 08/12/2011)
- **DIRECTIVA 2004/78/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL:** Relativa al foment de la cogeneració.
- **DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL:** Relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables.
- **REIAL DECRET 661/2007:** Pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial (Norma revocada per la disposició derogatòria única 2.a) del RDL 9/2013).
- **REIAL DECRET 1578/2008:** De retribució d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica (Norma revocada per la disposició derogatòria única 2.b) del RDL 9/2013).
- **REIAL DECRET LLEI 9/2013:** Pel qual s'adopten mesures urgents per a garantir l'estabilitat financera del sistema elèctric.
- **REIAL DECRET 1663/2000:** Sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió (Norma derogada pel RD 1699/2011, en la seva disposició derogatòria única).
- **REIAL DECRET 1955/2000:** Pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- **REIAL DECRET 1110/2007:** Pel qual s'aprova el Reglament unificant de punts de mesura del sistema elèctric.
- **REIAL DECRET 842/2002, DE 2 D'AGOST:** Pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió.
- **LLEI 24/2013 DEL SECTOR ELÈCTRIC**
- **REIAL DECRET 413/2014, DE 6 DE JUNY:** Pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.

- **REIAL DECRET 900/2015:** Pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum. (Norma revocada pel RD 244/2019, en la seva disposició derogatòria única).
- **REIAL DECRET 15/2018, DE 5 D'OCTUBRE:** De mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.

### 3.3. Situació Actual

La situació actual del projecte es troba descrita a l'**Annex-I**.

## 4. Enginyeria de les obres i instal·lacions

La instal·lació elèctrica del centre es caracteritza per fe ús d'una energia renovable i estar a l'aire lliure, fet que repercuteix directament sobre els diferents elements elèctrics, els quals necessiten proteccions.

La instal·lació consta de 3 panells solars orientats cap al sud i inclinats a 37°, amb una potència de 440Wp cadascun. Amb aquests, s'aconsegueix una **producció anual de 57,79 MWh/ANY**, producció més que suficient com per cobrir les necessitats energètiques de Miró Jardineria. Aquesta instal·lació es pot observar al **Plànol-3/4**.

Totes les línies han d'estar protegides contra sobretensions i curtcircuits, sigui amb corrent contínua o alterna, amb els elements de protecció descrits a l'**Annex-II**.

A continuació, s'especifiquen els elements escollits per la instal·lació solar fotovoltaica:

### 4.1. Mòduls fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics són els elements principals per una instal·lació solar fotovoltaica, ja que són els encarregats de transformar l'energia provinent de la radiació solar, en electricitat.

En aquests projecte, tal com s'indica a l'**annex 3** i s'especifica al pressupost, s'ha decidit instal·lar tres panells solars **Trina Solar 450W mono TSM-DE17M(II)-450W**.

## 4.2. Inversor

L'aparell encarregat de transformar l'energia elèctrica de corrent contínua a corrent alterna, és l'inversor.

Com es pot observar a l'**annex 3** i al document de pressupostos, només s'instal·larà un sol inversor **AXPERT King 5000W 48V 80A**.

## 4.3. Bateries

Les bateries són un element que no es impescindible en una instal·lació solar fotovoltaica. En aquest projecte s'ha decidit incorporar aquest element ja que ens assegura el subministrament d'energia en un dia de poca producció d'aquesta pels panells solars.

Tal i com es reflexa a l'**annex 3** i s'especifica al pressupost, és necessària la instal·lació de 8 bateries. En aquest projecte s'ha decidit instal·lar les bateries **Sunlight 6V 4 OPzS 200**.

## 4.4. Reguladors

Aquest element controla de forma ininterrompuda l'estat de càrrega de les bateries i gestionar la intensitat de càrrega de les mateixes, per tant, també son opcionals en una instal·lació solar.

Com en el present projecte s'ha optat per afegir bateries, es necessària la instal·lació d'un regulador, en aquest cas, el regulador **MPPT 150V 45A Victron Smart Solar** tal i com s'explica a l'**annex 3** i s'especifica al document de pressupostos.

## 4.5. Suports

Els suports per als panells solars són essencials per aprofitar el màxim rendiment d'aquests. Per aquest projecte s'han escollit tres suports **TECHNOSUN STR03V-1642-994 per superfícies planes d'inclinació regulable**, tal i com es mostra a l'**annex 3** i als pressupostos.

## 4.6. Proteccions

Segons s'indica a l'**annex 3** i s'especifica en el pressupost, la instal·lació comptarà amb els elements de protecció establerts per la normativa. Aquests són:

**Magnetotèrmic Legrand 16A 2P 6KA C, Magnetotèrmic Legrand 50A 4P 6KA C, Magnetotèrmic Legrand 100A 2P 6/10KA C i el Diferencial Legrand 63A 4P 30mA Tipo A**

## 4.7. Cables

Per l'elecció del cablejat, també s'han establerts seguint la normativa. Per tant, tal i com s'indica a l'**annex 3** i al document de pressupostos, s'ha escollit un cablejat de la marca **Sumidelec** amb **seccions de (25, 16, 10, 4 i 0,75) mm.**

## 5. Impacte ambiental

El funcionament de les instal·lacions de connexió a ret en tenen un impacte mediambiental que es considera gairebé nul. A continuació, s'analitzen els diferents factors:

- **Contaminació sonora**

La generació d'energia dels mòduls solars fotovoltaics és un procés totalment silenciós, per tant, el funcionament de la instal·lació no genera cap contaminació sonora.

- **Emissió de gasos a l'atmosfera**

La manera de generar un sistema fotovoltaic no requereix cap mena de combustió per proporcionar l'energia, simplement requereix d'una font neta i renovable que es el sol.

- **Destrucció de la flora i la fauna**

Cap dels components de la instal·lació té efecte en la destrucció de la fauna i la flora.

- **Generació de residus tòxics**

Per al funcionament de la instal·lació fotovoltaica no es genera cap tipus de residu i no es necessari l'abocament de residus tòxics ni perillosos al sistema de sanejament ja que la refrigeració d'aquests tipus d'instal·lació es realitza per convecció natural.

## 6. Seguretat i salut

Les activitats principals a executar en el desenvolupament dels treballs seran principalment: Replanteig, transport de materials, instal·lació dels elements mecànics, col·locació dels panells solars, estesa de cable, connexionat i posada en marxa de la instal·lació.

Per reduir el màxim possible els riscos que poden sorgir amb aquestes activitats, s'ha d'actuar sobre els factors que, per separat o per conjunt, determinen les causes que produeixen els accidents, aquests factors son el factor humà i el factor tècnic.

L'actuació sobre el factor humà es basa en la formació, mentalització i informació de tot el personal que hi participi en les activitats del projecte.

Per el que respecta a l'actuació del factor tècnic, s'ha d'actuar en l'aplicació de proteccions col·lectives i personals.

## 7. Programació i execució del projecte

Per poder garantir el correcte funcionament de la instal·lació, s'ha de seguir una sèrie de passos en ordre per instal·lar els elements. Aquests son:

1. S'ha de tenir en compte les normatives de seguretat al instal·lar tots els elements.
2. Un cop sabudes les normes, s'ha d'instal·lar i regular primerament els suports solars.
3. A continuació, es colquen els panells sobre dels suports.
4. Seguidament, s'han de muntar les bateries, amb el seu respectiu cablejat.
5. Després de les bateries, s'ha d'incorporar regulador, amb el seu respectiu cablejat.
6. Acte seguit, s'instal·la l'inversor, amb el seu respectiu cablejat.



7. Per últim, es posen totes les proteccions.
8. Per finalitzar i assegurar la correcta instal·lació i funcionament de tots els elements, s'han de realitzar les proves pertinents per aquesta comprovació.

Un cop fet l'estudi i obtinguts tots els permisos, comptant amb una mà d'obra de 3 tècnics, la durada de la instal·lació té un temps estimat de 5 dies laborables.

Aquest projecte serà solvent només si es segueixen a peu de la lletra les especificacions de execució i el seu corresponent manteniment, especificat a l'**Annex-II**.

## 8. Pressupost

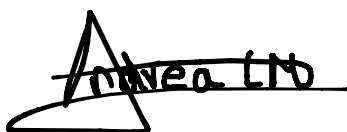
El pressupost de execució per contracte ascendeix a la quantitat de sis mil tres-cents vuitanta-tres euros amb vint-i-nou cèntims tal i com es mostra a la **Taula-1**.

Taula 1. Pressupost final

<b>Pressupostos parcials</b>	
Instal·lació solar fotovoltaica	4.433,15 €
Despeses generals (13%)	576,31 €
Benefici industrial (6%)	265,99 €
IVA (21%)	1.107,84 €
<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRATA</b>	<b>6.383,29 €</b>

A dia 26/09/2022, Castelldefels, aquest document ha sigut llegit i aprovat per:

Andrea López Martín



## Apèndix de càlculs

En aquest apèndix, es presenten els càlculs d'energia produïda amb una quantitat i distribució de panells diferents de tal manera que puguem decidir la quantitat i disposició dels panells. A continuació es mostra els diferents càlculs realitzats:

Taula 2. Energia produïda amb 2 línies en sèrie i 5 en paral·lel

2 EN SÈRIE I 5 EN PARAL·LEL				
Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	9.613.329	9.613
2	0,875	3.404	13.116.539	13.116
3	0,873	4.229	16.258.242	16.258
4	0,868	4.786	18.294.228	18.294
5	0,861	5.115	19.394.137	19.394
6	0,839	5.414	20.003.310	20.003
7	0,831	5.940	21.737.477	21.737
8	0,831	5.430	19.871.128	19.871
9	0,839	4.948	18.281.562	18.281
10	0,86	4.140	15.679.075	15.679
11	0,861	2.980	11.299.028	11.299
12	0,871	2.369	9.086.672	9.086
<b>TOTAL ANY</b>				<b>192.631</b>

Taula 3. Energia produïda amb 2 línies en sèrie i 4 en paral·lel

2 EN SÈRIE I 4 EN PARAL·LEL				
Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	7.690.663	7.691
2	0,875	3.404	10.493.232	10.493
3	0,873	4.229	13.006.594	13.007
4	0,868	4.786	14.635.382	14.635
5	0,861	5.115	15.515.310	15.515
6	0,839	5.414	16.002.649	16.003
7	0,831	5.940	17.389.982	17.390
8	0,831	5.430	15.896.902	15.897

## 2 EN SÈRIE I 4 EN PARAL·EL

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
9	0,839	4.948	14.625.250	14.625
10	0,86	4.140	12.543.261	12.543
11	0,861	2.980	9.039.222	9.039
12	0,871	2.369	7.269.338	7.269
<b>TOTAL ANY</b>				<b>154.108</b>

Taula 4. Energia produïda amb 1 línia en sèrie i 4 en paral·lel

## 1 EN SÈRIE I 4 EN PARAL·EL

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	3.845.332	3.845
2	0,875	3.404	5.246.616	5.247
3	0,873	4.229	6.503.297	6.503
4	0,868	4.786	7.317.691	7.318
5	0,861	5.115	7.757.655	7.758
6	0,839	5.414	8.001.324	8.001
7	0,831	5.940	8.694.991	8.695
8	0,831	5.430	7.948.451	7.948
9	0,839	4.948	7.312.625	7.313
10	0,86	4.140	6.271.630	6.272
11	0,861	2.980	4.519.611	4.520
12	0,871	2.369	3.634.669	3.635
<b>TOTAL ANY</b>				<b>77.054</b>

Taula 5. Energia produïda amb 1 línia en sèrie i 3 en paral·lel

## 1 EN SÈRIE I 3 EN PARAL·LEL

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	2.883.998	2.884
2	0,875	3.404	3.934.961	3.934
3	0,873	4.229	4.877.472	4.877
4	0,868	4.786	5.488.268	5.488

1 EN SÈRIE I 3 EN PARAL·LEL

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
5	0,861	5.115	5.818.241	5.818
6	0,839	5.414	6.000.993	6.000
7	0,831	5.940	6.521.243	6.521
8	0,831	5.430	5.961.338	5.961
9	0,839	4.948	5.484.468	5.484
10	0,86	4.140	4.703.722	4.703
11	0,861	2.980	3.389.708	3.389
12	0,871	2.369	2.726.001	2.726
<b>TOTAL ANY</b>				<b>57.790</b>

Taula 6. Energia produïda amb 1 línia en sèrie i 2 en paral·lel

1 EN SÈRIE I 2 EN PARAL·LEL

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	1.922.666	1.923
2	0,875	3.404	2.623.308	2.623
3	0,873	4.229	3.251.649	3.252
4	0,868	4.786	3.658.846	3.659
5	0,861	5.115	3.878.827	3.879
6	0,839	5.414	4.000.662	4.001
7	0,831	5.940	4.347.495	4.347
8	0,831	5.430	3.974.226	3.974
9	0,839	4.948	3.656.313	3.656
10	0,86	4.140	3.135.815	3.136
11	0,861	2.980	2.259.806	2.260
12	0,871	2.369	1.817.335	1.817
<b>TOTAL ANY</b>				<b>38.527</b>

S' observa a la taula 6 que amb dues línies en paral·lel l'energia anual produïda és suficient per abastir les necessitats energètiques anuals del centre, però, en el mes més crític (Desembre), hi ha poc marge per a que el mes sigui dolent i no hi hagi molt de sol o hi hagi moltes pluges o simplement que el consum del centre sigui més elevat del normal. Per tant, per criteri, s'ha escollit una instal·lació de 3 línies en paral·lel.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

## ANNEX I. SITUACIÓ ACTUAL I CONDICIONANTS

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022

## Sumari

<b>1. OBJECTE</b>	<b>2</b>
<b>2. ORIENTACIÓ</b>	<b>2</b>
<b>3. TIPUS DE CONSTRUCCIÓ</b>	<b>2</b>
<b>4. CONSUM ENERGÈTIC</b>	<b>2</b>
<b>5. ANÀLISIS DE CONDICIONANTS</b>	<b>4</b>
5.1. Condició climàtica	4
5.1.1. Zona horària	5
5.1.2. Registre de temperatures	5
5.1.3. Hores de sol	6
5.1.4. Irradiació solar	7
5.2. Normativa que afecta al projecte	8
5.2.1. Procediment administratiu per a legalitzar la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum	10

## 1. Objecte

L'objecte d'aquest annex es descriure la situació actual del centre Miró Jardineria i descriure les condicionants que afecten al disseny de la instal·lació dels panells solars fotovoltaics.

## 2. Orientació

La instal·lació solar fotovoltaica es realitzarà en el terreny que Miró Jardineria disposa en la localitat de Caldes de Montbui, tal i com es mostra al plànol-1 i al plànol-2. Aquest terreny compta amb una latitud de **41° 37' 14" Nord** i una longitud de **2° 10' 30" Est** ( lat 41, 620°; long 2,175) i unes coordenades **UTM31N - ETRS89 431267.25, 4607941.55 m**.

## 3. Tipus de construcció

Miró Jardineria compten amb un espai de 8.500 m<sup>2</sup>, en el qual, tal i com es mostra al **plànol-2/4**, hi consta un edifici principal, un hivernacle, una bassa i un espai al aire lliure on s'exposen les plantes, s'imparteixen cursos i xerrades de jardineria, etc.

La instal·lació s'ubicarà en un terreny no aprofitat, propietat de Miró Jardineria tal i com es pot observar al **Plànol-2/4**. Aquest terreny està alçat a una altura de 4 m respecte el terreny on es troben ubicats els edificis. S'ha de tenir en compte que tot el que s'utilitza per la instal·lació compleix les mesures de seguretat adequades per el bon funcionament de les instal·lacions i a la vegada, el benestar de la vegetació, els treballadors i els clients que es troben al lloc.

## 4. Consum energètic

Per poder decidir les característiques dels elements de la instal·lació que s'han d'escollir, es realitza un estudi del consum total del centre de jardineria. Aquest estudi està determinat per el consum elèctric que apareix a les factures de llum de l'empresa durant tots els mesos del 2021. **Actualment, Miró Jardineria te contractada una potència de 6,63 kW**. A la **taula 1**, es mostren el consums mensuals durant el 2021:

Taula 1- Consums energètics mensuals al 2021 de Miró Jardineria

Mes	Consum mensual (kWh)
<b>Gener</b>	1.423
<b>Febrer</b>	1.258
<b>Març</b>	1.367
<b>Abril</b>	1.175
<b>Maig</b>	873
<b>Juny</b>	651
<b>Juliol</b>	662
<b>Agost</b>	604
<b>Setembre</b>	795
<b>Octubre</b>	1.266
<b>Novembre</b>	1.427
<b>Desembre</b>	1.511
<b>TOTAL</b>	13.012

Per obtenir els resultats de forma més visual, i d'aquesta manera visualitzar quins mesos son els de més necessitats energètiques i quins els de menys, aquests es troben representats a la següent figura:



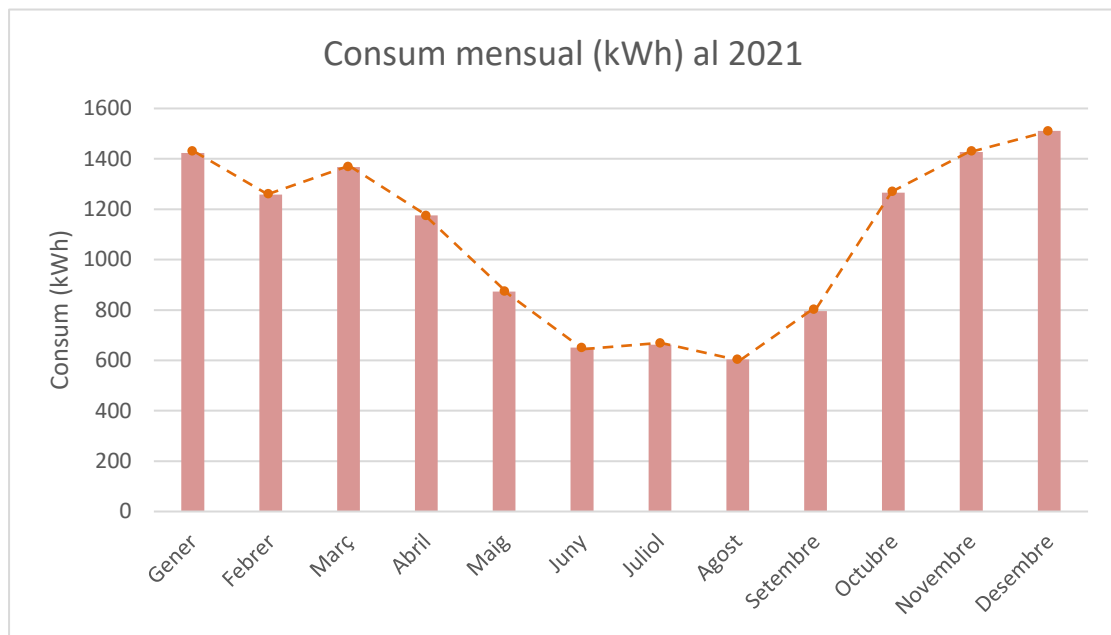


Figura 1- Representació gràfica dels consums energètics mensuals a Miró Jardineria durant el 2021

A la figura 1, s'observa que els **mesos de més consum energètic son els de fred** (des de novembre fins març), mentre que els que menys necessitats energètiques tenen son els mesos de calor, ja que en aquesta època de l'any, no es necessita el condicionament climàtic del centre, ni tantes hores d'il·luminació ja que en aquesta època hi han més hores de sol.

## 5. Anàlisi de condicionants

### 5.1. Condició climàtica

Per decidir la ubicació dels panells solars, el grau d'inclinació i el número de panells, es necessari conèixer la condició climàtica del lloc on es realitza la instal·lació. A més, **una condició climàtica dolenta, repercuteix directament en el rendiment i efectivitat de la instal·lació solar.**

### 5.1.1. Zona horària

La zona horària de les instal·lacions es la zona horària de Caldes de Montbui, que es la mateixa que la zona horària oficial d'Espanya, per tant, **UGT +2**, encara que variï depenent de l'estació de l'any, s'ha establert aquesta zona horària durant tot l'any per facilitar els càlculs.

### 5.1.2. Registre de temperatures

Amb els registres de temperatures, juntament amb les característiques dels panells, es possible simular i obtenir la irradiància útil en la instal·lació dels panells solars.

Els registres de temperatura a Caldes de Montbui durant tots els mesos de 2021 han siguts extrets del Servei Meteorològic de Catalunya (meteo.cat) i es troben a la **taula-2**.

Taula 2- Temperatures mínima, màxima i mitjana a Caldes de Montbui durant els mesos de 2021

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura màxima (°C)	12,4	16	17,2	18,3	24	30	31,8	30,6	28	22,1	15,6	15,3
Temperatura mínima (°C)	0,8	5,2	3,5	5,7	9,7	15,3	17,8	18,1	16,5	10,7	4,7	2,6
Temperatura mitjana (°C)	6,2	10,3	9,9	11,8	16,6	22,6	24,7	23,9	21,5	16,1	9,9	8,5

A la **figura 2**, es representen visualment les temperatures mínimes, màximes i mitjanes a Caldes de Montbui durant el 2021.

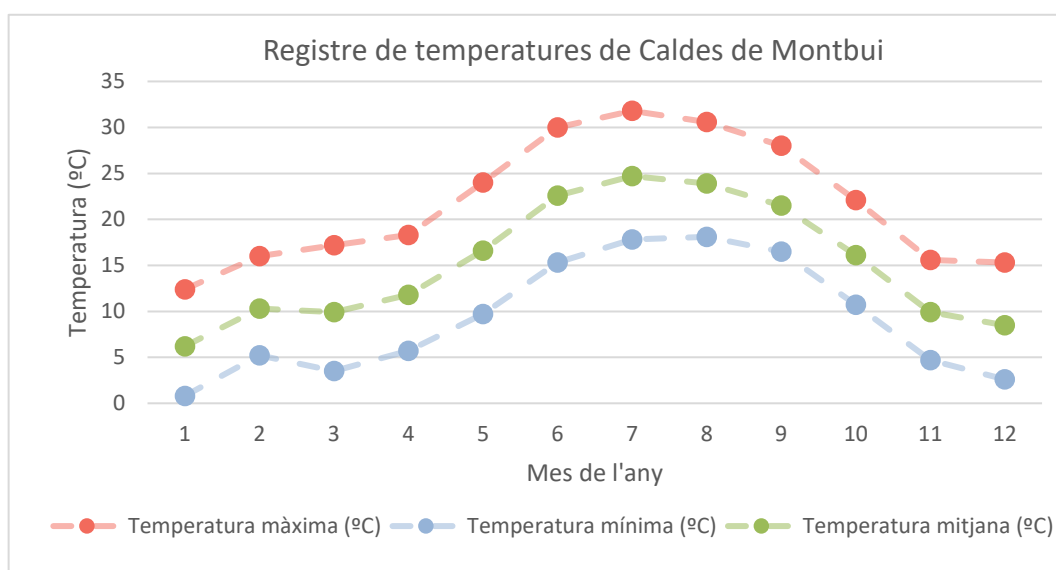


Figura 2- Representació gràfica de les temperatures a Caldes de Montbui durant el 2021

### 5.1.3. Hores de sol

La radiació solar que rebem està relacionada amb les hores de llum o hores de sol que rebem al dia. Saber la mitjana d'hores de sol al dia ens ajuda a conèixer l'energia que serà capaç de produir la instal·lació fotovoltaica. A la **taula 3** es presenten les mitjanes de les hores de sol al dia per mesos durant el 2021 a Caldes de Montbui, extretes de Weather Spark (<https://es.weatherspark.com>).

Taula 3- Hores de sol a Caldes de Montbui durant el 2021

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Hores de sol (h)</b>	9,6	10,6	12	13,4	14,6	15,2	14,8	13,8	12,4	11	9,8	9,2

A la figura següent, es troben les hores de sol a Caldes de Montbui representades gràficament:

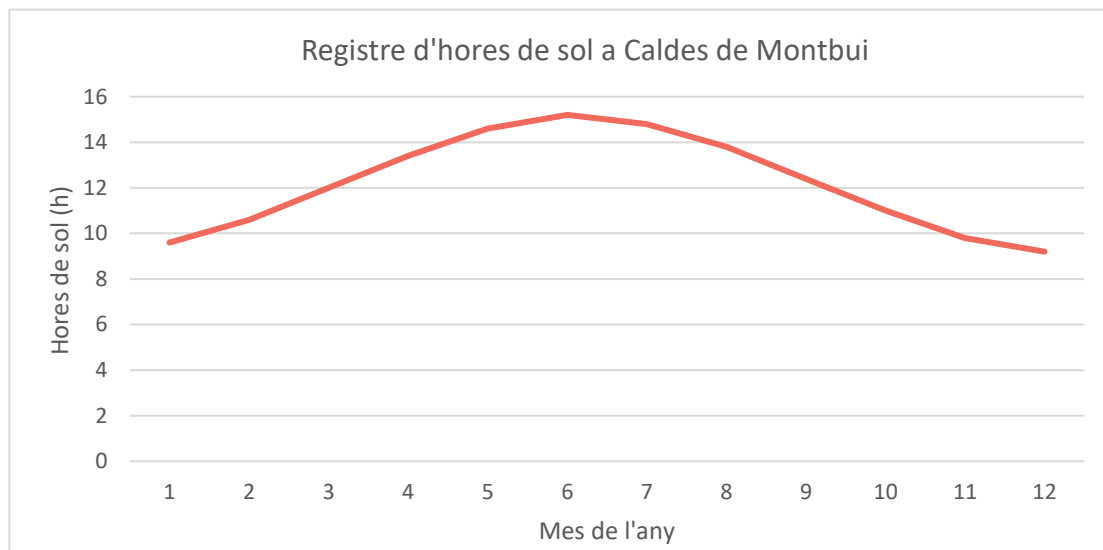


Figura 3- Hores de sol a Caldes de Montbui durant els mesos de 2021

#### 5.1.4. Irradiació solar

Per ser capaços de calcular la producció mitjana de la instal·lació és necessari determinar quina serà la radiació solar incident sobre els panells solars fotovoltaics. La quantitat d'energia que una superfície exposada als raigs solars pots absorbir depèn de l'angle format pels raigs solars i també de la superfície.

Per norma general, les mesures de radiació que es prenen per una determinada zona es fan en unes condicions d'orientació Sud i posició totalment horitzontal.

En la **taula 4**, es pot observar un resum mensual de la irradiació solar global diària a Caldes de Montbui en 2021 expressada en MJ/m<sup>2</sup>. Aquestes dades han sigut extretes de Weather Spark (<https://es.weatherspark.com>).

Taula 4- Irradiació solar a Caldes de Montbui durant els mesos de 2021

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Irradiació solar MJ/m<sup>2</sup></b>	7,6	9,3	15,2	16,2	22,3	24,1	25,2	19,9	15,2	11,8	7,5	7,2

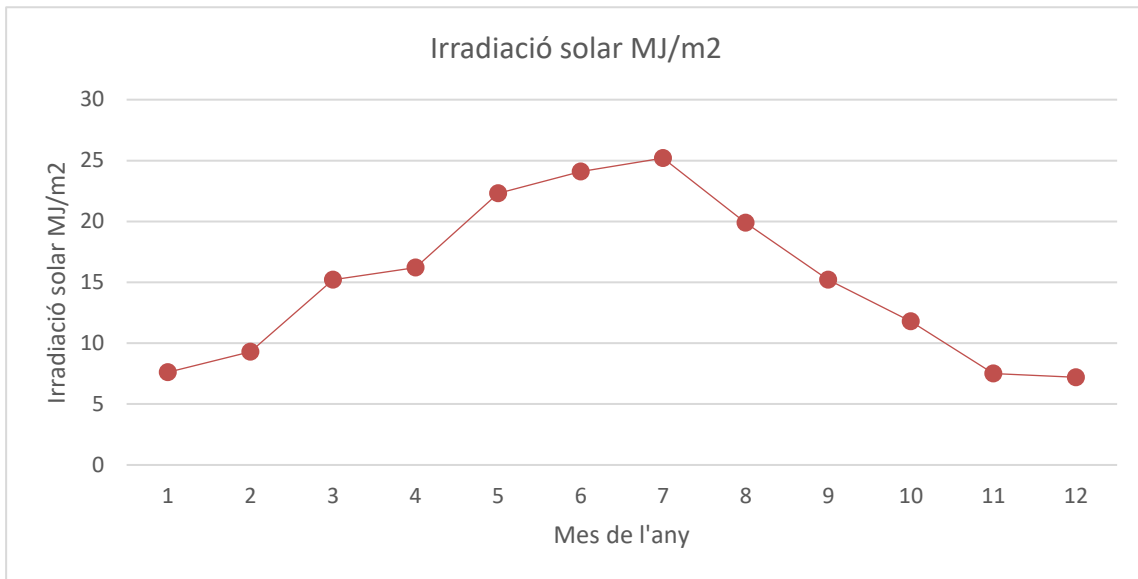


Figura 4- Irradiació solar a Caldes de Montbui durant els mesos de 2021

A la figura anterior, s'observa que els mesos més crítics d'irradiació solar, i per tant de producció d'energia de la instal·lació solar son de novembre a febrer.

## 5.2. Normativa que afecta al projecte

Per garantir la seguretat de la instal·lació i tots els factors involucrats en la mateixa, s'ha de complir unes normatives vigents. Son d'aplicació per aquest projecte els decrets i normatives següents:

- **LLEI 18/2008, DEL 23 DE DESEMBRE:** De garantia i qualitat del subministrament elèctric.
- **REIAL DECRET 224/2019,** DE 5 D'ABRIL: On es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- **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. (BOE núm. 295 publicat el 08/12/2011)
- **DIRECTIVA 2004/78/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL:** Relativa al foment de la cogeneració.

- **DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL:**  
Relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables.
- **REIAL DECRET 661/2007:** Pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial (Norma revocada per la disposició derogatòria única 2.a) del RDL 9/2013).
- **REIAL DECRET 1578/2008:** De retribució d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica (Norma revocada per la disposició derogatòria única 2.b) del RDL 9/2013).
- **REIAL DECRET LLEI 9/2013:** Pel qual s'adopten mesures urgents per a garantir l'estabilitat financera del sistema elèctric.
- **REIAL DECRET 1663/2000:** Sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió (Norma derogada pel RD 1699/2011, en la seva disposició derogatòria única).
- **REIAL DECRET 1955/2000:** Pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- **REIAL DECRET 1110/2007:** Pel qual s'aprova el Reglament unificant de punts de mesura del sistema elèctric.
- **REIAL DECRET 842/2002, DE 2 D'AGOST:** Pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió.
- LLEI 24/2013 DEL SECTOR ELÈCTRIC
- **REIAL DECRET 413/2014, DE 6 DE JUNY:** Pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.
- **REIAL DECRET 900/2015:** Pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum. (Norma revocada pel RD 244/2019, en la seva disposició derogatòria única).
- **REIAL DECRET 15/2018, DE 5 D'OCTUBRE:** De mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.

### **5.2.1. Procediment administratiu per a legalitzar la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum**

Per al cas del present projecte (instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum menors de 100 kW (tipus I)), es necessari realitzar per orde els tràmits següents:

- a) Sol·licitud i obtenció del permís d'obres de l'Ajuntament
- b) Sol·licitud del punt de connexió a l'empresa elèctrica distribuïdora.
- c) Validació de la sol·licitud de punt de connexió per part de l'empresa distribuïdora. Segons l'article 9.3 del capítol II del RD1699/2011, el termini per resoldre la sol·licitud de punt de connexió per part de l'empresa distribuïdora és de 10 dies hàbils.
- d) Acceptació del punt de connexió i realització de la instal·lació.
- e) Verificació de la connexió per part de l'empresa distribuïdora. En aquest punt l'empresa distribuïdora genera el document de no-necessitat de l'informe de gestor de xarxa (tipus I).
- f) Contracte tècnic d'accés a la xarxa elèctrica. Segons l'article 9.4 del capítol II del RD1699/2011, el termini per formalitzar el contracte per part de l'empresa distribuïdora és de 10 dies hàbils.
- g) Adaptació del contracte amb l'empresa comercialitzadora, d'acord amb l'article 8 del RD 900/2015.
- h) Legalització de la instal·lació al departament d'indústria de la Generalitat de Catalunya.
- i) Inscripció en el registre d'autoconsum del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda digital de l'Estat espanyol.
- j) Tramitació de la verificació de la instal·lació de mesura de la generació amb l'empresa distribuïdora.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

## ÀNEX II. ELEMENTS D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022



## Sumari

1.	MÒDULS FOTOVOLTAICS	2
2.	INVERSOR	3
3.	BATERIES	3
4.	REGULADORS	4
5.	SUPORTS	5
6.	PROTECCIONS	6
7.	CABLES	7

## 1. Mòduls fotovoltaics

S'anomenen panells solars a uns mòduls que son **capaços d'utilitzar l'energia provinent de la radiació solar**. Estan compostats per unes cèl·lules, les quals tenen la funció de convertir la llum en electricitat. Cada cèl·lula fotovoltaica està formada per dos semiconductors de silici, un d'ells amb menys electrons de valència de silici (anomenada P) i l'altre amb més electrons que àtoms de silici (Anomenada N).

Aquestes cèl·lules funcionen de forma que al impactar l'energia rebuda per la radiació solar produeix càrregues positives i negatives generant un camp elèctric amb la capacitat suficient de poder generar corrent elèctrica.

Aquells fotons procedents de la font lluminosa, incideixen sobre la superfície de la capa P, i al interactuar amb el material, alliberen electrons dels àtoms de silici els quals, en moviment, travessen la capa del semiconductor, però no poden tornar. La capa N adquireix una diferència de potencial respecte a la P. **La electricitat que es produeix es transforma en corrent contínua.**

**El rendiment d'aquests mòduls està condicionat a la orientació al sol i a la inclinació respecte amb l'horitzó.** Encara que el sol variï en funció de l'hora i l'estació en la que ens trobem, els muntatges dels panells es fa amb un angle fixe per estalviar en el seu manteniment.

Les cèl·lules es connecten entre elles en sèrie i en paral·lel per aconseguir la tensió i intensitat de funcionament volgudes. Les característiques dels panells son molt variables, ja que cada fabricant realitza panells en gammes de potència molt àmplies, que poden anar des de els 50 Wpic i els 550 Wpic.



---

Figura 1. Panell Solar – Font: Technosun.com.

## 2. Inversor

L'inversor té la funció de **convertir l'energia elèctrica en la corrent contínua** que ens subministraran els receptors solars en corrent alterna per el consum d'aparells elèctrics que s'hagin instal·lat.

La tensió d'entrada a l'inversor dependrà de la tensió de la instal·lació (12 V, 24 V o 48 V de continua), mentre que la tensió de sortida tindrà un valor de 230 V d'alterna.

La dada més important per definir un inversor es la seva **potència**, aquesta dada, serà l'energia que podrem utilitzar en la instal·lació de manera simultània sense que aquesta es vegi afectada.



---

Figura 2. Inversor Cargador AXPERT King 5000W 48 V 80 A – Font: Solarplak.es.

## 3. Bateries

Les bateries tenen la funció **d'emmagatzemar l'energia elèctrica**, de manera que assegura el subministrament d'aquesta energia en les següents condicions:

- En un cicle diari: Les bateries proporcionen l'energia mentre no hi hagi radiació solar o el cicle està per sota de l'energia que la instal·lació és capaç de generar.
- En un cicle llarg: Les bateries garanteixen i subministren l'energia durant alguns dies de forma ininterrompuda en els que la radiació que se li aplica als receptors

solars es baixa o pràcticament inexistent, com pot ser els dies de núvols i molta pluja.

La connexió de les bateries s'ha de fer en sèrie per arribar a una tensió de treball que s'hagi determinat, i en paral·lel per aconseguir que la capacitat de la bateria sigui suficient per garantir l'auto proveïment.

Una de les característiques principals de les bateries es la seva **capacitat de càrrega**. Aquesta es mesura en Ampers/hora (Ah). Aquesta característica ens indica quin es el valor de l'energia que la bateria podrà emmagatzemar.

Un altre característica important es la **profunditat de descàrrega**, la qual ens indica quin es el màxim valor d'energia que es capaç d'utilitzar sense que es vegi deteriorat el seu funcionament. Normalment aquest valor està al voltant del 70%.



---

Figura 3- Bateries Sunlight – Font: Technosun.com.

## 4. Reguladors

El regulador té la funció de **controlar de forma ininterrompuda l'estat de càrrega de les bateries i gestionar la intensitat de càrrega de les mateixes**. Per tant, amb el regulador s'eviten problemes com les sobrecàrregues de les bateries quan aquestes estan al màxim de la seva capacitat i evita la descàrrega de les bateries fins als mòduls

quan la radiació que incideix cap a les plaques es mínima o quasi inexistents, així com evitar que es superi la profunditat de descàrrega.



---

Figura 4. Regulador MPPT 150V 45A Victron Smart Solar – Font: Autosolar.es.

Les característiques que defineixen el regulador a escollir són la **tensió de treball**, sent aquesta la tensió de la instal·lació, i la **intensitat màxima** que es capaç de suportar, diferenciant en la intensitat màxima d'entrada, la qual ve donada per la intensitat que proporcionen els panells i la intensitat màxima de sortida.

## 5. Suports

Els suports són els elements que tenen la funció de **subjectar els panells**, aquest element és tan important com el propi panell, ja que una falla en els suports podria suposar una paralització de la instal·lació.



---

Figura 5- Suport per panel solar – Font: Technosun.com.

## 6. Proteccions

Les proteccions de la instal·lació **depenen de la corrent que hi hagi** en una part de la instal·lació; corrent continua o corrent alterna.

En quant a les proteccions de corrent alterna, hi han dos tipus, aquests son:

- Un interruptor magneto tèrmic amb una intensitat de curtcircuit superior a la establerta en el punt de connexió. Per motius de seguretat, aquest interruptor ha d'estar accessible en tot moment.
- Un interruptor automàtic diferencial, el qual serveix per protegir a les persones en el cas de derivació de qualsevol element de la instal·lació.

En quant les proteccions de corrent contínua, s'han de posar les següents:

- Bastidors entre positiu i terra i negatiu i terra per al generador fotovoltaic, contra sobreintensitats induïdes per descàrregues atmosfèriques.
- Un fusible amb funció de seccionador sempre que hi hagi una sobreintensitat.



---

Figura 6- Magnetotèrmic diferencial – Font: Autosolar.es.

## 7. Cables

Els cables (o conductors) son imprescindibles en qualsevol instal·lació elèctrica, ja que es el material necessari per **connectar tots els elements** d'aquesta. Aquests conductors venen determinats per una sèrie de característiques com pot ser la **longitud** que tenen, la **conductivitat** d'aquests, la **secció** o la **intensitat** que els hi passa. El tipus de cable a escollir dependrà de les característiques d'aquests que hem d'escollir segons la zona de la instal·lació en la que ens trobem.



---

Figura 7- Cables elèctrics amb diferents seccions – Font: [mantenimientoelectrico.pro](http://mantenimientoelectrico.pro).



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 W<sub>p</sub> A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

## ÀNNEX III. CÀLCUL DEL SISTEMA FOTOVOLTAIC

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022



## Sumari

<b>1. OBJECTE</b>	<b>2</b>
<b>2. CLASSIFICACIÓ DEL LOCAL I LES INSTAL·LACIONS</b>	<b>2</b>
<b>3. SUBMINISTRAMENT DE POTÈNCIA</b>	<b>2</b>
<b>4. BASES I CRITERIS DE CàLCUL</b>	<b>2</b>
4.1. Orientació dels panells	2
4.2. Angle d'inclinació	3
4.2.1. Càlcul d'irradiació global	4
4.1. Elecció del panell	6
4.2. Càlcul del número de panells	9
4.3. Distància entre panells	10
4.4. Càlcul de pèrdues	11
• Pèrdues per dispersió de potència	11
• Pèrdues per temperatura de la cèl·lula fotovoltaica	11
• Pèrdues per brutícia sobre els mòduls fotovoltaics	13
• Pèrdues per degradació fotònica	13
• Pèrdues per reflectància	13
4.5. Càlcul d'energia generada	14
<b>5. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA</b>	<b>17</b>
5.1. Components	17
5.1.1. Inversor	17
5.1.2. Bateries	18
5.1.3. Reguladors	19
5.1.4. Suports	20
5.1.5. Cables	20
5.1.6. Proteccions	22
5.2. Esquema	23
<b>6. MANTENIMENT</b>	<b>23</b>

## 1. Objecte

Aquest annex recull els càlculs i la justificació del dimensionament de la instal·lació elèctrica de Miró Jardineria, ubicat a Caldes de Montbui.

## 2. Classificació del local i les instal·lacions

Segons l'apartat 3, Instal·lacions que precisen projecte, estipulat en el ITC-BT-04, les característiques del local fan que aquest pertanyi al grup e, coincidint amb el tipus d'instal·lació "Edificis destinats principalment a habitatges, locals comercials i oficines, que no tinguin la consideració de locals de pública concurrència, en edificació vertical o horitzontal", també requereix una potència superior a 100 kW per caixa general de protecció, aquesta condició no es compleix ja que la instal·lació precisa de 6,63 kW. **Per tant, aquesta instal·lació, no precisa projecte.**

## 3. Subministrament de potència

El subministrament elèctric de la instal·lació es realitzarà a través de panells solars fotovoltaics i es cobrirà la potència ja descrita a l'ANNEX-I.

## 4. Bases i criteris de càlcul

### 4.1. Orientació dels panells

La orientació dels panells solars de qualsevol instal·lació solar fotovoltaica es una de les claus principals per aconseguir un rendiment òptim.

Espanya es troba en l'Hemisferi Nord del planeta, i es per això **que la millor orientació per als panells solars és el sud**. Aquesta orientació garanteix que els panells estiguin en la direcció del sol just quan aquest està oferint els seu màxim de radiació durant el major temps del dia (que son les hores centrals). Aquest fet produeix un alt rendiment de la instal·lació solar fotovoltaica. Per tant, l'orientació dels panells serà cap al **sud**.

## 4.2. Angle d'inclinació

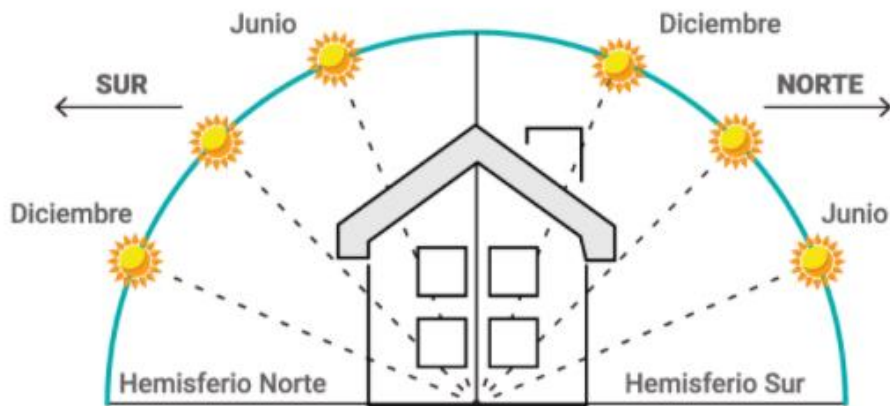


Figura 1- Posicions del sol segons els solstici – Font: novumsolar.com

- Altura màxima del sol al migdia

Per determinar l'angle d'inclinació ideal pel solstici d'estiu, hem de saber la latitud a la que es troba la instal·lació, que en aquest cas es de 41°. A aquesta latitud, se li ha de restar l'angle d'inclinació aproximat de la terra, que en tots els casos es de 23°. Per extreure l'altura màxima del sol al migdia a Miró Jardineria, hem de fer la següent operació:

$$\text{Altura màxima} = 90^\circ - (\text{latitud} - \text{angle inclinació terra}) = 90^\circ - (41^\circ - 23^\circ) = 72^\circ$$

Per tant, trobem que l'altura màxima del sol al migdia es troba a 72°. Per a que els panells estiguin orientats de forma perfectament perpendiculars als rajos solars hem d'aplicar la següent equació:

$$\text{Angle d'inclinació òptima} = 90^\circ - \text{Altura màxima sol} = 90^\circ - 72^\circ = 18^\circ$$

Per tant, trobem que l'angle d'inclinació òptim a l'estiu es de 18°.

- Altura mínima del sol al migdia

Per determinar l'angle d'inclinació ideal pel solstici d'hivern, hem de saber la latitud a la que es troba la instal·lació, que en aquest cas es de 41°. A aquesta latitud, se li ha de sumar l'angle d'inclinació aproximat de la terra, que en tots els casos es de 23°. Per

extreure l'altura màxima del sol al migdia a Miró Jardineria, hem de fer la següent operació:

$$\text{Altura màxima} = 90^\circ - (\text{latitud} - \text{angle inclinació terra}) = 90^\circ - (41^\circ + 23^\circ) = 26^\circ$$

Per tant, trobem que l'altura màxima del sol al migdia a l'hivern es troba a  $26^\circ$ . Per a que els panells estiguin orientats de forma perfectament perpendiculars als rajos solars hem d'aplicar la següent equació:

$$\text{Angle d'inclinació òptima} = 90^\circ - \text{Altura màxima sol} = 90^\circ - 26^\circ = 64^\circ$$

Per tant, trobem que l'angle d'inclinació òptim a l'hivern es de  $64^\circ$ .

Degut a que la necessitat energètica del centre es durant tot l'any, s'ha de prendre un valor mitjà entre les dos inclinacions calculades. Però, com la necessitat energètica incrementa al període d'hivern, s'ha d'escollir un angle d'inclinació és proper a l'òptim durant l'hivern.

**S'ha decidit escollir una inclinació dels panells solars de  $37^\circ$ , amb orientació al SUD.**

#### **4.2.1. Càlcul d'irradiació global**

El càlcul d'irradiació global és la suma de la irradiació directa i la irradiació difusa. La aplicació de les fórmules de càlcul de la radiació directa i difusa, permeten obtindre els següents factors de correcció pel càlcul de la irradiació solar global sobre superfície inclinada en latitud  $41^\circ$ , a partir d'aquesta irradiació sobre una superfície plana. A la taula següent, es presenten els factors de correcció per la latitud del projecte:

Taula 1 - Factor de correcció K per superfícies inclinades – Font: Wordpress.com.

Latitud = 41°

Inc	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.05	1.08	1.09	1.09
10	1.14	1.12	1.09	1.06	1.03	1.02	1.03	1.06	1.1	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.12	1.07	1.04	1.03	1.04	1.08	1.14	1.21	1.26	1.24
20	1.26	1.21	1.15	1.08	1.04	1.02	1.04	1.09	1.17	1.27	1.33	1.31
25	1.31	1.24	1.17	1.09	1.03	1.01	1.03	1.1	1.2	1.32	1.39	1.37
30	1.35	1.27	1.18	1.08	1.01	.99	1.02	1.09	1.21	1.35	1.44	1.42
35	1.38	1.29	1.18	1.07	.99	.96	.99	1.08	1.22	1.38	1.49	1.47
40	1.4	1.3	1.18	1.05	.96	.93	.96	1.06	1.22	1.4	1.52	1.5
45	1.42	1.3	1.16	1.03	.93	.89	.93	1.04	1.21	1.41	1.55	1.52
50	1.42	1.3	1.14	.99	.88	.84	.88	1.01	1.19	1.41	1.56	1.54
55	1.42	1.28	1.12	.95	.83	.79	.84	.97	1.17	1.41	1.57	1.54
60	1.41	1.26	1.08	.91	.78	.73	.78	.92	1.14	1.39	1.56	1.54
65	1.39	1.23	1.04	.85	.72	.67	.72	.87	1.09	1.36	1.54	1.53
70	1.36	1.19	.99	.8	.66	.61	.66	.81	1.04	1.32	1.52	1.5
75	1.32	1.15	.94	.73	.59	.54	.59	.74	.99	1.28	1.48	1.47
80	1.28	1.1	.88	.67	.52	.46	.52	.67	.93	1.23	1.44	1.43
85	1.23	1.04	.82	.6	.44	.39	.44	.6	.86	1.16	1.38	1.38
90	1.17	.98	.74	.52	.36	.31	.36	.52	.78	1.09	1.32	1.32

Degut a que en la taula anterior (**Taula 1**), no ens presenta el factor de correcció (factor K) amb una inclinació de 37°, s'ha de realitzar una interpolació entre les dades de les inclinacions de 35° i 40°. A la **taula 2** es mostra el resultat d'aquesta interpolació:

Taula 2- Factor de correcció K amb un angle de 37°

Inc	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des
37°	1,388	1,294	1,18	1,062	0,978	0,948	0,978	1,072	1,22	1,388	1,502	1,482

Per calcular la irradiació sobre la superfície inclinada, s'ha d'aplicar la següent equació:

$$Irradiació\ sup.\ inclinata = Irradiació\ horitzontal \cdot Factor\ de\ correcció\ K$$

A la taula següent, s'observa la irradiació a una superfície inclinada de 37°:

Taula 3- Irradiació a una superfície inclinada de 37°

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Irradiació horitzontal kWh/m2	2,1	2,6	4,2	4,5	6,2	6,7	7,0	5,5	4,2	3,3	2,1	2,0
Factor de correcció K	1,388	1,294	1,18	1,062	0,978	0,948	0,978	1,072	1,22	1,388	1,502	1,482
Irradiació 37° (kWh/m2)	2,9	3,3	5,0	4,8	6,1	6,3	6,8	5,9	5,2	4,5	3,1	3,0

#### 4.1. Elecció del panell

Per conèixer quin tipus de panell solar hem d'escollir, hem de saber quin mes de l'any és el mes desfavorable. Amb aquest càlcul, podem ser capaços de garantir el correcte funcionament de la instal·lació en el mes que pitjors condicions presenta, i, per la resta de mesos, la fiabilitat de la instal·lació encara serà millor. El mes més crític de l'any depèn de la següent divisió, la qual **relaciona les necessitats energètiques amb la radiació solar disponible**:

$$C_{md} = \frac{Consum}{Radiació}$$

Taula 4- Relació de les necessitats energètiques i la radiació solar disponible

Mes	Consum(A/mes)	Radiació 37° (kWh/m2)	C <sub>md</sub> (Am2/kW)
Gener	6186,96	144,1	42,92
Febrer	5469,57	164,0	33,35
Març	5943,48	248,5	23,92
Abril	5108,70	238,6	21,41
Maig	3795,65	303,2	12,52

Mes	Consum(A/mes)	Radiació 37° (kWh/m2)	C <sub>md</sub> (Am2/kW)
<b>Juny</b>	2830,43	313,1	<b>9,04</b>
<b>Juliol</b>	2878,26	338,0	<b>8,52</b>
<b>Agost</b>	2626,09	293,2	<b>8,96</b>
<b>Setembre</b>	3456,52	258,4	<b>13,37</b>
<b>Octubre</b>	5504,35	223,7	<b>24,61</b>
<b>Novembre</b>	6204,35	154,1	<b>40,27</b>
<b>Desembre</b>	6569,57	149,1	<b>44,06</b>

Un cop sabem quin és els mes més crític de l'any, s'ha de determinar quin model de panell solar fotovoltaic escollim i quines característiques té aquest.

Per aquesta instal·lació s'ha escollit un Panell solar **Trina 450W TSM-DE17M(II)** ja que es un dels panells més populars en el mercat, per la seva potència màxima i la relació amb el preu.

El mòdul Tallmax M 450W es un dels mòduls més fiables del sector. Amb una major resistència als punts càlids i al excés de temperatura, les cèl·lules de mig tall poden millorar la fiabilitat del mòdul. La aplicació de cèl·lules multi barra permet obtenir càrregues més uniformes per evitar tensions, el que es tradueix en un millor rendiment, inclòs en el cas de lleugeres fissures. Actualment, la quota de mercat dels mòduls fotovoltaics amb tecnologia MBB es dominant en la indústria solar mundial.

Les característiques del panell escollit son les següents:

Taula 5- Característiques del panell solar

<b>MODEL</b>	TALLMAX M 450W
<b>GRAU DE PROTECCIÓ IP</b>	IP68
<b>POTÈNCIA MÀXIMA <math>P_{MAX}</math> (W)</b>	440
<b>TOLERÀNCIA POTÈNCIA MÀXIMA (W)</b>	0/+5
<b>VOLTATGE EN POTÈNCIA MÀXIMA <math>V_{MPP}</math>(V)</b>	40,7
<b>CORRENT EN POTÈNCIA MÀXIMA <math>A_{MPP}</math>(A)</b>	10,82
<b>EFICIÈNCIA <math>\eta</math> (%)</b>	20,1
<b>VOLTATGE EN CIRCUIT OBERT <math>V_{CA}</math> (V)</b>	49,6
<b>CORRENT DE CORTOCIRCUIT ISC (A)</b>	11,53
<b>NOCT(Nominal Operating Cell Temperature) (°C)</b>	43
<b>NÚMERO DE CÈL·LULES</b>	144 monocristal·lines
<b>TIPUS DE CÈL·LULES</b>	Mono Crystalline Silicon
<b>DIMENSIONS DEL PANELL (mm)</b>	2102 x 1040 x 35
<b>PES (kg)</b>	24
<b>CRISTALL</b>	Vidre temperat de 3,5 mm
<b>MARC</b>	Alumini anoditzat color plata
<b>J-BOX</b>	IP68 amb 3 díodes baipàs
<b>CABLES</b>	Cable fotovoltaic de 4 mm <sup>2</sup> , 280



	mm
<b>CONNECTORS</b>	MC-4 o equivalents
<b>PREU DEL PANELL (€)</b>	160

## 4.2. Càlcul del número de panells

Sabent les característiques dels panells escollits i la potència que hem de cobrir, podem calcular el número aproximat de panells que necessitem instal·lar.

Aquest número està compost pel número de panells en sèrie que tindrà la instal·lació, els quals, dependran de la tensió de la instal·lació de contínua i de la tensió nominal de cada panell, les quals son de 48 V i 40,7 V respectivament. Per extreure el número de panells connectats en sèrie hem d'aplicar la següent fórmula:

$$Nps = \frac{Vins}{Vnominal} = \frac{48 V}{40,7 V} = 1,18 \approx 2 \text{ panells connectats en sèrie}$$

Per fer el càlcul del número de línies en paral·lel, hem d'agafar el coeficient del mes més desfavorable, extret a l'apartat anterior i la intensitat pic del panell, de tal manera que ens queda la equació següent:

$$Nlp = \frac{Cmd}{Ipic} = \frac{44,6 A}{10,82 A} = 4,12 \approx 5 \text{ panells en paral·lel}$$

Amb el resultat obtingut, fem un arrodoniment a l'alta, per així obtenir una major fiabilitat de la instal·lació. Per tants ens quedaria que el número de línies en paral·lel per aquesta instal·lació ha de ser de 5.

Per últim, necessitem multiplicar el número de panells en sèrie amb el número de panells en paral·lel tal i com es mostra a la següent fórmula:

$$Npt = Nps * Npl = 2 \cdot 5 = 10 \text{ panells}$$

Per tant, el número de panells aproximats que necessitem per abastir les necessitats elèctriques de Miró Jardineria durant tot l'any es de **10 panells** solars fotovoltaics.

### 4.3. Distància entre panells

La distància mínima entre les files de la instal·lació **està condicionada per la latitud de la ubicació**, ja que l'angle d'incidència solar varia amb aquest paràmetre. La separació entre files de panells solars es projecta de tal forma que al migdia solar del dia més desfavorable (que correspon al 21 de Desembre), l'ombra del punt superior d'una fila es projecti com a màxim, sobre el punt inferior de la fila següent.

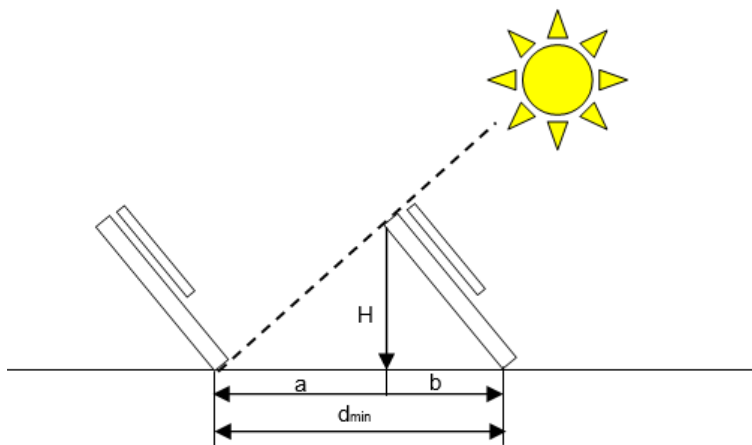


Figura 2- Distància entre panells

La distància  $d_{min}$ , ha de garantir un mínim de 4 hores de sol en torn al migdia del solstici d'hivern. Per calcular aquesta distància mínima entre panells s'aplica la següent equació:

$$d_{min} = L \times \left( \cos(\beta) + \frac{\sin(\beta)}{\tan(H)} \right) = 2,102 \times \left( \cos(37^\circ) + \frac{\sin(37^\circ)}{\tan(26^\circ)} \right) = 4,27m$$

On:

- L=Llargada del panell. En aquest cas són 2,102 m
- $\beta$ =Inclinació dels panells. S'ha fixat una inclinació de  $37^\circ$ .
- H= Altura solar mínima al període d'hivern. Per saber el valor de la H, s'aplica la següent fórmula:

$$H = (90^\circ - \text{latitud}) - 23^\circ = (90^\circ - 41^\circ) - 23^\circ = 26^\circ$$

Per tant, la distància mínima entre els mòduls ha de ser de 4,27m. Per tenir un marge d'error, es fixa una **distància mínima entre panells de 5m**, d'aquesta forma, podrem col·locar els mòduls de manera que no es facin ombres i perjudiqui al rendiment de la instal·lació.

#### 4.4. Càlcul de pèrdues

- **Pèrdues per dispersió de potència**

La potència dels mòduls pot variar entre ells per tant, també ho faran en la seva intensitat i en la tensió màxima de potència. Una conseqüència que produeix aquest fet és que al disposar els panells en sèrie, es produeix una pèrdua de potència ja que la intensitat de pas d'una cadena en sèrie de panells serà la més baixa de tots els panells que componen la sèrie.

Una solució a aquest problema, els fabricants classifiquen els mòduls per la seva intensitat i indiquen aquesta en una lletra indicada en un adhesiu al marc del panell. Amb aquesta solució, es poden agafar panells de la mateixa intensitat i distribuir-los en sèrie sense prendre el risc de perdre potència. Generalment, el fabricant dels panells garanteix que la potència d'aquests sempre està en un rang de **+/- 2,5%**, per tant, podem estimar aquest percentatge de possible pèrdua de dispersió de potència.

- **Pèrdues per temperatura de la cèl·lula fotovoltaica**

Com amb la majoria d'instal·lacions, el rendiment dels mòduls fotovoltaics disminueix amb l'increment de la temperatura de treball a la qual se sotmeten, per tant, al ser un element exposat diàriament a la radiació solar i de forma molt continuada, es necessari comptar amb una bona ventilació tant per la part davantera com la posterior.

Per calcular la quantitat de pèrdues mensuals degudes a la temperatura ( $L_{tem}$ ) es necessari aplicar la següent fórmula:

$$L_{tem} = g \times (T_c - 25^\circ C)$$

$$T_c = T_{amb} + \frac{(T_{onc} - 20^\circ\text{C}) \times E}{800}$$

- g=Coefficient de temperatura de la potència expressat en 1/°C. Aquest valor ve donat pel fabricant del panell. En aquest cas es de 0,0034/°C.
- Tc = Temperatura de treball mensual dels panells fotovoltaics. Per trobar Tc es necessita la següent fórmula:  $T_c = T_{amb} + \frac{(T_{onc}-20^\circ\text{C}) \times E}{800}$

On:

- T<sub>amb</sub>= Temperatura ambient mensual de la localitat on es farà la instal·lació. En °C.
- T<sub>onc</sub>= Temperatura d'operació nominal del mòdul. Aquesta dada ve donada pel fabricant dels mòduls. En °C.
- E= Radiació mitjana d'una dia assolellat. En W/m<sup>2</sup>

Taula 6- Pèrdues de potència deguts a la temperatura

MES	g (1/°C)	Tc	T <sub>amb</sub>	T <sub>onc</sub>	E	L <sub>tem</sub>
1	0,0034	33,80	6,2	34	1.577	0,030
2	0,0034	34,10	10,3	34	1.360	0,031
3	0,0034	34,63	9,9	34	1.413	0,033
4	0,0034	36,06	11,8	34	1.386	0,038
5	0,0034	38,14	16,6	34	1.231	0,045
6	0,0034	44,77	22,6	34	1.267	0,067
7	0,0034	47,14	24,7	34	1.282	0,075
8	0,0034	47,09	23,9	34	1.325	0,075
9	0,0034	44,72	21,5	34	1.327	0,067

MES	g (1/°C)	T <sub>c</sub>	T <sub>amb</sub>	T <sub>onc</sub>	E	L <sub>tem</sub>
10	0,0034	38,61	16,1	34	1.286	0,046
11	0,0034	38,27	9,9	34	1.621	0,045
12	0,0034	35,36	8,5	34	1.535	0,035

- **Pèrdues per brutícia sobre els mòduls fotovoltaics**

Amb el pas del temps i els panells exposats en un entorn obert, una capa de brutícia fa que entri menys irradiació solar als mòduls. En condicions normals de situació o realitzant els treballs de manteniment i neteja corresponents, els panells solars no tenen perquè superar unes pèrdues del **3%**.

- **Pèrdues per degradació fotònica**

Aquestes pèrdues son degudes a un procés natural de degradació de totes les cèl·lules de silici cristal·lí que porten els mòduls i és produït per l'exposició al sol per primer cop del panell solar fotovoltaic. Aquesta pèrdua té un valor de l'**1%**.

- **Pèrdues per reflectància**

La Universitat de Ginebra fa una estimació de les pèrdues que fan referència als efectes angulars de reflexió i s'han de considerar d'un **2,9%**.

- **Pèrdues totals**

A la taula següent, es resumeixen les pèrdues de potència mensuals, expressades en %:

Taula 7- Pèrdues totals (%)

<b>PÈRDUES (%)</b>	<b>Per dispersió de potència</b>	<b>Per temperatura de la cèl·lula fotovoltaica</b>	<b>Per brutícia sobre els mòduls fotovoltaics</b>	<b>Per degradació fòtonica</b>	<b>Per reflectància</b>	<b>Totals</b>
Gener	2,5	3,0	3	1	2,9	<b>12,4</b>
Febrer	2,5	3,1	3	1	2,9	<b>12,5</b>
Març	2,5	3,3	3	1	2,9	<b>12,7</b>
Abril	2,5	3,8	3	1	2,9	<b>13,2</b>
Maig	2,5	4,5	3	1	2,9	<b>13,9</b>
Juny	2,5	6,7	3	1	2,9	<b>16,1</b>
Juliol	2,5	7,5	3	1	2,9	<b>16,9</b>
Agost	2,5	7,5	3	1	2,9	<b>16,9</b>
Setembre	2,5	6,7	3	1	2,9	<b>16,1</b>
Octubre	2,5	4,6	3	1	2,9	<b>14,0</b>
Novembre	2,5	4,5	3	1	2,9	<b>13,9</b>
Desembre	2,5	3,5	3	1	2,9	<b>12,9</b>

#### 4.5. Càlcul d'energia generada

Per calcular l'energia generada per un panell solar al mes ( $E_{\text{panell}}$ ), expressat en Wh, es necessari l'ús de la següent equació:

$$E_{panell} = I_{panell} \cdot V_{panell} \cdot HSP_{mes} \cdot PR \text{ (Wh)}$$

On:

- $I_{panell}$  = Es la corrent màxima del panell, expressat en A. En aquest cas es de 10,82A.
- $V_{panell}$  = Es la tensió màxima del panell, expressat en V. En aquest cas es de 40,7V.
- $HSP_{mes}$  = Es la suma de totes les hores pic d'un mes
- PR = Performance ratio o rendiment energètic de la instal·lació. Per obtenir aquesta dada s'ha d'aplicar la següent fórmula:

$$PR = (1 - Pèrdues \text{ de potència totals})$$

D'aquesta forma només es calcula l'energia generada per un sol panell solar. Per saber l'energia que produirà la instal·lació sencera, s'ha d'aplicar la fórmula següent:

$$E_{instal \cdot lació} = (I_{panell} \cdot \text{línies paral \cdot lel}) \cdot (V_{panell} \cdot \text{línies sèrie}) \cdot HSP \cdot PR$$

En aquest cas, les aproximacions de línies en sèrie i en paral·lel de la instal·lació son de 2 i 5 respectivament. A la taula següent es troben els resultats per aquesta aproximació:

Taula 8- Energia produïda amb 2 línies en sèrie i 5 en paral·lel

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	9.613.329	9.613
2	0,875	3.404	13.116.539	13.116
3	0,873	4.229	16.258.242	16.258
4	0,868	4.786	18.294.228	18.294
5	0,861	5.115	19.394.137	19.394
6	0,839	5.414	20.003.310	20.003
7	0,831	5.940	21.737.477	21.737
8	0,831	5.430	19.871.128	19.871

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
9	0,839	4.948	18.281.562	18.281
10	0,86	4.140	15.679.075	15.679
11	0,861	2.980	11.299.028	11.299
12	0,871	2.369	9.086.672	9.086
<b>TOTAL ANY</b>				<b>192.631</b>

A la **taula 8** s'observa que l'energia generada amb 10 panells solars fotovoltaics és massa respecte a l'energia anual consumida per el centre (mencionada a l'**annex I**), per tant, es fa el càlcul reduint el número de panells (el càlculs es mostren a l'apèndix de càlculs de la memòria). A la **taula 9**, es mostra la producció d'energia per una instal·lació de 3 panells (en paral·lel):

Taula 9- Energia produïda amb 3 línies en paral·lel

Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
1	0,876	2.492	2.883.998	2.884
2	0,875	3.404	3.934.961	3.934
3	0,873	4.229	4.877.472	4.877
4	0,868	4.786	5.488.268	5.488
5	0,861	5.115	5.818.241	5.818
6	0,839	5.414	6.000.993	6.000
7	0,831	5.940	6.521.243	6.521
8	0,831	5.430	5.961.338	5.961
9	0,839	4.948	5.484.468	5.484
10	0,86	4.140	4.703.722	4.703



Mes	PR	HSP (h)	Wh	kWh
11	0,861	2.980	3.389.708	3.389
12	0,871	2.369	2.726.001	2.726
<b>TOTAL ANY</b>				<b>57.790,42</b>

Per tant calcula que la instal·lació solar fotovoltaica projectada tindrà una producció energètica anual neta de **57,79 MWh/ANY**.

## 5. Característiques generals de la instal·lació elèctrica

### 5.1. Components

Els materials utilitzats en la instal·lació fotovoltaica han de suportar les màximes temperatures i pressions a les que es puguin arribar. A més, tots els components i materials han de complir la normativa vigent. Els materials sense protecció situats en intempèrie s'han de protegir contra els agents ambientals, particularment, contra l'efecte de la radiació solar i la humitat.

#### 5.1.1. Inversor

Per escollir un inversor adequat per la instal·lació, s'ha de tenir en compte el número de receptors elèctrics que funcionen a la vegada. Fixem un **màxim de consum de 8 KW per inversor**.

De la mateixa manera que s'han escollit els panells, amb l'inversor també s'ha escollit valorant la relació qualitat/preu i la popularitat en el mercat. L'inversor escollit ha sigut: **Inversor Cargador AXPERT King 5000 W 48 V 80 A**

L'inversor carregador amb regulador **Axpert King 50000 W-48C 80 A** es una gestor de càrrega multi funció que combina les funcions de l'inversor, carregador solar i carregador de bateria per oferir un ajut extra de la alimentació ininterrompuda en una mida reduïda.

La característica més destacada d'aquest inversor es que **permet connectar varis inversors en paral·lel i així poder ampliar la instal·lació.**

### 5.1.2. Bateries

Per saber quines bateries s'ha d'escollir, primer s'haurà de fixar quants dies d'autonomia ha de suportar sense necessitat d'estar rebent càrrega elèctrica. Com l'empresa esta ubicada a la comunitat de Catalunya, podem establir que no han de passar més de 4 dies amb pluja, núvols o en condicions no òptimes per l'emmagatzematge per llum solar. Per tant, per criteri, fixem una autonomia de la bateria de 120h d'autonomia.

Un cop fixat el temps d'autonomia de les bateries, es pot fer el càlcul de la càrrega que poden subministrar. Per això, i amb la finalitat de donar fiabilitat a la instal·lació, s'utilitza la dada del mes més desfavorable. L'equació per fer el càlcul de la càrrega es la següent:

$$C_{120} = \frac{N^{\circ} \text{ dies} * \left( \frac{\text{Consum mes desfavorable (Desembre)}}{\text{dia}} \right)}{\text{Profunditat de descàrrega}} = \frac{4 * \left( \frac{1511}{31} \right)}{0,7} = 278,53 \text{ Ah}$$

Un cop obtenim que necessitem una bateria amb una càrrega de 278,53 Ah, mirem en la taula de les capacitats de les bateries (obtinguda a <https://solemesl.com/>).

La **taula 10** es una taula de capacitats de bateries, on observen que el valor que més s'aproxima cap a munt del valor calculat es de C120=294 Ah.

Taula 10- Capacitats de bateries – Font: Solemesl.com.

Modelo	End of discharge voltage (V/cell)					
	1.80V	1.80V	1.80V	1.85V	1.85V	1.85V
	C10	C48	C72	C100	C120	C240
12V 1 OPzS 50	50	78	79	83	83	92
12V 2 OPzS 100	100	141	136	144	139	162
12V 3 OPzS 150	150	187	196	204	208	234
6V 4 OPzS 200	200	296	289	301	294	338
6V 5 OPzS 250	250	374	361	377	364	424
6V 6 OPzS 300	300	420	410	429	417	482
2V 2 OPzS 100	100	165	175	185	190	200
2V 3 OPzS 150	150	215	230	240	245	260
2V 4 OPzS 200	200	270	285	300	305	320
2V 5 OPzS 250	250	330	350	370	380	400
2V 6 OPzS 300	300	395	420	440	450	470
2V 5 OPzS 350	350	480	515	540	550	580
2V 6 OPzS 420	420	575	615	645	660	695
2V 7 OPzS 490	490	670	710	750	765	805

D'aquesta manera, s'estableix que les bateries necessaries per la instal·lació del present projecte son: **Sunlight 6V 4 OPzS 200**.

Per últim, per calcular el número necessari de bateries s'ha de tenir en compte la tensió de les bateries. **Com la tensió de la instal·lació és de 48V i la de les bateries es de 6V, és necessari afegir 8 bateries per cada línia.**

### 5.1.3. Reguladors

Per calcular el regulador i escollir el tipus adequat per la instal·lació, és necessari fixar-se en els panells, ja que la intensitat que és capaç de suportar aquest, es el que determinarà quin regulador hem d'escollir. Per saber la intensitat pic que s'aplica la següent fórmula:

$$IPR = N_{ip} * IPP = 3 A * 10,82 A = 32,46 A$$

On:

- IPR= Intensitat pic del regulador, expressat en Ampers.
- IPP= Intensitat pic del panell, expressat en Ampers.
- $N_{ip}$ = Número de línies en paral·lel

Un cop sabem la intensitat pic que ha de tenir el regulador per la instal·lació, es fa una recerca de reguladors que hi ha al mercat amb 45 A d'intensitat ja que de 32,46 no existeixen i escollim el de número superior al calculat. Per la seva popularitat i la seva relació qualitat/preu, s'ha escollit el **MPPT 150V 45A Victron Smart Solar**.

Un altre dada important es determinar el número de línies que pot suportar cada regulador. El càlcul es fa amb la següent fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Línies} = \frac{IPR}{IPP} = \frac{45 \text{ A}}{10,82 \text{ A}} = 4,16 \text{ línies}$$

**Segons els càlculs el regulador es capaç de suportar 16,6 línies**, per tant, degut a que el número de línies en paral·lel de la instal·lació són 3, **només serà necessari instal·lar un sol regulador**.

#### 5.1.4. Suports

Per a que sigui possible encarar els panells solars al sol, aquest s'han de reposar en unes estructures metàl·liques. Segons les característiques de la instal·lació, els suports escollits son **TECHNO SUN Suport STR01V-1642-994** ja que aquests suports estan fabricats per instal·lacions a terra i gràcies a les potes graduals, l'estructura es pot graduar a l'angle d'inclinació desitjat.

#### 5.1.5. Cables

Per realitzar la connexió de total la instal·lació és necessari la utilització de cables. Aquests dependran de d'una secció atenen a una sèrie de característiques, aquestes s'expressen a la fórmula següent:

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} \text{ (mm}^2\text{)}$$

On:

- $I_{max}$ = Intenistat màxima que atravesa el cable, expressat en Ampers.
- $\rho$ =Resistivitat del cable, que en aquest cas, la resisitivitat d'un cable de coure a 20°C es de **0,0178 ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )**.
- $L$ = longitud del cable, expressat en metres.

- $V_{max}$ =Tensió màxima que atravesarà el cable, expressat en Volts.
- $Cdt$ =Caiguda de tensió del cable, en aquest cas de l'**1,5% (0,015)**.

D'aquesta forma, observem que depenent de quina part volguem connectar, s'haurà de seleccionar una secció determinada. El resultat final de la selecció serà el superior en els valors normalitzats

Taula 11- Norma internacional per seccions de cables elèctrics – Font: Juanan, 2021.

*Cómo evitar accidentes eléctricos seleccionando la sección de cable adecuada.*

<b>Norma internacional para secciones de cables eléctricos (IEC 60228)</b>					
0.5 mm <sup>2</sup>	0.75 mm <sup>2</sup>	1 mm <sup>2</sup>	1.5 mm <sup>2</sup>	2.5 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>
70 mm <sup>2</sup>	95 mm <sup>2</sup>	120 mm <sup>2</sup>	150 mm <sup>2</sup>	185 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>
300 mm <sup>2</sup>	400 mm <sup>2</sup>	500 mm <sup>2</sup>	630 mm <sup>2</sup>	800 mm <sup>2</sup>	1000 mm <sup>2</sup>

- **Dels panells al regulador**

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * (10,82 * 3) * 0,0178 * 10}{48 * 0,015} = 15,95 \text{ mm}^2$$

$$S = 16 \text{ mm}^2$$

- **Entre el regulador i l'inversor**

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 45 * 0,0178 * 3}{48 * 0,015} = 6,70 \text{ mm}^2$$

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

- **Entre l'inversor i les proteccions de l'edifici**

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 45 * 0,0178 * 15}{230 * 0,015} = 20,96 \text{ mm}^2$$

$$S = 25 \text{ mm}^2$$

- **Entre el regulador i les bateríes**

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 10,82 * 0,0178 * 7}{48 * 0,015} = 3,76 \text{ mm}^2$$

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

- **Entre les bateríes**

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 10,82 * 0,0178 * 1}{48 * 0,015} = 0,54 \text{ mm}^2$$

$$S = 0,75 \text{ mm}^2$$

Un cop calculades les seccions, s'opta per escollir el fabricant de cables **Sumidelec** per la seva àmplia varietat de cables.

### 5.1.6. Proteccions

Per l'elecció de la protecció és necessari distingir el tipus de corrent que tenim en cada punt de la instal·lació, la que no es protegeixen de la mateixa manera els elements amb corrent contínua o amb corrent alterna.

En el cas de protegir elements amb corrent contínua, la protecció que s'ha de posar són uns fusibles. Aquests vindran determinats segons la intensitat de la línia. Aquestes proteccions estaran ubicades a les caixes estanques pròximes a l'element que el protegeixi. Els elements amb corrent contínua a protegir són els següents:

- Els receptor solars es protegiran amb **Magnetotérmico Legrand 16A 2P 6KA Cm** per cada línia de panells que hi hagi.
- El regulador es protegirà amb **Magnetotérmico Legrand 50A 4P 6KA C**.
- 

En el cas de la protecció dels elements amb corrent alterna, la protecció aplicada serà un interruptor **Magnetotérmico Legrand 100A 2P 6/10KA C** i un interruptor diferencial **Legrand 63A 4P 30mA Tipo A**.

## 5.2. Esquema

Amb la totalitat dels càlculs realitzats, l'esquema de la instal·lació solar fotovoltaica a Miró Jardineria, ubicat a Caldes de Montbui es troba representada al **plànol-4/4**.

## 6. Manteniment

L'objectiu del manteniment es allargar la vida útil del sistema de generació elèctrica, assegurant a mes a mes, el funcionament i productivitat de la instal·lació.

Un cop realitzada la instal·lació i la seva posada en marxa, amb el transcurs del temps serà necessari realitzar periòdicament un manteniment preventiu amb la finalitat de garantir que els elements que intervenen en aquesta no es deteriorin i que per tant deixin de funcionar correctament.

S'hauran de realitzar mesuraments i verificacions per comprovar que les característiques dels elements que componen tota la instal·lació fotovoltaica no s'han vist deteriorats i que per tant es troben dins dels marges que en indica el fabricant. En el cas de que algun component no funcioni correctament, s'ha de reparar de manera immediata, i en el cas de no poder ser separat, s'ha de substituir per un de nou.

Finalment, s'ha de realitzar un **manteniment especial i complet als 15 i 30 anys** d'antiguitat de la instal·lació. En aquest manteniment, s'han de canviar les bateries, els inversors i els reguladors.

Les instal·lacions solars fotovoltaïques generalment solen tenir aproximadament **una vida útil de 43 anys**, un cop arriba la instal·lació a aquesta data, s'haurà de tornar a fer una instal·lació de nou tant amb l'estudi tècnic com econòmic ja que els preus dels materials com els del kW/h hauran variat.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 W<sub>p</sub> A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

## DOCUMENT I: PLÀNOLS

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

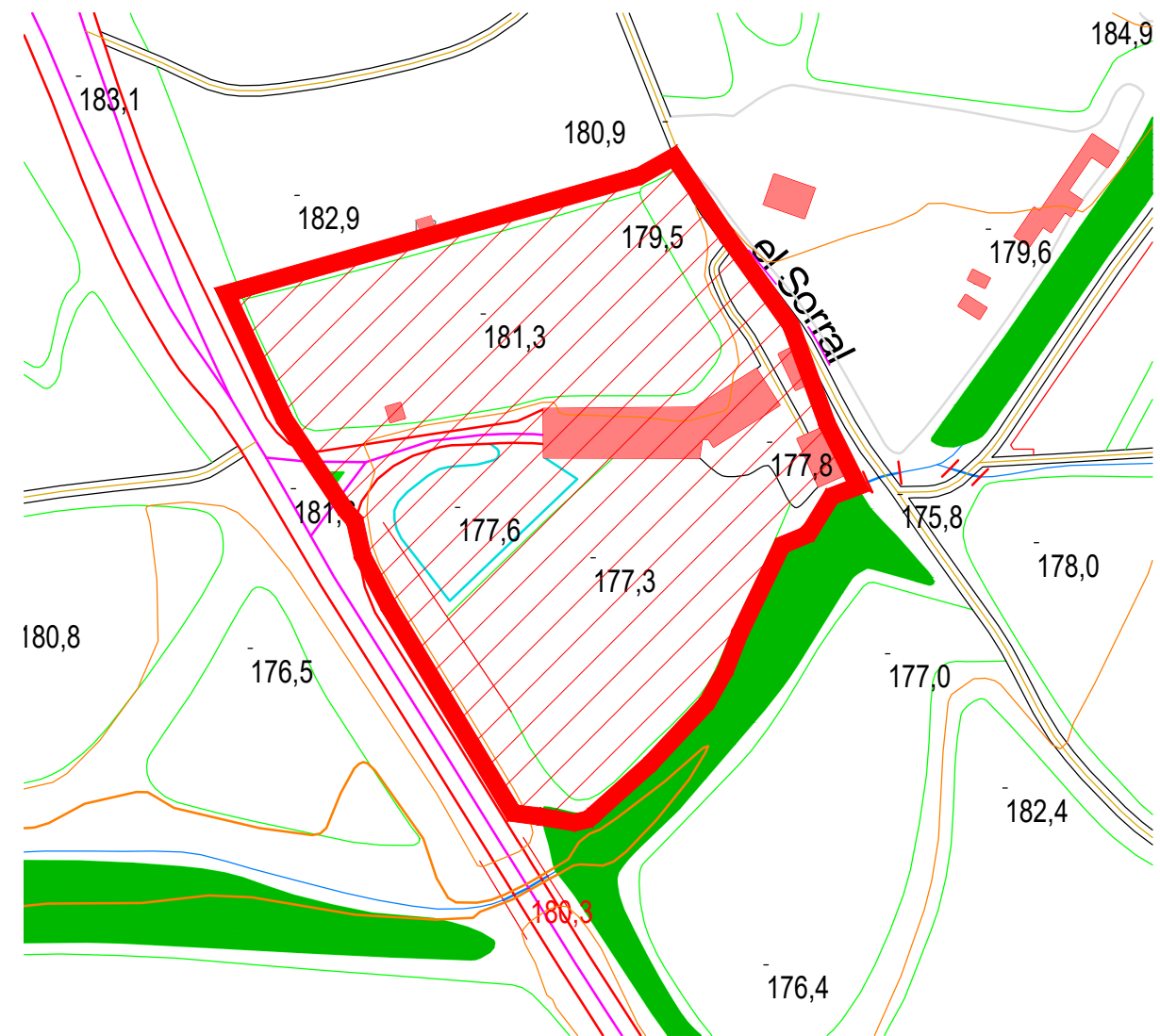
Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022



## Sumari

1.	SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT .....	1/4
2.	SITUACIÓ ACTUAL I EMPLAÇAMENT DELS PANELLS SOLARS...	2/4
3.	DETALL DE LA INSTAL·LACIÓ DELS PANELLS SOLARS .....	3/4
4.	ESQUEMA DEL SISTEMA.....	4/4

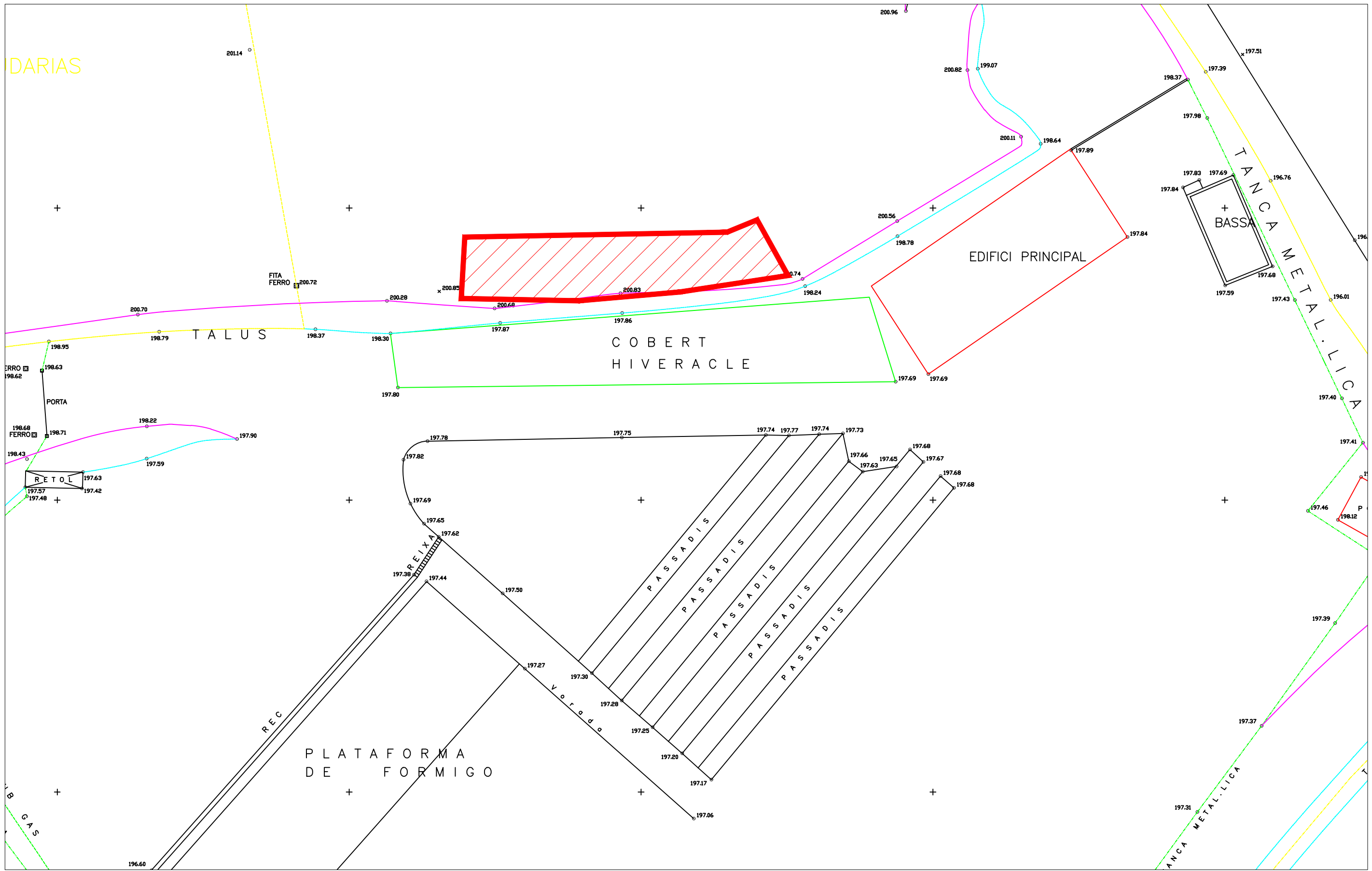


L'AUTORA:  
ANDREA LÓPEZ MARTÍN

PROJECTE:  
PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 440Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL:  
SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

ESCALA: S/E	NÚM. DE PLÀNOL: 1/4
FORMAT: A3	DATA: SEP-22



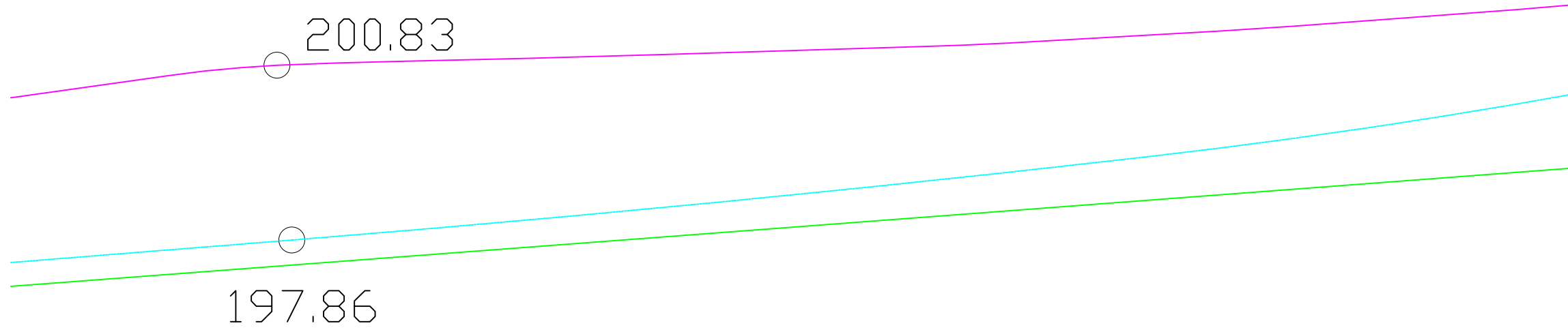
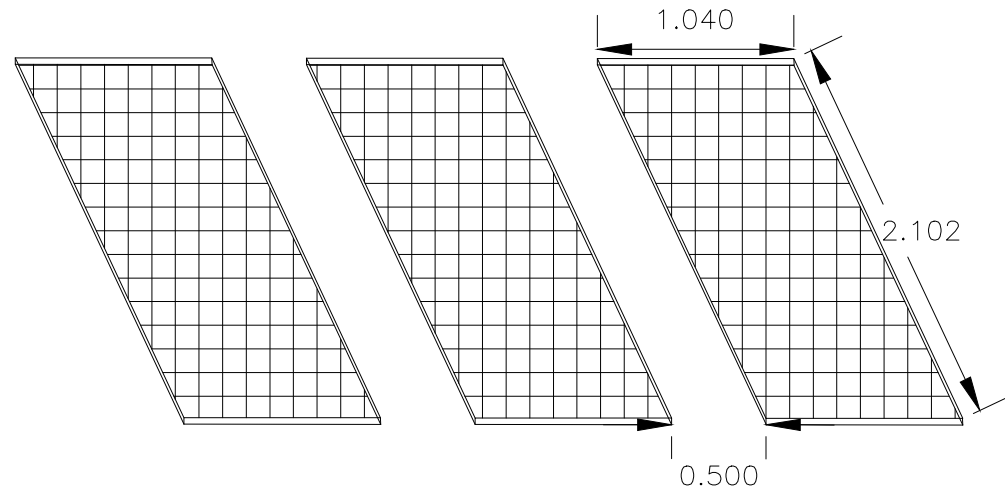
L'AUTORA:  
ANDREA LÓPEZ MARTÍN

PROJECTE:  
PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANEL·LS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 440Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

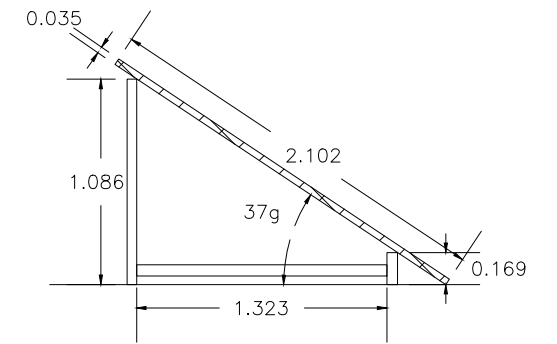
DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL:  
SITUACIÓ ACTUAL I EMPLAÇAMENT DELS PANEL·LS SOLARS

ESCALA: 1:250	NÚM. DE PLÀNOL: 2/4
FORMAT: A3	DATA: SEP-22

# PLANTA



# SECCIÓ



C O B E R T

H I V E R A C L E



L'AUTORA:  
ANDREA LÓPEZ MARTÍN

PROJECTE:  
PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 440Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

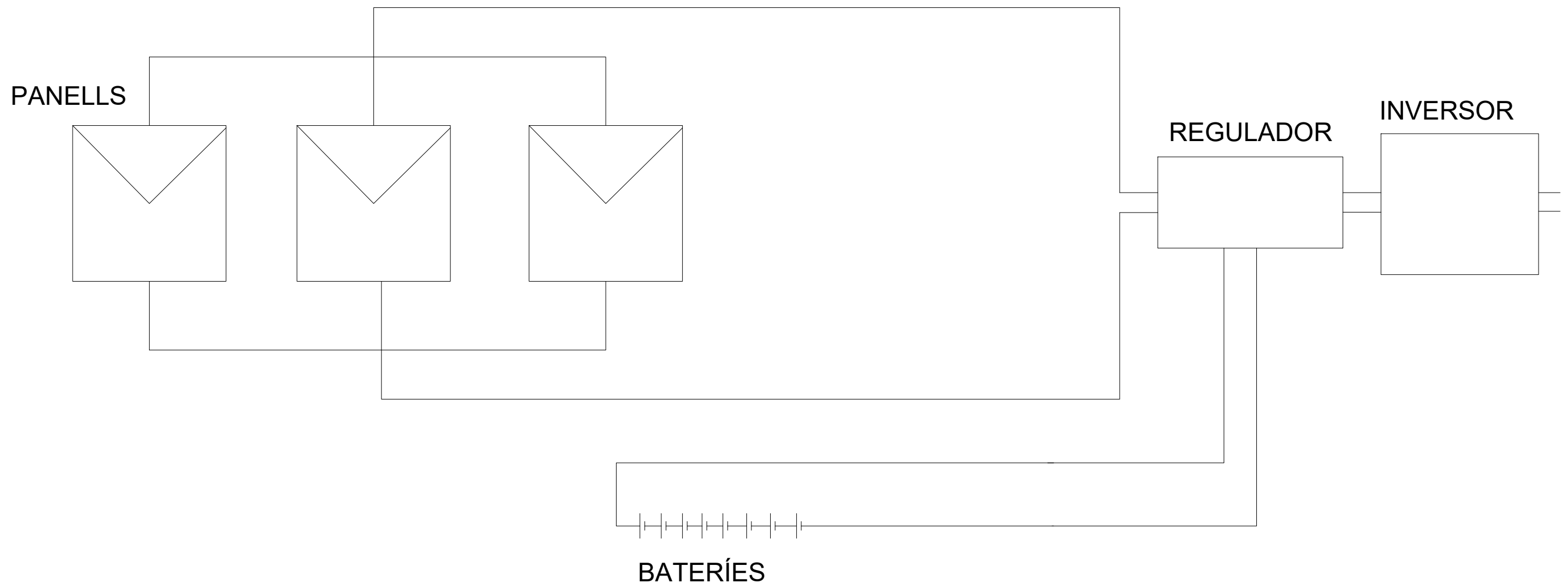
DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL:  
DETALL DE LA INSTAL·LACIÓ DELS PANELLS SOLARS

ESCALA:  
1:40

FORMAT:  
A3

NÚM. DE PLÀNOL:  
3/4

DATA:  
SEP-22



L'AUTORA:  
ANDREA LÓPEZ MARTÍN

PROJECTE:  
PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 440Wp A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

DENOMINACIÓ DEL PLÀNOL:  
ESQUEMA DEL SISTEMA

ESCALA:  
S/E

FORMAT:  
A3

NÚM. DE PLÀNOL:  
4/4

DATA:  
SEP-22



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria Agroalimentària  
i de Biosistemes de Barcelona

# PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS AMB UNA POTÈNCIA DE 1320 W<sub>p</sub> A MIRÓ JARDINERIA EN CALDES DE MONTBUI

## DOCUMENT II: PRESSUPOST

Enginyeria de Sistemes Biològics

Autor: Andrea López Martín

Tutor: Eduard Hernandez Yañez

Data: 26 / setembre / 2022

## Sumari

1.	OBJECTE	2
2.	PRESSUPOST ASSOCIAT A LA INSTAL·LACIÓ SOLAR	2
3.	PRESSUPOST FINAL	4

## 1. Objecte

L'Objecte d'aquest document es realitzar el pressupost d'una instal·lació solar fotovoltaica per Miró Jardineria a Caldes de Montbui.

Tots els materials i components de la instal·lació que apareixen en aquest document estan calculats i justificats en unes especificacions determinades per el tipus de instal·lació i consum a l'**Annex-II**.

Els preus dels elements son obtinguts a través dels propis fabricants d'aquests i distribuïdors de materials.

## 2. Pressupost associat a la instal·lació solar

Taula 1- Pressupost associat a la instal·lació solar

Unitats (SI)	Quantitat	Descripció	Preu unitat (€)	Import (€)
Un.	3	Panell solar Trina 450W mono TSM-DE17M(II)-450W – Trina Solar	160	480
Un	1	Inversor Cargador AXPERT King 5000W 48V 80A	769,50	769,50
Un	8	Bateria Sunlight 6V 4 OPzS 200	214,95	1.719,6
Un.	1	Regulador MPPT 150V 45A Victron Smart Solar	447,78	447,78
Un.	3	Suport TECHNOSUN STR03V-1642-994 per superfícies planes d'inclinació regulable, tres panells solars	97,40	292,2



Unitats (SI)	Quantitat	Descripció	Preu unitat (€)	Import (€)
		en vertical		
m	10	Sumidelec Cable unipolar 16 mm	2,73	27,3
m	3	Sumidelec Cable unipolar 10 mm	1,78	5,34
m	15	Sumidelec Cable unipolar 25 mm	4,45	66,75
m	7	Sumidelec Cable unipolar 4 mm	0,71	4,97
m	6	Sumidelec Cable unipolar 0,75 mm	0,27	1,62
Un.	3	Magnetotèrmico Legrand 16A 2P 6KA C	15,14	45,42
Un.	1	Magnetotèrmico Legrand 50A 4P 6KA C	106,12	106,12
Un.	1	Magnetotèrmico Legrand 100A 2P 6/10KA C	175,39	175,39
Un.	1	Diferencial Legrand 63A 4P 30mA Tipo A	291,16	291,16
			<b>TOTAL</b>	<b>4.433,15 €</b>

### 3. Pressupost final

Taula 2-Pressupost final

<b>Pressupostos parcials</b>	
Instal·lació solar fotovoltaica	4.433,15 €
Gastos generals (13%)	576,31 €
Benefici industrial (6%)	265,99 €
IVA (21%)	1.107,84 €
<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRATA</b>	<b>6.383,29 €</b>

El pressupost de execució per contracte ascendeix a la quantitat de sis mil tres-cents vuitanta-tres euros amb vint-i-nou cèntims.

A dia 26/09/2022, Castelldefels, aquest document ha sigut llegit i aprovat per:

Andrea López Martín

