



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

**Curs Acadèmic:**



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

## **AGRAÏMENTS**

*“A la família i amigues,  
al meu tutor per la seua dedicació.”*



## RESUM

En el present treball es realitza el disseny d'una instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa amb panells muntats sobre una estructura flotant en la bassa de la Cooperativa de Regants de Moncofa. L'objectiu d'aquest treball és determinar la viabilitat tècnica i econòmica d'una instal·lació fotovoltaica flotant per cobrir parcial o totalment la demanda energètica de la Cooperativa de Regants.

La modalitat de tecnologia fotovoltaica flotant aporta millors rendiments de producció als panells fotovoltaics, ja que els manté en refrigeració natural i a temperatures més baixes que si estigueren muntats sobre una coberta. La seua utilització per a instal·lacions de regadiu resulta molt atractiva si es disposa d'una bassa o embassament proper. No obstant, també cal remarcar que el cost d'instal·lació d'aquestes estructures flotants és considerablement major que el que tindria una instal·lació fotovoltaica similar en una coberta.

Per al disseny de la instal·lació proposada s'utilitzen 272 panells fotovoltaics i un inversor de 100kW quedant dimensionada la instal·lació per a 100kW de producció. Es realitza un estudi d'ombres amb PVSyst per determinar la millor distribució dels panells en la bassa. També, es realitzen els càlculs elèctrics per tal de dimensionar de manera correcta tot el cablejat de la instal·lació i incorporar les corresponents proteccions per a garantir un funcionament segur de la instal·lació.

El cost total al que ascendeix la instal·lació fotovoltaica és de 119.096,69€. S'analitzen els resultats de generació fotovoltaica de la instal·lació dissenyada i es determina una producció d'aquesta de 187.93 MWh anuals, quedant una cobertura de la demanda total amb fotovoltaica del 13,55% i la injecció dels excedents no consumits a xarxa.

Com a novetat, aquesta instal·lació s'acull a la nova modalitat d'autoconsum amb compensació contemplada en el RD244/2019 i es calculen els estalvis que aquesta modalitat suposa mensualment. L'estudi de viabilitat econòmica determina que aquesta instal·lació s'amortitza en 15 anys i genera un benefici final de 71.045,46€ als 25 anys.

**Paraules clau:** instal·lació fotovoltaica, flotant, energies renovables , autoconsum, compensació.



## **RESUMEN**

En el presente Trabajo se realiza el diseño de una instalación fotovoltaica conectada a red con paneles montados sobre una estructura flotante en la balsa de la Cooperativa de Regantes de Moncofa. El objetivo de este Trabajo es determinar la viabilidad técnica y económica de una instalación fotovoltaica flotante para cubrir parcial o totalmente la demanda energética de la Cooperativa de Regantes.

La modalidad de tecnología fotovoltaica flotante aporta mejores rendimientos de producción en los paneles fotovoltaicos, ya que se mantienen en refrigeración natural y a temperaturas más bajas que si estuvieran montados sobre una cubierta. Su utilización para instalaciones de regadío resulta muy atractiva si se dispone de una balsa cercana. No obstante, también es necesario remarcar que el coste de la instalación de estas estructuras flotantes es considerablemente mayor que el que tendría una instalación fotovoltaica similar en una cubierta.

Para el diseño de la instalación propuesta se utilizan 272 paneles fotovoltaicos y un inversor de 100kW quedando dimensionada la instalación para 100kW de producción. Se realiza un estudio de sombras con PVSyst para determinar la mayor distribución de los paneles en la balsa. También se realizan los cálculos eléctricos para dimensionar de manera correcta todo el cableado de la instalación e incorporar las correspondientes protecciones para garantizar un funcionamiento seguro de la instalación.

El coste total al que asciende la instalación fotovoltaica es de 119.096,69€. Se analizan los resultados de generación fotovoltaica de la instalación diseñada y se determina una producción de esta de 187.93 MWh anuales, quedando una cobertura de la demanda total con fotovoltaica del 13,55% y la inyección de los excedentes no consumidos a la red.

Como novedad, esta instalación se acoge a la nueva modalidad de autoconsumo con compensación contemplada en el RD244/2019 y se calculan los Ahorros que esta modalidad supone mensualmente. El estudio de viabilidad económica determina que la instalación de amortiza en 15 años y genera un beneficio final de 71.327,78 € a los 25 años.

**Palabras clave:** instalación fotovoltaica, flotante, energías renovables, autoconsumo, compensación.



## **ABSTRACT**

The present project carries out the design of a photovoltaic installation connected to the network with panels mounted on a floating structure in the raft of the “Cooperatia de Regantes de Moncofa”. The objective of this work is to determine the technical and economic feasibility of a floating photovoltaic installation to partially or totally cover the energy demand of the Cooperative.

The floating photovoltaic technology modality provides better production yields in photovoltaic panels, since they are kept in natural refrigeration and at lower temperatures than if they were mounted on a roof. Its use for irrigation facilities is very attractive if you have a raft nearby. However, it is also necessary to note that the cost of installing these floating structures is considerably higher than the cost of a similar photovoltaic installation on a roof.

For the design of the proposed installation, 272 photovoltaic panels and a 100kW inverter are used, the installation being dimensioned for 100kW of production. A shadow study is carried out with PVSyst to determine the greatest distribution of the panels in the raft. The electrical calculations are also carried out to correctly size all the installation wiring and incorporate the corresponding protections to guarantee the safe operation of the installation.

The total cost to which the photovoltaic installation amounts is € 119,096.69. The photovoltaic generation results of the designed installation are analyzed and a production of this of 187.93 MWh per year is determined, leaving a coverage of the total demand with photovoltaic of 13.55% and the injection of the unconsumed surplus to the network.

As a novelty, this facility accepts the new self-consumption modality with compensation contemplated in RD244 / 2019 and the Savings that this modality supposes monthly are calculated. The economic viability study determines that the installation pays for itself in 15 years and generates a final profit of € 71.327,78 at 25 years.

**Keywords:** Photovoltaic system, floating, renewable energy, self-consumption, compensation.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

## **ÍNDEX GENERAL DEL TREBALL**

**DOCUMENTS CONTINGUTS AL TFG :**

**DOCUMENT 1 – MEMÒRIA**

**DOCUMENT 2 – PRESSUPOST**

**DOCUMENT 3 – PLÀNOLS**



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

# DOCUMENT 1 :

# MEMÒRIA



## ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

1.	INTRODUCCIÓ.....	7
1.1	Objectius del document. ....	7
1.2	Motivació i justificació.....	7
1.3	Normativa aplicada. ....	2
2.	ANTECEDENTS .....	3
2.1	Recurs solar .....	3
2.1.1	Energia solar.....	3
2.1.2	Potencial mundial de fotovoltaica.....	3
2.1.3	Potencial espanyol de fotovoltaica. ....	4
2.2.	Tecnologia fotovoltaica flotant .....	5
2.2.1	Descripció de la tecnologia.....	5
2.2.2	Beneficis .....	6
2.2.3	Inconvenients .....	7
2.2.4	Ús directe als regadius .....	8
2.2.5	Instal·lació a nivell global.....	8
2.2.6	Instal·lació a Espanya.....	9
3.	CAS D'ESTUDI : COOPERATIVA DE REGANTS DE MONCOFA .....	10
3.1	Context .....	10
3.2	Descripció de les instal·lacions existents.....	10
3.3	Torns de reg.....	11
3.4	Tipus de tarifa elèctrica contractada.....	12
4.	ANÀLISI DE LA DEMANDA I PROPOSTA DE SOLUCIONS AMB FOTOVOLTAICA FLOTANT. ....	14
4.1	Anàlisi de la demanda .....	14
4.2	Proposta de canvis de demanda. ....	18
5.	DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA FLOTANT .....	19
5.1	Descripció de la instal·lació. ....	19
5.2	Estructura de suport.....	19
5.3	Panells fotovoltaics.....	22
5.3.1	Selecció dels panells.....	22





## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

5.3.2	Inclinació i orientació dels panells.....	25
5.3.3	Determinació de la potència a instal·lar.....	26
5.4	Estudi d'ombres. Distribució òptima dels panells en la bassa. ....	28
5.5	Inversor.....	34
5.5.1	Càlculs de correcció per temperatura .....	34
5.5.2	Elecció de l'inversor.....	36
5.5.3	Configuració de connexió dels panells. ....	37
5.6	Dimensionament dels conductors.....	39
5.6.1	Descripció dels diferents trams .....	39
5.6.2	Càlculs elèctrics conductors. ....	40
5.6.3	Resum dels conductors escollits.....	43
5.7	Tubs i canalitzacions.....	44
5.8	Proteccions. ....	46
5.9	Comptador.....	48
5.10	Posada a Terra (P.A.T.). ....	49
6.	ANÀLISI DE LA INSTAL·LACIÓ DISSENYADA .....	51
6.1	Balanç energètic .....	51
6.2	Estalvi hídric. ....	55
6.3	Estudi de viabilitat econòmica .....	56
6.3.1	Acollida a compensació. ....	56
6.3.2	Recerca de finançament.....	58
6.3.3	Estalvi anual per energia produïda i acollida a compensació.....	58
6.3.4	Càlcul de rendibilitat econòmica. ....	59
6.4	Anàlisi final. ....	60
7.	CONCLUSIONS.....	62
8.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES .....	63
	ANNEX 1 .....	64
	ANNEX 2 .....	66

## ÍNDIX D' IMATGES

Imatge 1.	Major instal·lació de FV flotant del món. Font : La Vanguardia.....	8
Imatge 2.	Major instal·lació de FV flotant del món. Font: La Vanguardia.....	8
Imatge 3.	Projecte flotant Acciona. Font: Acciona.....	9
Imatge 4.	Cooperativa de Regants de Moncofa.....	11



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Imatge 5. Estructura flotant NRG Island. Font: Web de NRG Island.....	19
Imatge 6. Flotador modular Ciel & Terre. Web de Ciel & Terre.....	20
Imatge 7. Flotador modular Isifloating. Font: Web Isifloating.....	20
Imatge 8. Estructura flotant Isifloating. Font: Web Isifloating.....	21
Imatge 9. Corbes I-V i P-V del panell fotovoltaic. Font: Fitxa tècnica SR-M672400HL.....	24
Imatge 10. Bassa real. Font: Google Maps.....	30
Imatge 11. Model 3D bassa. Font: PVSyst.....	30
Imatge 12. Situació 1 distribució panells. Font: PVSys.....	31
Imatge 13. Situació 2 : Distribució panells. Font: PVSyst.....	31
Imatge 14. Pèrdues situació 1. Font: PVSyst.....	33
Imatge 15. Pèrdues situació 2. Font: PVSyst.....	33
Imatge 16. Agrupació de panells per "strings" i concentradors. Font: Pròpia.....	38
Imatge 17. Esquema elèctric inversor. Font: Fitxa tècnica INGECON SUN 100TL.....	47
Imatge 18. Ubicació del comptador bidireccional de mesura.....	48

## ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Comparació preus estructures 1.....	7
Taula 2. Comparació preus estructures 1.....	7
Taula 4. Comparació preus estructures 2.....	7
Taula 5. Freqüència de reg setmanal. Font: Perfil de demanda anual de la Cooperativa.....	12
Taula 6. Horars de reg diaris. Font: Pròpia.....	12
Taula 7. Distribució anual per períodes Tarifa 6.1A.....	13
Taula 8. Potència contractada per períodes. Font: Factures Cooperativa 2019.....	13
Taula 9. Equips estació de bombeig. Font: Pròpia.....	14
Taula 10. Consum d'energia activa mensual. Font: Factures Cooperativa 2019.....	15
Taula 11. Característiques del flotador modular. Font: fitxa tècnica flotador.....	21
Taula 12. Comparació de distints models de panells. Font: fitxes tècniques dels distints panells.....	22
Taula 13. Característiques tècniques dels panells fotovoltaics. Font: fitxa tècnica SR-M672400HL... ..	23
Taula 14. Irradiància mitjana diària i mensual. Font: PVGIS.....	26
Taula 15. Taula de coeficients de correcció per al càlcul d'ombres. Font: Annex III plec de condicions de instal·lacions connectades a Xarxa, IDAE, taula V-2.....	29
Taula 16. Característiques tècniques panell. Font: fitxa tècnica AURORA SPLIT-CELL.....	34
Taula 17. Comparativa d'inversors. Font: Catàlegs de diferents inversors del mercat.....	36
Taula 18. Característiques tècniques inversor. Font: fitxa tècnica inversor INGECON SUN 100TL.....	36
Taula 19. Configuració de les línies de panells. Font: Pròpia.....	38
Taula 20. Càlculs secció per criteri tèrmic. Font: pròpia.....	41
Taula 21. Criteri de caiguda de tensió. Font : Pròpia.....	42
Taula 22. Resum de la secció dels cables. Font: Pròpia.....	43
Taula 23. Seccions del neutre en funció de la secció del cable de fase. Font: ITC-BT-07 Taula 1.....	43
Taula 24. Resum tipus de cable escollit. Font: Pròpia.....	44
Taula 25. Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors o cables a conduir. Taula 2. ITC-BT-21.....	44



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Taula 26. Diàmetre de tubs soterrats. Font: Taula 9 ITC-BT-21 .....	45
Taula 27. Secció dels conductors de protecció i fase. Font: ITC-BT-18 .....	50
Taula 28. Producció energètica mensual. Font: Pvsyst. ....	51
Taula 29. Demanda i producció del sistema. Font: Pròpia amb dades de PVGIS i consums del sistema. ....	52
Taula 30. Comparativa de consum mensual amb fotovoltaica i sense. Font: Demanda sistema i simulació amb Homer.(amb dades de PVGIS). ....	52
Taula 31. Cobertura de demanda del consum per períodes. Font: Simulació del sistema amb Homer amb dades de PVGIS i del sistema de reg. ....	53
Taula 32. Consum i excedents a xarxa anual de la instal·lació. ....	54
Taula 33. Preus kWh sense i amb compensació. Font: Factures Cooperativa i pròpies. ....	57
Taula 34. Recuperació de la inversió. ....	60
Taula 35. Estalvi en P1. ....	67
Taula 36. Estalvi en P2. ....	67
Taula 37. Estalvi en P3. ....	68
Taula 38. Estalvi en P4. ....	68
Taula 39. Estalvi en P5. ....	68
Taula 40. Estalvi en P6. ....	69
Taula 41. Estalvi per compensació Gener i Febrer. ....	69
Taula 42. Estalvi per compensació Març i Abril. ....	70
Taula 43. Estalvi per compensació Maig i Juny. ....	70
Taula 44. Estalvi per compensació Juliol i Agost. ....	70
Taula 45. Estalvi per compensació Setembre i Octubre. ....	71
Taula 46. Estalvi per compensació Novembre i Desembre. ....	71

## ÍNDIX DE GRÀFICS

Gràfic 1. Evolució de la instal·lació de potència solar instal·lada. Font: Universitat de Yale. ....	3
Gràfic 2. Potència solar fotovoltaica instal·lada acumulada a Espanya. Font: REE i UNEF .....	4
Gràfic 3. Variació de la eficiència del mòdul FV amb la temperatura. Font: Fabricant ERA Solar. ....	6
Gràfic 4. Perfil de demanda diària per al dia de màxima demanda. Font: Telemidida Cooperativa 2019. ....	15
Gràfic 5. Perfil diari de consum Agost 2019. Font: Telemidida Cooperativa 2019. ....	16
Gràfic 6. Irradiància mensual segons l'angle d'inclinació del panell fotovoltaic. Font: PVGIS .....	25
Gràfic 7. Perfil diari de consum/producció amb la nova configuració de reg. Font: Software Homer. ....	27
Gràfic 8. Diagrama de trajectòries del Sol. Font: Annex III Plec de Condicions per a instal·lacions connectades a Xarxa, IDAE, fig 5. ....	29
Gràfic 9. Pèrdues per ombres situació 1. Font: PVSyst .....	32
Gràfic 10. Pèrdues per ombres situació 2. Font: PVSyst. ....	32
Gràfic 11. Perfil diari de demanda amb cobertura del sistema fotovoltaic. Font: Pròpia amb dades de PVGIS i ajuda de Software Homer. ....	54



## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1 Objectius del document.

L'objectiu principal d'aquest Treball Fi de Grau és l'estudi i disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants connectada a la xarxa, ubicada en la bassa de la Cooperativa de Regants de Moncofa. Així doncs, va a estudiar-se la viabilitat tant tècnica com econòmica d'instal·lar un camp fotovoltaic amb panells flotants en la bassa de la Cooperativa. Es persegueix aconseguir un estalvi energètic per tal de reduir el consum de la xarxa del sistema actual aconseguint també reduir el cost de les factures elèctriques.

D'aquesta manera, es pretén realitzar un correcte dimensionament de la instal·lació fotovoltaica per tal d'aconseguir que aquesta siga rendible i pugua repercutir en la Cooperativa de manera positiva, obtenint un estalvi tant en aspecte energètic com econòmic.

### 1.2 Motivació i justificació.

D'entre les raons per les que s'ha volgut realitzar aquest tipus de projecte està l'ampliació de coneixements relacionats amb el camp de la tecnologia fotovoltaica. Com a interès especial també està el fet de aquesta instal·lació fotovoltaica siga flotant. En concret, els grans beneficis tant a nivell econòmic, mediambiental i social que pot aportar la introducció d'aquesta en un sector com és el de l'agricultura.

A més a més, considere que en aquest treball s'apliquen molts dels coneixements que s'han après durant el Grau i s'apropen al que seria un projecte d'enginyeria real.

També cal destacar que aquest treball s'emmarca dins de la necessitat imminent al món de realitzar una transició energètica cap a les renovables i el foment de l'autoconsum.



### 1.3 Normativa aplicada.

Aquest treball s'ha elaborat d'acord amb el Plec de Condicions Tècniques d'instal·lacions connectades a Xarxa del IDAE, que recull la següent normativa aplicable a les instal·lacions de energia solar fotovoltaica:

- Reial Decret 1955/2000, 1 de desembre, pel que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministre i procediments d'autorització de instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial Decret 848/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Reial Decret 244/2019, del 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- Normes UNE. UNE-EN 61008-1-2013, UNE 20460 5.523, UNE-EN 60364-7-712:2017.
- Real Decret 1699/2011, 18 de Novembre, pel que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de baixa potència.



## 2. ANTECEDENTS

### 2.1 Recurs solar

#### 2.1.1 Energia solar.

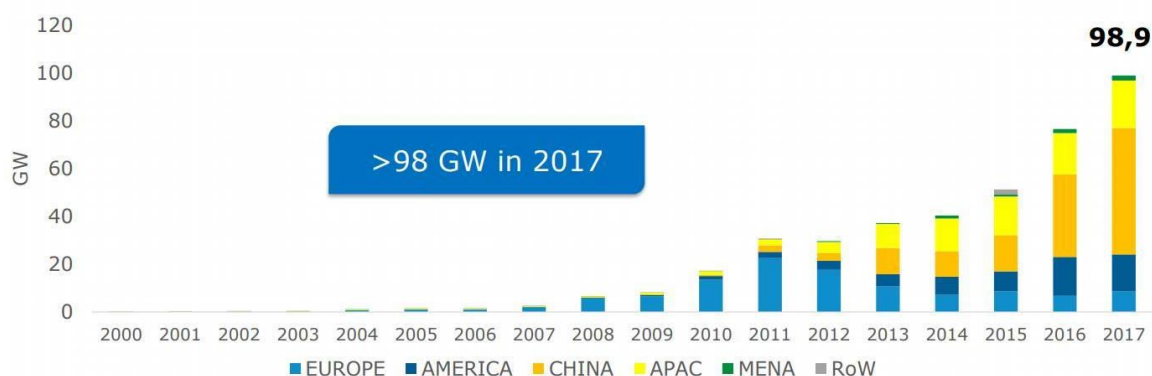
L'energia solar és el resultat de les reaccions de fusió nuclear originades al Sol i que es transmeten a través de la Terra mitjançant ones electromagnètiques. Eixa radiació es mesura en unitat de potència per superfície, que en el sistema internacional queda com  $W/m^2$  i queda dividida en funció de la direccionalitat amb la que incideix a la terra:

- Directa: Aquesta radiació és la més potent i la utilitzada per els mòduls solars, ja que aquesta radiació aplega ortogonalment sense desviacions.
- Difusa: Aquesta segona aplega amb diferent angle ja que prèviament a incidir en la terra, es desvia per factors naturals com els núvols.
- Albedo: Realment es tracta de la radiació dels punts anteriors que una vegada apleguen a la terra, son reflectits amb elements com la neu. És la menys potent de les tres nomenades.

Aquesta radiació incident, en un principi és de  $1361 W/m^2$ , anomenada també constant solar, però a efectes pràctics la radiació es redueix a aproximadament  $900 W/m^2$  per l'absorció parcial que fa d'aquesta l'atmosfera.

#### 2.1.2 Potencial mundial de fotovoltaica.

La tecnologia basada en la producció d'energia elèctrica amb panells fotovoltaics es remunta a 1880, però no es fins les últimes 2 dècades quan es desenvolupen els primers panells competitius i comença la instal·lació a nivell global.



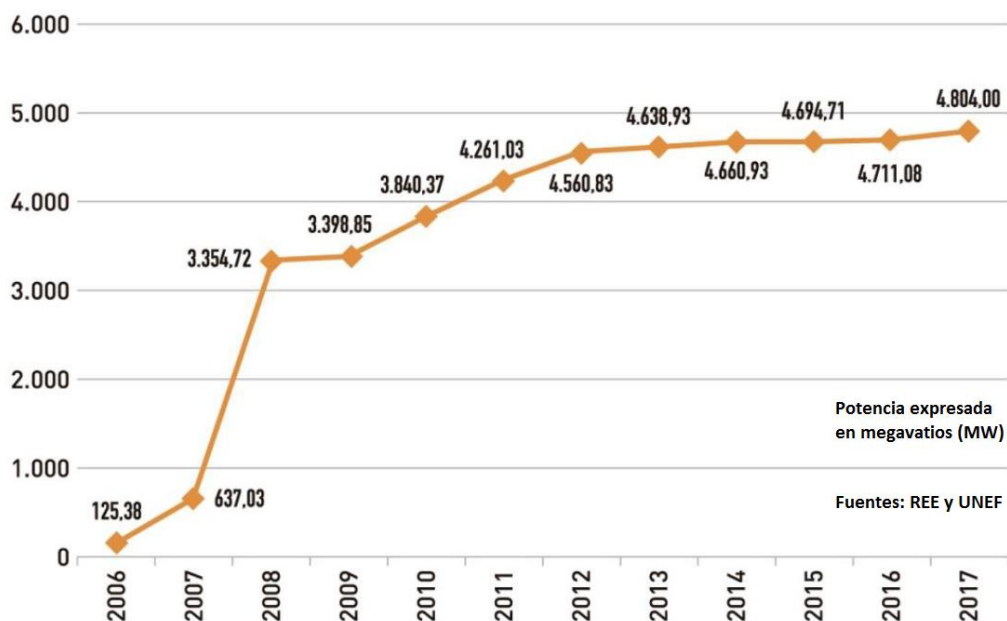
Gràfic 1. Evolució de la instal·lació de potència solar instal·lada. Font: Universitat de Yale.



El gràfic 1 el que mostra és la potència instal·lada cada any a les principals potències mundials, i com es pot observar, en els últims anys les noves economies emergents com Xina, són les que més potència solar estan començant a instal·lar. Això justifica també que com ja es veurà més endavant, les plaques solars escollides per al present projecte, seran de l'empresa d'origen xinès "Sunrise Energy Co., Ltd", ja que l'expansió tecnològica i la forta inversió per aquest tipus de tecnologia ha situat a estes economies emergents amb una alta capacitat de competitivitat.

### 2.1.3 Potencial espanyol de fotovoltaica.

A Espanya la instal·lació d'energia fotovoltaica en un principi va suposar el reconeixement d'Espanya com a una de les més importants ja que va haver una gran inversió a l'any 2007. Després amb la crisi econòmica de 2008, hi va haver una parada en la instal·lació d'aquesta, i que al llarg dels anys ha anat pujant un altra vegada, com es pot observar al següent gràfic:



Gràfic 2. Potència solar fotovoltaica instal·lada acumulada a Espanya. Font: REE i UNEF

No obstant, el creixement s'ha tornat a recuperar i ha seguit en creixement. Segons les últimes dades registrades per la UNEF la potència instal·lada al any 2017, ha pujat un 94% per les següents raons:

- És una tecnologia més competent, sent fins un 80% més barata respecte a fa 10 anys.
- Una nova legislació aprovada per la europea de Energies Renovables que facilita el autoconsum d'aquest tipus d'energies.
- La nova postura en matèria de les energies renovables aprovada pel consell de ministres per la que va optar el Govern a 2018, que a més va eliminar l'impost al Sol .
- El recolzament per part de les Comunitats Autònomes que ofereix ajudes econòmiques i relaxament de les llavors administratives necessàries per a l'autoconsum.



A més, a l'any 2019, es va publicar i donar d'alta un nou tipus de contracte que es podria establir entre l'autoconsumidor i les companyies elèctriques publicat al *Real Decreto* 244/2019 del BOE. Eixe RD, va incloure un nou tipus de contracte basat en la compensació mitjançant el qual, un consumidor entrega a la REE els excedents d'energia que obté en un moment donat, i a canvi després pot compensar econòmicament l'energia anteriorment subministrada agafant-la de la REE en els moments en que el seu generador fotovoltaic no es capaç d'abastir la demanda mitjançant una equivalència econòmica.

Malgrat que aquesta inclusió del nou tipus de contracte està actualment en els primers moments d'implantació i regulació, ja està començant a haver-hi molts projectes a nivell industrial i sobretot d'autoconsum personal en habitatges, ja que amb aquest tipus de contracte, l'usuari no ha de donar-se d'alta com a productor d'energia i els tràmits legals necessaris es faciliten molt.

## 2.2. Tecnologia fotovoltaica flotant

La instal·lació del camp fotovoltaic del present TFG es realitzarà amb la nomenada tecnologia com "Tecnologia fotovoltaica flotant". A continuació es farà un breu resum per tal de poder introduir aquest tipus de instal·lacions.

### 2.2.1 Descripció de la tecnologia

La tecnologia utilitzada pels panells fotovoltaics flotants és exactament igual que la terrestre, però canviant el mètode d'instal·lació. Els panells van situats sobre flotadors que s'uneixen entre ells mitjançant un cable que dona rigidesa al conjunt i ajuda a evitar els tirons ocasionats pels moviments d'aigua. Per evitar aquesta mena de problemes es solen ubicar més habitualment en zones on l'aigua està queta com embassaments, llacs o centrals hidroelèctriques.

Un problema que presenta aquesta tecnologia és la resistència que han de tindre amb la salinitat d'aigua quan s'instal·len a la mar per tal de evitar la corrosió. Tant es així que inclús s'han creat certificats concrets per acreditar que un conjunt de plaques compleix amb aquesta resistivitat front la sal, com el IEC 61701.

La forma en la que es col·loquen aquestes instal·lacions és senzilla perquè no requereix l'ús de estructures sòlides pesades. Els panells son traslladats allà on han de ser instal·lats i a continuació es munten les línies de flotadors. Finalment s'introdueixen en l'aigua línia a línia.



*Imatge 1: Exemple d'instal·lació de plaques solars flotants. Font: Cambio Energético*



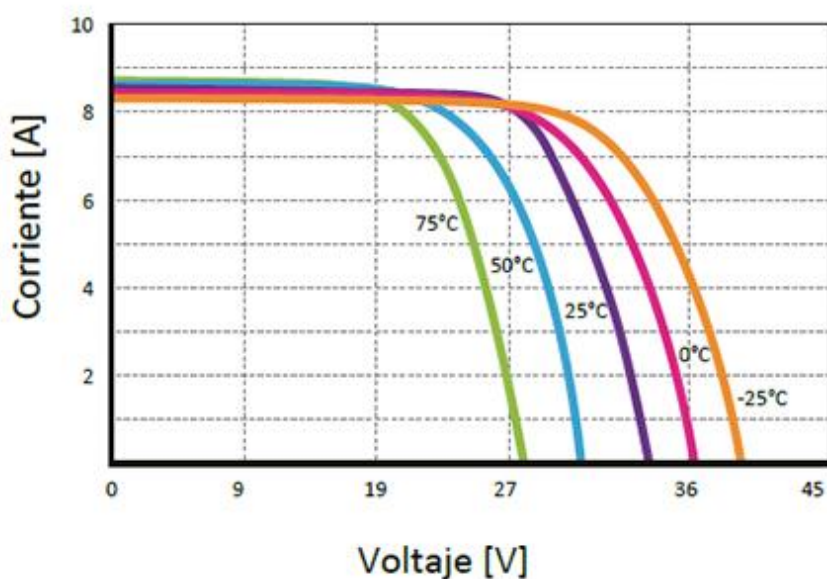


## 2.2.2 Beneficis

Els beneficis més rellevants que donen lloc al desenvolupament i l'aposta per aquesta tecnologia són els següents:

### Millor rendiment dels panells FV

Quan s'analitza el funcionament dels panells fotovoltaic, un dels factors més importants és, sens dubte, el rendiment d'aquestes. Un dels factors clau per al rendiment dels panells fotovoltaics és, com es pot veure en la següent gràfica, la temperatura:



Gràfic 3. Variació de la eficiència del mòdul FV amb la temperatura. Font: Fabricant ERA Solar.

Amb la gràfica de funcionament d'una placa solar de 280 W proporcionada pel fabricant ERA Solar, es veu com per a cada baixada de 25° en la temperatura del mòdul, hi ha aproximadament una elevació de la tensió de 2,5 V. Analitzant aquest increment al voltatge d'una instal·lació de 100 mòduls s'obtidrien les següents dades:

En les mateixes condicions de temperatura ambient, la potència generada per la placa amb 25° més, seria de:

$$P_{campFV} = N_{panells} \times I \times V = 100 \times 8,5 \times 27 = 22950 \text{ kW}$$

Aconseguint un millor sistema de refredament de les plaques i consegüentment baixant en 25° la temperatura del mòdul, s'obtidria una potència de:

$$P_{campFV} = N_{panells} \times I \times V = 100 \times 8,5 \times (27 + 2,5) = 25175 \text{ kW}$$

L'augment de la potència del camp es quasi del 10%, pel que no és menyspreable aquest factor. És per aquesta raó per la que la tecnologia solar fotovoltaica té majors rendiments al nord d'Europa, però, a aquests països no hi ha tantes hores de llum solar com pot haver-hi a Espanya.

Així doncs, el fet de que els panells fotovoltaics estiguin muntats sobre flotadors en l'aigua ajuden a una refrigeració natural, mantenint els panells fotovoltaics a una temperatura més baixa que si estigueren muntats en coberta.



### Millor aprofitament de l'espai

La sostenibilitat és un aspecte fonamental que cal tenir en compte en qualsevol projecte. A més, ara mateix, davant la crisi climàtica imminent, la sostenibilitat és més que necessària. Aquesta tecnologia aprofita espai que tècnicament no tindria cap altre ús que embassar aigua. D'aquesta manera, la utilització de la tecnologia fotovoltaica flotant pot estalviar l'ocupació de zones terrestres on l'espai és limitat.

### Millor conservació de llacs i embassaments

Un dels problemes relacionats amb el canvi climàtic i la acumulació de l'aigua a les preses, és que la pujada de la temperatura global acaba fent que prop del 10-13% de l'aigua s'acaba evaporant. Gràcies a la instal·lació dels mòduls sobre l'aigua, es crea ombra i es redueix la quantitat de radiació que arriba a l'aigua, aconseguint mantenir-la a una temperatura més baixa. A més, també aconsegueix mitigar el ràpid creixement i proliferació d'algues gràcies també a la creació d'ombres.

### 2.2.3 Inconvenients

D'entre els inconvenients de la utilització d'aquest tipus de tecnologia flotant està el cost de la instal·lació de l'estructura, que és major que el muntatge en estructures sobre cobertes o en el sòl. Així doncs, realitzant una recerca de preus mitjans d'instal·lacions de les dues modalitats, s'han realitzat les següents taules comparatives i es pot veure com les estructures flotants avui en dia resulten quasi el doble de cares que les habituals.

		Cost (€)
Estructura comú	Preu per cada estructura per a 1 panell	55,88 €
	Preu per cada Wp	0,14 €
Estructura flotant	Preu per cada Wp	0,25 €

Taula 2. Comparació preus estructures 1.

		Cost instal·lació per a potència instal·lada de 100 kWp, en €	Encariment
Estructura comú		13970,63	175,37%
Estructura flotant		24500,00	

Taula 3. Comparació preus estructures 2.

Altre dels inconvenients de les estructures flotants per a fotovoltaica si s'instal·len al mar és el salnitre i la corrosió per la sal marina que poden provocar danys en els estructures i els panells, reduint la seua eficiència i vida útil. A més, les grans ones també són l'amenaça més evident per a aquest tipus d'instal·lacions. Per aquesta raó, les instal·lacions fotovoltaiques flotants que hi ha actualment al mar, estan situades en abadies i ports.

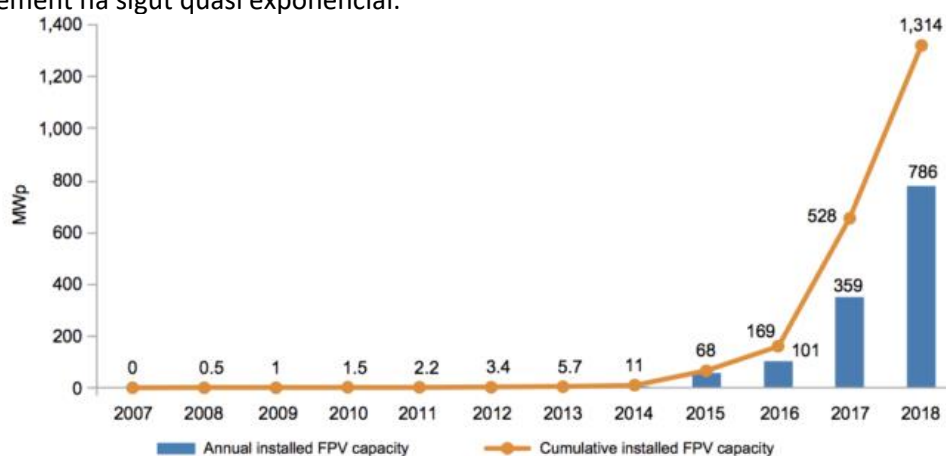


## 2.2.4 Ús directe als regadius

Un ús molt freqüent d'aquesta tecnologia es dona al sector agrícola, ja que normalment aquests consums es situen prop a un llac o embassament. D'aquesta manera, l'energia no ha de ser transportada per les xarxes elèctriques i es pot utilitzar de manera quasi directa. Açò es un gran avantatge des del punt de vista de la eficiència energètica ja que les pèrdues de potència (per efecte Joule) pel transport a la REE és un dels principals problemes de les xarxes de distribució d'energia, que distribueixen l'energia a alta tensió per tal de reduir-les al màxim possible.

## 2.2.5 Instal·lació a nivell global

A nivell mundial, l'ús d'aquesta tecnologia s'ha anat estenent sobretot a l'any 2015, a partir del qual el creixement ha sigut quasi exponencial:



Gràfic 1: Potència solar FV flotant a nivell global. Font: Basada en informació compilada amb dades de les diverses indústries

Els principals països amb aquest tipus d'instal·lacions són sobretot d'origen asiàtic, com Xina, Japó, Taiwan y Corea del Sud, però a poc a poc també està creixent la inversió en Estats Units, França i als Països Baixos.

El projecte més gran instal·lat fins al moment, és de 40 MW situat a Hainan (Xina), però ja està aprovat altre projecte a Corea del Sud de 2,1 GW que superaria l'anterior si finalment es duigués a terme.



Imatge 1. Major instal·lació de FV flotant del món. Font : La Vanguardia.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

A Europa, el projecte més gran està aprovat a Portugal i amb un cost de 50 milions d'euros, superarà també a la potència instal·lada al anterior de Xina, amb una potència prevista de 50MW.

### 2.2.6 Instal·lació a Espanya

A Espanya aquestes tecnologies han estat majoritàriament utilitzades per a un ús agrícola. Però a 2020, aquest any Acciona va fer públic l'aprovació del primer gran projecte d'Espanya amb tecnologia fotovoltaica flotant connectat a la xarxa elèctrica espanyola. Aquest constarà de 1,12 MW situat a l'embassament de Serra Brava (Càceres). El projecte solament ocuparia un 0,07% de l'espai disponible, fet que demostra la gran ampliació futura que podria dur-se a terme amb aquesta tecnologia.



*Imatge 3. Projecte flotant Acciona. Font: Acciona.*



### 3. CAS D'ESTUDI : COOPERATIVA DE REGANTS DE MONCOFA

#### 3.1 Context

La Cooperativa de Regants de Moncofa abasteix actualment una superfície de 717 hectàrees dedicades al cultiu de cítrics majoritàriament, ocupant tot el terme municipal de Moncofa (Castelló). En 2006 es va començar amb el reg d'alta freqüència gràcies a actuacions realitzades per la Generalitat i la Cooperativa. La superfície de reg ha anat variant respecte a les inicials en 2002 que era de 750 hectàrees, incorporant-se zones com l'Alqueria, de 75 hectàrees i desapareixent altres per tenir altres usos; principalment urbans, urbanitzacions de Bobalar Nord, Sud i altres actuacions en el nucli urbà.

En febrer de 2002 es va realitzar el projecte d'implantació de reg localitzat en el terme municipal de Moncofa i aquest va permetre a la Cooperativa començar a utilitzar el reg per degoteig a partir de 2006. Aquest projecte formava part d'una serie d'actuacions encaminades a la millora dels regadius amb la finalitat d'aprofitar al màxim els recursos hídrics, afavorint el seu estalvi a la vegada que es milloraven les condicions de treball dels regants. Aquest projecte englobava la modernització de 750 hectàrees repartides en 1833 parcel·les.

#### 3.2 Descripció de les instal·lacions existents

Actualment la cooperativa s'abasteix de dos pous, del Barranc de Betxí situat en el Terme Municipal de l'Alqueria i el pou de la Pedrera en el Terme Municipal de Burriana.

L'aigua es porta fins una bassa prefabricada de 16640 m<sup>3</sup> de capacitat. A partir d'ací, aquesta es deriva cap a una estació de bombeig composta per 3 bombes en paral·lel amb un sistema automàtic de control.

La cooperativa disposa d'un centre de transformació de 800 kVA.

En quant a les canalitzacions hidràuliques, cal diferenciar entre dues:

- Xarxa de distribució primària des de la bassa en tres xarxes que dominen el terme municipal amb conduccions de diàmetres de PVC 610 fins de 200 mil·límetres de diàmetre.
- Xarxa de distribució secundària des de la xarxa principal de distribució fins als hidrants amb tubs de PVC i PEAD PN 10 de diàmetres de 200 fins a 90 mil·límetres. Hidrants de reg, que contenen una caseta prefabricada de formigó amb un col·lector que distribueix a cada parcel·la per mitjà d'electrovàlvula reductora de pressió i amb comptador.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

La Cooperativa de Regants està gestionada per un sistema SCADA que es va implantar per primera vegada en 2006 i es va actualitzar en 2017 per l'ampliació d'una de les zones de reg. Aquest sistema de gestió d'informació programa els horaris de reg i tota la informació referent a les electrovàlvules, als caudals i les pressions.

Per al control de les electrovàlvules i lectura dels comptadors, s'utilitza un sistema de comunicació via radio. Així doncs, aquest sistema garanteix la pressió de treball habitual de 10 kg/cm<sup>2</sup>.



*Imatge 4. Cooperativa de Regants de Moncofa.*

### 3.3 Torns de reg

En la Cooperativa, els regs estan dividits en dos blocs. El bloc principal i més gran abasteix a camps de cítrics principalment, i després hi ha un bloc de camps secundari, més menut, on es reguen camps d'hortalisses.

El bloc del camp de cítrics està dividit en 4 subgrups, en els que s'alternen els torns de reg. D'aquesta manera, el sistema SCADA està configurat de tal forma que cada camp es rega 2 hores al dia. Per mitjà de les electrovàlvules que es van alternant cada dues hores, s'abasteixen a les 4 zones de reg establides. Així doncs, en un dia habitual de reg, l'estació de bombeig està en marxa durant 8 hores seguides.

El bloc de camps secundari, el d'hortalisses, s'abasteix durant 3-4 hores per la vesprada.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En la següent taula hi ha un resum de les vegades a la setmana que normalment es reguen els camps en funció del mes de l'any. Com s'ha dit prèviament, aquests regs estan programats pel sistema SCADA i normalment segueixen la tendència que apareix en la Taula. No obstant, per a setmanes en les que per les condicions climàtiques no cal regar (pluges, tempesta...), des de l'estació de bombeig es controlen i programen aquests canvis.

	FREQUÈNCIA DE REG SETMANAL	
	CAMPS DE CÍTRICS	CAMPS D' HORTALISSES
GENER	2	4
FEBRER	2	4
MARÇ	3	4
ABRIL	3	4
MAIG	4	6
JUNY	6	6
JULIOL	6	6
AGOST	6	6
SETEMBRE	4	6
OCTUBRE	4	4
NOVEMBRE	2	4
DESEMBRE	2	4

Taula 4. Freqüència de reg setmanal. Font: Perfil de demanda anual de la Cooperativa

	HORARIS DE REG	
	CAMPS DE CÍTRICS	CAMPS D' HORTALISSES
FRANJA HORÀRIA	0-8h	18-21h

Taula 5. Horars de reg diaris. Font: Pròpia

### 3.4 Tipus de tarifa elèctrica contractada

La tarifa elèctrica contractada amb la companyia comercialitzadora és d'Alta tensió amb 6 períodes, del tipus 6.1 A. Les condicions d'aquest tipus de tarifa venen determinades pel Real Decret 1164/2001, de 26 d' Octubre, per el que s'estableixen tarifes d'accés a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica.

Existeixen 6 preus diferents de la energia segons la franja horària en la que es consumisca aquesta. El preu de cadascun del període pot variar anualment.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En la següent taula es determinen els períodes que s'estableixen en cada franja horària al llarg de tot un any.

HORA / MES	0-7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
2	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
3	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
4	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
5	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
6.1 (del 1 al 14)	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
6.2 (del 15 al 30)	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
7	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
8	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
9	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
10	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
11	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
12	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2

Taula 6. Distribució anual per períodes Tarifa 6.1A.

Per al terme de potència contractada, la contractada en cadascun dels períodes és la següent:

POTÈNCIA CONTRACTADA	
P1	60 kW
P2	60 kW
P3	60 kW
P4	60 kW
P5	60 kW
P6	451 kW

Taula 7. Potència contractada per períodes. Font: Factures Cooperativa 2019.





## 4. ANÀLISI DE LA DEMANDA I PROPOSTA DE SOLUCIONS AMB FOTOVOLTAICA FLOTANT.

En aquest punt s'analitza la demanda energètica del sistema per a poder oferir solucions coherents que impliquen la instal·lació de tecnologia fotovoltaica per a l'abastiment total o parcial amb una font d'energia renovable.

Tal i com s'ha descrit prèviament, es vol implementar l'ús de la fotovoltaica flotant ja que, com s'ha vist, aquest tipus d'instal·lacions són idònies per a sistemes de regadiu. Des de la Cooperativa també es mostren molt a favor d'aquest tipus d'instal·lació, ja que el terreny del voltant són camps que estan en ús i es volen seguir utilitzant per a cultiu.

### 4.1 Anàlisi de la demanda

A partir de les factures elèctriques proporcionades per la Cooperativa de Regants s'ha pogut analitzar la demanda energètica del sistema. La proposta de solucions es basa en el consum de l'any 2019 i es va a treballar sobre la hipòtesi de que aquesta demanda no va a variar considerablement en els propers anys.

Primerament, en la següent taula es poden observar tots els elements de consum instal·lats en la estació de bombeig i la potència de cadascun d'ells.

EQUIPS DE LA ESTACIÓ DE BOMBEIG	POTÈNCIA (kW)
Motor Bomba 1	200
Motor Bomba 2	200
Motor Bomba 3	200
Motor Bomba Jockey	30
Injecció abono	2
Enllumenat Magatzem	0,288
Enllumenat Arqueta	0,696
Faroles	0,500
Endolls	3
Reserva	10

Taula 8. Equips estació de bombeig. Font: Pròpia.



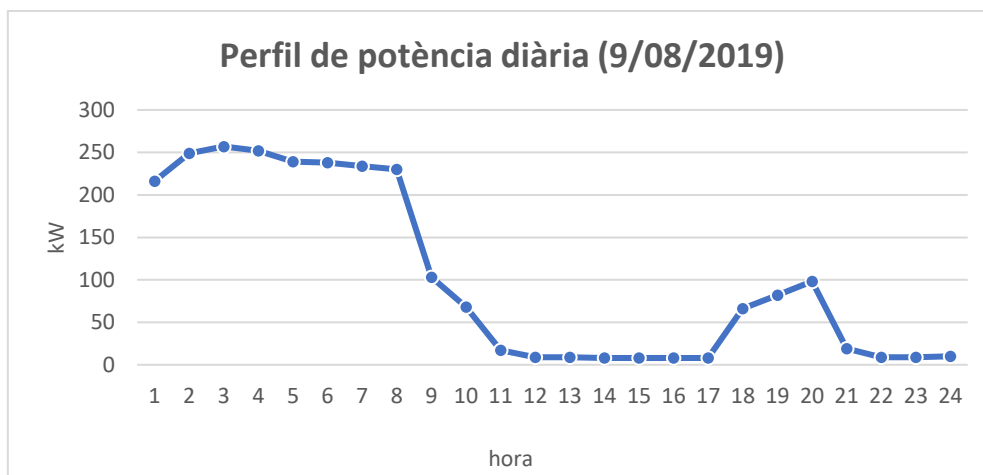
Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

A continuació, es mostren un conjunt de taules i gràfiques que s'han realitzat per tal d'analitzar la demanda.

CONSUM ENERGIA ACTIVA	MWh	Mitjana de kWh diaris
GENER	16,706	539
FEBRER	18,669	667
MARÇ	26,472	854
ABRIL	22,273	718
MAIG	38,821	1252
JUNY	51,307	1710
JULIOL	60,360	1947
AGOST	61,762	1992
SETEMBRE	31,342	1045
OCTUBRE	37,465	1209
NOVEMBRE	31,374	1046
DESEMBRE	14,440	466
ANUAL	410,990	1126

Taula 9. Consum d'energia activa mensual. Font: Factures Cooperativa 2019.

Com es pot observar a les taules i era d'esperar pel torn de reg que s'ha vist prèviament, el consum energètic creix en estiu, ja que aquests mesos són es rega amb més freqüència que la resta de l'any.

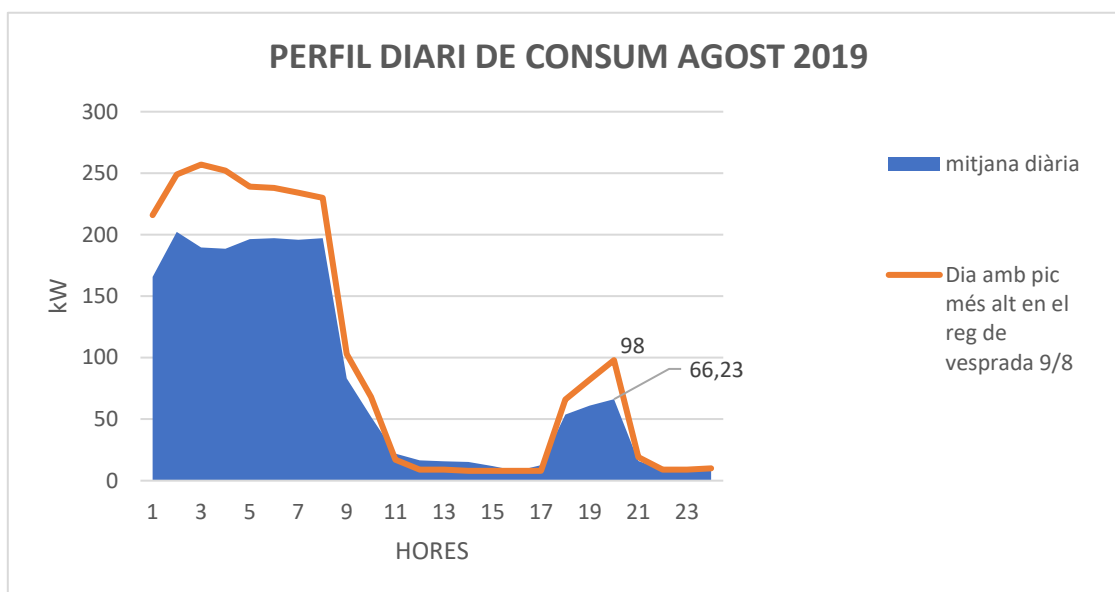


Gràfic 4. Perfil de demanda diària per al dia de màxima demanda. Font: Telemidada Cooperativa 2019



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

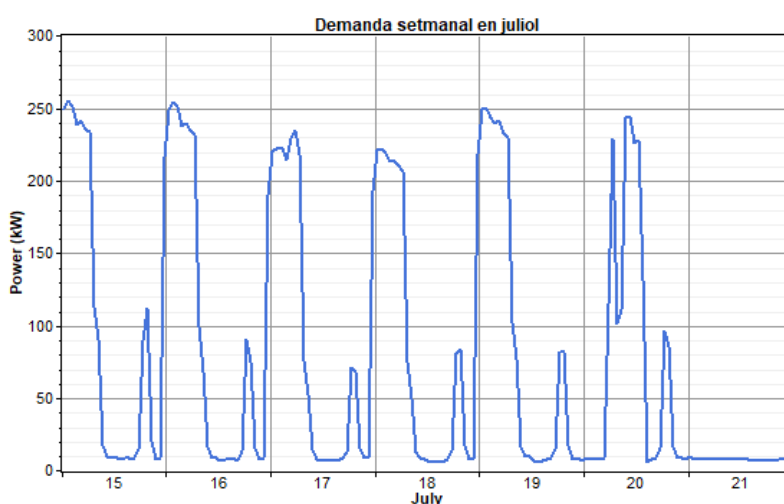
En aquest perfil es mostra el consum de potència diària per al dia que va registrar més consum 9 d'Agost de 2019.



Gràfic 5. Perfil diari de consum Agost 2019. Font: Telemidada Cooperativa 2019.

La corba de consum diari respon als torns de reg que s'han descrit prèviament, ja que per la nit és la posada en marxa de les dues bombes i estan 8 hores en funcionament, i per la vesprada es posa en marxa solament una bomba per al reg de cultius i hortalisses durant 3-4 hores.

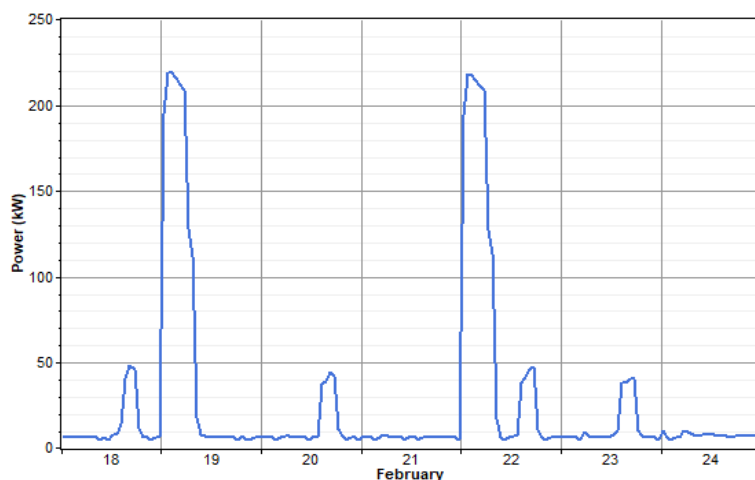
A continuació hi ha un exemple del perfil típic de consum per a una setmana en estiu (Gràfica 3) i per a una setmana en hivern (Gràfica 4). Aquests perfils s'han obtingut de la Telemesura de la Cooperativa de Regants.



Gràfica 1. Demanda setmanal Juliol. Font: Telemidada Cooperativa 2019.

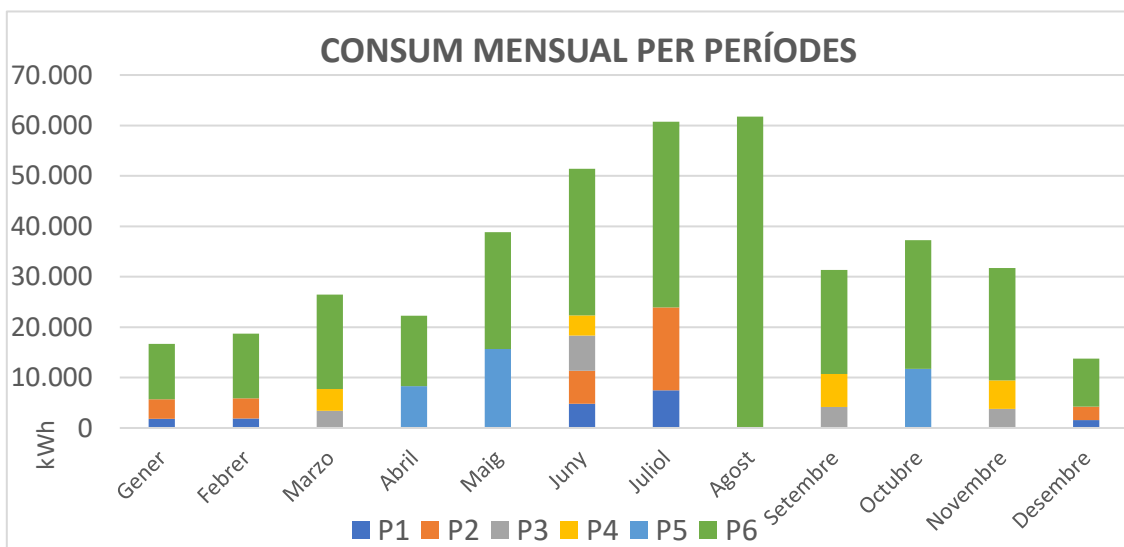


## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.



Gràfica 2. Demanda setmanal Febrer. Font: Telemidida Cooperativa 2019.

En el gràfic següent es poden observar els consums mensuals d'energia dividits en períodes. Aquest és molt esclareidor per veure que en el període 6 és en el que més energia es consumeix. És lògic, ja que aquest és el període més barat.



Gràfica 3. Consum mensual per períodes. Font: Factures Cooperativa 2019.



## 4.2 Proposta de canvis de demanda.

Una de les peculiaritats d'aquest sistema és que, com els torns de reg estan programats, aquests poden programar-se per a hores diferents i adaptar el perfil de consum a les hores en les que la fotovoltaica està en funcionament. Així doncs, analitzant els consums del sistema, es tenen en compte dues propostes a considerar.

- Proposta 1 : Moure el consum nocturn a diürn. És a dir, canviar els torns de reg per a que es facen pel dia i cobrir tot el consum amb fotovoltaica.
  - Avantatges:
    - Es podria cobrir quasi tota la demanda diària amb fotovoltaica.
    - Més superfície de flotadors en la bassa que implicaria més estalvi d'aigua.
  - Inconvenients:
    - El consum de la vesprada quedaria fora de la producció en moltes ocasions.
    - Inversió econòmica molt gran.
    - Espai limitat per la bassa.
    - Es deixaria de consumir en P6 que és el període en el que l'energia és més barata.
  
- Proposta 2 : Mantenir el consum nocturn i desplaçar solament el reg de vesprada cap a les hores que es puga cobrir amb fotovoltaica.
  - Avantatges:
    - Es pot cobrir per complet la demanda del reg més menuda.
    - Es manté el reg nocturn en període 6, el més barat.
    - Inversió econòmica inicial menor.
    - Possibilitat d'acollida a autoconsum amb compensació.
  - Inconvenients:
    - El consum energètic més gran continua fent-se per la nit, de la xarxa.

Després de parlar amb la Cooperativa de Regants, la proposta 1 queda descartada ja que aquests prefereixen mantenir el reg nocturn i inicialment no volen realitzar un projecte que supose una gran inversió econòmica. A més a més, cal tenir en compte que el reg nocturn es produeix en P6, el període on l'energia és més barata. Actualment en període 6 paguen l'energia a 0,073 €/kWh sense IVA.

Així doncs, en aquest treball va a estudiar-se la viabilitat de poder cobrir la demanda de fotovoltaica del reg més baix (el d'hortalisses) que actualment es realitza entre les 18 i 21h però que la Cooperativa podria assumir canviar-lo a les hores que es puga cobrir amb fotovoltaica, és a dir, de 11 a 14h.



## 5. DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA FLOTANT

### 5.1 Descripció de la instal·lació.

A continuació, va a realitzar-se el disseny de la instal·lació fotovoltaica. Després de parlar amb la direcció de la Cooperativa de Regants, es conclou que va a realitzar-se en base a un canvi de demanda solament dels regs que prèviament es realitzaven per la vesprada. Aquests van a modificar-se i passaran a fer-se en les hores en les que la fotovoltaica ho puga cobrir. És a dir, els regs que prèviament es realitzaven a partir de les 18h aproximadament, ara començaran a fer-se a partir de les 11h.

La Cooperativa prefereix mantenir els consums nocturns com estan, així que aquesta demanda es mantindrà com estava.

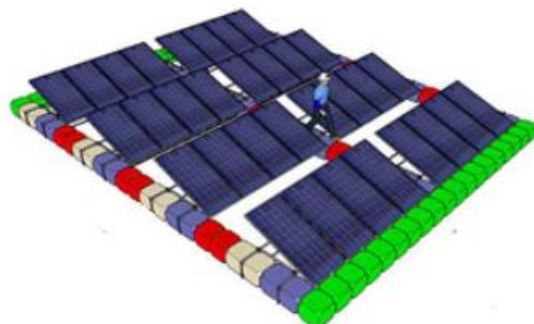
D'aquesta manera, la instal·lació es dissenya per a que aquesta puga cobrir la demanda energètica del reg que prèviament es feia per la vesprada. Com es veu en l'apartat d'anàlisi de demanda, la tendència en el consum per als regs de la vesprada sol estar al voltant dels 50-60 kW, durant tres hores. Així, si aquesta demanda queda coberta amb fotovoltaica, la Cooperativa deixarà de consumir de la xarxa normalment durant els períodes en els que l'energia és més cara.

La instal·lació s'ubicarà en la bassa de capçalera de la Cooperativa de Regants. És a dir, serà del tipus fotovoltaica flotant i els panells estaran muntats sobre una estructura flotant en l'aigua. Amb tot açò, es procedeix a dissenyar la instal·lació fotovoltaica amb tots els elements necessaris.

### 5.2 Estructura de suport.

Per a l'estructura de flotadors, no hi ha una oferta molt variada actualment. No obstant, s'han pogut determinar 3 proveïdors diferents amb experiència en el mercat. Es van a analitzar les diferents estructures que cadascun té disponibles i s'escollirà la més adequada per a la instal·lació a dissenyar.

NRG Island – El seu tipus d'estructura és un sistema modular que consisteix en unitats d'estructura en les que en cadascuna d'aquestes suporta 4 panells fotovoltaics. Aquestes unitats són replicables fins a encaixar el muntatge de totes les unitats. Els angles d'inclinació dels panells per a aquest tipus de configuració poden variar entre 0 i 7º.



*Imatge 5. Estructura flotant NRG Island. Font: Web de NRG Island*



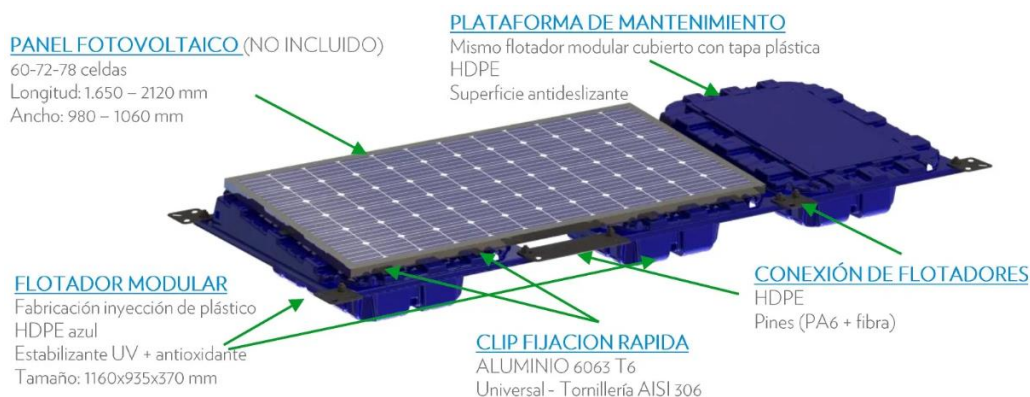
## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Ciel&Terre – Aquesta empresa dissenya un tipus d'estructura modular en la que es munta un panell sobre cada flotador. Tenen dos tipus de flotadors en funció de l'angle d'inclinació, un de 12º i altre de 5º.



Imatge 6. Flotador modular Ciel & Terre. Web de Ciel & Terre

Isifloating – Aquests flotadors són modulares i en cadascun s'instal·la un panell. L'angle d'inclinació per al panell per a aquest cas ve fixat en 5º.



Imatge 7. Flotador modular Isifloating. Font: Web Isifloating.

D'entre aquestes tres estructures de flotadors, es pot observar que la configuració que s'utilitza en les tres és molt similar, els panells es recolzen sobre estructures modulares flotants i aquestes es repliquen en funció del nombre de panells a instal·lar. En el primer cas, NRG Island, els panells no van directament muntats sobre el flotador, sinó que van muntats sobre una estructura metàl·lica i aquesta es suporta per flotadors al voltant. I en el cas de Ciel&Terre i Isifloating, els panells sí que van muntats directament sobre els flotadors modulares.

Veient els angles d'inclinació proposats, tampoc hi ha una gran varietat, les inclinacions possibles van entre 0 i 12º. Així doncs, es considera que aquestes tres opcions tenen característiques molt similars i que no es té informació suficient per a fer una elecció per criteri econòmic d'aquestes, ja que solament s'ha aconseguit el preu dels flotadors de Isifloating.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Així doncs, per a que aquesta instal·lació es pugui dimensionar econòmicament de manera més raonable, s'ha elegit finalment utilitzar l'estructura flotant de Isifloating perquè aquesta és la única a la que s'ha tingut accés a un pressupost real. El preu de la instal·lació es realitza en funció dels Wp que tinga instal·lada aquesta. Així doncs, s'ha aconseguit saber que la instal·lació d'aquest tipus d'estructura tindrà un cost de 0,2336 €/Wp.



Imatge 8. Estructura flotant Isifloating. Font: Web Isifloating.

Característiques del flotador modular Isifloating :

FLOTADOR MODULAR	
Material	HDPE blau estabilitzant UV + antioxidant
Dimensions	1160 x 935 x 370 mm
Angle d'inclinació	5º
Flotabilitat	2,4 kN
Resistència al vent	40 m/s
CONNEXIÓ DE FLOTADORS	
Material	HDPE PINS (PA6 + fibra)
CLIP DE FIXACIÓ	
Material	Alumini 6063 T6
Tornilleria	AISI 306
PLATAFORMA DE MANTENIMENT	
Mateix flotador modular amb tapa	
Tapa	HDPE antilliscant
PANELL FOTOVOLTAIC	
Rang de dimensions	
Longitud	1650 - 2120 mm
Ample	980 - 1060 mm

Taula 10. Característiques del flotador modular. Font: fitxa tècnica flotador.





## 5.3 Panells fotovoltaics.

### 5.3.1 Selecció dels panells.

Tenint en compte la limitació de les dimensions dels mòduls flotants i de l'espai disponible en la bassa, es fa una selecció d'entre diversos panells fotovoltaics del mercat que podrien ser adequats per a la instal·lació.

Actualment, al mercat hi ha una gran varietat de panells fotovoltaics. S'ha de tenir en compte la tecnologia a utilitzar en funció de la aplicació del panell fotovoltaic. Avui en dia existeixen dos grans grups de cèl·lules fotovoltaiques: les de silici monocristal·lí i les de silici policristal·lí. Les del tipus monocristal·lí es caracteritzen per tenir altes eficiències de conversió elèctrica, que es troben entre el 16% i 21%, segons el fabricant. No obstant, tenen major cost. Per altra banda, hi ha les de silici policristal·lí, que tenen rendiment més baix, entre 13 i 16% però són més econòmiques. La elecció entre la utilització d'una o altra tecnologia dependrà de les limitacions que tinga la instal·lació. En el cas d'estudi, l'espai disponible en la bassa és un factor limitant, així que s'escollirà d'entre les de silici monocristal·lí, per obtenir més eficiència.

MARCA	MODEL	DIMENSIONS (mm)	POTÈNCIA (W)	PREU SENSE IVA (€)	€/W
TRINA SOLAR	VERTEX Series - Mono Perc TSM-DE18M(II)	2176 x 1098 x 35	490	171.82	0.351
SERAPHIM	SPLIT CELL Series - Mono-Perc SRP-400-BMA-HV	2015x1002x40	400	152	0.380
RED SOLAR	AURORA SPLIT CELL- monocristalino PERC   SR-M672400HL	2008x1002x40	400	145	0.363
RED SOLAR	Policristalino RED330-144P 330W	1996x992x40	330	99	0.300

Taula 11. Comparació de diversos models de panells. Font: fitxes tècniques dels diversos panells.

L'opció número 1 (Trina Solar) es descarta perquè les dimensions del panell són incompatibles amb les dimensions del flotador. El flotador s'ajusta com a màxim a un llarg de 2120 mm i la longitud d'aquesta placa és de 2176 mm, així que queda descartada.

Ara, la resta de panells si que encaixen amb les dimensions proposades i les diferències estan en el preu i en la potència pic. Finalment s'escull l'opció número 3 (Red Solar de 400 Wp). S'escull aquesta perquè encara que la de 300 Wp siga més econòmica, al muntar-se sobre flotadors modulars, si utilitzem la de 400 Wp ens faran falta menys flotadors, compensant d'aquesta manera la diferència econòmica. Aleshores, entre les dues opcions de 400 Wp (2 i 3), s'escull la 3 al ser aquesta la més econòmica de les dues.

Així doncs, el panell fotovoltaic escollit és de RED SOLAR. Model: **AURORA SPLIT CELL-monocristalino PERC | SR-M672400HL.**

Aquest tipus de panell utilitza la tecnologia Split Cell (cèl·lula partida) que consisteix en la utilització de cèl·lules fotovoltaiques més curtes que els panells convencionals, connectades internament en dos sèries de *strings*. Açò permet reduir les pèrdues per corrent i que en el cas de que hi haja ombres, aquestes no anul·len per complet la producció del panell. El fabricant garanteix una potència de un poc més del 90% als 10 anys i del 80% als 30 anys.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

A continuació es recullen les característiques principals del panell fotovoltaic escollit.

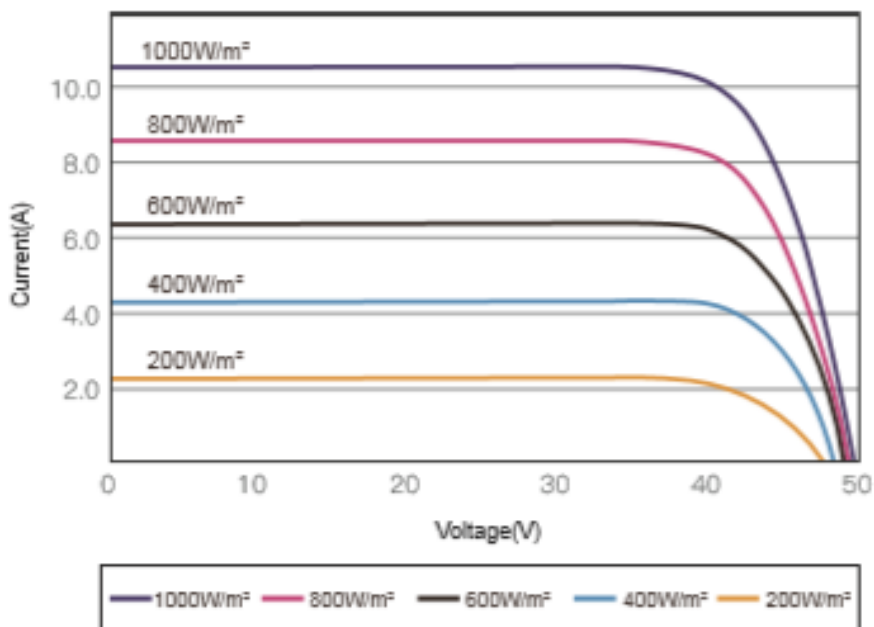
<b>MODEL</b>	<b>SR-M672400HL</b>
<b>Potència máxima (Pmax)</b>	400 W
<b>Tensió de circuit obert (Voc)</b>	49,89 V
<b>Corrent de curtcircuit (Isc)</b>	10,27 A
<b>Tensió en màx. potència (Vmp)</b>	41,73V
<b>Intensitat en màx. potència (Imp)</b>	9,59A
<b>Eficiència del mòdul</b>	19,89%
<b>Coef. de temp Pmax (%)<sup>°C</sup></b>	-0,387 %
<b>Coef. de temp Voc (%)<sup>°C</sup></b>	-0,282 %
<b>Coef. de temp Isc (%)<sup>°C</sup></b>	+0,041 %
<b>Temperatura de treball (°C)</b>	-40~+85°C
<b>NOCT</b>	45±2°C
<b>Tipus de cèl·lula</b>	Monocristalina
<b>Nº de cèl·lules</b>	144 (158,75 x 79,375mm)
<b>Dimensions (mm)</b>	2008x1002x40 mm
<b>Pes (kg)</b>	22,4 kg

Taula 12. Característiques tècniques dels panells fotovoltaics. Font: fitxa tècnica SR-M672400HL.

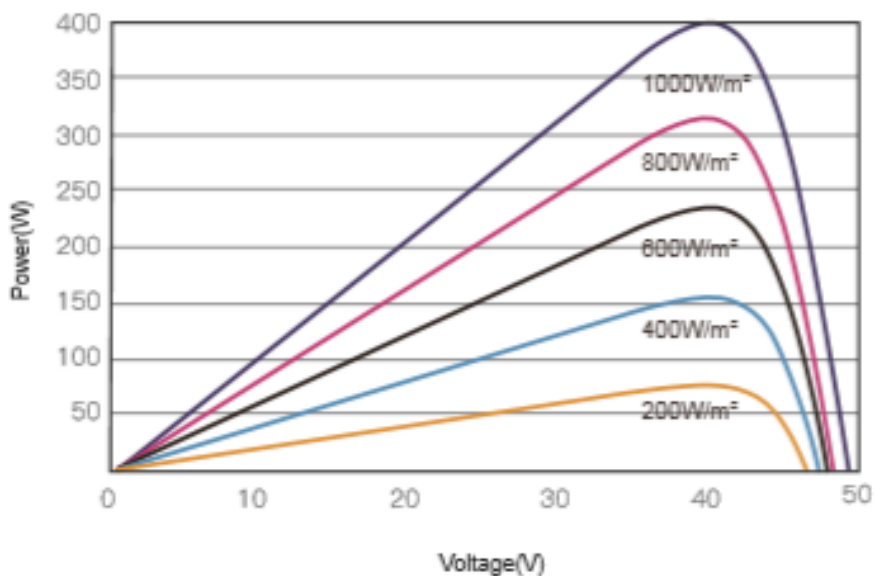


Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En la següent figura estan representades les corbes de corrents de funcionament i la potència que entregarà el panell fotovoltaic en funció de la irradiància que rep el panell. Corba I-V en la primera gràfica, i corba P-V en la segona.



**I-V CURVES OF PV MODULE(400W)**



**P-V CURVES OF PV MODULE(400W)**

Imatge 9. Corbes I-V i P-V del panell fotovoltaic. Font: Fitxa tècnica SR-M672400HL

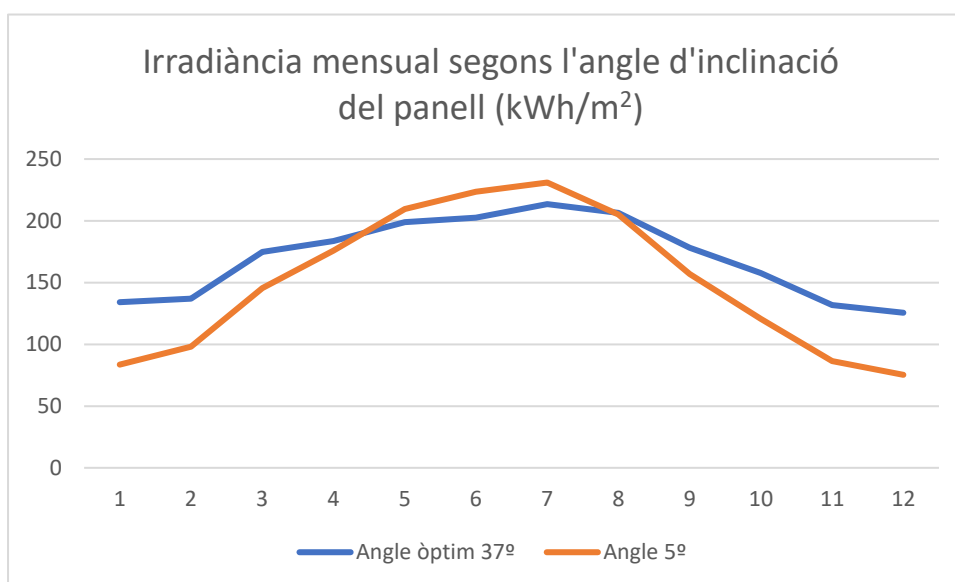


### 5.3.2 Inclinació i orientació dels panells.

Els panells estan orientats cap al Sud geogràfic, ja que aquesta és la orientació per a la qual s'optimitza la producció dels mòduls per a la zona de Moncofa.

Tal i com es veu a la taula de característiques del flotador, cal destacar que aquest ens marcarà la inclinació del panell fotovoltaic: 5°. D'aquesta manera, la inclinació del panell ja ve marcada per aquesta característica i tots els càlculs es realitzaran en base a aquesta inclinació del panell.

Encara que la inclinació del panell fotovoltaic no és la òptima per a tot l'any, la irradiància en els panells per als mesos amb més demanda (estiu), amb la inclinació de 5° és més alta que la irradiància per a l'angle òptim (37°), segons la ferramenta PVGIS.



Gràfic 6. Irradiància mensual segons l'angle d'inclinació del panell fotovoltaic. Font: PVGIS



### 5.3.3 Determinació de la potència a instal·lar.

El que s'espera d'este sistema fotovoltaic és que pugui cobrir la demanda dels regs que prèviament es feien per a vesprada, però que amb la instal·lació, passaran a ser durant les hores de fotovoltaica.

En aquest punt, es va a projectar la potència pic que caldrà instal·lar per tal de cobrir aquesta demanda de reg. Tal i com s'ha vist en l'estudi de demanda, el mes on els consums són més alts és en Agost, així que agafarem aquest com a referència per tal de poder cobrir la demanda de la resta de l'any.

A través de la ferramenta PVGIS s'han pogut obtenir les irradiàncies horàries per a la ubicació de la instal·lació (Moncofa).

En la següent taula es mostra la irradiància mensual i diària esperada en la ubicació de la instal·lació (Moncofa) i amb una inclinació dels panells de 5°.

	H <sub>d</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /d)	H <sub>m</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /mes)
<b>GENER</b>	2,7	83,63
<b>FEBRER</b>	3,5	98,03
<b>MARÇ</b>	4,7	145,6
<b>ABRIL</b>	5,86	175,77
<b>MAIG</b>	6,76	209,51
<b>JUNY</b>	7,45	223,48
<b>JULIOL</b>	7,45	230,99
<b>AGOST</b>	6,62	205,09
<b>SETEMBRE</b>	5,23	156,99
<b>OCTUBRE</b>	3,89	120,67
<b>NOVEMBRE</b>	2,88	86,51
<b>DESEMBRE</b>	2,43	75,31

Taula 13. Irradiància mitjana diària i mensual. Font: PVGIS

H<sub>d</sub> : Mitjana diària de la irradiància per metre quadrat rebut pels mòduls del sistema donat (kWh/m<sup>2</sup>/d)

H<sub>m</sub> : Mitjana mensual de la irradiància per metre quadrat rebut pels mòduls del sistema donat (kWh/m<sup>2</sup>/mes)

El que s'espera de la instal·lació és que pugui cobrir la potència pic del reg. Així doncs, com es veu a l'estudi de demanda, aquesta potència pic mensual té un valor mitjà de 66 kW i un valor màxim de 99kW per al dia de màxima demanda.

Per a la determinació d'aquesta potència a instal·lar, s'ha utilitzat la ferramenta Homer. En aquest software s'han introduït les següents dades del sistema :

- Irradiància horària obtinguda amb el PVGIS.
- Característiques tècniques dels panells fotovoltaics (Eficiència, T<sup>a</sup> de funcionament...) – indicades en el punt 5.2.1



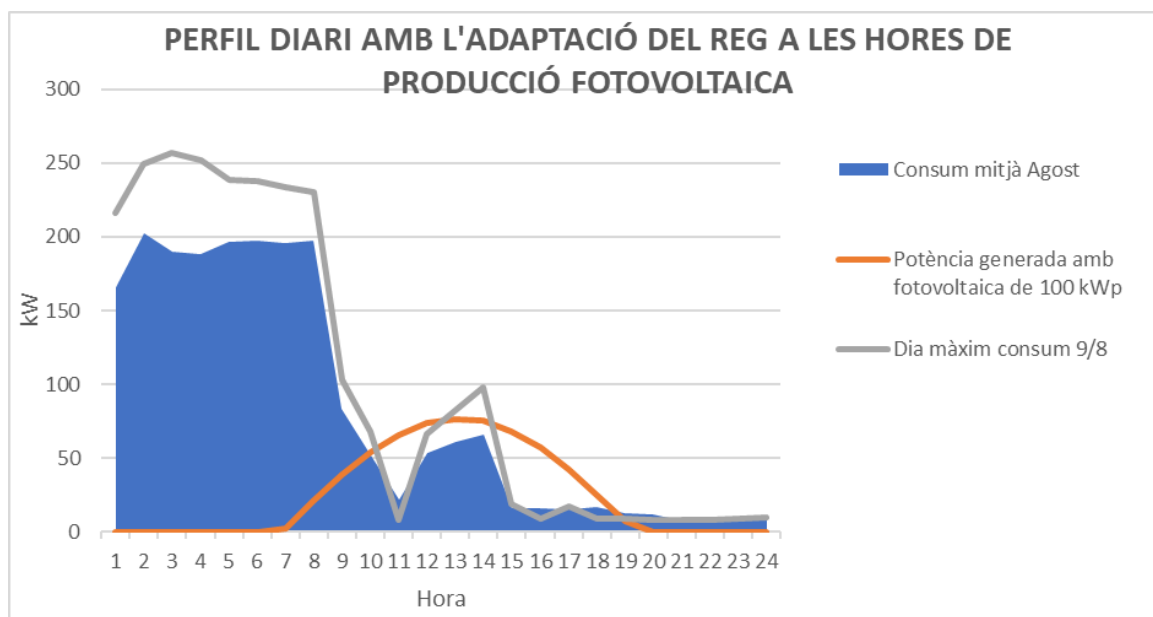
## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

- Inclinatoria i orientació dels panells – indicades en el punt 5.2.2
- Demanda horària de la instal·lació durant 2019 corregida (regs de la vesprada modificats a hores amb fotovoltaica).

Amb totes aquestes dades, s'han anat fent simulacions amb el Software determinant potències pic de la instal·lació fotovoltaica. També s'ha hagut d'assumir una potència d'inversor similar a la instal·lada.

Finalment, s'ha seleccionat la potència que més s'ajusta a la cobertura de demanda desitjada.

Com es veu a la figura següent, una potència instal·lada de 100kWp cobriria la mitjana diària de consum d'Agost. D'aquesta manera, les bombes s'abastirien de producció fotovoltaica durant les hores de reg pel dia.



Gràfic 7. Perfil diari de consum/producció amb la nova configuració de reg. Font: Software Homer.

Es considera que aquesta és la millor opció ja que, per a més potència instal·lada moltes vegades s'estaria generant energia que no es consumiria. Per tot açò, es determina aquesta com la opció més viable.

Així doncs, es conclou que la potència a instal·lar que més s'ajusta a la demanda requerida és de 100kW.



### Nombre de panells fotovoltaics a instal·lar

La potència pic de la instal·lació fotovoltaica projectada és de 100kW. Per tant, aquesta ha d'aproximar-se el màxim possible a aquest valor. Els panells fotovoltaics que van a instal·lar-se tenen una potència unitària de 400 W.

Per tant, el nombre necessari de panells a instal·lar per a entregar aquesta potència seran:

$$N = \frac{P_{tot}}{P_{pan}} = 250 \text{ panells aprox}$$

N : Nombre de panells a instal·lar

P<sub>tot</sub> : Potència total projectada

P<sub>pan</sub> : Potència unitària del panell

Aquest és un nombre aproximat, per a fer-se una idea de la dimensió de la instal·lació. Més endavant es veurà que aquesta xifra es queda en 272 panells per les característiques de l'inversor i les correccions per temperatura dels panells.

## 5.4 Estudi d'ombres. Distribució òptima dels panells en la bassa.

Aquesta part és clau en el disseny de la instal·lació ja que es presenta una contradicció a nivells estructurals i energètics que cal equilibrar de la millor manera possible.

A nivell estructural, és millor que els flotadors es situen el més prop possible de les parets de la bassa. D'aquesta manera, l'accés a les plataformes de manteniment i la fixació de les estructures de manteniment és més senzill. No obstant, degut a la diferència considerable en el nivell de l'aigua que es pot donar en la bassa (tots els dies es buida a un 70 % de la seua capacitat), les parets de la bassa poden fer ombra als panells i d'aquesta manera tenir pèrdues considerables per ombres si no es té en compte aquest factor.

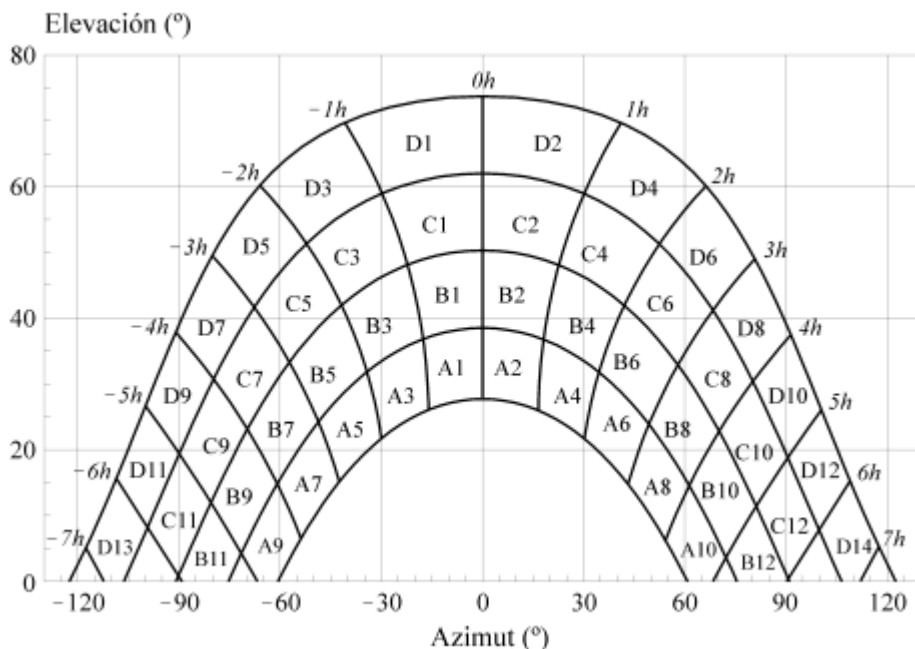
Aleshores, és necessari trobar el balanç entre col·locar els flotadors el més prop possible de les parets sense que açò afecte a la producció de les plaques a conseqüència de les ombres.

En l'annex III del Plec de Condicions Tècniques de Instal·lacions Connectades a Xarxa del IDAE, es descriu el procediment per al càlcul de les pèrdues per ombres.

Les pèrdues calculades representen el percentatge de radiació global que incidiria sobre la superfície fotovoltaica de no existir ombra alguna respecte a la que realment incideix sobre ella. El procediment consisteix en localitzar els obstacles que poden afectar a la superfície en termes de la seua posició azimut (angle de desviació en respecte a la direcció Sud) i elevació (angle d'inclinació respecte al plànol horitzontal). Així doncs, es representa el perfil d'obstacles en la figura proporcionada per l'IDAE en la que es mostra la trajectòria del Sol al llarg de tot l'any.



Aquesta trajectòria està dividida en zones que representen el recorregut del Sol per a uns intervals de temps corresponents al llarg de l'any. En la següent figura es mostra la trajectòria de la que es fa referència.



Gràfic 8. Diagrama de trajectòries del Sol. Font: Annex III Plec de Condicions per a instal·lacions connectades a Xarxa, IDAE, fig 5.

D'aquesta manera, s'inclou la corba amb els obstacles que produeixen ombres en la gràfica anterior. Cada porció de la banda representa una aportació d'irradiació solar anual sobre la superfície d'estudi. Així doncs, en cas d'ocultació parcial de la porció, s'utilitzarà un factor d'emplenat més pròxim als valors 0,25 , 0,50 , 0,75 ó 1. Una vegada determinat el percentatge d'emplenat de cada porció s'utilitzarà la taula més apropiada en la que estan els factors de ponderació de pèrdues en funció de l'angle azimut i d'elevació. En aquest cas l'angle azimut és 0° ja que les plaques estan orientades cap al sud i amb una inclinació de 5% (utilitzarem la taula amb angle 0° ja que és el que més s'apropa al real dels que hi ha a les taules.

Així doncs, s'utilitzaria la taula V-2 de l'annex III que és la que es mostra a continuació:

Tabla V-2

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Taula 14. Taula de coeficients de correcció per al càlcul d'ombres. Font: Annex III plec de condicions de instal·lacions connectades a Xarxa, IDAE, taula V-2



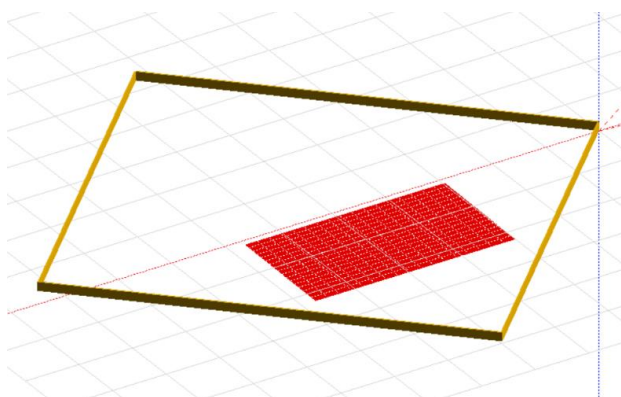


## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

No obstant, encara que aquesta metodologia és molt pràctica i senzilla, la situació que es vol estudiar és més complicada, ja que es volen suposar diferents casos de distribució dels panells en la bassa i veure de quina manera es poden reduir aquestes pèrdues per ombres.

Aleshores, s'ha utilitzat el software PVsyst per al càlcul de les ombres. Aquesta ferramenta es més precisa i permet realitzar proves amb distintes configuracions de situació de les plaques d'una manera més ràpida i intuïtiva. En aquesta ferramenta, mitjançant el disseny 3D es poden crear els objectes que poden fer ombra sobre les plaques fotovoltaïques.

D'aquesta manera, com les dimensions de la bassa són conegudes, s'ha pogut fer un model el 3D de la bassa i analitzar les diferents ubicacions de les plaques dins d'aquesta. En les següents imatges es poden veure el models que s'han creat en 3D comparat amb la realitat.



Imatge 11. Model 3D bassa. Font: PVsyst.



Imatge 10. Bassa real. Font: Google Maps

Així doncs, s'han realitzat diverses proves per a veure de quina manera es podia fer el balanç entre col·locar els panells el més prop de les parets possible, però sense tindre una pèrdua rellevant per ombres.

El software PVsyst realitza un procediment similar al que s'ha explicat prèviament del qual s'obté un gràfic en el que es mostren les pèrdues que produeixen els obstacles en la generació al llarg de l'any.

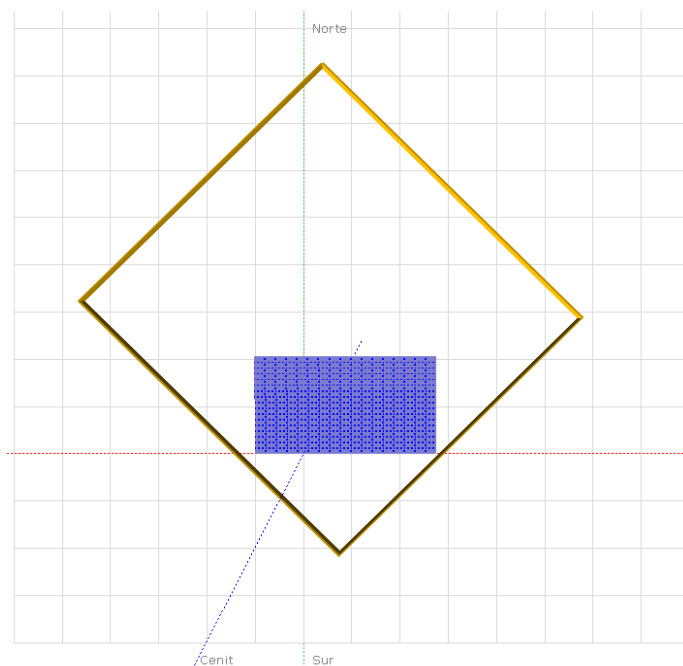
Així doncs, el procediment realitzat ha sigut plantejar diverses ubicacions de les plaques i veure de quina manera es poden reduir les pèrdues per ombres, sense que els panells fotovoltaïcs estiguen molt allunyats de les parets. Així doncs, en les següents gràfiques es mostra la comparació entre el gràfic de pèrdues per ombres que es crea en la situació més desfavorable (plaques el més prop possible a les parets) i la situació que s'ha escollit finalment per ser la que es redueixen les pèrdues per ombres i a la vegada, les plaques no es troben molt lluny de les parets.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

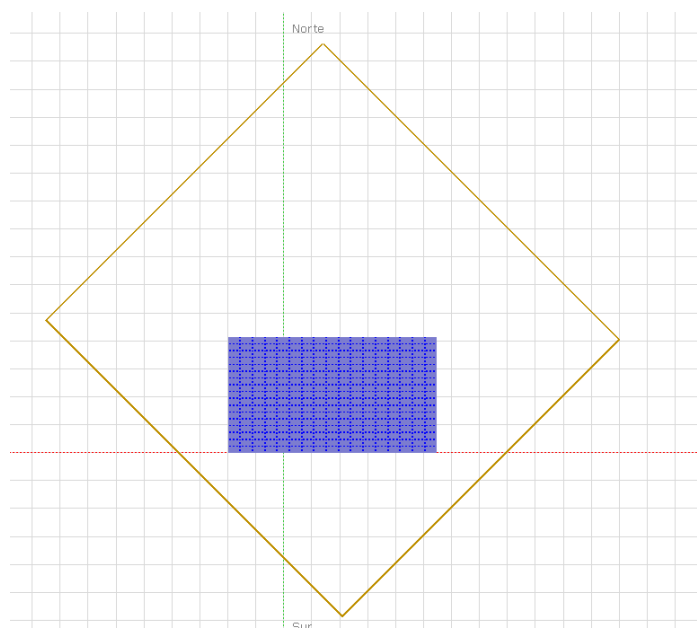
Les distribucions en la bassa de les dues situacions són les següents.

Situació 1: panells més prop a les parets.



Imatge 12. Situació 1 distribució panells. Font: PVsys

Situació 2: panells en la ubicació escollida.

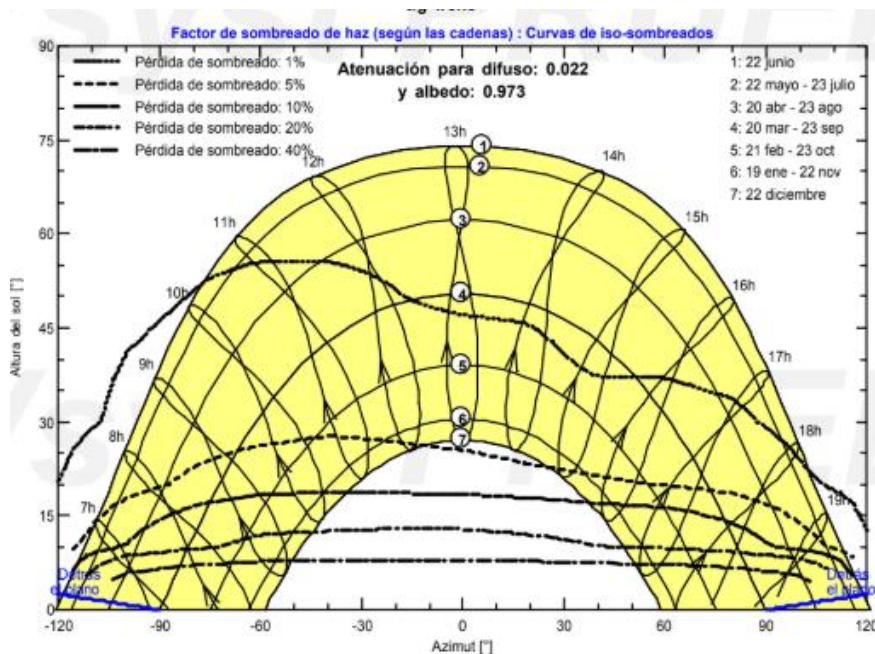


Imatge 13. Situació 2 : Distribució panells. Font: PVSystem

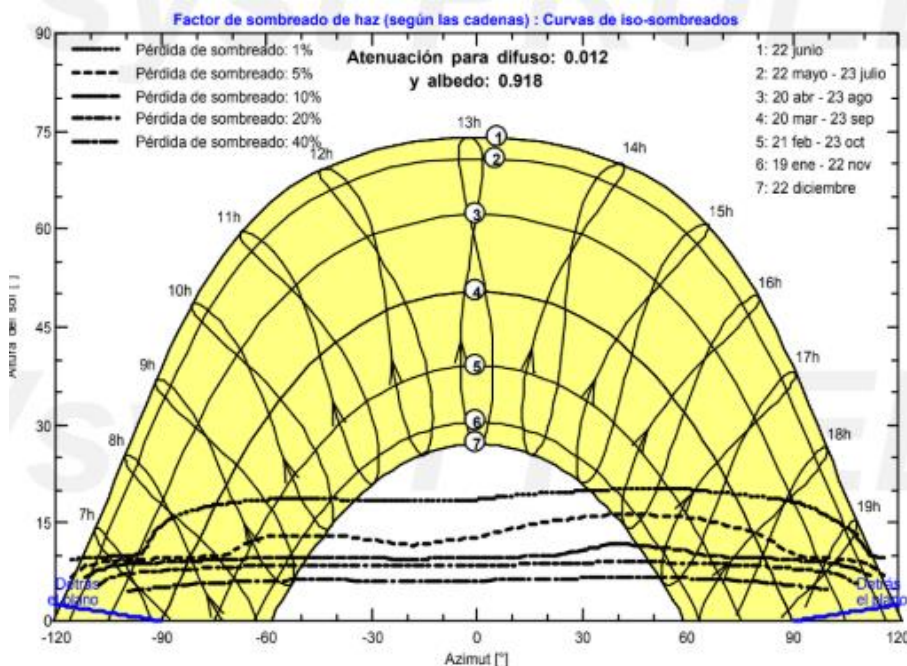


Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

A continuació, es poden observar les dues gràfiques creades per PVSyst en el que es mostren les pèrdues per ombres al llarg de l'any en els dues situacions citades prèviament.



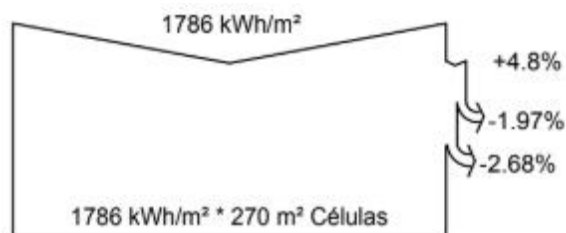
Gràfic 9. Pèrdues per ombres situació 1. Font: PVSyst



Gràfic 10. Pèrdues per ombres situació 2. Font: PVSyst



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

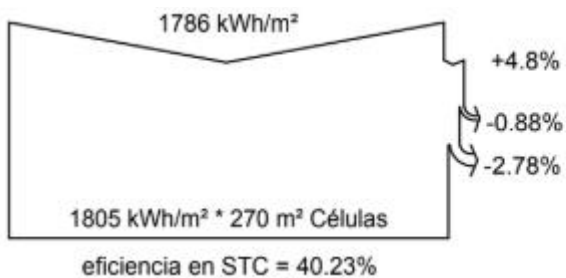


**Irradiación horizontal global**  
**Global incidente plano receptor**

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia  
Factor IAM en global

**Irradiancia efectiva en células**

Imatge 14. Pèrdues situació 1. Font: PVSyst



**Irradiación horizontal global**  
**Global incidente plano receptor**

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia  
Factor IAM en global

**Irradiancia efectiva en células**

Conversión FV

Imatge 15. Pèrdues situació 2. Font: PVSyst.

Com es pot observar a les imatges tretes de PVSyst, les pèrdues per ombres en el primer cas (estructura prop de la paret) són del 1,97% i en la situació elegida aquestes pèrdues passen a ser del 0,88%.

Les distàncies i la distribució que tindran finalment els panells dins de la bassa es poden observar al Plànol de Planta del Document nº3: Plànols.



## 5.5 Inversor

En primer lloc, abans de seleccionar l'inversor a utilitzar, s'han realitzat els càlculs de correcció de Tensió, Intensitat i Potència del panell fotovoltaic considerant l'efecte de la temperatura en aquests. D'aquesta manera, els càlculs s'aproximen més a la realitat de la instal·lació.

### 5.5.1 Càlculs de correcció per temperatura

Per a la correcta selecció de l'inversor, va a calcular-se el Voltatge màxim en circuit obert ( $V_{oc\_max}$ ), la Intensitat de curtcircuit màxima ( $I_{cc\_max}$ ) i la Potència màxima ( $P_{MPP\_max}$ ) dels panells considerant l'efecte de la temperatura en els panells.

Per als següents càlculs, cal recordar els següents valors dels panells:

<b>Corrent de curtcircuit (<math>I_{sc}</math>)</b>	10,27 A
<b>Tensió de circuit obert (<math>V_{oc}</math>)</b>	49,89 V
<b>Potència màxima (<math>P_{max}</math>)</b>	400 W
<b>Eficiència del mòdul</b>	19,89%
<b>Coef. de temp <math>P_{max}</math> (%)<math>^{\circ}C</math></b>	-0,387 %
<b>Coef. de temp <math>V_{oc}</math> (%)<math>^{\circ}C</math></b>	-0.282 %
<b>Coef. de temp <math>I_{sc}</math> (%)<math>^{\circ}C</math></b>	+0.041 %
<b>NOCT</b>	45 $\pm$ 2 $^{\circ}C$
<b>Tensió en màx. potència (<math>V_{mp}</math>)</b>	41,73V
<b>Intensitat en màx. potència (<math>I_{mp}</math>)</b>	9,59A

Taula 15. Característiques tècniques panell. Font: fitxa tècnica AURORA SPLIT-CELL

A continuació, van a estimar-se les temperatures màximes i mínimes a les que arribarà el panell fotovoltaic. Per a aquests càlculs s'assumeixen els valors que hi ha a continuació per a la Temperatura Ambient màxima, mínima i nocturna; i la irradiància nocturna i màxima.

$$T_{amb\_min} = 6 \text{ }^{\circ}C$$

$$T_{amb\_max} = 44 \text{ }^{\circ}C$$

$$G = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$G_{NOCT} = 800 \text{ W/m}^2$$

$$T_{aNOCT} = 20 \text{ }^{\circ}C$$



La temperatura mínima del panell es calcula segons la expressió en (1) ,

$$T_{min\_cell} = T_{amb\_min} + G \cdot \frac{NOCT - T_a,NOCT}{G_{NOCT}} \quad (1)$$

$$T_{min\_cell} = 6 + 1000 \cdot \frac{45 - 20}{800}$$

$$T_{min\_cell} = 37,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura màxima del panell es calcula segons l' expressió en (2) ,

$$T_{max\_cell} = T_{amb\_max} + G \cdot \frac{NOCT - T_a,NOCT}{G_{NOCT}} \quad (2)$$

$$T_{max\_cell} = 44 + 1000 \cdot \frac{45 - 20}{800}$$

$$T_{max\_cell} = 75,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Així doncs, ara es procedeix a calcular V, I i P tenint en compte l'efecte de la temperatura.

Voltatge màxim en circuit obert, segons la expressió en (3) ,

$$VOC_{max} = VOC_{STC} \cdot [1 + (\beta_{Voc} \cdot (T_{min\_cell} - T_{STC}))] \quad (3)$$

$$VOC_{max} = 49,89 \cdot [1 + (-0,0282 \cdot (37,25 - 25))]$$

$$VOC_{max} = 48,167 \text{ V}$$

Intensitat màxima de curtcircuit, segons la expressió en (4),

$$Isc_{max} = Isc_{STC} \cdot [1 + (\beta_{Isc} \cdot (T_{max\_cell} - T_{STC}))] \quad (4)$$

$$Isc_{max} = 10,27 \cdot [1 + (0,00041 \cdot (75,25 - 25))]$$

$$Isc_{max} = 10,482 \text{ A}$$

Potència màxima, segons la expressió en (5),

$$PMPP_{max} = PMPP_{STC} \cdot [1 + (\beta_{PMPP} \cdot (T_{min\_cell} - T_{STC}))] \quad (5)$$

$$PMPP_{max} = 400 \cdot [1 + (-0,00387 \cdot (37,25 - 25))]$$

$$PMPP_{max} = 381,037 \text{ W}$$



Finalment, els valors calculats amb la correcció de l'efecte de la temperatura i els que es tindran en compte per al següent punt són els que es mostren en la taula següent :

<b>VOC_max</b>	48,167 V
<b>ISC_max</b>	10,482 A
<b>PMPP_max</b>	381,037 W

### 5. 5.2 Elecció de l'inversor

L'inversor és l'element de la instal·lació que s'encarrega de convertir la corrent contínua produïda pels panells en corrent alterna de la mateixa freqüència de xarxa (50 Hz). Els inversors són caracteritzats principalment per la tensió d'entrada, que s'ha d'adaptar al generador, la potència màxima que aquest pot proporcionar i l'eficiència. L'eficiència relaciona la potència elèctrica que l'inversor entrega a la utilització (potència d'eixida) i la potència elèctrica que extrau del generador (potència d'entrada).

En la següent taula hi ha una recopilació d'inversors del mercat. Com la potència a instal·lar és de 100kW, es barallen les possibilitats de posar un inversor de 100kVA, dos de 50kVA o 3 de 33kVA. Com es veu a la taula , el més econòmic seria el de Ingecon 100TL. Així doncs, s'escull directament aquesta opció ja que , a part de ser la més econòmica, el fet d'instal·lar 1 inversor farà que les pèrdues siguin menors.

Marca	Model	Potència (kVA)	PREU sense IVA (€)	€/kVA
Ingecon	INGETEAM Sun 3PLAY 100TL	100	6420.3	64.20
Huawei	Inversor Huawei SUN2000-33KTL-A Trifásico 33kVA	33	2592	78.55
Ingecon	Sun 3Play 33TL Inversor De Red Trifásico	33	3300	100.00
Riello	Riello Sirio TL 50	50	4857.14	97.14

Taula 16. Comparativa d'inversors. Font: Catàlegs de diferents inversors del mercat.

L'inversor que s'ha escollit finalment és el INGECON SUN 100TL. En la següent taula estan recollides les especificacions principals de l'inversor.

MODEL	INGECON SUN 100TL
Potència nominal entrada recomanada CC (kWp)	101,2 - 145
Corrent max. de curtcircuit (A)	240
Corrent max. CC (A)	185
Nº conectors CC	1-24
Tensió max CC	1100 V
Rang de tensió MPPT	570 - 850 V
Eficiència	98,9 %
Nº de MPPT	1
Potència nominal CA (kW)	100
Eixida nominal	50/60 Hz, 400Vac

Taula 17. Característiques tècniques inversor. Font: fitxa tècnica inversor INGECON SUN 100TL



### 5. 5.3 Configuració de connexió dels panells.

Per al bon funcionament de l'inversor, cal tenir en compte les especificacions tècniques d'aquest per tal de col·locar els panells en una correcta configuració. D'aquesta manera, els panells es configuraran de manera que acomplisquen les següents especificacions :

- Que la tensió en cada *string* estiga dins del rang de funcionament i no supere la tensió màxima admissible per l'inversor.
- Que la intensitat màxima i de curtcircuit dels panells no superen les especificades en la fitxa tècnica.
- Que la potència de fotovoltaica instal·lada estiga dins del rang de les potències d'entrada que permet l'inversor, tenint en compte que l'eixida serà de 100 kW com a màxim.

Tenint en compte els paràmetres de Tensió, Intensitat i Potència, es realitzen els següents càlculs:

- Tenint en compte la tensió en els panells  $V_{oc}$  i  $V_{mpp}$ :

$$N \text{ max panells per cada } string = \frac{V_{max\_inv}}{V_{oc\_pan}} = \frac{1100 \text{ V}}{48,167 \text{ V}} = 22,83 \approx 22 \text{ panells per } string$$

$$N \text{ max panells per cada } string = \frac{V_{càrrega\_completa\_inv}}{V_{mpp\_pan}} = \frac{850 \text{ V}}{41,73 \text{ V}} = 20,3 \approx 20 \text{ panells per } string$$

- Tenint en compte les intensitats  $I_{cc}$  i  $I_{max}$  del panell:

$$N \text{ max } strings = \frac{I_{maxcc\_inv}}{I_{cc\_pan}} = \frac{240 \text{ A}}{10,482} = 22,89 \approx 22 \text{ strings en paral·lel}$$

$$N \text{ max } strings = \frac{I_{max\_inv}}{I_{mpp\_pan}} = \frac{185 \text{ A}}{9,59 \text{ A}} = 19,29 \approx 19 \text{ strings en paral·lel}$$

- Tenint en compte la  $P_{max}$  :

$$N \text{ _panells} = \frac{P_{inv}}{P_{max\_pan}} = \frac{101200 \text{ W}}{381,037 \text{ W}} = 265,59 \approx 265 \text{ panells per inversor}$$

Seguint el nombre aproximat de 265 plaques per a garantir que l'inversor pugui donar 100 kW en màxima potència. Finalment, s'instal·len 272 panells per tal que totes les línies tinguin les mateixes longituds i nombre de panells.

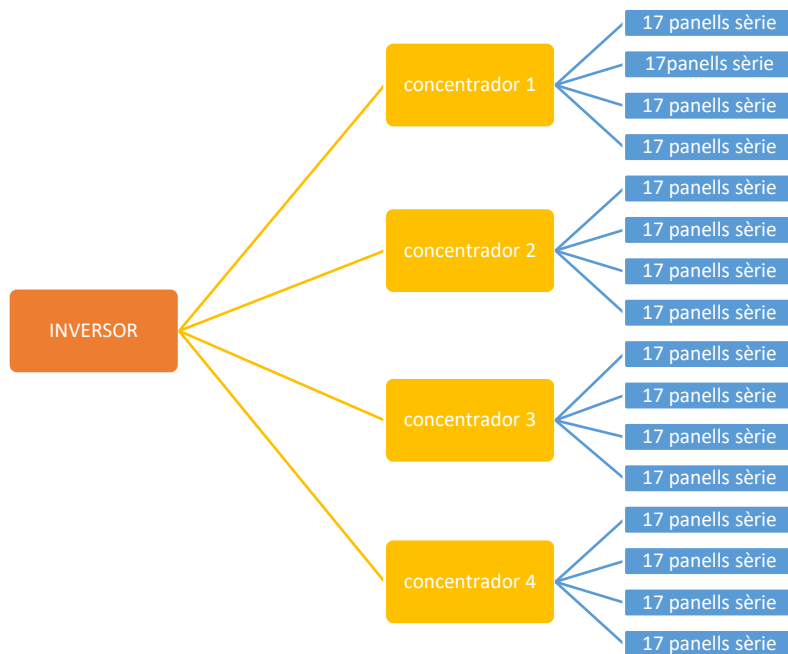
<b>Nombre total de panells</b>	272
<b>Nombre de panells per "string"</b>	17
<b>Nombre total de "strings"</b>	16
<b>Concentradors</b>	4





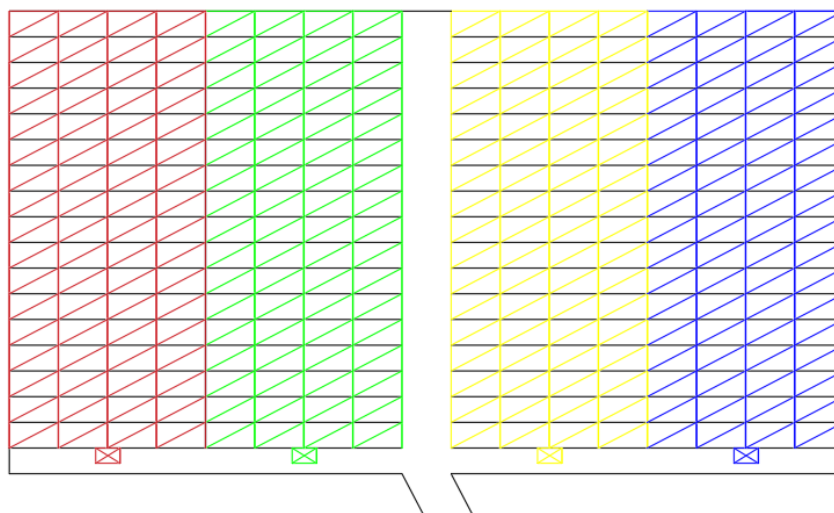
## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En el següent esquema es pot veure la configuració dels panells connectats a l'inversor. Com es pot observar, els *strings* de 17 panells s'agruparan en concentradors. Aquests concentradors són caixes de connexió que permeten connectar en paral·lel 4 línies de panells. Així, des de cadascun dels concentradors eixirà una línia cap al inversor. D'aquesta manera s'estalviarà en metres de cablejat, ja que el tram més llarg va des dels concentradors fins l'inversor.



Taula 18. Configuració de les línies de panells. Font: Pròpia-

En la següent imatge es pot observar la distribució dels mòduls fotovoltaics i les línies que s'agrupen en els concentradors. Cada línia vertical és un "*string*" de 17 mòduls, i cada 4 línies, s'agrupen en un concentrador.



Imatge 16. Agrupació de panells per "strings" i concentradors. Font: Pròpia.



## 5.6 Dimensionament dels conductors.

La instal·lació fotovoltaica s'ha dissenyat seguint totes les especificacions tècniques contingudes en el Real Decret 1699/2011, 18 de Novembre i es compleixen totes les especificacions del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

En aquest apartat van a dimensionar-se les seccions del conductors de la instal·lació. Es va a realitzar el dimensionament en base a dos criteris: El Criteri Tèrmic i el Criteri de Caiguda de Tensió màxima. En funció dels resultats d'aquest dos, s'escollirà el més restrictiu.

Amb el criteri tèrmic es selecciona la secció de cable segons la Intensitat màxima admissible i amb el Criteri de Caiguda de Tensió es fixa la màxima caiguda de tensió que es pot donar en un tram de conductor.

En aquest apartat és necessari remarcar que es van a utilitzar taules per a càlculs de la norma UNE-20460 5.523 (2004) ja que són les que es tenen disponibles i les que s'utilitzen en l'assignatura de Tecnologia Eléctrica. La norma UNE-HD 60364-5-52 (2014) anul·la i substitueix la norma anterior mencionada. No obstant, ja que no es té accés a aquesta nova norma, van a realitzar-se els càlculs en funció a la norma que es té disponible.

### 5.6.1 Descripció dels diferents trams

Per a dimensionar el cablejat es diferencien els trams per els que van els conductors fins que es connecten a la xarxa. Per als càlculs elèctrics es va a distingir en 4 trams:

#### PART DE CONTÍNUA

- Tram 1 : Panells fotovoltaics – concentradors.

Aquest tram inclou la conducció des de els panells fotovoltaics fins a la caixa de concentració a la que va connectada cada *string*. En el tram 1 els conductors aniran sobre la superfície dels flotadors fotovoltaics fins els concentradors, per a efectes de càlculs en els conductors s'utilitza el mètode d'instal·lació B1.

- Tram 2 : Concentradors – inversor.

En el tram 2 els conductors aniran per la superfície dels flotadors fotovoltaics fins el final de la bassa i després fins l'interior de la nau on estarà situat l'inversor. En aquest cas s'utilitzarà el mètode B1 també.

#### PART D'ALTERNA

- Tram 3 : Inversor – Quadre General de Distribució.

De l'inversor es conduiran els cables baix tub en la paret fins al Quadre General de Distribució que també està dins de la nau. S'utilitzarà també el mètode B1 a efectes de càlculs.



- Tram 4: Quadre General de Distribució – Quadre General de Protecció i Mesura

Del Quadre General de Distribució al Quadre Principal de Protecció i Mesura es portaran els cables baix tub soterrat. Aquest tipus d'instal·lació és del tipus D a efectes de càlculs.

## 5.6.2 Càlculs elèctrics conductors.

### CRITERI TÈRMIC

Atenent a aquest criteri, la secció de cable és dissenyada de manera que es complisca una intensitat màxima admissible no inferior al 125% a la corrent màxima que pot arribar a circular per aquest tram, seguint el que s'estipula en la ITC-BT-40 de instal·lacions generadores de Baixa Tensió. També es tenen en compte els factors de correcció per temperatura i agrupació dels conductors.

Aquestes són les expressions que s'utilitzen per a determinar la intensitat màxima admissible d'un conductor segons el criteri tèrmic:

$$IN = IB / kT * kA \quad (1)$$

$$IN * 1,25 \leq IT \quad (2)$$

On:

*IB*: intensitat nominal de generació (A)

*kT*: factor de correcció per temperatura ambient.

*kA*: factor de correcció per agrupació de cables.

*IN*: intensitat nominal corregida (A)

*IT*: intensitat màxima admissible normalitzada (A)

Les intensitats màximes admissibles pel conductor i els factors de correcció s'obtenen a partir de la ITC-BT-19. Per als factors de correcció es buscarà en les següents taules de la norma UNE 20460 5.523 utilitzades en l'assignatura de Tecnologia Elèctrica. Els factors de correcció (*kT*, *kA*) s'apliquen per tal de corregir la temperatura normalitzada del cable en funció de les condicions tèrmiques i d'agrupament entre els cables. Així doncs, en les taules de la UNE 20460 5.523 es troben aquests coeficients de correcció i específicament per a aquest cas, s'utilitzaran les taules següents:

- Amb cable no soterrat:

- *kT* : En la taula 52-D1. Per a la situació més desfavorable considerada de 40 °C i aïllament de XLPE.

Mètode de instal·lació B1, per a contínua XLPE 2 i per a alterna XPLE 3.

- *kA* : valors en la taula A52-E1. En funció dels conductors que estiguen agrupats.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

- Amb cable soterrat:

- kT : En la taula 52-D2. Per a la situació més desfavorable considerada de 40 °C i aïllament de XLPE.

Aïllament XLPE.

- kA : valors en la taula A52-E3, per a cables instal·lats en conductes o tubs soterrats.

Finalment, les intensitats màximes admissibles es troben en la taula A52-1 per als conductes sense soterrar (mètode B1) i per als conductes soterrats s'utilitza la taula A52-2 (mètode D).

Així doncs, en la taula següent s'han realitzat els càlculs segons el criteri tèrmic per a tots els trams de la instal·lació, utilitzant les expressions indicades al principi (1) i (2).

### SECCIONS SEGONS CRITERI TÈRMIC

Trams	Intenistat nominal de generació (IB)	Factors de correcció		Int. nominal corregida (In)	125 % de la In	Int. Màx. admissible normalitzada (It)	Secció (mm <sup>2</sup> )
		kt	ka				
1. PAN - CONC.	9,59	0,91	0,8	13,17	16,47	23	1,5
2. CONC - INV	38,36	0,91	0,8	52,69	65,87	73	6
3. INV - DISTR	145	0,91	0,65	245,14	306,42	344	150
4. DISTR - QGPM	145	0,96	0,7	215,77	269,72	271	150

Taula 19. Càlculs secció per criteri tèrmic. Font: pròpia.

### CRITERI DE CAIGUDA DE TENSIÓ

Seguint les prescripcions indicades en el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, existeix un criteri del ITC-BT-40 que estipula que la caiguda de tensió per al tram de CA pot ser com a màxim de 1.5%. A més, un criteri de l'IDAE, també estableix el màxim en 1,5% també però en la part de contínua.

Així doncs, es van a respectar aquests dos criteris i s'estableix un màxim de caiguda de tensió d'un 1,5% per a CA i, de la mateixa manera, d'un 1,5% per a CC també.

Per a acomplir açò, s'ha establert un repartiment lògic de caigudes de tensió entre els dos primers trams abans de l'inversor. Un 0,7% per al tram que va dels mòduls fins als concentradors, i un 0,8% per al tram dels concentradors fins l'inversor. Per a la part de CA també s'estableix un màxim de caiguda de 0,7% en el primer tram d'Alterna, i un 0,8% per al que arriba fins al quadre general de protecció i mesura.



La secció mínima segons aquest criteri segueix les següents expressions:

$$S_{línia} = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{\varepsilon \cdot U_n^2} \cdot 200 \text{ (Línia monofàsica)}$$

$$S_{línia} = \frac{L \cdot \rho \cdot P}{\varepsilon \cdot U_n^2} \cdot 100 \text{ (Línia trifàsica)}$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot [\theta - 20^{\circ}\text{C}])$$

On:

- $L$ : longitud de la línia (m)
- $P$ : potència de càlcul (W)
- $\varepsilon$ : caiguda de tensió del tram (%)
- $U_n$ : tensió nominal de la línia (V)
- $\rho$ : resistivitat del conductor de coure ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ).
- $\theta$ : temperatura del conductor.
- $\alpha$ : coeficient de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Coure :  $\alpha = 0,00393 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Material  $\rho_{20} = \rho$  a  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ )

Així doncs, amb les expressions mencionades anteriorment s'ha realitzat la següent taula en la que es busca la secció mínima que aconsegueix una caiguda de tensió ( $e(\%)$ ) menor a la estipulada al principi d'aquest apartat (0,7% per al tram 1, 0,8% per al tram 2 i 0,7% per al tram 3 i 0,8% per al tram 4).

### SECCIONS SEGONS CRITERI DE CAIGUDA DE TENSÍO

Trams	Secció ( $\text{mm}^2$ )	Longitud màx (m)	Potència (kW)	Un (V)	Res. Cu a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ )	e (%)	Acumulada (%)	
1. PAN - CONC	4	40	6,8	709,41	0,0176	0,475	0,475	TRAM CC
2. CONC - INV	25	80	27,2	709,41	0,0176	0,608	1,083	
3. INV - DISTR	16	6	100	400	0,0176	0,412	0,412	TRAM AC
4. DISTR - QGPM	50	30	100	400	0,0176	0,659	1,071	

Taula 20. Criteri de caiguda de tensió. Font : Pròpia

En la taula s'han determinat les seccions màximes de conductor que deixen aconseguir amb el criteri de caiguda de tensió estipulada per a cada tram. Es pot observar com, amb les seccions escollides, el tram de CC tindria una caiguda de tensió de 1,083% i 1,071% en el tram d'alterna.



Finalment, tenint en compte el Criteri Tèrmic i el Criteri de Caiguda de Tensió, s'escull la secció per a cada tram de la instal·lació.

SECCIÓ CABLES (mm <sup>2</sup> )			
	Segons criteri tèrmic	Segons criteri de caiguda de tensió	Elecció final
<b>1. PAN - CONC.</b>	1,5	4	<b>4</b>
<b>2. CONC - INV</b>	6	25	<b>25</b>
<b>3. INV - DISTR</b>	150	16	<b>150</b>
<b>4. DISTR - QGPM</b>	150	50	<b>150</b>

Taula 21. Resum de la secció dels cables. Font: Pròpia

### 5.6.3 Resum dels conductors escollits.

Els cables que s'han elegit finalment seguint els criteris i càlculs realitzats anteriorment estan formats per conductors flexibles de Cu, aïllats amb polietilè reticulat (XLPE) i coberta de policlorur de vinil (PVC) fabricats segons la Norma UNE 21123 (IEC-502). La temperatura màxima permesa serà de 70°C d'acord amb la norma UNE 211002.

Seguint amb el que es menciona a la ITC-BT-07, els conductors dels cables tindran una tensió assignada no inferior a 0,6/1 kV i han de complir els requisits especificats en la part corresponent de la Norma UNE-HD 603.

La ITC-BT-07 determina que la secció per a conductors de Coure no pot ser inferior a 6 mm<sup>2</sup> per a aquests conductors. Amb açò, el conductor que s'havia determinat de 4mm<sup>2</sup> per a les línies de panells amb els càlculs realitzats prèviament, es substitueix per conductor de 6 mm<sup>2</sup>.

La Taula 1 del ITC-BT-07 determina la secció del conductor del neutre en funció de la secció dels conductors de fase. A partir d'aquesta, s'han escollit els neutres de la instal·lació.

Conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección neutro (mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	<b>6</b>
10 (Cu)	<b>10</b>
16 (Cu)	<b>10</b>
16 (Al)	<b>16</b>
25	<b>16</b>
35	<b>16</b>
50	<b>25</b>
70	<b>35</b>
95	<b>50</b>
120	<b>70</b>
150	<b>70</b>
185	<b>95</b>
240	<b>120</b>
300	<b>150</b>
400	<b>185</b>

Taula 22. Seccions del neutre en funció de la secció del cable de fase.  
Font: ITC-BT-07 Taula 1



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Es determina que per als conductors d'Alterna la secció del neutre serà de 70 mm<sup>2</sup>.

Amb tot açò, a continuació es troba la taula resum on es recullen les especificacions dels cables a instal·lar.

TRAM	TIPUS DE CABLE	
Línies de panells fotovoltaics	RV-K 0,6/1kV 2x6 mm <sup>2</sup> Cu	Monofàsic unipolar
Concentrador - inversor	RV-K 0,6/1kV 2x25 mm <sup>2</sup> Cu	Monofàsic unipolar
Inversor - Quadre de distribució	RV-K 0,6/1kV 3x150 + 1x70 mm <sup>2</sup> Cu	Trifàsic unipolar
Quadre de distribució - CGPM	RV-K 0,6/1kV 3x150 + 1x70 mm <sup>2</sup> Cu	Trifàsic unipolar

Taula 23. Resum tipus de cable escollit. Font: Pròpia

### 5.7 Tubs i canalitzacions.

Per al dimensionament de les canalitzacions es recorre a la Guia BT-21 en la que es remet a la norma UNE-EN 50.086 -2-4 per a la selecció del tub a instal·lar.

Per al tram de Corrent Contínua de les caixes de connexions fins l'inversor i per al primer tram d'Alterna les canalitzacions dels cables seran amb tub corrugat de PE. En la Taula 2 de la ITC-BT-21 es troben els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció de la secció del cable a entubar i el número de conductors.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Taula 24. Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors o cables a conduir. Taula 2. ITC-BT-21

Seguint la taula 2 de la guia ITC-BT-21, per als conductors de 25 mm<sup>2</sup> de contínua s'escollirà un tub de 40 mm de diàmetre.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Cal tenir en compte també que hi ha un tram des de la bassa fins a la nau on està l'inversor, que la canalització haurà de ser aèria. Aquesta canalització compleix amb la normativa per a aquest tipus de canalització descrita en la ITC-BT-21 en la que s'estipula que la longitud total del conductor al aire no serà superior a 4 metres i no començarà a una altura inferior a 2 metres. Totes aquestes prescripcions s'acompleixen ja que la bassa està a 3,2 metres d'altura i la distància entre la paret de la nau i la bassa és de 2-3 metres.

Per al tram d'eixida de l'inversor fins el quadre de distribució de 150 mm<sup>2</sup> s'utilitzarà el tub de 75 mm de diàmetre segons la Taula 2 de ITC-BT-21.

Per al tram que va del Quadre de distribució al Quadre general de protecció i mesura, els conductors s'instal·laran soterrats baix tub. En la Taula 9 de la ITC-BT-21 es troben els diàmetres exteriors mínims dels tubs soterrats en funció de la secció del cable a entubar i el número de conductors.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Taula 25. Diàmetre de tubs soterrats. Font: Taula 9 ITC-BT-21

Per a la canalització dels conductors de 150 mm<sup>2</sup> soterrats s'utilitzarà tub de 180 mm de diàmetre. Per a aquest últim tram, cal especificar les profunditats a les que aniran els conductes per la "zanja" a realitzar. Segons el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió els tubs es situaran a una profunditat mínima de 60 cm, es recomana un recobriment mínim inferior de 3 cm i un recobriment mínim superior de 6 cm.

Per a la canalització soterrada, el tub protector seguirà el que s'estableix en la norma UNE-EN 50.086 2-4 i les seues característiques mínimes estan indicades en la Taula 8 de la ITC-BT-21.





## 5.8 Proteccions.

Tal i com s'indica en el plec de condicions tècniques d'instal·lacions connectades a la xarxa del IDAE, el sistema de proteccions ha de complir amb el que s'estableix en el Real Decret 1699/2011 (article 14) per a instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa.

D'aquesta manera, s'ha de protegir la instal·lació front a sobreintensitats, sobretensions i faltes d'aïllament. També s'han d'incorporar elements seccionadors i interruptors per a poder desconnectar la instal·lació de la xarxa o per a realitzar tasques de manteniment.

En l'esquema unifilar adjunt en el document de plànols es veuen les proteccions seleccionades i on s'instal·laran en el circuit elèctric.

### TRAM DE CONTÍNUA

Per a complir amb aquestes especificacions, en la part de corrent contínua s'instal·larà una caixa de protecció de la marca AMB, model: STC1 25A en cada "string" de la instal·lació. Aquesta caixa conté, entre altres:

- Protector contra sobretensions de continua classe 2 fins 1000Vdc.
- Fusible 16A 900Vdc.
- Seccionador fins 900Vdc y 25A (1000Vdc de aïllament).

### Càlcul del fusible:

$I_B = 9,59 \text{ A}$  (intensitat de la línia o "string")

$I_Z = 63 \text{ A}$  (màxima intensitat del conductor)

$I_N = 16 \text{ A}$  (intensitat nominal del fusible seleccionat)

Si s'aplica la primera condició de protecció de conductors,  $I_B \leq I_N \leq I_Z$ , es veu que el fusible seleccionat la compleix.

A continuació es verifica el criteri de protecció dels fusibles :

$$I_f \leq 1,60 I_N \rightarrow I_f = 1,60 \cdot 16 \text{ A} = 25,6 \text{ A}$$

Es calcula la segona condició de protecció:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_2 = 1,45 \cdot 63 \text{ A} = 91,35 \text{ A}$$

Per últim, es comprova que la intensitat de protecció del fusible ( $I_f$ ) és inferior o igual a la intensitat de la segona condició de protecció ( $I_2$ ), és a dir:

$$I_f \leq I_2$$

$$25,6 \text{ A} \leq 91,35 \text{ A}$$

S'observa que el fusible seleccionat ( $I_N = 16 \text{ A}$ ) compleix el requisit de protecció del conductor.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

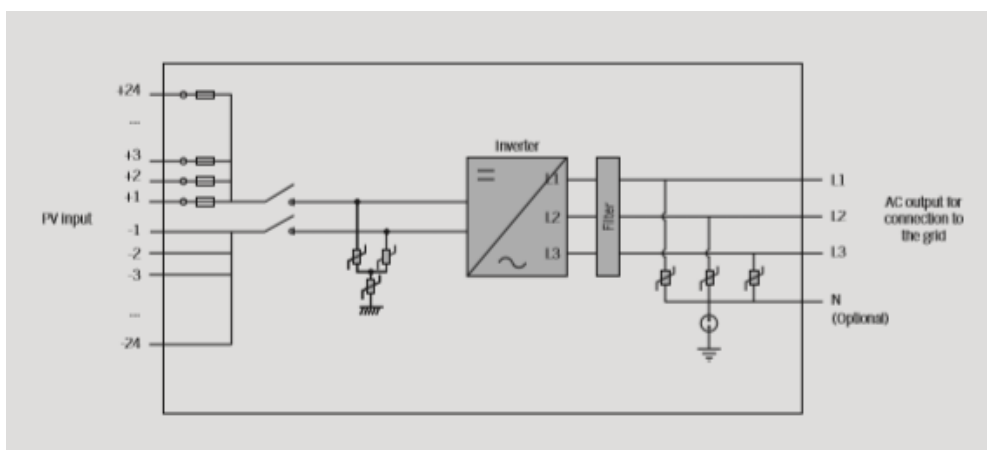
Els concentradors o caixes de connexió que unifiquen les línies dels panells contenen tots els elements necessaris per a una correcta protecció.

En la fitxa tècnica del Quadre STC4 40A es troba la següent descripció del quadre, amb els elements que conté. Descripció del quadre:

*“Cuadro protección series fotovoltaicas sin monitorización, hasta 4 entradas + con bases portafusibles y fusibles para continua de 16A y 4 entradas - con protección de fusible. Salida con seccionador hasta 900Vdc y 40A (1000Vdc de aislamiento), sin contacto auxiliar de estado. Montado en caja de doble aislamiento con tapa transparente, 380x380x225mm (máximo), IP55. Entradas con prensaestopas M16 para entrada de cable de strings, de M20 para la salidas de tierra y del seccionador. Con protector contra sobretensiones de continua clase 2 hasta 1000Vdc, sin contacto auxiliar. Completo, montado y cableado. Según normas IEC.” Font: Fitxa tècnica Quadre STC 40A.*

D'aquesta manera, la caixa de connexió queda protegida tant a l'entrada com a l'eixida.

Les línies d'entrada CC a l'inversor estan protegides amb fusibles, seccionadors i dispositius contra sobretensions de Classe 2, tal i com es veu a la fitxa tècnica de l'inversor.



Imatge 17. Esquema elèctric inversor. Font: Fitxa tècnica INGECON SUN 100TL

Així doncs, no caldrà afegir cap dispositiu addicional a aquestes línies, ja que queden correctament protegides a l'entrada de l'inversor.

### TRAM D'ALTERNA

L'inversor porta incorporades les proteccions necessàries per a que aquest estiga protegit.

Es va a col·locar un quadre de CA en el qual s'instal·larà l'interruptor automàtic de la instal·lació generadora. Aquest quadre també disposarà d'un interruptor magneto tèrmic de 250A i un diferencial per a protegir davant contactes directes i indirectes.

Interruptor automàtic 250 A Legrand DPX3.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

S'escull el model de 250 A ja que la intensitat màxima de la línia serà de 145 A i la secció del cable 150 mm<sup>2</sup> suporta una intensitat màxima admissible de 344 A.

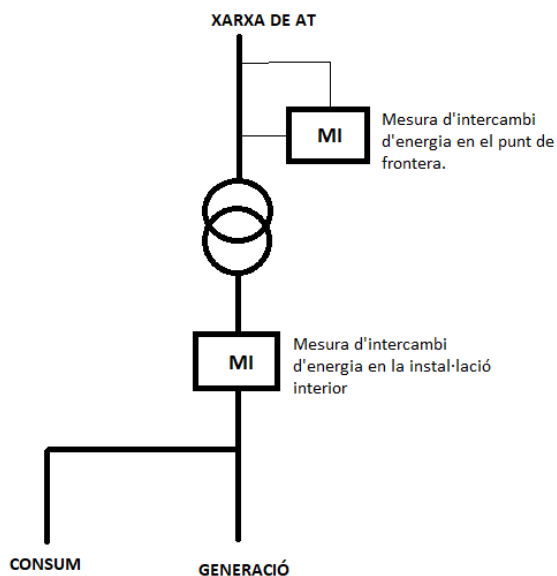
Aquest quadre d'alterna s'inclourà en el quadre de distribució general de la instal·lació que està situat dins de la nau més propera a la bassa.

### 5.9 Comptador

És necessari instal·lar un comptador trifàsic multi funció amb aplicació bidireccional. Per aquesta raó es tria el comptador CIRWATT B 410D, que és un comptador classe B en energia activa segons la Directiva Europea MID (EN 50470) o classe 1 segons IEC62053-21.

Aquest comptador s'instal·larà aigües amunt del quadre de distribució de la instal·lació. En concret, la mesura de generació s'ubicarà en el quadre d'eixida de Baixa Tensió del transformador, segons indica la distribuïdora en el MT 3.53.01, Edició 05.

En la següent imatge es pot veure l'esquema que mostra on anirà el nou comptador dins de la instal·lació. El comptador actual es troba en el punt de frontera i el nou s'instal·larà en els bornes de contínua del transformador.



*Imatge 18. Ubicació del comptador bidireccional de mesura.*



## 5.10 Posada a Terra (P.A.T.).

Les posades a terra s'utilitzen en les instal·lacions elèctriques com una mesura de seguretat per a assegurar les descàrregues per falles elèctriques que puguen produir-se. Es realitzarà la Posada a Terra de la instal·lació Segons l'article 15 del Reial Decret 1699/2011 que regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de baixa potència.

El tipus de distribució utilitzat per a la posada a terra de la instal·lació és TT. Per a la realització de la posada a terra s'utilitzarà un elèctrode en forma de pica vertical que haurà de tenir la resistència necessària. Aleshores, la resistència màxima admissible de la posada a terra :

$$R_{admissible} = \frac{U}{I_d}$$

On:

- U : tensió de contacte límit, per a la que es pren un valor de 24 V com a màxim.
- I<sub>d</sub> : sensibilitat de l'interruptor elegit, de 300mA.

Així doncs, resulta un valor per a la resistència màxima admissible del sistema de posada a terra de 80 Ω. Per altra banda, s'ha de dimensionar la longitud que tindrà la pica vertical utilitzada com a elèctrode per a la posada a terra.

D'aquesta manera, la longitud de la pica vertical serà:

$$L_{pica} = \frac{\rho t}{R_{pica}}$$

On:

- ρt : resistivitat del terreny on s'ubica la pica. Segons les taules de la ITC-BT-18 s'escull una resistivitat del terreny de 200 Ω·m.
- R<sub>pica</sub> : S'utilitza la resistència màxima admissible de 80 Ω.

Així doncs, la longitud de la pica a instal·lar serà de 2,5 m.

Segons les recomanacions indicades en la ITC-BT-18, s'ha de complir el següent:

- El diàmetre exterior en cas d'instal·lar piques verticals ha de ser superior a 14,2 mm.
- La pica vertical ha d'instal·lar-se a una profunditat mínima de 0,8 m mesurats des del seu extrem superior.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Tal i com s'indica en la ITC-BT-18, les seccions dels conductors de les posades a terra hauran de seguir el que s'estableix en la Taula següent:

Sección de los conductores de fase de la instalación <b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	Sección mínima de los conductores de protección <b>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

Taula 26. Secció dels conductors de protecció i fase. Font: ITC-BT-18

Cada conductor de protecció discorrerà en paral·lel per la seua canalització corresponent estant connectat finalment a la terra. El conductor de protecció serà groc-verd de de 450/750 V. Seguint les especificacions de la taula s'obtenen les següents seccions per a la PAT:

- La secció de la posada a terra dels panells fotovoltaics tindrà una secció de 6 mm<sup>2</sup>, igual que els conductors de esta fase.
- La secció de la posada a terra entre la caixa de connexió i l'inversor serà de 16 mm<sup>2</sup>, ja que la secció de fase en els conductors és de 25 mm<sup>2</sup>.
- La posada a terra entre l'inversor i la caixa de alterna tindrà una secció de 70 mm<sup>2</sup>, ja que en aquest tram, el conductor de fase és de 150 mm<sup>2</sup>.

La posada a terra de les masses i els elements metàl·lics es realitza mitjançant derivacions.

Cal remarcar que el neutre del transformador existent ja està connectat a Terra, independent del sistema de posada a Terra de les masses de Baixa Tensió.



## 6. ANÀLISI DE LA INSTAL·LACIÓ DISSENYADA

### 6.1 Balanç energètic.

En aquest apartat es van a analitzar els resultats obtinguts de la producció de la instal·lació fotovoltaica de 100kW. Els resultats es van a comparar amb la demanda energètica actual per tal de determinar el percentatge de demanda que es cobrirà si s'instal·la el camp fotovoltaic.

En la següent taula es recullen les dades obtingudes amb el Software Pvsyst (taula resum en l'Annex 1), a partir de totes les dades del sistema fotovoltaic. Es determina l'energia mensual produïda per la instal·lació fotovoltaica de 100kW.

Tal i com s'ha vist en el capítol 2 d'Antecedents, el fet de que el sistema fotovoltaic siga del tipus flotant, manté els panells davall una refrigeració natural i les temperatures a les que arribaran els panells seran considerablement més baixes a que si aquests estigueren muntats sobre el sòl. L'efecte de la temperatura és un factor que afecta considerablement en la producció dels panells. Així doncs, tenint en compte aquest fenomen, s'ha decidit estimar la producció mensual del sistema un 10% major que la que es donaria si s'instal·laren els panells sobre una coberta o en el sòl.

	GlobHor (kWh/m <sup>2</sup> )	DiffHor (kWh/m <sup>2</sup> )	T_Amb (°C)	GlobInc (kWh/m <sup>2</sup> )	GlobEff (kWh/m <sup>2</sup> )	Eeff_eix (MWh)	E_Prod (MWh)	E_Prod_10% més per eff. de refrigeració (MWh)
Gener	83,9	22,79	11,16	96,3	89,1	9,13	8,96	9,856
Febrer	85,6	31,23	11,46	93,5	88,8	9,04	8,87	9,757
Març	136,9	46,01	14,75	145,3	140,2	13,82	13,56	14,916
Abril	182,2	61,89	16,56	188,2	183	17,75	17,43	19,173
Maig	210,1	69,09	17,88	213,3	207,8	19,99	19,63	21,593
Juny	221,1	67,53	23,41	222,7	217,2	20,32	19,94	21,934
Juliol	232,9	61,93	25,49	235,6	230,1	21,34	20,95	23,045
Agost	212,3	55,16	26,6	218,1	212,2	19,67	19,32	21,252
Setembre	143,2	51,44	22,28	150,1	145,1	13,93	13,67	15,037
Octubre	125,8	39,24	21,32	136,5	130,9	12,73	12,51	13,761
Novembre	84,5	25,66	14,15	95,4	89	8,99	8,82	9,702
Desembre	67,4	23,25	11,24	77,5	71,2	7,33	7,18	7,898
Anual	1785,9	555,22	18,07	1872,5	1804,5	174,05	170,85	187,935

Taula 27. Producció energètica mensual. Font: Pvsyst.

On:

- GlobHor: Irradiació global horitzontal
- DiffHor: Irradiació difusa horitzontal
- T\_Amb: Temperatura ambient
- GlobInc: Global incident pla receptor
- GlobEff: Global efectiu
- Eeff\_eix: Energia efectiva a l'eixida



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En primer lloc, cal comentar que per a aquest cas d'estudi, s'estima que la demanda en els següents anys va a seguir el mateix patró anual. El que sí que canvia, com s'ha dit anteriorment i s'ha arribat a un acord amb la Cooperativa, és la distribució de les hores en el reg de per la vesprada, que passarà a realitzar-se durant les hores de fotovoltaica. Com s'ha dit prèviament, aquesta instal·lació s'ha dissenyat per tal que el sistema pugui cobrir la demanda de les hores en els que es realitza el reg de camps d'aquest sector determinat.

En la següent taula es pot observar la comparació entre la producció fotovoltaica mensual que generarà la instal·lació i la demanda total que té el sistema. La producció de fotovoltaica anual és del 187,93 MWh kWh que és el 46% de la demanda anual del sistema.

	<b>Demanda total (kWh)</b>	<b>Producció FV (kWh)</b>	<b>%</b>
GENER	16.706	9.856	59%
FEBRER	18.669	9.757	52%
MARÇ	26.472	14.916	56%
ABRIL	22.273	19.173	86%
MAIG	38.821	21.593	56%
JUNY	51.307	21.934	43%
JULIOL	60.360	23.045	38%
AGOST	61.762	21.252	34%
SETEMBRE	31.342	15.037	48%
OCTUBRE	37.465	13.761	37%
NOVEMBRE	31.374	9.702	31%
DESEMBRE	14.440	7.898	55%
<b>TOTAL</b>	<b>410.990</b>	<b>187.935</b>	<b>46%</b>

Taula 28. Demanda i producció del sistema. Font: Pròpia amb dades de PVGIS i consums del sistema.

Així doncs, en la següent taula es recullen les dades de cobertura fotovoltaica de la demanda. És a dir, es comparen els nous consums procedents de la xarxa que tindrà la instal·lació amb els consums de base (sense fotovoltaica).

	<b>Cobertura de consum mensual</b>		
	<b>Sense FV (kWh)</b>	<b>Consum amb FV (kWh)</b>	<b>Estalvi %</b>
Gen	16.706	14.107	15,56%
Feb	18.669	15.310	17,99%
Mar	26.472	22.262	15,90%
Abr	22.273	18.288	17,89%
Maig	38.821	33.097	14,74%
Jun	51.307	45.881	10,58%
Jul	60.360	55.219	8,52%
Aug	61.762	54.194	12,25%
Sep	31.342	25.414	18,91%
Oct	37.465	32.457	13,37%
Nov	31.374	27.814	11,35%
Des	14.440	11.239	22,17%
<b>Anual</b>	<b>410.990</b>	<b>355.283</b>	<b>13,55%</b>

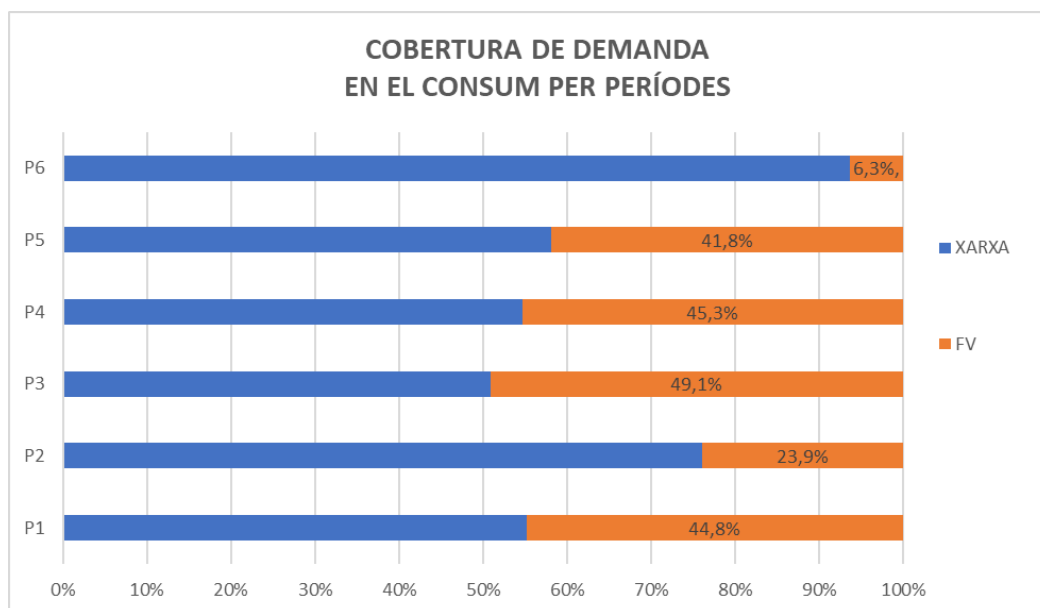
Taula 29. Comparativa de consum mensual amb fotovoltaica i sense. Font: Demanda sistema i simulació amb Homer. (amb dades de PVGIS).



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

D'aquesta manera, es pot veure que la cobertura de demanda amb fotovoltaica anual serà del 13.55%. Aquest índex de cobertura és molt baix. Cal dir, que era de esperar, ja que la major part del consum del sistema va a continuar realitzant-se per la nit (reg nocturn de 8h amb dues bombes en funcionament). La instal·lació està dissenyada per a cobrir la demanda que es realitza pel dia, però aquesta, en relació a la nocturna, és molt més baixa. Per tant, a nivell global, la cobertura de demanda amb fotovoltaica té un percentatge baix. En l'estudi de viabilitat econòmica es veurà si aquesta instal·lació seria viable econòmicament o no.

Pel tipus de tarifa que hi ha contractada (6.1A), els consums de la instal·lació es divideixen en 6 períodes amb les franges horàries que determinen aquest tipus de tarifa (explicada en el capítol 3: Cas d'estudi). D'aquesta manera, en el següent gràfic es poden observar els estalvis que hi haurà en cada període de consum. Com era d'esperar, el període en el que menys estalvi hi ha és el P6, ja que aquest s'aplica principalment durant la nit i aquesta demanda no pot ser coberta amb fotovoltaica. No obstant, en la resta de períodes sí que s'observa un estalvi considerable. Cal destacar que el major estalvi energètic serà en P3 (49,1%). En quant a l'estalvi econòmic, aquestes dades resulten positives, ja que en els períodes més cars, s'aconsegueix cobrir un percentatge considerable de la demanda, P1 (44,8%).



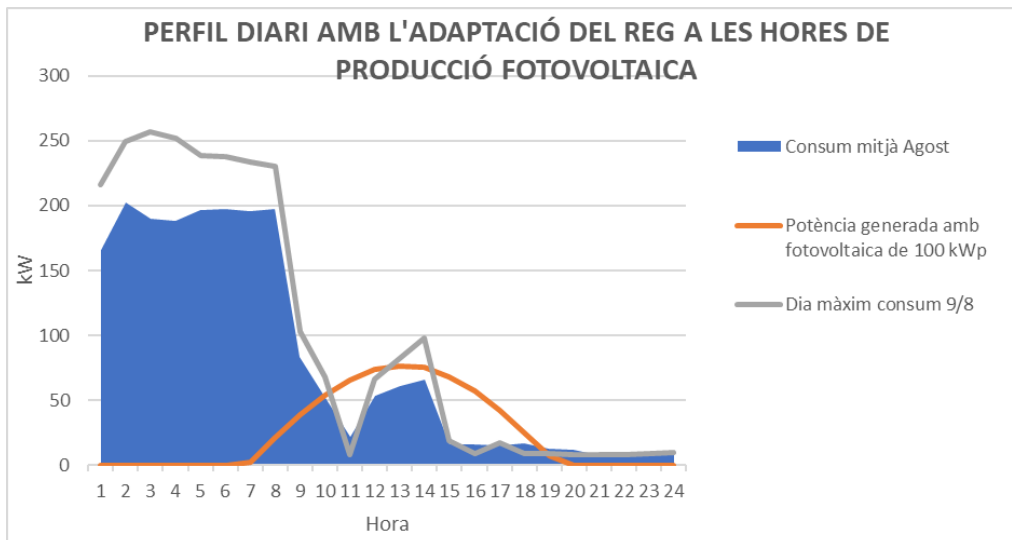
Taula 30. Cobertura de demanda del consum per períodes. Font: Simulació del sistema amb Homer amb dades de PVGIS i del sistema de reg.





## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Així doncs, la cobertura amb fotovoltaica degut al tipus de distribució que té la demanda és baixa, ja que el consum més gran es realitza per la nit. Per altra banda, hi haurà una part considerable d'excedents que s'injectaran a la xarxa tots els mesos, ja que, com es veu al següent gràfic, tota la part de producció diària que no està coberta per la demanda, seran excedents que s'injectaran a la xarxa.



Gràfic 11. Perfil diari de demanda amb cobertura del sistema fotovoltaic. Font: Pròpia amb dades de PVGIS i ajuda de Software Homer.

En la següent taula, es mostren els resultats de consum per períodes que tindrà la instal·lació i els excedents de la fotovoltaica que s'injecten a xarxa durant 1 any. Amb aquestes dades, es pot veure clarament com els excedents són considerables i que en alguns períodes (P1, P3, P4 i P5) inclús s'injectarà més a la xarxa del que es consumeix.

	CONSUM (kWh)	EXCEDENT A XARXA (kWh)
<b>P1</b>	11341	17101
<b>P2</b>	17647	8130
<b>P3</b>	3759	4785
<b>P4</b>	7112	10635
<b>P5</b>	15518	17721
<b>P6</b>	299907	39626

Taula 31. Consum i excedents a xarxa anual de la instal·lació.

Del total de la producció fotovoltaica, es determina que d'aquesta, 55706 kWh seran per a autoconsum i la resta s'injectarà a xarxa. Resultant un percentatge d'autoconsum de la instal·lació del 29,64 % de l'energia produïda.



## 6.2 Estalvi hídric.

En aquest apartat va a tractar de quantificar-se l'estalvi d'aigua que s'obtindrà com a conseqüència de la cobertura de superfície d'aigua pels flotadors de la instal·lació, ja que aquesta és una característica peculiar d'aquest projecte i és un dels beneficis que aporta la utilització de la tecnologia fotovoltaica flotant. Les dades escollides provenen de diversos estudis realitzats dels que es troba la referència al peu de la pàgina.

Uns dels problemes que tenen aquestes basses, és la pèrdua d'aigua com a conseqüència de l'efecte de la evaporació. Aspecte que es veu accentuat donada la situació climatològica dels últims anys amb períodes de sequera cada vegada més freqüents i intensos. Per a pal·liar aquest problema, estan proliferant mètodes i instal·lacions de cobertura de ombreig de les basses que han sigut objecte d'estudi, com poden ser les cobertures o mòduls flotants i les cobertures de ombreig, que minimitzen en l'aire al voltant, aconseguint reduir la evaporació més d'un 80% .<sup>(1)</sup>

Suposant una pèrdua anual per evaporació entre 1.800 i 2.000 litres d'aigua per metre quadrat<sup>(2)</sup>, i que l'ombra produïda per la instal·lació que es proposa tinga un efecte de reducció fins el 80% de la evaporació corresponent als metres quadrats coberts per aquesta (819 m<sup>2</sup>), l'estalvi d'aigua anual serà d'aproximadament 1179,36 metres cúbics.

Estimant un cost per l'aigua obtinguda de 0,30 € per metre cúbic, s'ha calculat l'estalvi econòmic que aporta la instal·lació flotant fotovoltaica que es proposa, per l'efecte de evitar la pèrdua d'aigua com a conseqüència de la evaporació.

A tal efecte, considerant que la instal·lació prevista ocupa una superfície de 819 m<sup>2</sup> i aplicant les dades comentades en l'apartat anterior, es preveu un estalvi anual per aquest concepte de 353 € anuals.

<sup>(1)</sup> "Análisis de la evaporación en embalses de riego y de su reducción con coberturas de sombreado. Autores: Belén Gallego Elvira. Directores de la Tesis: Victoriano Martínez Álvarez (dir. tes.), Alain Baille (codir. tes.) Lectura: En la Universidad Politécnica de Cartagena ( España ) en 2011. Apartado 3.3.4 Pérdidas de agua por evaporación"

<sup>(2)</sup> <https://agro.iberf.es/evitar- evaporacion-embalses/>



### 6.3 Estudi de viabilitat econòmica

En aquest apartat va a comprovar-se la viabilitat econòmica de la instal·lació fotovoltaica plantejada. Així doncs, en el present punt, per tal d'analitzar la rendibilitat del projecte, van a tenir-se en compte tots els aspectes econòmics als que s'han tingut accés. En alguns casos, es realitzaran estimacions el més ajustades a la realitat possible, ja que, degut a la situació actual del mercat, aspectes com la inflació o el preu de l'energia són difícils de preveure.

Per tal de realitzar aquest anàlisi, es van a tenir en compte els següents aspectes:

- Acollida a compensació.
- Recerca de formes de finançament i ajudes autonòmiques, locals i estatals que impulsen els projectes d'implantació d'energies renovables i a les que aquest projecte es pugui acollir.
- Estalvi per energia produïda i per la compensació per excedents.
- Cost de manteniment anual.
- Càlcul del Valor Actual Net (VAN) i la Taxa Interna de Retorn (TIR).

#### 6.3.1 Acollida a compensació.

Es planteja que la instal·lació fotovoltaica a instal·lar es pugui acollir a la modalitat d'autoconsum amb excedents i acollida a compensació. El Reial Decret 244/2019 pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica i regula les modalitats d'autoconsum definides en l'article 9 de la Llei 24/2013, del 26 de desembre, del Sector Elèctric va definir en 2019 aquest tipus de modalitat d'autoconsum a través del qual és possible realitzar un estalvi econòmic en la factura elèctrica mensualment a partir dels excedents que injecta a la xarxa la instal·lació fotovoltaica.

A partir de la Guia Professional de Tramitació de l'Autoconsum de l'IDAE, que segueix l'estipulat en el RD 244/2019, s'extreu la informació necessària per a conèixer les condicions que cal complir per acollir-se a aquesta modalitat i de quina manera es porten a terme. Aquest mecanisme de compensació funciona de la següent manera:

L'energia de la instal·lació d'autoconsum que no siga consumida instantàniament o emmagatzemada, s'injecta a la xarxa: quan el consumidor necessita més energia de la que proporciona la instal·lació d'autoconsum, comprara la energia a la xarxa al preu estipulat en el seu contracte de subministre. En aquest cas, el contracte és pactat amb la comercialitzadora i s'hauria d'arribar a un acord amb aquesta per a establir els nous preus amb compensació. La comercialitzadora obtindrà el preu mig horari del mercat elèctric per a tots els excedents assignats, i compensarà al consumidor segons estableix el RD 244/2019. Aquest també especifica que l'import que es compense mai podrà ser superior al import de l'energia comprada de la xarxa, evitant així que l'import d'energia tinga un valor negatiu.



## Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Per a acollir-se a instal·lacions en Connexió a Xarxa Interior AMB excedents i ACOLLIDES a compensació segons la Guia de Tramitació de l'Autoconsum de l'IDAE, s'han de complir les següents condicions :

- La instal·lació generadora és de font renovable.
- La potència de la instal·lació de producció és igual o inferior a 100kW.
- La subscripció d'una contracte de compensació d'excedents entre el productor i consumidor-
- La instal·lació no té un règim retributiu addicional específic.
- Realitzar un contracte per a serveis auxiliars. Aquest sí que seria necessari en aquest cas ja que, encara que la potència de producció siga de 100kW, la potència instal·lada és de 108kW i per a potències instal·lades de més de 100kW, s'ha de subscriure el contracte per serveis auxiliars.

Així doncs, la instal·lació fotovoltaica dissenyada sí que pot acollir-se a aquesta modalitat de consum. D'aquesta manera, van a calcular-se els estalvis econòmics que s'obtindrien mensualment si s'acull a aquesta modalitat.

Aleshores, com el contracte de subministre és amb una comercialitzadora lliure, el RD244/2019 estableix que l'energia horària excedentària serà valorada al preu horari que s'acorde entre consumidor i comercialitzadora.

D'aquesta manera, com no s'ha pogut establir contacte amb la comercialitzadora, van a suposar-se les següents condicions:

1. El preu de l'energia per període s'augmentarà en un 5% en cada període. Prevenint que la comercialitzadora augmentarà el preu per períodes a causa de la acollida a compensació de la instal·lació.
2. Assumint l'escenari més desfavorable, s'estableix un preu per a la compensació d'energia de 0,045€/kWh, sense discriminació per períodes, ja que el preu habitual del kWh de mercat està entre 0,04-0,05 €.

Per últim, cal dir que és molt difícil estimar els preus energètics a la llarga. La Comissió Nacional de Mercats i la Competència ha informat que a partir de 2020 vol reestructurar els preus elèctrics i es preveu que es modifiquen significativament les penalitzacions per excés de potència, estructura horària i preus de patges.

En la següent taula es mostren els nous preus per al terme energètic.

	SENSE COMPENSACIÓ (€/kWh)	AMB COMPENSACIÓ (1.05%) (€/kWh)
<b>P1</b>	0,110985	0,116534
<b>P2</b>	0,098871	0,103815
<b>P3</b>	0,085549	0,089827
<b>P4</b>	0,077774	0,081663
<b>P5</b>	0,078634	0,082566
<b>P6</b>	0,070390	0,073910

Taula 32. Preus kWh sense i amb compensació.  
Font: Factures Cooperativa i pròpies.



### 6.3.2. Recerca de finançament.

S'han buscat algunes opcions de finançament i ajudes a les que es puguen acollir aquest tipus de projectes i s'ha trobat una línia de finançament molt interessant a la que es podria acollir el projecte d'estudi. El passat 19 de Maig de 2020, l'Institut Valencià de Finances de la Generalitat Valenciana va aprovar la convocatòria de la línia de finançament anomenada IVF – “Autónomos y Microempresas”, publicada en el (Dogv 25/5/2020).

Aquesta línia de finançament ofereix un préstec a un tipus des de 0% d'interés durant 10 anys que cobreix el 80% de la inversió inicial i als 10 anys es rep una bonificació en forma de “tram no reembossable” del 0,9% anual multiplicat pels anys de duració del préstec i que es dedueix de la última quota d'amortització del préstec.

Aquesta instal·lació s'acollirà per mitjà de l'Article 10.3 que descriu com a inversions possibles la següent: “c) Construcció d'instal·lacions d'energia renovable, tant si la seua destinació és l'autoconsum com l'abocament a xarxa, sempre que els projectes no superen una potència de 30 MWp.”

Es suposa que les quotes per amortització del capital són aportades pels socis trimestralment en derrama constituïda a l'efecte.

També s'ha revisat la bonificació de l'IBI per a aquesta instal·lació en els ordenances municipals de l'Ajuntament de Moncofa, però no és aplicable.

### 6.3.3 Estalvi anual per energia produïda i acollida a compensació.

A continuació, s'han calculat els estalvis anuals que es generarien gràcies a l'estalvi de energia consumida de la xarxa i a l'estalvi que generaria la compensació mensualment. Així doncs, els resultats són els que es veuen a les Taules. En l'Annex 2, es troben tots els càlculs que s'han realitzat per a treure aquest estalvi. Finalment, es conclou que l'estalvi anual serà de 7.806,69€.

ESTALVI PER ENERGIA	
P1	1.021,61 €
P2	461,90 €
P3	293,70 €
P4	430,98 €
P5	816,23 €
P6	371,64 €
<b>ESTALVI ANUAL</b>	<b>3.396,06 €</b>

ESTALVI ANUAL TOTAL	
	7.806,69 €

ESTALVI PER COMPENSACIÓ	
Gen	248,18 €
Feb	453,29 €
Març	453,92 €
Abr	444,11 €
Maig	434,34 €
Juny	178,07 €
Jul	298,08 €
Ago	444,06 €
Sept	548,55 €
Oct	453,87 €
Nov	249,53 €
Des	204,66 €
<b>ESTALVI ANUAL</b>	<b>4.410,63 €</b>



#### 6.3.4 Càlcul de rendibilitat econòmica.

Es recullen les següents dades econòmiques:

- Estalvi per autoconsum de 3.396,06 € anual.
- Estalvi per compensació de 4.410,63 € anual.
- Bonificació de préstec del IVF aplicable en l'última quota d'amortització a l'any 10 de 8.573€ (9% de l'import del préstec concedit).
- Despeses d'assegurança de la instal·lació, que ascendeixen a 300€/any . Assegurança contra danys meteorològics en la instal·lació. S'han contactat amb una asseguradora.
- Despeses per manteniment de 720€/any. Inclou manteniment de plaques, neteja, revisió de connexions, etc. S'estimen uns 60€ mensuals.
- Estalvi d'aigua de 353€ anuals.
- Canvi d'inversor entre els 15-20 anys.
- Inversió a inicial a recuperar de 119.069,96 €, tal i com s'indica en el Document 3 d'aquest treball: Pressupost. Este import correspon a una base de 98.405 € + 25.004,69 € (IVA).

S'ha tingut en compte una inflació de l'1% anual i una pèrdua en la producció de la instal·lació del 0,5% anual. S'ha realitzat una projecció a 25 anys que és la duració estimada de la instal·lació fotovoltaica. En la taula que es mostra la pàgina següent es pot veure la taula resum amb la que s'ha calculat la Taxa Interna de Retorn.

Amb tot açò, s'obté una Taxa Interna de Retorn (TIR) del 4,01% anual durant 25 anys.

El *payback* o moment en el que es recupera la inversió inicial es produeix entre els anys 14 i 15. Cal considerar que, donades les peculiaritats de la Cooperativa de Regants que no repercuteix l'IVA en la venda de l'aigua, aquesta no es pot deduir l'IVA suportat inicialment pel cost del projecte que ascendeix a una quantitat de 25.004,69 € que, a diferència d'altres Societats suposa una càrrega econòmica important per a una rendibilitat de la instal·lació.

Per aquest motiu s'ha procedit a recalculat el *payback* sense l'efecte de l'IVA en el cas que la inversió l'executara una altra Societat que fiscalment sí que es poguera deduir l'IVA. En aquest suposat, la inversió es recuperaria entre l'any 12 i 13. Aquest cas seria molt més rendible.

Aquesta situació posa en evidència una problemàtica reiteradament denunciada per les Comunitats de Regants respecte a la impossibilitat de deduir l'IVA de totes les seues despeses i inversions, que considerant que és en l'actualitat del 21%, suposa un encariment considerable en el preu de l'aigua que paguen els socis agricultors de la Comunitat, repercutint açò en el preu final dels productes agrícoles. Sobre aquesta problemàtica ja hi ha nombrosos estudis que evidencien aquesta situació en les Comunitats de Regants. Aquesta informació s'extreu d'estudis com "*El IVA y las Comunidades de Regantes, un análisis crítico*", de Estefania Lopez Llopis, Universitat d'Alacant de febrer de 2019, publicat en crònica tributaria NUM: 172/2019-(79-104).

Amb tots aquests resultats, la instal·lació estaria totalment amortitzada en l'any 15, i a partir d'aquest any, el benefici total que s'obtindrà al final de la vida de la instal·lació ascendeix als 71.327,78 €.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

Any	Estalvi per autoconsum	Estalvi per compensació	Estalvi aigua	Cost manteniment	Estalvi anual	Pendent amortitzar
0	- €	- €	- €	- €	119.069,96 €	119.069,96 €
1	3.396,06 €	4.410,63 €	353,30 €	1.020,00 €	8.159,99 €	110.909,97 €
2	3.413,04 €	4.432,68 €	353,30 €	1.030,20 €	7.168,82 €	103.741,15 €
3	3.430,11 €	4.454,85 €	353,30 €	1.040,50 €	7.197,75 €	96.543,40 €
4	3.447,26 €	4.477,12 €	353,30 €	1.050,91 €	7.226,77 €	89.316,63 €
5	3.464,49 €	4.499,51 €	353,30 €	1.061,42 €	7.255,88 €	82.060,74 €
6	3.481,81 €	4.522,00 €	353,30 €	1.072,03 €	7.285,09 €	74.775,66 €
7	3.499,22 €	4.544,61 €	353,30 €	1.082,75 €	7.314,39 €	67.461,27 €
8	3.516,72 €	4.567,34 €	353,30 €	1.093,58 €	7.343,78 €	60.117,49 €
9	3.534,30 €	4.590,17 €	353,30 €	1.104,51 €	7.373,26 €	52.744,23 €
10	3.551,98 €	4.613,12 €	353,30 €	1.115,56 €	15.975,88 €	36.768,35 €
11	3.569,73 €	4.636,19 €	353,30 €	1.126,71 €	7.432,51 €	29.335,84 €
12	3.587,58 €	4.659,37 €	353,30 €	1.137,98 €	7.462,27 €	21.873,56 €
13	3.605,52 €	4.682,67 €	353,30 €	1.149,36 €	7.492,13 €	14.381,44 €
14	3.623,55 €	4.706,08 €	353,30 €	1.160,86 €	7.522,08 €	6.859,36 €
15	3.641,67 €	4.729,61 €	353,30 €	1.172,46 €	7.552,11 €	692,75 €
16	3.659,88 €	4.753,26 €	353,30 €	1.184,19 €	7.582,25 €	8.275,00 €
17	3.678,17 €	4.777,03 €	353,30 €	1.196,03 €	7.612,47 €	15.887,47 €
18	3.696,57 €	4.800,91 €	353,30 €	1.207,99 €	1.084,28 €	16.971,75 €
19	3.715,05 €	4.824,92 €	353,30 €	1.220,07 €	7.673,19 €	24.644,94 €
20	3.733,62 €	4.849,04 €	353,30 €	1.232,27 €	7.703,69 €	32.348,63 €
21	3.752,29 €	4.873,29 €	353,30 €	1.244,59 €	7.734,28 €	40.082,92 €
22	3.771,05 €	4.897,65 €	353,30 €	1.257,04 €	7.764,97 €	47.847,88 €
23	3.789,91 €	4.922,14 €	353,30 €	1.269,61 €	7.795,74 €	55.643,62 €
24	3.808,86 €	4.946,75 €	353,30 €	1.282,31 €	7.826,60 €	63.470,22 €
25	3.827,90 €	4.971,48 €	353,30 €	1.295,13 €	7.857,56 €	71.327,78 €

Taula 33. Recuperació de la inversió.



## 6.4 Anàlisi final.

Tal i com es veu al punt anterior, la inversió no es recupera en el temps que s'estima normalment per a aquest tipus d'instal·lacions, que és de 7 a 10 anys. D'entre els factors que han afectat a aquesta lenta recuperació de la inversió està el cost associat a la instal·lació dels flotadors, que com ja s'ha dit en anteriors capítols, aquesta suposa un cost econòmic major que si es compara amb una instal·lació muntada en coberta.

A més a més, tal i com es veu en l'apartat de balanç energètic, els excedents injectats a la xarxa són molt elevats i en alguns períodes inclús majors al propi consum de la xarxa. L'índex d'autoconsum solament és del 29,64%.

La instal·lació fotovoltaica solament cobreix el 13,55% de la demanda del sistema ja que la major part d'aquesta continua sent nocturna. Aquesta és la major problemàtica de l'actual disseny. La instal·lació dissenyada injecta més excedents a xarxa que els que van al sistema de reg per a autoconsum. No obstant, cal remarcar també que, degut al tipus de tarifa que hi ha contractada, el kWh en període 6 surt molt barat i és difícil que la fotovoltaica pugui competir a aquest preu. Així doncs, l'ideal seria trobar el balanç òptim entre la demanda que hauria d'haver per la nit i la demanda que es podria passar al dia i ser coberta per la producció fotovoltaica, reduint així els excedents injectats a xarxa.

Així doncs, aquesta és la proposta que es va a realitzar a la Cooperativa. Tal i com s'ha dit anteriorment, la instal·lació dissenyada cobriria la demanda diürna i s'amortitzaria als 15 anys, tenint un estalvi anual en la factura elèctrica d'aproximadament 7 mil euros. Aquesta instal·lació generaria un benefici final de 71.327,78 €. als 25 anys i milloraria l'aprofitament de l'aigua degut a l'estalvi d'aquesta per les ombres generades per l'estructura flotant.

Aquesta proposta respon a la voluntat inicial per part de la Cooperativa, ja que no es contemplava un canvi de demanda nocturna a diürna.

No obstant això, com a proposta per a un millor aprofitament de la instal·lació, s'indica que es podria fer un estudi per veure de quina manera es poden reestructurar els regs per a que una part d'aquests passe a realitzar-se en les hores que pugui ser cobert per fotovoltaica. Aquest estudi quedaria fora de l'abast del present treball.





## 7. CONCLUSIONS

Concloent el treball amb aquest capítol, davant l'objectiu de la recerca de la viabilitat d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants s'ha determinat que a nivell tècnic, sí que es viable instal·lar un camp fotovoltaic en la bassa de la Cooperativa.

En quant a la rendibilitat econòmica, s'ha determinat que la instal·lació fotovoltaica flotant dissenyada per a la bassa de la Cooperativa de Regants de Moncofa s'amortitzaria econòmicament als 15 anys, generant un benefici als 25 anys de 71.327,78 €. Aquesta amortització no és del tot adequada per a aquests tipus d'instal·lacions, ja que normalment s'espera obtenir una rendibilitat als 7-10 anys.

Les limitacions que s'han trobat durant el treball per tal d'aconseguir aquesta rendibilitat esperada han sigut, per una banda l'alt cost de la instal·lació de l'estructura fotovoltaica flotant en comparació a la resta de tipologies d'estructures. Per altra banda, també és important remarcar el fet que la Cooperativa haja d'assumir l'IVA de la instal·lació, que a diferència d'altres entitats, no se'l pot deduir. A més, el tipus de demanda també ha sigut un factor limitant en aquest projecte.

Seguint l'objectiu d'estalvi energètic, deixen de consumir-se de la xarxa un 13.55% dels kWh anuals. Aquest estalvi energètic podria millorar-se si es poguera redistribuir la demanda a les hores de producció fotovoltaica augmentant aquest estalvi d'energia consumida.

També, com a novetat, s'estableix que la instal·lació s'acollirà a la nova modalitat d'autoconsum establida en el RD244/2019, 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica. Aquesta modalitat d'autoconsum amb excedents a collida a compensació, es compensaran econòmicament els excedents que injecten a la xarxa.



## 8. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Universitat de Stanford (2019). Obtingut de :  
<https://mahb.stanford.edu/library-item/fossil-fuels-run/>
- International Renewable Energy Agency, IRENA. Obtingut de :  
<https://www.theclimategroup.org/what-we-do/news-and-blogs/global-renewable-energy-capacity-increased-120-since-2000>  
<https://www.energias-renovables.com/panorama/176-gw-mas-de-energias-renovables-20200406>  
<https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>
- Informe Global Market Outlook for Solar Power 2018-2022. Obtingut de :  
<https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/crece-en-dos-anos-casi-un-500-20190204>
- Autosolar. Obtingut de :  
<https://autosolar.es/paneles-de-conexion-a-red/panel-solar-280w-policristalino>
- Projecte fotovoltaica flotant. Obtingut de:  
<https://ecoinventos.com/fotovoltaica-flotante/>
- Roger, J. Riera, M. Roldán, C. (2013) : Tecnologia elèctrica.
- Estefania Lopez Llopis (2019) : *“El IVA y las Comunidades de Regantes, un análisis crítico”*, de, Universitat d’Alacant, publicat en crònica tributaria NUM: 172/2019-(79-104).
- Evaporació de l’aigua. Obtingut de:  
<https://agro.iberf.es/evitar-evaporacion-embalses/>



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

# **ANNEX 1**

## **RESUM INFORME PVSYST**

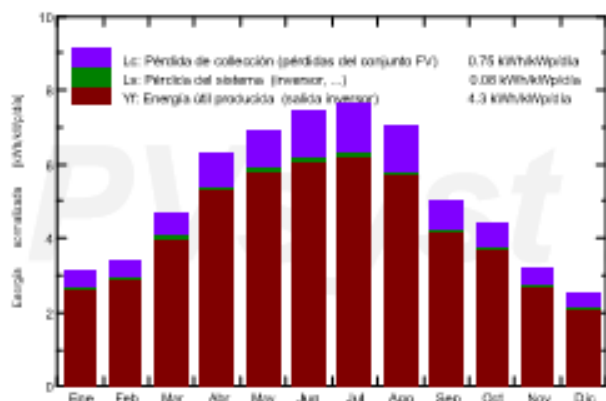


Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

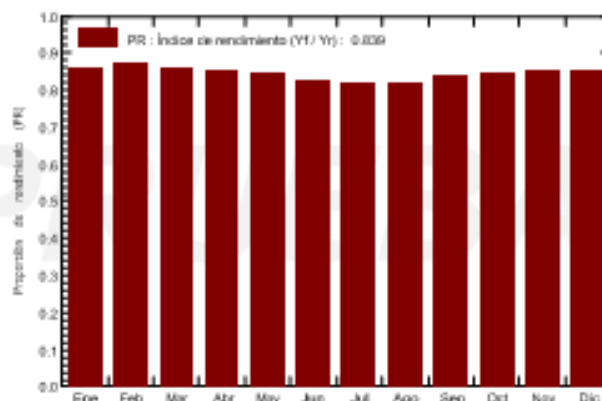
**Resultados principales de simulación**

Producción del sistema **Energía producida 170.9 MWh/año** Prod. específica 1570 kWh/kWp/año  
 Proporción de rendimiento (PR) **83.86 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 100 kWp



Proporción de rendimiento (PR)



**Nueva variante de simulación 1**  
**Balances y resultados principales**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	83.9	22.79	11.16	96.3	89.1	9.13	8.96	0.856
Febrero	85.6	31.23	11.46	93.5	88.8	9.04	8.87	0.872
Marzo	136.9	46.01	14.75	145.3	140.2	13.82	13.56	0.858
Abril	182.2	61.89	16.56	188.2	183.0	17.75	17.43	0.851
Mayo	210.1	69.09	17.88	213.3	207.8	19.99	19.63	0.846
Junio	221.1	67.53	23.41	222.7	217.2	20.32	19.94	0.823
Julio	232.9	61.93	25.49	235.6	230.1	21.34	20.95	0.817
Agosto	212.3	55.16	26.60	218.1	212.2	19.67	19.32	0.814
Septiembre	143.2	51.44	22.28	150.1	145.1	13.93	13.67	0.837
Octubre	125.8	39.24	21.32	136.5	130.9	12.73	12.51	0.842
Noviembre	84.5	25.66	14.15	95.4	89.0	8.99	8.82	0.850
Diciembre	67.4	23.25	11.24	77.5	71.2	7.33	7.18	0.851
Año	1785.9	555.22	18.07	1872.5	1804.5	174.05	170.85	0.839

Leyendas: GlobHor Irradiación horizontal global  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal  
 T\_Amb T amb.  
 GlobInc Global incidente plano receptor  
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados  
 EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
 E\_Grid Energía inyectada en la red  
 PR Proporción de rendimiento



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

# **ANNEX 2**

## **CÀLCUL D'ESTALVIS PER A L'ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA**



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

En aquest Annex es mostren les Taules realitzades per a treure l'estalvi econòmic anual en la factura elèctrica. Primerament, es treu l'estalvi per períodes i després es mostren les taules que comproven l'estalvi per compensació.

### ESTALVI PER PERÍODES

En aquestes taules es calcula l'estalvi mensual en cada període de consum. A partir del consum energètic en funció de si hi ha o no instal·lada fotovoltaica, es recull l'estalvi que es generarà en cada mes gràcies a la instal·lació fotovoltaica. Els preus venen determinats pel que s'ha mencionat anteriorment, en el capítol de viabilitat econòmica.

P1	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,110984	€/kWh	0,116534	€/kWh	
Mes							
Gen	1.145	2.010	223,08 €		127,08 €		96,00 €
Feb	594	1.682	186,68 €		65,92 €		120,75 €
Mar	0	0	- €		- €		- €
Abr	0	0	- €		- €		- €
Maig	0	0	- €		- €		- €
Jun	4.525	7.376	818,62 €		502,20 €		316,42 €
Jul	4.320	7.613	844,92 €		479,45 €		365,47 €
Aug	0	0	- €		- €		- €
Sep	0	0	- €		- €		- €
Oct	0	0	- €		- €		- €
Nov	0	0	- €		- €		- €
Des	758	1.865	206,99 €		84,13 €		122,86 €
Anual	11.341	20.546	2.280,28 €		1.258,67 €		1.021,61 €

Taula 34. Estalvi en P1.

P2	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,098871	€/kWh	0,103814	€/kWh	
Mes							
Gen	1.417	2.448	242,04 €		147,10 €		94,93 €
Feb	1.089	2.412	238,48 €		113,05 €		125,42 €
Mar	0	0	- €		- €		- €
Abr	0	0	- €		- €		- €
Maig	0	0	- €		- €		- €
Jun	7.164	8.184	809,16 €		743,72 €		65,44 €
Jul	6.189	7.141	706,04 €		642,50 €		63,53 €
Aug	0	0	- €		- €		- €
Sep	0	0	- €		- €		- €
Oct	0	0	- €		- €		- €
Nov	0	0	- €		- €		- €
Des	1.787	3.017	298,29 €		185,52 €		112,78 €
Anual	17.647	23.201	2.293,91 €		1.832,01 €		461,90 €

Taula 35. Estalvi en P2.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

P3	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,085549 €/kWh	€/kWh	0,089826 €/kWh	€/kWh	
Mes							
Gen	0	0	- €		- €		- €
Feb	0	0	- €		- €		- €
Mar	996	1.271	108,73 €		89,47 €		19,27 €
Abr	0	0	- €		- €		- €
Maig	0	0	- €		- €		- €
Jun	0	0	- €		- €		- €
Jul	0	0	- €		- €		- €
Aug	0	0	- €		- €		- €
Sep	1.493	4.766	407,73 €		134,11 €		273,62 €
Oct	0	0	- €		- €		- €
Nov	1.270	1.342	114,81 €		114,08 €		0,73 €
Des	0	0	- €		- €		- €
Anual	3.759	7.380	631,35 €		337,66 €		293,70 €

Taula 36. Estalvi en P3

P4	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,077774 €/kWh	€/kWh	0,081662 €/kWh	€/kWh	
Mes							
Gen	0	0	- €		- €		- €
Feb	0	0	- €		- €		- €
Mar	1.236	3.996	310,78 €		100,93 €		209,85 €
Abr	0	0	- €		- €		- €
Maig	0	0	- €		- €		- €
Jun	0	0	- €		- €		- €
Jul	0	0	- €		- €		- €
Aug	0	0	- €		- €		- €
Sep	1.799	2.553	198,56 €		146,91 €		51,65 €
Oct	0	0	- €		- €		- €
Nov	4.076	6.459	502,34 €		332,85 €		169,49 €
Des	0	0	- €		- €		- €
Anual	7.112	13.009	1.011,76 €		580,78 €		430,98 €

Taula 37. Estalvi en P4

P5	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,078634 €/kWh	€/kWh	0,082566 €/kWh	€/kWh	
Mes							
Gen	0	0	- €		- €		- €
Feb	0	0	- €		- €		- €
Mar	0	0	- €		- €		- €
Abr	4.175	6.816	535,97 €		344,71 €		191,26 €
Maig	7.816	12.169	956,90 €		645,34 €		311,57 €
Jun	0	0	- €		- €		- €
Jul	0	0	- €		- €		- €
Aug	0	0	- €		- €		- €
Sep	0	0	- €		- €		- €
Oct	3.527	7.689	604,62 €		291,21 €		313,41 €
Nov	0	0	- €		- €		- €
Des	0	0	- €		- €		- €
Anual	15.518	26.674	2.097,49 €		1.281,26 €		816,23 €

Taula 38. Estalvi en P5



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

P6	AMB FV (kWh)	SENSE FV (kWh)	SENSE FV		AMB FV		ESTALVI
			0,07039	€/kWh	0,073909	€/kWh	
Gen	11.545	12.248	862,14 €		853,28 €		8,86 €
Feb	13.627	14.575	1.025,93 €		1.007,16 €		18,78 €
Mar	20.030	21.204	1.492,55 €		1.480,40 €		12,15 €
Abr	14.113	15.457	1.088,02 €		1.043,08 €		44,94 €
Maig	25.281	26.652	1.876,03 €		1.868,49 €		7,54 €
Jun	34.192	35.747	2.516,23 €		2.527,10 €		- 10,87 €
Jul	44.709	45.606	3.210,21 €		3.304,40 €		- 94,19 €
Aug	54.194	61.762	4.347,43 €		4.005,42 €		342,00 €
Sep	22.122	24.023	1.690,98 €		1.635,01 €		55,96 €
Oct	28.931	29.777	2.096,00 €		2.138,26 €		- 42,26 €
Nov	22.468	23.572	1.659,23 €		1.660,59 €		- 1,35 €
Des	8.694	9.558	672,79 €		642,56 €		30,22 €
Anual	299.907	320.180	22.537,47 €		22.165,83 €		371,64 €

Taula 39. Estalvi en P6.

### ESTALVI PER ACOLLIDA A COMPENSACIÓ

En aquestes taules es calcula l'estalvi mensual per l'acollida a compensació. A partir dels excedents energètics injectats a xarxa, es recull l'estalvi que es generarà degut a la compensació econòmica per aquests excedents. Els preus venen determinats pel que s'ha mencionat anteriorment, en el capítol de viabilitat econòmica. Cal tenir en compte també, que el valor econòmic del descompte de compensació no podrà superar mai el valor econòmic del cost per terme d'energia mensual. En aquest cas, açò no ocorre en cap mes.

GENER				FREBRER			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
P1	1.145	0,110985	127,08 €	P1	594	0,110984795	65,92 €
P2	1.417	0,098871	140,10 €	P2	1.089	0,09887113	107,67 €
P6	11.545	0,070390	812,66 €	P6	13.627	0,070390	959,21 €
<b>TOTAL</b>			1.079,83 €	<b>TOTAL</b>			1.132,80 €
Excedent				Excedent			
Exp1	1.698	0,04	67,92 €	Exp1	2.149	0,04	85,96 €
Exp2	2.075	0,04	83,00 €	Exp2	2.425	0,04	97,00 €
Exp6	1.742	0,04	69,68 €	Exp6	2.050	0,04	82,00 €
<b>estalvi</b>			220,60 €	<b>estalvi</b>			264,96 €
<b>TOTAL</b>			859,23 €	<b>TOTAL</b>			867,84 €

Taula 40. Estalvi per compensació Gener i Febrer.





Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

MARÇ				ABRIL			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
P3	996	0,085549	85,21 €				- €
P4	1.236	0,077774	96,13 €	P5	4.175	0,078634434	328,30 €
P6	20.030	0,07039	1.409,92 €	P6	14.113	0,070390285	993,42 €
		<b>TOTAL</b>	1.591,25 €			<b>TOTAL</b>	1.321,72 €
<b>Excedent</b>				<b>Excedent</b>			
Exp3	496	0,04	19,84 €				- €
Exp4	6.255	0,04	250,20 €	Exp5	6.901	0,04	276,04 €
Exp6	3.322	0,04	132,88 €	Exp6	2.967	0,04	118,68 €
		<b>estalvi</b>	402,92 €			<b>estalvi</b>	394,72 €
		<b>TOTAL</b>	1.188,33 €			<b>TOTAL</b>	927,00 €

Taula 41. Estalvi per compensació Març i Abril.

MAIG				JUNY			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
			- €	P1	4.525	0,110984795	502,21 €
P5	7.816	0,078634	614,61 €	P2	7.164	0,09887113	708,31 €
P6	25.281	0,07039	1.779,54 €	P6	34.192	0,070390285	2.406,78 €
		<b>TOTAL</b>	2.394,14 €			<b>TOTAL</b>	3.617,30 €
<b>Excedent</b>				<b>Excedent</b>			
			- €	Exp1	5.950	0,04	238,00 €
Exp5	6.600	0,04	264,00 €	Exp2	1.220	0,044	53,68 €
Exp6	3.487	0,04	139,48 €	Exp6	5.020	0,04	200,80 €
		<b>estalvi</b>	403,48 €			<b>estalvi</b>	492,48 €
		<b>TOTAL</b>	1.990,66 €			<b>TOTAL</b>	3.124,82 €

Taula 42. Estalvi per compensació Maig i Juny.

JULIOL				AGOST			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
P1	4.320	0,110985	479,45 €				- €
P2	6.189	0,098871	611,91 €				- €
P6	44.709	0,07039	3.147,08 €	P6	54.194	0,070390285	3.814,73 €
		<b>TOTAL</b>	4.238,45 €			<b>TOTAL</b>	3.814,73 €
<b>Excedent</b>				<b>Excedent</b>			
Exp1	5.568	0,04	222,72 €			0,04	- €
Exp2	1.107	0,04	44,28 €			0,044	- €
Exp6	3.194	0,04	127,76 €	Exp6	10.086	0,04	403,44 €
		<b>estalvi</b>	394,76 €			<b>estalvi</b>	403,44 €
		<b>TOTAL</b>	3.843,69 €			<b>TOTAL</b>	3.411,29 €

Taula 43. Estalvi per compensació Juliol i Agost.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

SETEMBRE				OCTUBRE			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
P3	1.493	0,085549	127,72 €				- €
P4	1.799	0,077774	139,92 €	P5	3.527	0,078634434	277,34 €
P6	22.122	0,07039	1.557,17 €	P6	28.931	0,070390285	2.036,46 €
		<b>TOTAL</b>	<b>1.824,81 €</b>			<b>TOTAL</b>	<b>2.313,80 €</b>
<b>Excedent</b>				<b>Excedent</b>			
Exp3	4.269	0,04	170,76 €			0,04	- €
Exp4	1.666	0,04	66,64 €	Exp5	4.219	0,04	168,76 €
Exp6	3.717	0,04	148,68 €	Exp6	1.326	0,04	53,04 €
		<b>estalvi</b>	<b>386,08 €</b>			<b>estalvi</b>	<b>221,80 €</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>1.438,73 €</b>			<b>TOTAL</b>	<b>2.092,00 €</b>

Taula 44. Estalvi per compensació Setembre i Octubre.

NOVEMBRE				DESEMBRE			
Terme energia	kWh	€/kWh		Terme energia	kWh	€/kWh	
P4	4.076	0,077774	317,01 €	P1	758	0,110984795	84,13 €
P5	1.270	0,078634	99,87 €	P2	1.787	0,09887113	176,68 €
P6	22.468	0,07039	1.581,53 €	P6	8.694	0,070390285	611,97 €
		<b>TOTAL</b>	<b>1.998,40 €</b>			<b>TOTAL</b>	<b>872,78 €</b>
<b>Excedent</b>				<b>Excedent</b>			
Exp4	20	0,04	0,80 €	Exp1	1.737	0,04	69,48 €
Exp5	2.732	0,04	109,28 €	Exp2	1.302	0,04	52,08 €
Exp6	1.205	0,04	48,20 €	Exp6	1.509	0,04	60,36 €
		<b>estalvi</b>	<b>158,28 €</b>			<b>estalvi</b>	<b>181,92 €</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>1.840,12 €</b>			<b>TOTAL</b>	<b>690,86 €</b>

Taula 45. Estalvi per compensació Novembre i Desembre.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

## **DOCUMENT 2 :**

# **PRESSUPOST**



## ÍNDEX DEL PRESSUPOST

1. CONTINGUT DEL DOCUMENT	1
2. PRESSUPOST	<b>Error! No s'ha definit el marcador.</b>
3. COST ENGINYERIA	9

## ÍNDEX DE TAULES PRESSUPOST

Taula P. 1 Peus descomposts, panell fotovoltaic. Font: Pròpia i BCCA.....	2
Taula P. 2 Preus descomposts, inversor: Font: pròpia i BCCA.....	2
Taula P. 3 Preus descomposts, concentrador. Font: Pròpia i BCCA.....	2
Taula P. 4 Preus descomposts, cable 6mm <sup>2</sup> . Font: Pròpia i BCCA.....	3
Taula P. 5. Preus descomposts, cable 25mm <sup>2</sup> . Font: Pròpia i BCCA.....	3
Taula P. 6 Preus descomposts, cable 150mm <sup>2</sup> . Font: Pròpia i BCCA.....	3
Taula P. 7. Preus descomposts, flotadors. Font: Pròpia i BCCA.....	4
Taula P. 8 Preus descomposts, protecció strings. Font: Pròpia i B.....	4
Taula P. 9 Preus descomposts, protecció AC. Font: Pròpia i BCCA.....	5
Taula P. 10 Preus descomposts, posada a terra. Font: Pròpia i BCCA.....	5
Taula P. 11. Preus descomposts, canalitzacions 1. Font: Pròpia i BCC.....	5
Taula P. 12 Preus descomposts, canalitzacions 2. Font: Pròpia i BCCA.....	6
Taula P. 13 Preus descomposts obra civil 1. Font: Pròpia i BCCA.....	6
Taula P. 14 Preus descomposts obra civil 2. Font: Pròpia i BCCA.....	6
Taula P. 15. Parcial capítol 1. Font: Pròpia i BCCA.....	7
Taula P. 16 . Parcial capítol 2. Font: Pròpia i BCCA.....	7
Taula P. 17 . Parcial capítol 3. Font: Pròpia i BCCA.....	7
Taula P. 18. . Parcial capítol 4. Font: Pròpia i BCCA.....	7
Taula P. 19. Resum capítols.....	8
Taula P. 20. Pressupost final.....	8
Taula P. 21. Preus descomposts enginyeria. Font: Pròpia.....	9
Taula P. 22. Pressupost final enginyeria. Font: Pròpia.....	9



## 1. CONTINGUT DEL DOCUMENT

En aquest document s'inclou el pressupost previst per a la completa instal·lació de la planta fotovoltaica dissenyada.

El Pressupost s'ha realitzat en base als coneixements previs de l'assignatura de Projectes, amb les referències de CYPE. Els preus unitaris s'han obtingut de la Base de Costos de Construcció d'Andalusia (juliol 2017), que és també la que s'utilitza en l'assignatura de Projectes.

El pressupost s'organitza en 4 capítols. En cadascun d'ells es determinen les unitats d'obra i el seu cost amb la adhesió d'un Cost Directe Complementari del 2%. Després, en el Pressupost Parcial es determinen les medicions per a cada unitat d'obra.

Més endavant, es realitza el Pressupost d'Execució Material de tots els capítols i es conclou amb el Pressupost Final.

En aquest document també es reflexa un pressupost estimat per al cost que tindria per a una enginyeria l'estudi previ del projecte, la següent redacció i tramitació.



## 2. PRESSUPOST

### CAPÍTOL 1 : INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,1	<b>Panell fotovoltaic SunRise SR-M672400HL</b> Panell fotovoltaic monocristal·lí d'alta eficiència amb 400Wp. Totalment instal·lat, comprovat i en correcte funcionament.	u			
	Panell fotovoltaic SunRise SR-M672400hHL	u	1	115,00	115,00
	Oficial 1r Electricista	h	0,5	19,23	9,62
	Ajudant Electricista	h	0,5	15,23	7,62
	Cost Directe Complementari	%	0,02	132,23	2,64
	<b>Total</b>				<b>134,87</b>

Taula P. 1 Preus descomposts, panel fotovoltaic. Font: Pròpia i BCCA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,2	<b>Inversor INGECON 3PLAY 100TL SERIES</b> Inversor de 100kW amb rang de tensió d'entrada 570-850 V i màxima eficiència de 99,1%. Protecció IP65. Totalment instal·lat, comprovat i en correcte funcionament.	u			
	Inversor INGECON 3PLAY 100TL SERIES	u	1	6.420,30	6.420,30
	Oficial 1r Electricista	h	0,5	19,23	9,62
	Cost Directe Complementari	%	0,02	6.429,92	128,60
	<b>Total</b>				<b>6.558,51</b>

Taula P. 2 Preus descomposts, inversor: Font: pròpia i BCCA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,3	<b>Quadre de connexió, concentrador de "strings" STC4</b> Quadre de protecció de series fotovoltaiques de fins 4 entrades. Eixida amb seccionador de fins a 900Vdc i 40A. Aïllament IP55. Totalment instal·lat, comprovat i en correcte funcionament.	u			
	Quadre de concentració de "strings"	u	1	255	255,00
	Oficial 1r Electricista	h	0,3	19,23	5,77
	Cost Directe Complementari	%	0,02	260,769	5,22
	<b>Total</b>				<b>265,98</b>

Taula P. 3 Preus descomposts, concentrador. Font: Pròpia i BCCA.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,4	<b>Cable de Coure unipolar RV-K 0,6/1kV 6 mm2</b> Subministre de línia monofàsica formada per 2 cables RV-K de 4 mm2 de secció, de 0,6/1kV de tensió nominal amb aïllament de XLPE (polietilè reticulat) i coberta de PVC.	m			
	Cable RV-K 0,6/1kV 6 mm2 Cu	m	2,05	1,03	2,11
	Oficial 1r Electricista	h	0,06	19,23	1,15
	Cost Directe Complementari	%	0,02	3,27	0,07
	<b>Total</b>				<b>3,33</b>

Taula P. 4 Preus descomposts, cable 6mm2. Font: Pròpia i BCCA.

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,5	<b>Cable de Coure unipolar RV-K 0,6/1kV 25 mm2</b> Subministre de línia monofàsica formada per 2 cables RV-K de 25 mm2 de secció, de 0,6/1kV de tensió nominal amb aïllament de XLPE (polietilè reticulat) i coberta de PVC. Totalment instal·lat, connectat i en correcte funcionament.	m			
	Cable RV-K 0,6/1kV 25 mm2 Cu	m	2,05	6,35	13,02
	Oficial 1r Electricista	h	0,06	19,23	1,15
	Cost Directe Complementari	%	0,02	14,17	0,28
	<b>Total</b>				<b>14,45</b>

Taula P. 5. Preus descomposts, cable 25mm2. Font: Pròpia i BCCA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,6	<b>Cable de Coure RV-K 0,6/1kV 3x150 + 1x70 mm2 unipolar</b> Subministre de línia trifàsica formada per 3 cables RV-K de 150 mm2 de secció + cable de neutre, de 0,6/1kV de tensió nominal amb aïllament de XLPE (polietilè reticulat) i coberta de PVC. Totalment instal·lat, connectat i en correcte funcionament.	m			
	Cable RV-K 0,6/1kV 150 mm2	m	3,1	9,72	17,82
	Cable RV-K 0,6/1kV 70 mm2	m	1,05	8,81	9,25
	Oficial 1r Electricista	h	0,08	19,23	1,54
	Cost Directe Complementari	%	0,02	10,7889	0,22
	<b>Total</b>				<b>11,00</b>

Taula P. 6 Preus descomposts, cable 150mm2. Font: Pròpia i BCCA





Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
1,7	<b>Flotador modular Isifloating HDPE</b> Muntatge de la estructura flotant en la bassa. Acoplament de tots els mòduls, passadissos de manteniment i sistemes de anclatge a la bassa. Totalment instal·lada, col·locada en la posició correcta i comprovada. Aquesta unitat de obra inclou una línia de flotadors modulars, ja que aquests es muntaran línia a línia.	kWp			
	Sistema solar flotant	kWp	1	210,6	210,60
	Anclatge	kWp	1	5,62	5,62
	Oficial 1r Montador	kwp	0,8	19,23	15,38
	Ajudant Montador	kWp	0,8	15,23	12,18
	Cost Directe Complementari	%	0,02	21,004	0,42
	<b>Total</b>				<b>244,21</b>

Taula P. 7. Preus descomposts, flotadors. Font: Pròpia i BCCA

## CAPÍTOL 2 : PROTECCIONS I INTERCONNEXIÓ

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
2,1	<b>Quadre STC1 25A de protecció de "strings"</b> Quadre de protecció de 1 entrada que inclou fusible de 16 A, seccionador de fins 900Vdc i 25A sense contacte auxiliar i protector contra sobretensions classe 2 fins 1000Vdc. Montat en caixa de doble aïllament IP55 Complet, montat i cablejat segons normes IEC. Instal·lat, comprovat i en correcte funcionament.	u			
	Quadre STC1 25A	u	1	214	214,00
	Oficial 1r Electricista	h	0,3	19,23	5,77
	Cost Directe Complementari	%	0,02	219,769	4,40
	<b>Total</b>				<b>224,16</b>

Taula P. 8 Preus descomposts, protecció strings. Font: Pròpia i B



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
2,2	<b>Protecció i mesura AC</b> - Quadre de protecció de CA amb Interruptor tetrapolar magneto tèrmic-diferencial 250 A Legrand DPX3. Instal·lació del comptador bidireccional a l'eixida de BT del transformador. Instal·lació, comprovació i en correcte funcionament.	u			
	Comptador bidireccional CIRWATT B 410D	u	1	255	255,00
	Interruptor magneto tèrmic-diferencial 250 A Legrand DPX3.	u	1	860	860,00
	Oficial 1r Electricista	h	0,4	19,23	7,69
	Cost Directe Complementari	%	0,02	7,692	0,15
	<b>Total</b>				<b>1.122,85</b>

Taula P. 9 Preus descomposts, protecció AC. Font: Pròpia i BCCA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
2,3	<b>Posada a terra.</b> Correcta posada a terra de la instal·lació. Instal·lació d'electrode pica vertical	u			
	Conductor de posada a Terra 6 mm <sup>2</sup>	m	20	1,03	20,6
	Conductor de posada a Terra 16 mm <sup>2</sup>	m	40	6,35	254
	Conductor de posada a Terra 70 mm <sup>2</sup>	m	60	8,5	510
	Electrode	u	1	19,45	19,45
	Oficial 1r Electricista	h	0,4	19,23	7,69
	Cost Directe Complementari	%	0,02	811,742	16,23
	<b>Total</b>				<b>827,98</b>

Taula P. 10 Preus descomposts, posada a terra. Font: Pròpia i BCCA

### CAPÍTOL 3 : CANALITZACIONS

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
3,1	<b>Tub de PE corrugat 40 mm de diàmetre</b> - Canalització per superfície amb tub de polietilè corrugat de doble capa, lliure d'halògens de 35 mm de diàmetre nominal. Instal·lació i comprovació.	m			
	Tub PE corrugat doble capa 40 mm	m	1	0,21	0,21
	Oficial 1r Electricista	h	0,1	19,23	1,92
	Cost Directe Complementari	%	0,02	2,133	0,04
	<b>Total</b>				<b>2,18</b>

Taula P. 11. Preus descomposts, canalitzacions 1. Font: Pròpia i BCC



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
3,2	<b>Tub de PVC 180 mm de diàmetre</b> - Canalització soterrada amb tub de polietilè corrugat de doble capa, lliure d'halògens de 75 mm de diàmetre nominal per a canalització per superfície. Instal·lació i comprovació.	m			
	Tub PVC doble capa 180 mm	m	1	1,05	1,05
	Oficial 1r Electricista	h	0,1	19,23	1,92
	Cost Directe Complementari	%	0,02	2,973	0,06
	<b>Total</b>				<b>3,03</b>

Taula P. 12 Preus descomposts, canalitzacions 2. Font: Pròpia i BCCA

#### CAPÍTOL 4 : OBRA CIVIL

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
4,1	<b>Construcció de rasa</b> - Rasa per a tram soterrat de la caixa de distribució al quadre de protecció i mesura. Construcció de zanaj de 0,35 x 0,7 m per a canalització de tub PVC de 150 mm de diàmetre.	m			
	Oficial 1r Construcció	h	0,8	19,23	15,38
	Ajudant Construcció	h	0,8	15,23	12,18
	Demolició de paviment	m	1	9,42	9,42
	Màquina retroexcavadora	h	1,2	34,75	41,70
	Col·locació de tubs	h	0,1	10,99	1,10
	Emplenament i compactació de rasa	m3	0,175	5,14	0,90
	Capa superior de zanja 0.15m amb HNE-15	m3	0,053	57,6	3,05
	Transport a abocador a menys de 10 km de distància	m3	0,07	4,49	0,31
	Cost Directe Complementari	%	0,02	84,05	1,68
	<b>Total</b>				<b>85,73</b>

Taula P. 13 Preus descomposts obra civil 1. Font: Pròpia i BCCA

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
4,2	<b>Arqueta de connexió elèctrica</b> - Arqueta de connexió elèctrica prefabricada 50 x 50 cm prefabricada de formigó amb tapa i marc de txapa galvanitzada capaç de suportar una càrrega de 400kN.	u			
	Oficial 1r Construcció	h	0,8	19,23	15,38
	Ajudant Construcció	h	0,8	15,23	12,18
	Arqueta de formigó prefabricada	u	1	9,74	9,74
	Marc de txapa galvanitzada, suporta 125 kN	u	1	21,6	21,60
	Cost Directe Complementari	%	0,02	58,91	1,18
	<b>Total</b>				<b>60,09</b>

Taula P. 14 Preus descomposts obra civil 2. Font: Pròpia i BCCA



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

## PRESSUPOST PARCIAL PER CAPÍTOLS

### • CAPÍTOL 1

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Medició	Preu (€)	Import (€)
1,1	Panell fotovoltaic SunRise SR-M672400HL	u	272	134,87	36.685,89
1,2	Inversor INGECON 3PLAY 100TL SERIES	u	1	6.558,51	6.558,51
1,3	Quadre de connexió, concentrador de "strings" STC4	u	4	265,98	1.063,94
1,4	Cable de Coure unipolar RV-K 0,6/1kV 6 mm2	m	345	3,33	1.149,06
1,5	Cable de Coure unipolar RV-K 0,6/1kV 25 mm2	m	160	14,45	2.312,76
1,6	Cable de Coure unipolar RV-K 0,6/1kV 3x150 + 1x70 mm2	m	35	11,00	385,16
1,7	Flotador modular Isifloating HDPE	kW	108	244,21	26.374,47
	<b>Total</b>				<b>72.757,69</b>

Taula P. 15. Parcial capítol 1. Font: Pròpia i BCCA.

### • CAPÍTOL 2

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Medició	Preu (€)	Import (€)
2,1	Quadre STC1 25A de protecció de "strings"	u	16	224,16	3.586,63
2,2	Protecció i mesura AC	u	1	1.122,85	1.122,85
2,3	Posada a terra	u	1	827,98	827,98
	<b>Total</b>				<b>5.537,45</b>

Taula P. 16 . Parcial capítol 2. Font: Pròpia i BCCA.

### • CAPÍTOL 3

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Medició	Preu (€)	Import (€)
3,1	Tub de PE corrugat 40 mm de diàmetre	u	160	2,18	348,11
3,2	Tub de PVC 180 mm de diàmetre	u	25	3,03	75,81
	<b>Total</b>				<b>423,92</b>

Taula P. 17 . Parcial capítol 3. Font: Pròpia i BCCA.

### • CAPÍTOL 4

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Medició	Preu (€)	Import (€)
4,1	Construcció de rasa	m	22	85,73	1.886,16
4,2	Arqueta de connexió elèctrica	u	2	60,09	120,17
	<b>Total</b>				<b>2.006,34</b>

Taula P. 18. . Parcial capítol 4. Font: Pròpia i BCCA.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

**PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL**

<b>CAPÍTOL</b>	<b>PARTIDA</b>	<b>IMPORT (€)</b>
1	Instal·lació fotovoltaica	72.757,69
2	Proteccions i interconnexions	5.537,45
3	Canalitzacions	423,92
4	Obra civil	2.006,34
	<b>Total</b>	<b>80.725,39</b>

Taula P. 19. Resum capítols.

**PRESSUPOST FINAL**

<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL</b>	<b>80.725,39 €</b>
Despeses generals (12%)	9.687,05 €
Benefici industrial (6%)	4.843,52 €
<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRATA</b>	<b>95.255,97 €</b>
Honoraris (4%)	3.810,24 €
IVA (21%)	20.003,75 €
<b>PRESSUPOST FINAL</b>	<b>119.069,96 €</b>

Taula P. 20. Pressupost final.

El PRESSUPOST FINAL de la instal·lació fotovoltaica ascén a un total de CENT DINOU MIL, SEIXANTA-NOU AMB NORANTA-SIS EUROS.



### 3. COST ENGINYERIA

En aquest apartat es realitza el pressupost de la quantitat econòmica que cobraria una enginyeria en el cas de encarregar-li aquest projecte. Aquest capítol no s'inclou en el pressupost final ja que el cost de personal tècnic s'aplica en el cost per honoraris en el pressupost final

CODI	Descripció de la unitat d'obra	U.M	Rendiment	Preu (€)	Import (€)
5,1	<b>Projecte d'enginyeria.</b> Inclou la redacció segons la normativa vinent del projecte de la instal·lació fotovoltaica, estudis previs d'anàlisi i viabilitat del projecte, tramitació i legalització.	u			
	Enginyer/a	h	300	20	6000,00
	Reunions amb la Cooperativa de Regants de Moncofa	u	2	30	60,00
	Visites a obra	u	3	50	150,00
	Visat del projecte pel Col·legi d'Enginyers Industrials de la CV	u	1	200	200,00
	Tramitació Certificats Direcció d'Obra, Certificat de Final d'Obra	u	1	120	120,00
	Cost Directe Complementari	%	0,02	6530,00	130,60
	<b>Total</b>				<b>6.660,60</b>

Taula P. 21. Preus descomposts enginyeria. Font: Pròpia.

<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ</b>	<b>6.660,60 €</b>
IVA (21%)	1.398,73 €
<b>PRESSUPOST FINAL</b>	<b>8.059,33 €</b>

Taula P. 22. Pressupost final enginyeria. Font: Pròpia.



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---



Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

# DOCUMENT 3 :

# PLÀNOLS





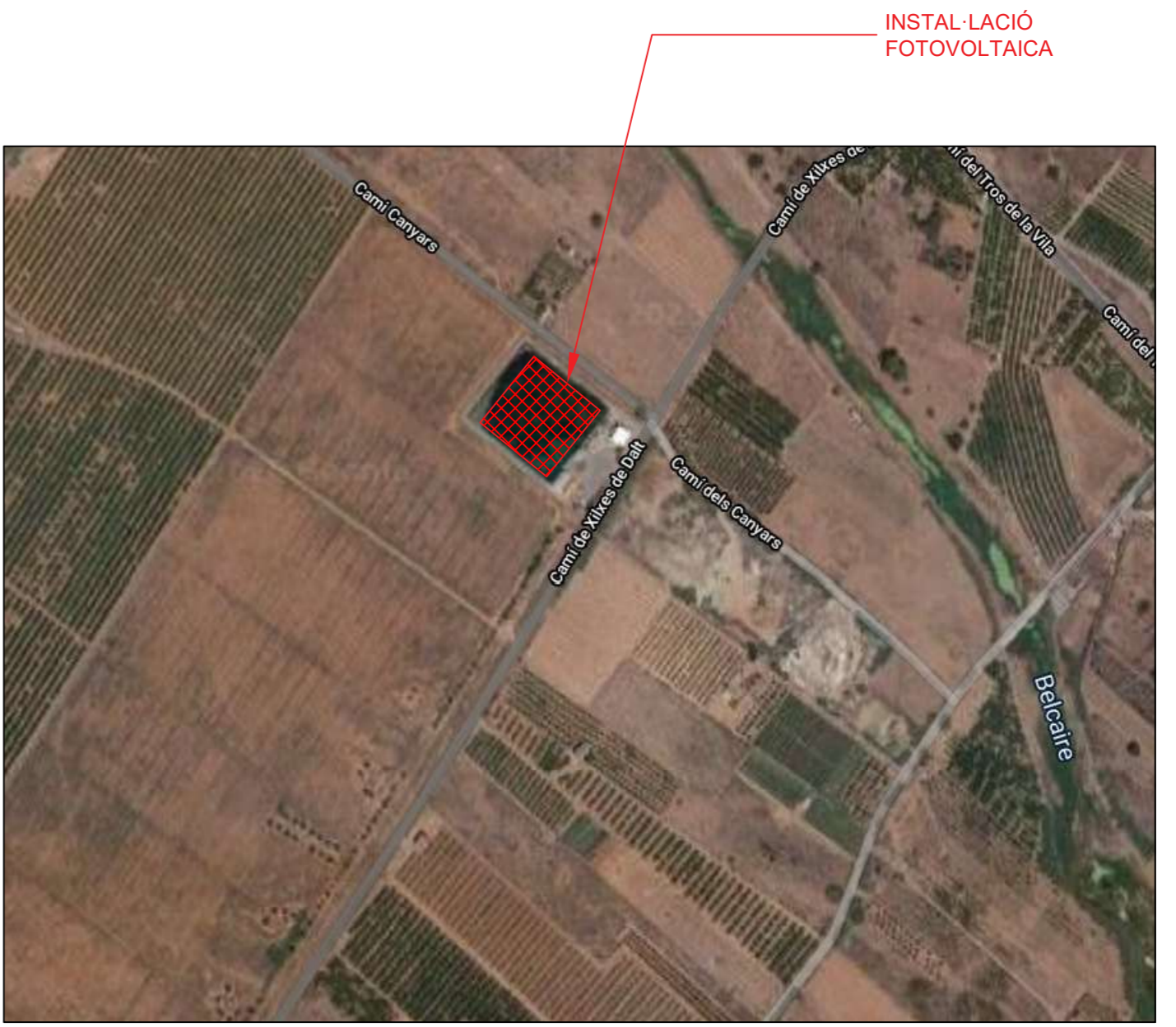
Disseny d'una instal·lació fotovoltaica amb panells flotants per a l'alimentació d'un sistema de bombeig a la Cooperativa de regants de Moncofa.

---

- 1. PLÀNOL 1 : UBICACIÓ I SITUACIÓ DEL PROJECTE**
- 2. PLÀNOL 2 : PLANTA DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA**
- 3. PLÀNOL 3 : ESQUEMA UNIFILAR**

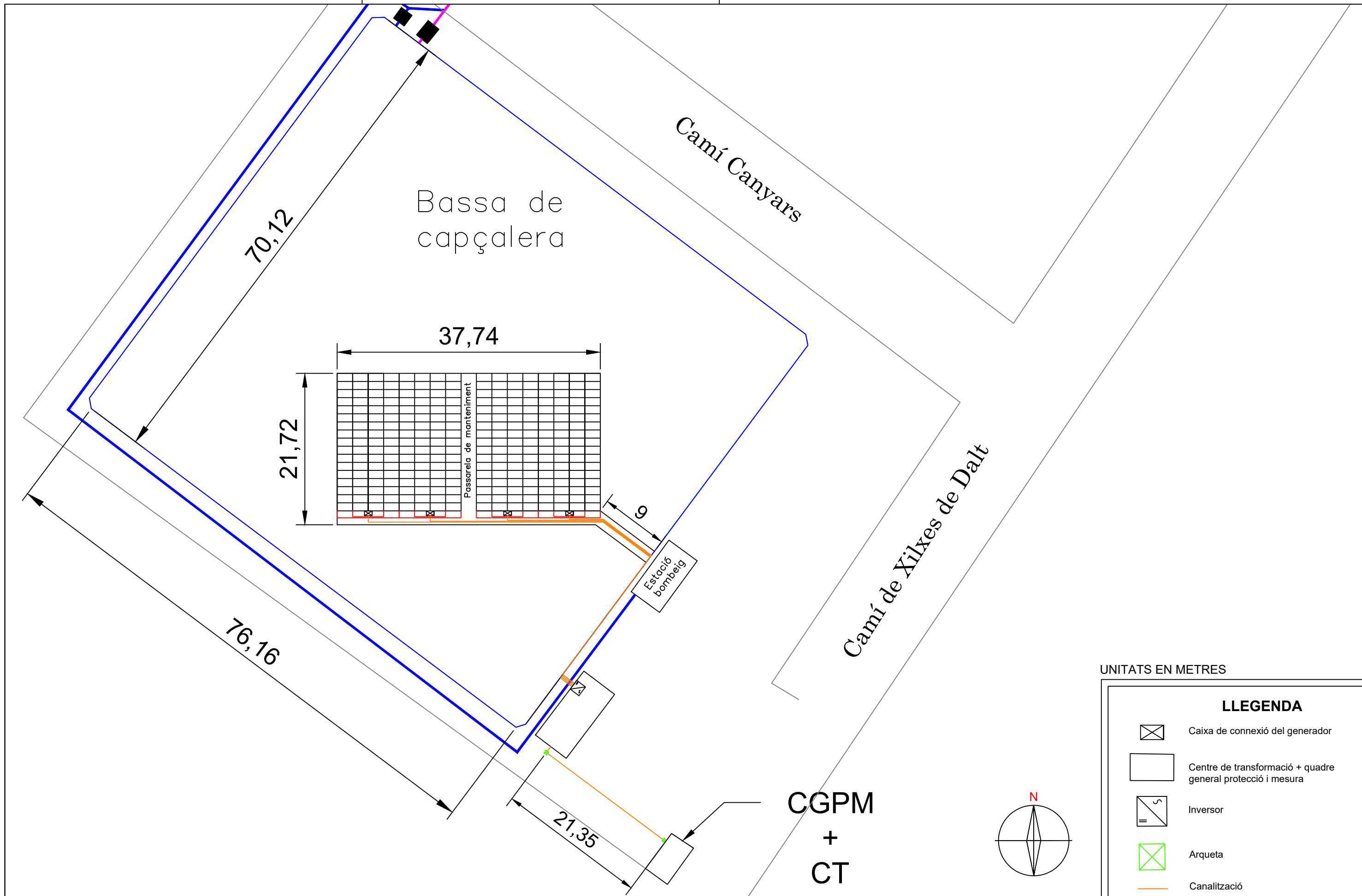


ESCALA 1:25000







ESCALA 1:500


INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA



UNITATS EN METRES

**LLEGENDA**

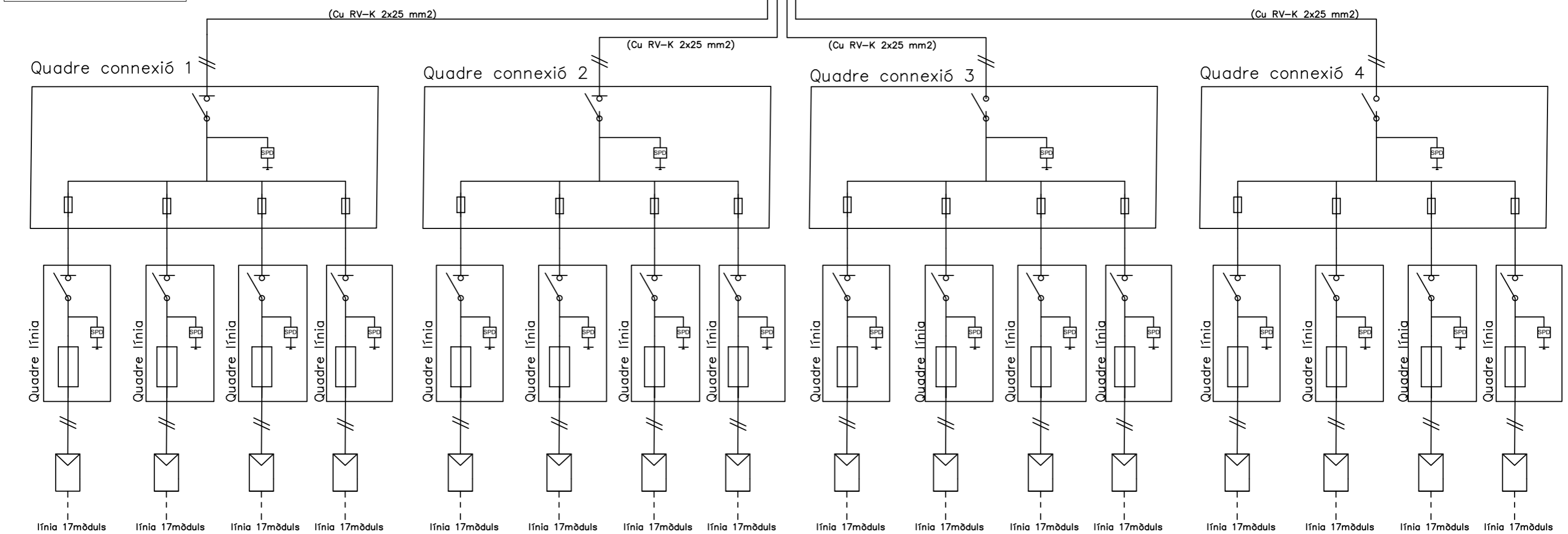
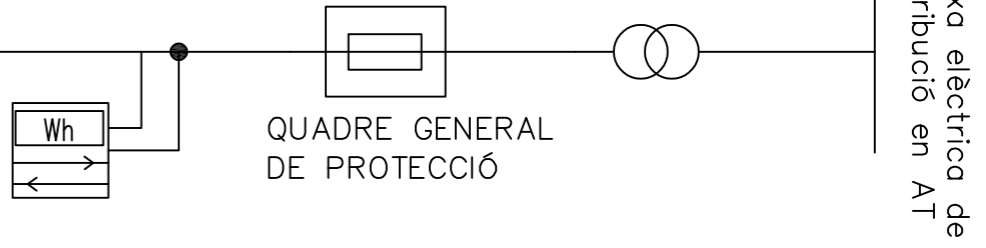
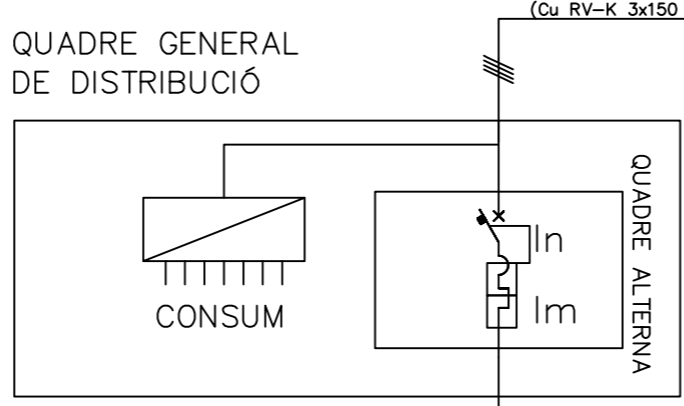
-  Caixa de connexió del generador
-  Centre de transformació + quadre general protecció i mesura
-  Inversor
-  Arqueta
-  Canalització

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Proyecto: <b>DISSENY D'UNA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA AMB PANELLS FLOTANTS PER A UN SISTEMA DE BOMBEIG EN LA COOPERATIVA DE REGANTS DE MONCOFA</b>	Plano: <b>Planta de la instal·lació fotovoltaica</b>	Fecha: <b>Juny 2020</b>	Nº Plano: <b>2</b>
		Autor: <b>Irene Mansó Borràs</b>	Escala: <b>1:500</b>	

### ELEMENTS DE PROTECCIÓ

Quadres de línia (x16)	Fusible 16 A 900Vdc
	Int seccionador DC 1000V 25A
	Protector sobretensions Classe 2 1000V
Quadres de connexió (x4)	Fusible 16 A 900Vdc
	Int. seccionador 1000V 40A
Quadre Alterna	Protector sobretensions Classe 2 1000V
	Int. Automàtic diferencial 250 A

LLEGENDA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Projecto: **DISSENY D'UNA INSTAL·ACIÓ FOTOVOLTAICA AMB PANELLS FLOTANTS PER A UN SISTEMA DE BOMBEIG EN LA COOPERATIVA DE REGANTS DE MONCOFA**

Plano: **Esquema unifilar de la instal·lació**

Autor: **Irene Mansó Borràs**

Fecha: **Juny 2020**

Escala: **SE**

Nº Plano: **3**