



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir
les necessitats d'electricitat de l'ajuntament de la Poble
Llarga

Treball Fi de Grau

Grau en Enginyeria de l'Energia

AUTOR/A: Vidal Sanz, Joaquim

Tutor/a: Carlos Alberola, Sofia

CURS ACADÈMIC: 2023/2024



AGRAÏMENTS

Voldria aprofitar l'ocasió per agrair a totes les persones que han permès que presente aquest treball i acabe el grau.

Als professors que m'han ajudat a aprendre el que necessitava per a seguir avançant i els que també he tingut als cursos del Centre de Formació Permanent, sobretot del programa INCIDE, per donar-me una altra visió del món que mai haguera tingut d'altra forma. Especialment a Sofia per ajudar-me a realitzar este TFG.

A les companyes de classe que m'han oferit la seua ajuda quan ho he necessitat, en especial a totes aquelles que fins ara mantenim una relació d'amistat i sempre m'han donat suport, no hauria seguit sense elles.

Als meus amics de fora de la universitat, que sempre han sigut un suport emocional i una forma de trencar la rutina. I en especial a Agustina, per haver sigut un pilar i sempre estar per a mi.

Als meus pares, per permetrem estudiar la carrera i confiar en la meua persona durant els anys que he tardat en acabar-la.

I en general a totes les persones que m'he trobat durant el camí, de forma positiva o negativa, m'han format.

Gràcies.



RESUM

En aquest treball es va a analitzar el consum públic d'energia elèctrica de la localitat de la Pobla Llarga, i s'aplicaran mesures per reduir al màxim possible la despesa econòmica pública en electricitat per a l'Ajuntament de la localitat. S'estudiaran diferents alternatives possibles.

La primera d'estes mesures serà canviar les potències dels diferents contractes públics a les mes ajustades segons les necessitats de cada contracte.

Per a la segona mesura es dissenyarà una planta fotovoltaica de 1,14 MW a un terreny urbanitzable i propietat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga, respectant així els terrenys agrícoles que envolten la població. Per a dissenyar esta planta es tindrà en compte un anàlisi tant tècnic com econòmic buscant la màxima potència a dissenyar amb el terreny del que disposem.

Per a complir amb les mesures s'utilitzaran diferents programes de disseny i càlcul amb l'objectiu d'aconseguir un estudi el mes rigorós possible.

Paraules Clau: Planta fotovoltaica, eficiència energètica, transició energètica, energia renovable.

RESUMEN

En este trabajo se va a analizar el consumo público de energía eléctrica de la localidad de la Pobla Llarga, y se aplicarán medidas para reducir al máximo posible el gasto económico público en electricidad del Ayuntamiento de la localidad. Se estudiarán diferentes alternativas posibles

La primera de estas medidas será cambiar las potencias de los distintos contratos públicos a las más ajustadas según las necesidades de cada contrato.

Para la segunda medida se diseñará una planta fotovoltaica de 1,14 MW en un terreno urbanizable y propiedad del Ayuntamiento de la Pobla Llarga, respetando así los terrenos agrícolas que rodean a la población. Para diseñar esta planta se tendrá en cuenta un análisis tanto técnico como económico buscando la máxima potencia alcanzable en el terreno del que disponemos.

Para cumplir con las medidas se utilizarán diferentes programas de diseño y cálculo con el objetivo de conseguir un estudio lo más riguroso posible.

Palabras Clave: Planta fotovoltaica, eficiencia energética, transición energética, energía renovable.

ABSTRACT

In this work we are going to analyse the public consumption of electricity in the town of la Pobla Llarga, and we will apply measures to reduce as much as possible the public economic expenditure on electricity of the Town Council of La Pobla Llarga. Different possible alternatives will be studied.

The first of these measures will be changing the power of the different public contracts to the most suitable according to the needs of each contract.

For the second measure, a 1,14 MW photovoltaic plant will be designed on a plot of land owned by la Pobla Llarga Town Council, thus respecting the agricultural land surrounding the town. To design this plant, both a technical and economic analysis will be carried out in order to find the maximum achievable power on the available land.

In order to comply with the measurements, different design and calculation programmes will be used with the aim of achieving the most rigorous study possible.

Keywords: Photovoltaic plant, energy efficiency, energy transition, renewable energy.

ÍNDIX

DOCUMENTS CONTINGUTS AL TFG

Memòria	6
Bibliografia	55
Pressupost.....	58
Annex.....	65
Plànols.....	80
Plec de condicions tècniques	82



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



MEMÒRIA

Índex memòria

1. Introducció	3
1.1. Objectiu del projecte.....	3
1.2. Justificació	3
1.3. Metodologia	4
1.4. Grau de relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible	4
1.5. Normativa i legislació	5
1.6. Estudi de mercat i context	6
1.6.1. Context energètic	6
1.6.2. Mercat elèctric a Espanya.....	7
2. Ajust de potències	9
2.1. Informació de partida.....	9
2.2. Anàlisi de facturació	9
2.2.1. Maxímetres	9
2.2.2. Despesa total per potències	10
2.3. Ajust de potències.....	12
2.4. Despesa total anual.....	14
3. Dimensionament planta fotovoltaica.....	16
3.1. Dades de partida	16
3.2. Localització de la instal·lació	16
3.3. Descripció tècnica	18
3.3.1. Elecció panell fotovoltaic.....	18
3.3.2. Dimensions panells i distribució	19
3.3.3. Energia consumida, generada i balanç energètic	21
3.3.3.1. Energia consumida i útil generada amb estructures d'angle fixe	21
3.3.3.2. Balanç energètic	24
3.4. Esquema de la instal·lació	24
3.5. Descripció de l'equip	25
3.5.1. Tram 1.....	25
3.5.1.1. Panells fotovoltaics.....	25

3.5.1.2.	Estructura	26
3.5.2.	Tram 2	27
3.5.2.1.	Quadres	27
3.5.2.2.	Centre de mesura	29
3.5.3.	Tram 3	29
3.5.3.1.	Inversor	29
3.5.3.2.	Transformador	31
3.5.4.	Elements comuns.....	32
3.5.4.1.	Canalitzacions	32
3.5.4.2.	Conductors	33
3.5.4.2.1.	Primer tram.....	33
3.5.4.2.2.	Segon tram.....	33
3.5.4.2.3.	Tercer tram	34
3.5.5.	Proteccions	35
3.5.5.1.	Proteccions corrent continu	36
3.5.5.1.1.	Interruptor seccionador	36
3.5.5.1.2.	Vigilant d'aïllament	36
3.5.5.2.	Fusibles i sobreintensitats	37
3.5.5.3.	Proteccions corrent altern.....	39
3.5.5.3.1.	Interruptor automàtic.....	39
3.6.	Impacte ambiental	42
3.7.	Càlcul econòmic	43
3.7.1.	Preu de venda de l'energia de la instal·lació	43
3.7.2.	Viabilitat del projecte	44
	Conclusions	48

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Objectiu del projecte

L'objectiu d'este projecte es aconseguir que la localitat de la Pobla Llarga minimitze el cost econòmic de les seues necessitats d'energia elèctrica municipal, d'edificis i il·luminació pública. A més es planteja que la despesa en electricitat siga coberta amb la implantació d'una central fotovoltaica a llarg termini, de manera que la població satisfaga completament les seues necessitats.

Per aconseguir este objectiu s'analitza per a totes les possessions públiques la potència contractada, ajustant-la a les necessitats reals de consum i així aconseguir un estalvi en la despesa d'electricitat. Podrien aplicar-se altres mesures d'eficiència energètica relacionades amb la reducció al consum d'energia que no es contemplaran a este treball ja que depenen de l'ús particular al que estiga destinat l'edifici.

Per a que a llarg termini la població satisfaga per sí mateixa les necessitats d'electricitat, es dissenya una planta fotovoltaica a un terreny propietat de l'Ajuntament, justificant el plantejament i desenvolupament de la instal·lació mitjançant un estudi on es definiran els elements que compondran la instal·lació i la configuració dels mòduls.

1.2. Justificació

La situació mediambiental actual exigeix a tota la societat a prendre mesures directes per a la reducció del consum d'energia en totes les seues formes.

Tant Espanya com la Unió Europea estan accelerant cada vegada mes la implantació d'energies renovables, algunes de les instal·lacions es fiquen en zones no urbanitzables o forestals, la qual cosa produeix un impacte ambiental considerable, i seria aconsellable utilitzar llocs sense un ús útil en l'actualitat.

Donada la necessitat de reduir els gasos d'efecte hivernacle per a aconseguir les metes del Objectius de Desenvolupament Sostenible, i reduir el cost en electricitat, en el cas que es planteja al TFG es interessant la implantació de mesures d'estalvi mitjançant la revisió dels contractes, i la generació d'electricitat amb una planta fotovoltaica, ja que es disposa d'un terreny ja degradat i sense ús que es pot utilitzar sense actuar sobre terrenys agraris i forestals.

D'esta forma s'està respectant la forma de vida pròpia dels pobles tradicionalment d'agricultors i a mes reduint en gran forma l'impacte en el consum d'energia i l'alliberament de CO₂ del mateix.

1.3. Metodologia

Per a desenvolupar el projecte s'han utilitzat diferents ferramentes per a obtenir les dades de consum d'energia elèctrica pública, tipus de contracte i preus per termes d'energia i potència per a realitzar els càlculs necessaris per ajustar la potència desitjada i per a dissenyar la planta fotovoltaica.

L'Ajuntament ha facilitat les dades necessàries utilitzant la plataforma i-DE dels 36 contractes públics de la localitat de la Poble Llarga analitzats.

En un primer moment la pròpia institució volia sol reduir el cost de la facturació anual d'electricitat mitjançant l'ajust de potències dels contractes, però esta idea es va ampliar després de la proposta de projectar una planta fotovoltaica.

Al programa Excel s'ha creat un document on s'han estudiat les diferents alternatives en quan a la configuració dels mòduls fotovoltaics i la seua producció. A mes també recull les dades de radiació solar que obtenim mitjançant el programa PVGIS i els càlculs econòmics de les mesures d'eficiència energètica realitzades.

La ferramenta AutoCAD s'ha utilitzat per a realitzar plànols per al dimensionament de la planta fotovoltaica, la seua estructura, la distribució dels "strings" i l'esquema unifilar del sistema. També s'han projectat els plànols dels edificis analitzats si així ha sigut necessari.

1.4. Grau de relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible

Este projecte està emmarcat dins de diversos Objectius de Desenvolupament Sostenible de l'agenda 2030. A la Taula 1. es pot vore el grau de relació del projecte amb estos objectius:

	Alt	Mig	Baix	No procedeix
ODS 1. Fi de la pobresa				X
ODS 2. Fam zero				X
ODS 3. Salut i benestar				X
ODS 4. Educació de qualitat				X
ODS 5. Igualtat de gènere				X
ODS 6. Aigua neta i sanejament				X
ODS 7. Energia assequible i no contaminant	X			
ODS 8. Treball decent i creixement econòmic		X		
ODS 9. Indústria, innovació i infraestructures	X			
ODS 10. Reducció de les desigualtats				X
ODS 11. Ciutats i comunitats sostenibles	X			
ODS 12. Producció i consum responsables	X			
ODS 13. Acció pel clima	X			
ODS 14. vida submarina				X
ODS 15. Vida d'ecosistemes terrestres				X
ODS 16. Pau, justícia i institucions sòlides				X
ODS 17. Aliances per aconseguir objectius				X

Taula 1. Contractes públics dels edificis i il·luminació pública

Com es pot comprovar, els objectius amb més relació amb este projecte son el número 7, 9, 11, 12 i 13. El punt 7 es relaciona amb la producció d'energia que no allibera gasos d'efecte hivernacle amb una energia renovable, com els punts 12 i 13, i amb una tecnologia que produeix de forma més barata que les formes tradicionals. El punt 9 s'explica amb la pròpia construcció d'infraestructures d'energia renovable i l'avanç que estes han tingut en els últims anys relacionats d'alguna manera amb el creixement econòmic, el subministrament d'energia, la sostenibilitat i el clima.

1.5. Normativa i legislació

S'enumera la normativa d'obligat compliment per part d'aquest projecte:

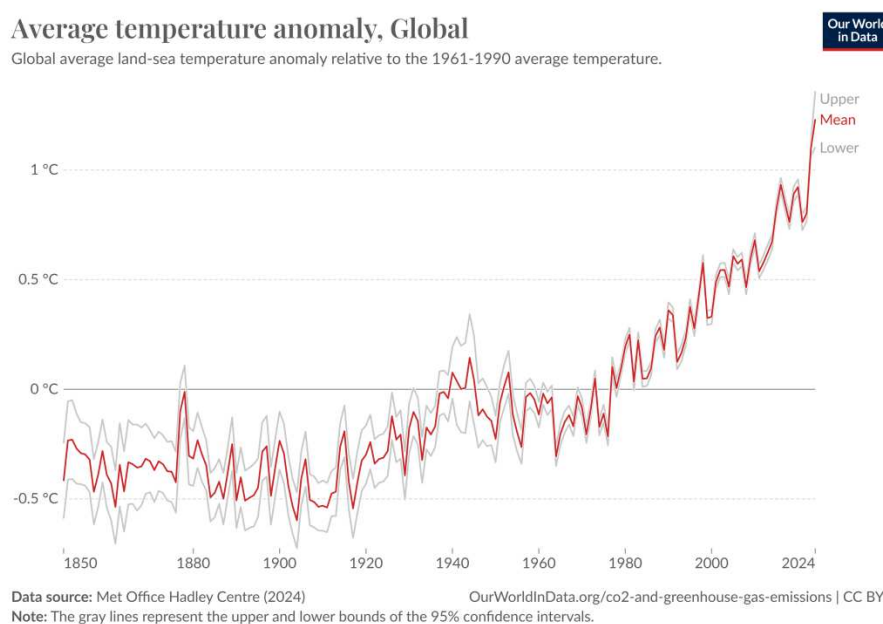
- Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió i ITC (R.D 842/2002 de 2 d'agost).
- Normes UNE de referència en el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.
- Real Decret 1955/2000, de 1 de desembre, pel que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica (BOE núm.310, de 27/12/2000) i les seues modificacions.
- Real Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (BOE núm. 224, de 18/09/2002) i les seues modificacions.
- Real Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de xicoteta potència (BOE núm. 295, de 08/12/2011) i les seues modificacions.
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric (BOE núm. 310, de 27/12/2013) i les seues modificacions.
- Decret 88/2005, de 29 d'abril, del Consell de la Generalitat, pel que s'estableixen els procediments d'autorització d'instal·lacions de producció, transport i distribució d'energia elèctrica que son competència de la Generalitat (DOCV núm. 4999, de 05/05/2005).
- Resolució de 22 d' octubre de 2010, de la Direcció General d'Energia, per la que s'estableix una declaració responsable normalitzada en els procediments administratius en els que siga preceptiva la presentació de projectes tècnics i/o certificacions redactades i subscrietes per tècnic titulat competent i manquen de visat pel corresponent col·legi professional (DOCV núm. 6389, de 03/11/2010)
- Real Decret 337/2014, de 9 de maig, pel que s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió i les seues Instruccions Tècniques Complementàries ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decret 413/2014, de 6 de juny, pel que es regula la activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovable, cogeneració i residus.
- Ordre ETU/130/2017, de 17 de febrer, per la que s'actualitzen els paràmetres retributius de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovable, cogeneració i residus, a efecte de la seua aplicació al semiperíode regulador que te el se inici el 1 de gener de 2017.
- Codi Tècnic de la Edificació (CTE).
- Especificacions tècniques específiques de la companyia elèctrica distribuïdora.
- Ordenances municipals.

1.6. Estudi de mercat i context

1.6.1. Context energètic

Ens trobem a un moment marcat per dos successos: el canvi climàtic que ja sofrem, amb dades de temperatures més elevades, canvis als ecosistemes i sequeres recurrents.

L'augment de la població mundial, i per tant l'augment de la demanda energètica, fa que la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle, produïts en gran part per la combustió de combustibles fòssils, siga cada vegada més complexa i es necessiten mesures més severes. A la Il·lustració 1. es mostra com ha evolucionat la temperatura mitjana global als últims 170 anys:



Il·lustració 1. Evolució de la temperatura mitjana global

Conseqüència d'aquesta situació trobem el segon succés: la ràpida transició energètica que es vol dur a terme a la Unió Europea amb l'objectiu, per al 2050, d'assolir la neutralitat de carboni. Espanya, per assolir aquest objectiu, ha realitzat el "Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)", on vol aconseguir, entre altres objectius, per al 2030:

- 40% de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacles respecte a 1990
- 32% d'energia renovable sobre el consum total d'energia final bruta
- 32,5% de millora de la eficiència energètica

Açò a portat a les diferents autonomies buscar inversió per a realitzar projectes d'eficiència energètica i d'implantació d'energies renovables als seus territoris, provocant que en estos moments estiguen en tramitació més de 10.500 MW de projectes d'energia renovable a la Comunitat Valenciana que ocuparien 35.000 hectàrees de terrenys agrícoles i ramaders.

Aquest projecte busca ser una solució a aquestes situacions: reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle mitjançant mesures d'eficiència energètica i fonts d'energia renovable, i utilitzar terrenys urbanitzables ja degradats per a dur a terme el projecte de la planta fotovoltaica que siga propietat pública, en concret de l'ajuntament de la Poble Llarga.

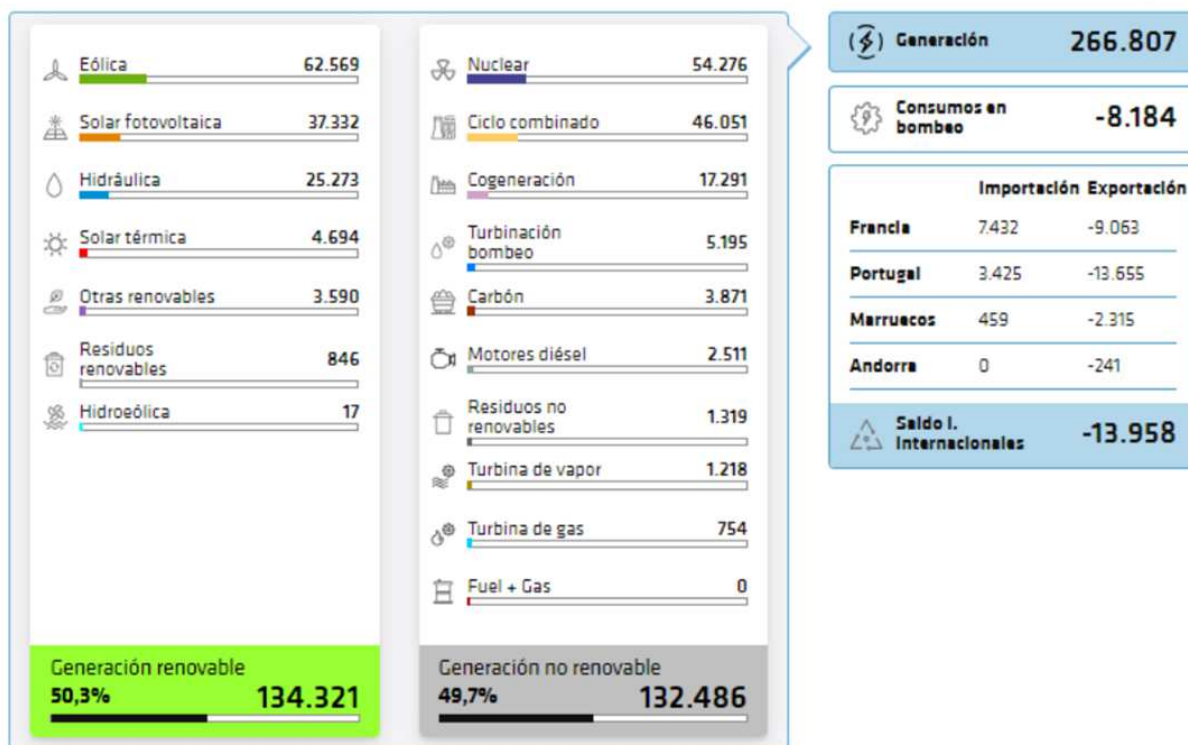
1.6.2. Mercat elèctric a Espanya

Les energies renovables ocupen gran part de la estructura de generació energètica a Espanya.

Segons dades de Red Eléctrica de España, les energies renovables van tancar el 2023 significant el 50,3% de la producció d'energia, on l'energia eòlica registra un 23%, 62.569 GWh, sent la major forma de generació. La fotovoltaica per la seua part es situa quarta del mix, amb un 15% i mes de 37.332 GWh produïts, un 34% mes que en 2022. A la Il·lustració 2. es mostra el balanç energètic nacional en 2023:

BALANCE ELÉCTRICO (GWh) | SISTEMA ELÉCTRICO: Nacional

2023

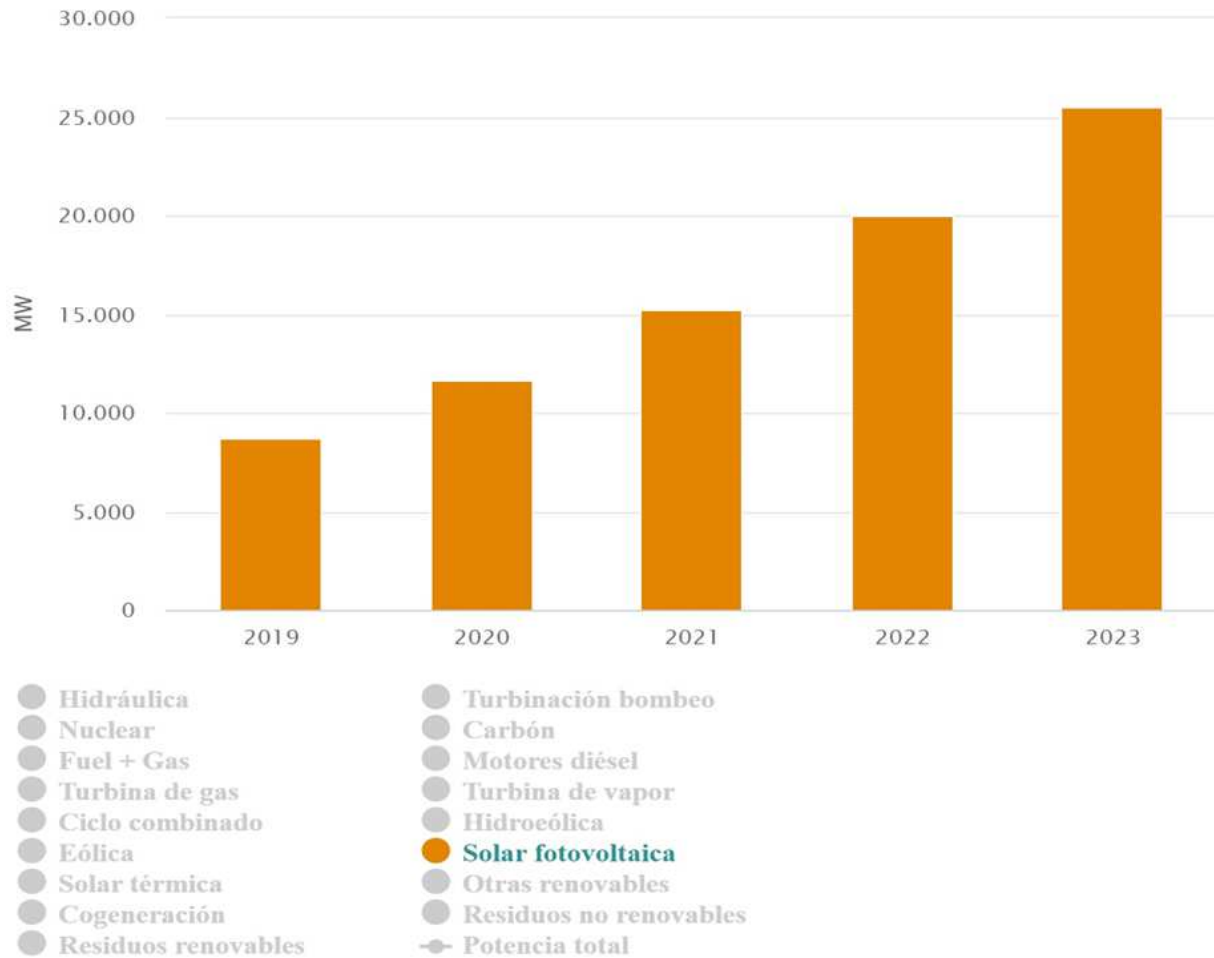


Il·lustració 2. Estructura de la generació

L'augment de la generació elèctrica amb energies renovables ha sigut inestable, ha tingut èpoques on ha augmentat ràpidament i èpoques d'estancament, des de 2013 fins l'actualitat. Açò

degut a que depèn de les fonts no renovables, pel que podria parèixer que el futur no es assegurat en quan a la producció d'energia amb les fonts renovables. No obstant, degut a la urgència de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i el potencial de millora en la eficiència en les fonts de producció renovables ens fa pensar que aquestes sí seran una part fonamental en com serà el mix de producció d'energia en un futur.

La solar fotovoltaica, en particular, va superar els 25.000 MW instal·lats al 2023, com es veu a la Il·lustració 3.:



Fuente: ree.es

Il·lustració 3. Potència fotovoltaica instal·lada

2. AJUST DE POTÈNCIES

2.1. Informació de partida

Com s'ha explicat a l'apartat de metodologia el primer pas es recopilar la informació de cada un dels 36 contractes públics de la Pobla Llarga per a analitzar-los, dividits entre edificis públics (l'ajuntament, una guarderia, dos escoles, la casa de la cultura, les instal·lacions del poliesportiu, l'edifici de la policia municipal, un alberg, un magatzem i sis locals municipals) i contractes d'il·luminació pública, en concret 21. La informació necessària a recopilar serà:

- **Manera de contracte:** Si el contracte es del “modo” 2, el que s'anomena un “subministrament essencial”, este deu tindre la potència contractada del Bolletí Oficial de l'Estat i per tant la seua potència no pot ser optimitzada per baix d'un valor regulat. Si es d'una altra manera, s'analitzarà de diferent forma, explicada al seu punt.
- **Direcció:** Comprovar “in situ” si les altres característiques del contracte son correctes, tals com el tipus de comptador, la data d'instal·lació, etc.
- **Tipus contracte:** Divideix els contractes entre 2.0TD, 3.0TD, 3.0TDVE i 6.1TD. Aquesta informació fa referència a si es te tres o sis potències contractades i el tipus de discriminació horària que afecta.
- **Potències contractades:** Amb aquesta informació coneixerem la despesa per potència anual de tots els contractes i el valor per comparar amb la corba de potències utilitzades.
- **Potències màximes de l'últim any:** El valor de les potències màximes aconseguides a l'últim any permetrà ajustar la potència a la necessària per aconseguir un estalvi econòmic.
- **Preus per potència:** Hi ha dades de preus dels contractes vigents fins juliol de l'any 2023 i les successives renovacions. Amb aquestes dades es realitza una estimació dels preus dels conseqüents contractes per conèixer la despesa econòmica en posteriors anys.

2.2. Anàlisi de facturació

2.2.1. Maxímetres

Per l'elevada quantitat de maxímetres que s'han d'analitzar, 37, en la Taula 2. es mostra un resum de les potències màximes aconseguides entre febrer del 2023, inclòs, fins febrer del 2024.

Al propi resum s'especifica si el contracte es un per a il·luminació pública, o si es tracta d'un edifici la seua funció específica:

MODO CONTRACTE	DIRECCIÓ	POTÈNCIES CONTRACTADES (kW)						POTÈNCIES MÀXIMES (kW)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
1	Avda BARRANC BARXETA, PROX6 - II-luminació pública	4,95	4,95					2,65	2,71					
1	Avda CONSTITUCION, 2-BIS - Local polifuncional	10,392	10,392					7,86	12,66					
1	Avda VALENCIA, 111, BAJO - Alberg	5,75	5,75					5,66	3,53					
3	Avda VALENCIA, 4, BAJO - Local polifuncional	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8	0,65	0,52	0	0	0	0,5	
2	C/ CASTELL, 1, COLE - Local polifuncional	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	16,5	0,03	0	0	0	0	0	0
2	C/ CASTELL, 1, LCAL - Guarderia	23	23	23	23	23	36,3	34,13	27,31	20,07	19,46	16,17	10,28	
2	C/ DELS FUSTERS POL. LA CLOSA, 1-BIS 1 - Punts recàrrega municipal	44	44	44	44	44	44	23,66	31,85	22,23	21,99	20,69	31,67	
1	C/ DELS FUSTERS, PROX1 - II-luminació pública	10,39	10,39					5,4	5,98					
2	C/ DELS TAPISSERS POL. LA CLOSA, 14-BIS - II-luminació pública	14,9	14,9					6,95	7,02					
1	C/ DELS TAPISSERS POL. LA CLOSA, PROX1, BAJO - II-luminació	10,392	10,392					7,89	7,89					
1	C/ DOCTOR LORENZO SANTAMARIA, 77 - Almacent municipal	6,92	6,92					9,69	9,68					
1	C/ EN PROYECTO, 3, BAJO - II-luminació pública	6,928	6,928					4,06	4,08					
2	C/ GOMEZ FERRER, PROX4 - II-luminació pública	6	6	6	6	6	23,1	6,45	6,58	6,06	6,04	4,86	8,95	
2	C/ LUIS SANTANGEL, 39 - II-luminació pública	4	4	4	4	4	23,1	5,22	8,2	6,48	3,64	3,58	7,09	
2	C/ MAJOR, 24 - Casa de la Cultura	19	19	19	19	19	49,5	32,56	27,56	25,78	23,62	12,13	22,87	
1	C/ MESTRE C RODAO, 14 - Arxiu municipal	3,3	3,3					0,62	0,18					
1	C/ MESTRE C RODAO, 16 - Policia Local	3	3					3,39	3,27					
1	C/ MESTRE C RODAO, 2 - Local polifuncional	5,5	5,5					0,34	0,14					
1	C/ MESTRE C RODAO, 4 - Serveis Socials	5,5	5,5					4,58	5,21					
1	C/ MESTRE C RODAO, 6 - Protecció Civil	3,3	3,3					2,96	3,21					
1	C/ MESTRE C RODAO, 8 - Local polifuncional	5	5					3,39	0,34					
1	C/ MESTRE RIBERA, 11-BIS, BAJO - II-luminació pública	13,2	13,2					3,75	3,75					
2	C/ MUNTANYA, 43 - Escola	33	33	33	33	33	33	31,4	27,8	33,72	33,7	27,48	20,3	
2	C/ MUNTANYA, 62 - II-luminació pública	7	7	7	7	7	23,1	7,61	7,48	7,36	7,92	7,84	7,88	
2	C/ RAFAEL ALBERTI, 1-BIS, BAJO - II-luminació pública	4	4	4	4	4	21,05	3,64	3,61	3,56	3,6	3,56	3,64	
2	C/ SAN CALIXTO, 5, A - II-luminació pública	6	6	6	6	6	33	6,68	6,66	4,36	6,36	6,33	6,69	
2	C/ SAN PEDRO, 13-BIS, BAJO - Col·legi	5,76	5,76					5,37	5,42					
2	C/ SERRATELLA, 2, BAJO, 2 - II-luminació pública	8	8	8	9	9	20,785	7,32	7,41	7,27	7,4	6,92	7,49	
2	C/ VALL, 144 1, 1ª - Bar l'Entrà - II-luminació pública	3	3	3	3	3	16,5	2,67	3,19	2,88	2,72	2,64	2,92	
1	CAMINO CEMENTERIO, 1 - II-luminació pública	5,75	5,75					3,17	3,04					
1	Ctra POBLA LLARGA-RAFELGUARAF, PROX50, BAJO - II-luminació	3,46	3,46					0,01	0,01					
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 2, BAJO - II-luminació	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	2,44	2,44	2,42	2,42	2,42	2,44	
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 3, BAJO - II-luminació	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	2,32	2,32	2,32	2,31	2,31	2,33	
2	Plaça País Valencià, 1 - Ajuntament	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	22,53	23,53	19,7	16,89	12,93	17,04	
1	Plza MERCADO, 2, PATIO - II-luminació pública	13,856	13,856					2,88	2,65					
2	Pque JOAN FUSTER, PROX29, BAJO - II-luminació pública	3,46	3,46					2,6	2,62					
2	Ptda LA CODONA, 4, BAJO, A - Poliesportiu	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	31,4	32,82	30,5	25,89	15,51	25,36	

Taula 2. Contractes públics dels edificis i il·luminació pública

2.2.2. Despesa total per potències

L'Ajuntament de la Pobla Llarga aconsegueix els seus contractes per la licitació d'energia que realitzen a la Mancomunitat de la Ribera Alta. Per tant, els preus venen marcats pel que els tècnics de la Mancomunitat aconsegueixen en esta licitació. Aquests van acabar a juliol de 2023, amb les conseqüents renovacions amb nous preus. A la Taula 3. es poden vore els preus dels contractes d'abans (preus potències contractes abans juliol 2023) i després de juliol de 2023 (preus potències contractes després juliol 2023):

Com veiem al quadre resum, actualment el cost pel terme de potència dels 36 contractes públics suposen 19052,65€ anuals. Destaca en gran mesura el contracte a la direcció "Partida La Codona, 4, Bajo", corresponent al poliesportiu i els seus voltants, que té una despesa de 2851,39€ sols pels excessos de potència, es a dir, la seua potència màxima de cada mes en els diferents períodes ha sigut superior que la contractada, pel que ocorre esta penalització de 2851,39€.

2.3. Ajust de potències

Com podem observar a les taules anteriors hi ha contractes que incorren als excessos de potència amb assiduitat, mentre tenim d'altres que tenen unes potències contractades molt majors que les seues potència màximes a l'últim any. Per tant, es necessari ajustar la potència de tots els contractes en aquestes situacions.

Deguem diferenciar, de nou, entre els contractes la facturació dels quals es per maxímetres i entre els que facturen per ICP (Interruptor de Control de Potència). S'han utilitzat dos metodologies diferents per ajustar les potències segons els contractes siguen d'una manera o l'altra.

Per als contractes que facturen per maxímetres, on s'ha d'evitar els excessos de potència, s'utilitza la següent metodologia a la ferramenta Excel:

- La nova potència contractada per cada tram serà la màxima a la que es va arribar l'any anterior, sempre i quan no siga major al següent tram. Es a dir, en un contracte tipus 2.0TD la potència contractada al període punta no serà major que al període vall, i als contractes amb 6 períodes el tram P1 serà menor o igual que el tram P2, i d'igual forma amb els següents.

D'aquesta forma s'ajunten les potències dels contractes que facturen per maxímetre a la Taula 5., on les potències màximes son les contractades actualment i les noves potències contractades son les potències contractades després de l'ajust:

"MODO" CONTRACTE	DIRECCIÓ	POTÈNCIES MÀXIMES (kW)						NOVES POTÈNCIES CONTRACTADES (kW)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
2	C/ CASTELL, 1, COLE	0,03	0	0,16	0,16	0,17	0	0,03	0,03	0,16	0,16	0,17	0,17
2	C/ CASTELL, 1, LCAL	34,13	27,31	20,07	19,46	16,17	10,28	34,13	34,13	34,13	34,13	34,13	34,13
2	C/ DELS FUSTERS POL. LA CLOSA, 1-BIS 1	23,66	31,85	22,23	21,99	20,69	31,67	23,66	31,85	31,85	31,85	31,85	31,85
2	C/ DELS TAPISSERS POL. LA CLOSA, 14-BIS	6,95	7,02					6,95	7,02				
2	C/ GOMEZ FERRER, PROX4	6,45	6,58	6,06	6,04	4,86	8,95	6,45	6,58	6,58	6,58	6,58	8,95
2	C/ LUIS SANTANGEL, 39	5,22	8,2	6,48	3,64	3,58	7,09	5,22	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
2	C/ MAJOR, 24	32,56	27,56	25,78	23,62	12,13	22,87	32,56	32,56	32,56	32,56	32,56	32,56
2	C/ MUNTANYA, 43	31,14	27,8	33,72	33,7	27,48	20,3	31,14	31,14	33,72	33,72	33,72	33,72
2	C/ MUNTANYA, 62	7,61	7,48	7,36	7,92	7,84	7,88	7,61	7,61	7,61	7,92	7,92	7,92
2	C/ RAFAEL ALBERTI, 1-BIS, BAJO	3,64	3,61	3,56	3,6	3,56	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
2	C/ SAN CALIXTO, 5, A	6,68	6,66	4,36	6,36	6,33	6,69	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6,69
2	C/ SAN PEDRO, 13-BIS, BAJO	5,37	5,42					5,37	5,42				
2	C/ SERRATELLA, 2, BAJO, 2	7,32	7,41	7,27	7,4	6,92	7,49	7,32	7,41	7,41	7,41	7,41	7,49
2	C/ VALL, 144 1, 1º - Bar l'Entrà	2,67	3,19	2,88	2,72	2,64	2,92	2,67	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 2, BAJO	2,44	2,44	2,42	2,42	2,42	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 3, BAJO	2,32	2,32	2,32	2,31	2,31	2,33	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,33
2	Plaça País Valencià, 1	22,53	23,53	19,7	16,89	12,93	17,04	22,53	23,53	23,53	23,53	23,53	23,53
2	Pque JOAN FUSTER, PROX29, BAJO	2,6	2,62					2,6	2,62				
2	Ptda LA CODONA, 4, BAJO, A	31,4	32,82	30,5	25,89	15,51	25,36	31,4	32,82	32,82	32,82	32,82	32,82

Taula 5. Potències màximes en el termini d'un any i potències contractades de contractes amb maxímetres

Per als contractes que facturen a través de l'ICP, no hi ha una manera estandarditzada per ajustar les potències. S'ha de tindre en compte que en els contractes que facturen d'aquesta manera la potència màxima pot ser superada un 50% durant un màxim de 15 minuts abans que es pare el subministrament d'electricitat. En estos casos s'ha utilitzat el següent criteri:

- S'han pres les potències màximes mensuals, no les anuals, per no caure en agafar com la potència màxima un cas aïllat com pot ser un mes de març amb les festes locals, on la potència necessària augmenta considerablement però per un període curt.
- S'ha fet la mitjana aritmètica de les potències màximes en el període d'un any (febrer de 2023 inclòs fins febrer de 2024) i s'ha ajustat la nova potència contractada perquè es puga utilitzar la potència màxima de tot el període estudiat en eixos 15 minuts on es pot superar un 50% la potència contractada.

D'aquesta forma es pot aconseguir el major estalvi assegurant-nos que, si hi han talls al subministrament, estos seran mínims. A la Taula 6. es veu el resum de les noves potències contractades dels edificis i il·luminació pública amb facturació per ICP, es a dir, contractes de "modo" 1 i 3:

"MODO" CONTRACTE	DIRECCIÓ	POTÈNCIES MÀXIMES CONSUMIDES (kW)						NOVES POTÈNCIES CONTRACTADES (kW)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	Avda BARRANC BARXETA, PROX6	2,65	2,71					2,71	2,71				
1	Avda CONSTITUCION, 2-BIS	13,27	14,06					9	9,5				
1	Avda VALENCIA, 11 1, BAJO	5,66	3,53					5,66	5,66				
3	Avda VALENCIA, 4, BAJO	0,65	0,52	0	0	0	0,5	35	35	35	35	35	35
1	C/ DELS FUSTERS, PROX1	5,4	5,38					5,4	5,4				
1	C/ DELS TAPISSERS POL.LA CLOSA, PROX1, BAJO	7,89	7,89					7,89	7,89				
1	C/ DOCTOR LORENZO SANTAMARIA, 77	9,69	9,68					6,5	6,5				
1	C/ EN PROYECTO, 3, BAJO	4,06	4,08					4,06	4,08				
1	C/ MESTRE C RODAO, 14	0,62	0,18					0,5	0,5				
1	C/ MESTRE C RODAO, 16	3,39	3,27					2,3	2,3				
1	C/ MESTRE C RODAO, 2	0,34	0,14					0,3	0,3				
1	C/ MESTRE C RODAO, 4	4,58	5,21					3,5	3,5				
1	C/ MESTRE C RODAO, 6	2,96	3,21					2,2	2,2				
1	C/ MESTRE C RODAO, 8	3,39	0,34					2,3	2,3				
1	C/ MESTRE RIBERA, 11-BIS, BAJO	3,75	3,75					3,75	3,75				
1	CAMINO CEMENTERIO, 1	3,17	3,04					3,17	3,17				
1	Ctra POBLA LLARGA-RAFELGUARAF, PROX50, BAJO	0,01	0,01					0,01	0,01				
1	Plza MERCADO, 2, PATIO	2,88	2,65					2,88	2,88				

Taula 6. Potències màximes en el termini d'un any i potències contractades amb ICP

En la Taula 5. destaca el contracte corresponent a "Avinguda València, 4, BAJO". Aquest es un nou subministrament que es va donar l'alta a febrer de 2024 amb potències recomanades per l'empresa instal·ladora dels aparells de calefacció, es a dir, no es tenen dades de les potències consumides. De totes maneres, com la potència contractada a tots els períodes anteriors es molt elevada, s'ha proposat als tècnics de l'Ajuntament reduir-la fins a 35 kW a tots els períodes i s'ha acceptat per aconseguir mes estalvi.

Amb estos canvis podem comparar els costos anteriors als ajustos de potència amb els que es tindrien amb les noves recomanacions, que queda com es mostra a la Taula 7.:

"MODO" CONTRACTE	DIRECCIÓ	COST TOTAL POTÈNCIA (€)	COST TOTAL NOVA POTÈNCIA (€)	
2	C/ CASTELL, 1, COLE	327,8615214	4,64331214	
2	C/ CASTELL, 1, LCAL	1321,791666	1298,030727	
2	C/ DELS FUSTERS POL. LA CLOSA, 1-BIS 1	307,01902	211,6746077	
2	C/ DELS TAPISERS POL. LA CLOSA, 14-BIS	398,217847	185,839907	
2	C/ GOMEZ FERRER, PROX4	566,0818314	296,0537302	
2	C/ LUIS SANTANGEL, 39	538,4253196	288,3215814	
2	C/ MAJOR, 24	1455,54237	1238,320552	
2	C/ MUNTANYA, 43	1268,859006	1249,673874	
2	C/ MUNTANYA, 62	601,9247573	296,5504296	
2	C/ RAFAEL ALBERTI, 1-BIS, BAJD	489,0299327	138,4363271	
2	C/ SAN CALIXTO, 5, A	766,5193057	254,251076	
2	C/ SAN PEDRO, 13-BIS, BAJD	153,9419328	143,5859229	
2	C/ SERRATELLA, 2, BAJD, 2	560,1142484	282,6866272	
2	C/ VALL, 144 1, 1ª - Bar l'Entrà	380,851203	117,2142123	
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 2, BAJD	349,0940145	154,8707992	
2	Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 3, BAJD	209,4564087	147,5801687	
2	Plaça País Valencià, 1	881,2495656	886,9924837	
2	Pque JOAN FUSTER, PROX29, BAJD	92,4720638	69,5145347	
2	Ptda LA CODONA, 4, BAJD, A	3511,488514	2065,710248	
1	Avda BARRANC BARXETA, PROX6	132,2938485	72,4275413	
1	Avda CONSTITUCION, 2-BIS	277,7369038	241,2056875	
1	Avda VALENCIA, 111, BAJD	153,6746725	151,2693298	
3	Avda VALENCIA, 4, BAJD	1730,047267	666,86844	
1	C/ DELS FUSTERS, PROX1	277,6834517	144,320562	
1	C/ DELS TAPISERS POL. LA CLOSA, PROX1, BAJD	277,7369038	210,8683767	
1	C/ DOCTOR LORENZO SANTAMARIA, 77	184,9441276	173,719195	
1	C/ EN PROYECTO, 3, BAJD	185,1579358	108,5345385	
1	C/ MESTRE C RODAD, 14	88,195899	13,363015	
1	C/ MESTRE C RODAD, 16	80,17809	61,469869	
1	C/ MESTRE C RODAD, 2	146,993165	8,017809	
1	C/ MESTRE C RODAD, 4	146,993165	93,541105	
1	C/ MESTRE C RODAD, 6	88,195899	58,797266	
1	C/ MESTRE C RODAD, 8	133,63015	61,469869	
1	C/ MESTRE RIBERA, 11-BIS, BAJD	352,783596	100,2226125	
1	CAMINO CEMENTERIO, 1	153,6746725	84,7215151	
1	Ctra POBLA LLARGA-RAFELGUARAF, PROX50, BAJD	92,4720638	0,2672603	
1	Plza MERCADO, 2, PATIO	370,3158717	76,9709664	ESTALVI (€)
		19052,64821	11658,00608	7394,6421

Taula 7. Nou cost pel terme de potència anual i estalvi

Com es veu, només amb els ajustos en el terme de potència dels contractes dels edificis públics, l'Ajuntament de la Pobla Llarga aconseguiria un estalvi anual de 7394,65 €.

2.4. Despesa total anual

L'ajust de potències aconsegueix un estalvi per dos motius:

- Si la potència contractada baixa, l'estalvi ocorre per la reducció del cost de la potència, ja que una potència menor implica un menor cost per contractar la mateixa.
- Si la potència contractada puja per aconseguir eliminar els costos per excessos de potència, també aconseguim un estalvi perquè els costos per excessos són molt majors que augmentar el cost per potència contractada.

Tenint en compte que no es van a aplicar més mesures d'eficiència energètica que ens permeten reduir l'energia consumida, podem obtenir ja la despesa total anual abans i després de l'ajust de potències.

Per a açò s'utilitzarà la ferramenta web que ofereix la comercialitzadora, en aquest cas Iberdrola, per calcular el cost de cada factura mensual dels 36 contractes públics, per conèixer quin ha sigut el cost anual dels contractes i en que es quedaria després del nou estalvi.

Amb açò, podem fer un resum del cost per factures a la Taula 8.:

DIRECCIÓ	COST (€)	
Avda BARRANC BARXETA, PROX6 - Il·luminació pública	1821,34	
Avda CONSTITUCION, 2-BIS - Polifuncional	1255,47	
Avda VALENCIA, 111, BAJO - Albergue	571,55	
Avda VALENCIA, 4, BAJO - Monterrey	0	
C/ CASTELL, 1, COLE - Local baix depòsit/pou aigua	577,18	
C/ CASTELL, 1, LCAL - Guarderia	7494,35	
C/ DELS FUSTERS POL.LA CLOSA, 1-BIS 1 - Punts recàrrega municipal	4424,94	
C/ DELS FUSTERS, PROX1 - Il·luminació pública	5562,37	
C/ DELS TAPISSERS POL.LA CLOSA, 14-BIS - Il·luminació pública	6668,14	
C/ DELS TAPISSERS POL.LA CLOSA, PROX1, BAJO - Il·luminació pública	6048,39	
C/ DOCTOR LORENZO SANTAMARIA, 77 - Almacén Municipal	2279,6	
C/ EN PROYECTO, 3, BAJO - Il·luminació pública	2090,52	
C/ GOMEZ FERRER, PROX4 - Il·luminació pública	5797,76	
C/ LUIS SANTANGEL, 39 - Il·luminació pública	4085,26	
C/ MAJOR, 24 - La Casa de la Cultura	5483,76	
C/ MESTRE C RODAO, 14 - Arxiu municipal	120,97	
C/ MESTRE C RODAO, 16 - Policia Local	2489,24	
C/ MESTRE C RODAO, 2 - Junta moros	182,24	
C/ MESTRE C RODAO, 4 - Serveis Socials	892,65	
C/ MESTRE C RODAO, 6 - Protecció Civil	350,91	
C/ MESTRE C RODAO, 8 - Pintura i Caritas	193,79	
C/ MESTRE RIBERA, 11-BIS, BAJO - Il·luminació pública	4167,65	
C/ MUNTANYA, 43 - Escola Sanchís Guarner	9280,41	
C/ MUNTANYA, 62 - Il·luminació pública	7835,81	
C/ RAFAEL ALBERTI, 1-BIS, BAJO - Il·luminació pública	3752,09	
C/ SAN CALIXTO, 5, A - Il·luminació pública	5496,85	
C/ SAN PEDRO, 13-BIS, BAJO - Col·legi Santa Ana	2852,96	
C/ SERRATELLA, 2, BAJO, 2 - Il·luminació pública	7232,85	
C/ VALL, 144 1, 1ª - Bar l'Entrà - Il·luminació pública	3134,44	
CAMINO CEMENTERIO, 1 - Il·luminació pública	764,35	
Ctra POBLA LLARGA-RAFELGUARAF, PROX50, BAJO - Rotonda Rafel-Pobla	144,29	
Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 2, BAJO - Rotonda Alberic	2890,07	
Ctra VARIANTE POBLA LLARGA CV-41 GLORIETA, 3, BAJO - Rotonda Castelló	2650,73	
Plaça País Valencià, 1 - Ajuntament	8435,24	
Plza MERCADO, 2, PATIO - Il·luminació pública	1574,67	
Pque JOAN FUSTER, PROX29, BAJO - Il·luminació pública	2333,21	
Ptda LA CODONA, 4, BAJO, A - Poliesportiu	20658,41	TOTAL DESPRÉS POTÈNCIES (€)
TOTAL (€)	141594,46	134199,8179

Taula 8. Cost anual per facturació

Actualment la despesa pels contractes públics d'energia elèctrica a la localitat es de 141.594,46 €, que podríem reduir després de l'optimització de potències fins 134.199,82 €. Aquest últim valor es el que s'utilitzarà a la segona part del treball quan es parle del cost anual de l'Ajuntament, per a comparar els diners que s'aconseguiran amb la venda d'energia produïda per la planta fotovoltaica amb el cost anual per factures.

3. DIMENSIONAMENT PLANTA FOTOVOLTAICA

3.1. Dades de partida

Com s'ha explicat a l'objectiu del projecte, es va a estudiar i dissenyar una instal·lació fotovoltaica situada a la Pobla Llarga (València) per a la seua posterior venda d'energia generada a la xarxa elèctrica.

Com l'objectiu principal es reduir al màxim possible la despesa econòmica no s'ha realitzat la projecció de la instal·lació amb blocs idèntics replicats, sinó que s'ha buscat utilitzar la major part de terreny disponible, maximitzant l'energia produïda. Com es vorà després, açò ha resultat en una planta de 1,14 MW aproximats de potència, amb 14 línies no idèntiques, que podrà cobrir la despesa econòmica anual de l'Ajuntament de la Pobla Llarga.

Aquest projecte es dissenyarà tenint en compte la legislació vigent en tots els elements elèctrics de la instal·lació, des de els mòduls fotovoltaics fins el transformador. També es dissenyaran les proteccions necessàries per protegir la instal·lació, a més dels blocs de posada a terra. Està prevista una vida útil de 25 anys, que es el temps en el que es pot garantir un alt rendiment en la instal·lació, com ens confirma els fabricants dels mòduls fotovoltaics.

Després del dimensionament es presenta un estudi de viabilitat econòmica del projecte tenint en compte tant el material necessari com la mà d'obra i manteniment de la instal·lació, amb els preus unitaris i descompostos de tots els elements. També es tindran en compte els costos del benefici industrials i els impostos pertinents.

Amb l'anàlisi econòmic del projecte es calcularà el VAR i el TIR perquè l'Ajuntament tinga la major informació possible a l'hora de comparar aquesta inversió amb altres similars, tenint en compte el risc de cada una d'estes inversions. Si les previsions en quant al preu de l'energia són correctes, es possible que el preu a l'alça de la venda d'energia ens atorgue beneficis superiors als contemplats en este projecte, degut al mes que probable augment de la producció tèrmica convencional quan tanquen les centrals nuclears treballant actualment a Espanya.

També es mesurarà l'impacte ambiental de la instal·lació, utilitzant el menor número d'elements possibles i que tots estos tinguen els corresponents certificats ambientals. Per altra part, es calcularà l'estalvi en l'alliberament de CO₂ que el projecte suposarà.

3.2. Localització de la instal·lació

A aquest projecte no s'ha fet un estudi per a elegir el terreny més adequat per a la instal·lació, ja que utilitzar el terreny que pertany a l'Ajuntament, i actualment no té cap ús, es part fonamental de l'objectiu del treball. D'igual forma, el terreny que es va a utilitzar està pròxim a una carretera i a la xarxa elèctrica.

Com s'ha comentat, els blocs generadors d'energia de la instal·lació no son simètrics. Açò perjudicaria una futura ampliació, però degut a que el terreny utilitzat no té moltes possibilitats d'ampliació per proximitat de carreteres als voltants i a diverses cases de camp, l'Ajuntament no preveu una compra dels terrenys voltants al mitjà termini.

La instal·lació es situarà a la població de la Pobla Llarga amb les següents coordenades:

País: Espanya

Comunitat: Comunitat Valenciana

Localitat: La Pobla Llarga

Latitud: 39,081786 graus

Longitud: -0,485191 graus

A la Il·lustració 4. es presenta una fotografia del terreny seleccionat per a la instal·lació de la planta fotovoltaica, on es veu el fàcil accés des de la carretera.



Il·lustració 4. Terreny on s'instal·la la planta fotovoltaica

Com es pot vore a la Il·lustració 3. hi ha una part asfaltada i amb una caseta de vigilància. Esta part es va construir quan el terreny anava a ser un pàrquing de camions, pel que es una part ja asfaltada que no deguem desbrossar. L'altra part del terreny es deurà adequar.

3.3. Descripció tècnica

En esta part es presenta el disseny i càlcul de la potència màxima possible i disposició de les línies de la planta fotovoltaica.

Primer s'han estudiat diferents opcions de panells fotovoltaics disponibles, elegint el que més potència ens permet traure amb una bona relació qualitat-preu i les seues característiques.

Seguit s'han calculat les dimensions dels panells i conèixer com es podrà realitzar la distribució.

Després es té en compte també la irradiància obtinguda en la localització de la parcel·la. Es calcularà en els diferents tipus d'estructures que ens proporciona el mercat per poder obtenir quin ens ofereix a les nostres coordenades un millor rendiment.

Finalment s'ha calculat l'energia, total i per panell, que s'obindrà tenint en compte la irradiància final i el model de panell fotovoltaic escollit.

3.3.1. Elecció panell fotovoltaic

S'ha realitzat un estudi de les diferents alternatives de panells que ens ofereix el mercat per conèixer les diferents característiques que els conformen, prioritant sobre totes les altres la potència per unitat i una garantia de rendiment d'almenys 20 anys.

Dins de les diferents opcions d'empreses, tant espanyoles com internacionals, no s'ha aconseguit un catàleg de preus exacte del que poder extraure dades per a tots els panells, pel que s'ha utilitzat uns preus aproximats.

S'ha buscat, dins de les empreses conegudes de forma nacional i internacional, que els panells a comparar tinguen la major potència. Dit açò, s'han comparat els següents panells a la Taula 9.:

Fabricant	Model	Rendiment	Preu (€)	Wp	€/Wp	Unitats	Preu total (€)	Àrea total (m ²)	Dimensions (mm)
Eurener	MEPV NEXA Plus 570-580Wp 570	22,03%		570		2073		4334,253678	2278 x 1134 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV NEXA Plus 570-580Wp 575	22,29%		575		2073		4334,253678	2278 x 1134 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV NEXA Plus 570-580Wp 580	22,47%		580		2073		4334,253678	2278 x 1134 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV ICON Plus 450	20,72%		450					2094 x 1038 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV ICON Plus 460	21,19%		460					2094 x 1038 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV ICON Plus 500	21,06%		500					2094 x 1134 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV ICON Plus 550	21,30%		550		2073		4334,253678	2279 x 1134 x 35 (±1%)
Eurener	MEPV ICON Plus Bif 550	21,28%		550		2073		4334,253678	2279 x 1134 x 35 (±1%)
Atersa	A-550M	21,28%	89,661	550	0,16302	2073	185867,253	4334,253678	2279 x 1134 x 35 (±1%)
Atersa	A-540M	20,90%	118,58	540	0,219592593	2073	245816,34	4334,253678	2279 x 1134 x 35 (±1%)
Tamesol	TOP - 580M-144HC	22,44		580		2073		4334,253678	2279 x 1134 x 35 (±1%)
Tamesol	TM - 670M-144HC	21,60%		670					2384 x 1303 x 35 (±1%)
Tamesol	TM - 670M-144HC	21,60%		670					2384 x 1303 x 35 (±1%)
Tamesol	TM - 670M-144HC	21,60%	65,392	670	0,0976				2384 x 1303 x 35 (±1%)
Exiom Solution, S.A.	EX710-730HJT(B)-132(HC)(210)BF	23,50%		730					2384 x 1303 x 35 (±1%)

Taula 9. Comparativa de diferents panells

Coneixent açò, encara que la dada de €/Wp, la potència per panell i el rendiment més alts corresponen al panell del fabricant Tamesol i el model TM – 670M-144HC, finalment s'ha escollit el panell d'Atersa i el model A-550M per dos motius:

- El voltatge i intensitat del model de Tamesol son més elevats que el d'Atersa, pel que l'elecció dels transformadors i inversors seria mes prohibitiva, i per tant la diferència amb el dimensionament no seria tant diferent.
- Les dimensions del model Tamesol són majors que les d'Atersa, pel que el número de panells que es podria utilitzar seria menor.

3.3.2. Dimensions panells i distribució

L'espai que ocuparan els panells dependrà de la inclinació escollida per a treballar i de la estructura metàl·lica. L'angle òptim serà $39,12^\circ$ (vore annex 1). No obstant, s'ha elegit utilitzar un angle de 36° perquè la diferència en l'obtenció d'energia es molt poca i es més senzill per als càlculs i elegir una estructura un angle estàndard com este.

S'han buscat estructures que suporten una inclinació entre 30 i 50° . A més, es busca que siguen estructures que es suporten en terra.

Coneixent açò, s'han comparat a la Taula 10.:

Marca	Model	Mòduls	Preu	Preu per mòdul
LIDERSOLAR	XH-190M	21	1262,96	60,14095238
SUNFER	FV925	14	953,48	68,10571429
SUNFER	14.1 V	3	233,3	77,76666667

Taula 10. Comparativa de diferents estructures

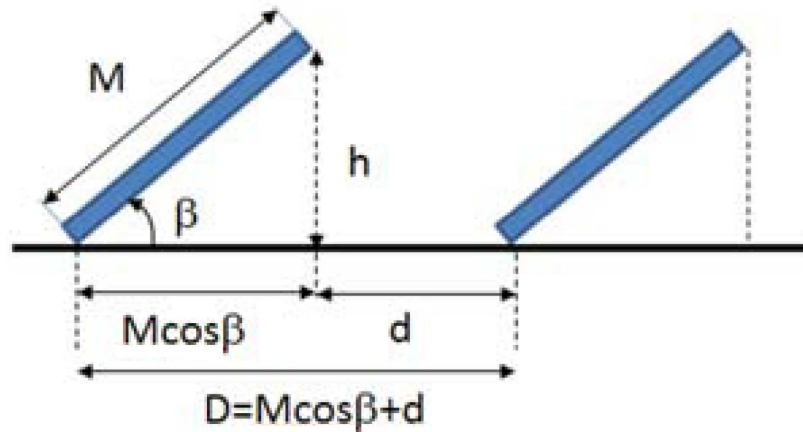
Encara que pareix que la primera opció siga millor per la comparativa preu per mòdul, son estructures que agrupen els panells en aire. No es busca este tipus d'estructures ja que el nostre terreny es reduït i estes necessiten molta mes separació que estructures de terra per poder posar línies de panells. D'igual forma, el model FV925 està també un poc elevat, i per tant prolongarà una ombra major.

Tenint en compte açò, l'estructura elegida es de la marca SUNFER, la estructura regulable 14.1 V per a panells verticals regulable entre 30 i 50° .

Coneixent les dimensions dels panells, $2279 \times 1134 \times 35 \text{mm}$, es pot calcular l'espai en un plànol amb vista zenital utilitzant trigonometria.

El primer pas es calcular el cas mes desfavorable, este seria en el mes de desembre, on l'altura solar es la major de totes les estudiades a la nostra localització.

A la Il·lustració 5. es pot vorer les variables que s'utilitzaran:



Il·lustració 5. Variables de càlcul distància entre panells

Els càlculs per a calcular la distància S serà:

$$x = \text{sen}(\text{inclinació}) * \frac{\text{altura panell}}{1000} = \text{sen}(36^\circ) * \frac{2279}{1000} = 1,3396 \text{ m} \quad (\text{Ec. 10})$$

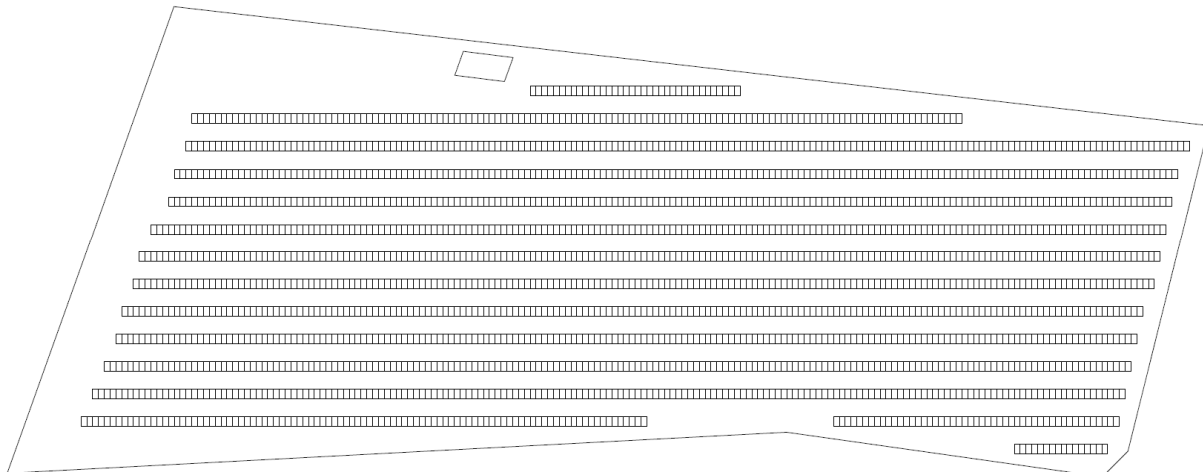
$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan(61 - 39,081784)} = 2,4853 \quad (\text{Ec. 11})$$

$$d \geq x * k = 1,3396 * 2,4853 = 3,3293 \text{ m} \quad (\text{Ec. 12})$$

Finalment, escollim utilitzar una distància de 3,5m per assegurar-nos que no hi hauran ombres que baixen el rendiment de la instal·lació. Resulta en unes dimensions de 1843,75x1134x35mm, i es col·locaran de forma vertical

L'orientació òptima és amb un azimuth (respecte a la direcció sud -90°) de 0° , pel que orientarem els panells cap a la direcció sud. No s'han estudiat altres alternatives com utilitzar estructures d'angle variable en un o dos eixos ja que les dimensions de la nostra planta són ajustades per el terreny limitat del que disposem, i no es rentable obtindrè més energia encarint la nostra instal·lació com es calcula al punt 3.7. Càlcul econòmic.

Tenint en compte aquestes restriccions, obtindrem el plànol anomenat Il·lustració 6. Tenim un cert espai sense panells per deixar espai per als quadres, inversors i transformadors que deuen anar a la planta, a mes de per a que les furgonetes necessàries per a transportar els materials puguin accedir al recinte.



Il·lustració 6. Plànol de la instal·lació amb els mòduls fotovoltaics damunt les estructures

3.3.3. Energia consumida, generada i balanç energètic

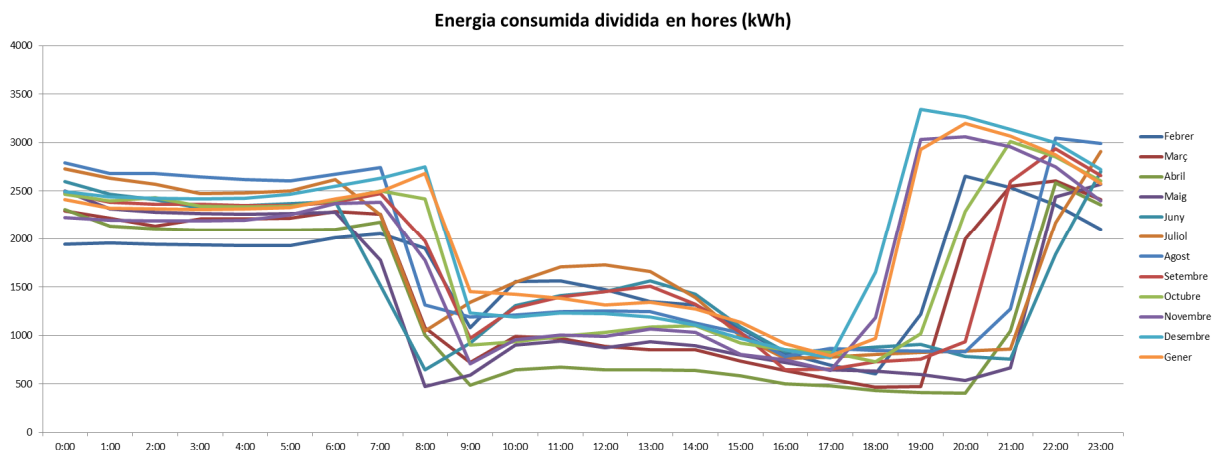
La producció d'energia elèctrica està condicionada per la irradiació solar que s'obté al lloc on instal·lem la nostra planta fotovoltaica. Un altre factor que s'analitza durant el disseny i càlcul de la instal·lació són les pèrdues, principalment les pèrdues per temperatura, per als càlculs d'energia final generada (vore annex 5).

Amb les dades obtingudes amb la base de dades de PVGIS s'ha obtingut l'energia segons les corbes I-V, ja que al propi PVGIS tinguem les dades d'irradiació diàries. Amb aquesta dada d'energia es calcula l'energia total dividida per mesos amb cada unitat de panell fotovoltaic.

A continuació es mostra com s'ha calculat amb detall amb les estructures d'angle fixe.

3.3.3.1. Energia consumida i útil generada amb estructures d'angle fixe

Per a obtenir les dades d'energia consumida s'han obtingut les corbes de càrrega horària de tots els contractes públics que gestiona l'Ajuntament de la Pobla Llarga. Una vegada agrupades totes les dades dels consums horaris de la població, els podem veure resumits a la Il·lustració 7.:



Il·lustració 7. Energia consumida dividida per hores

Com es pot veure a la Gràfica 1., la major quantitat d'energia consumida es situa entre les 19 i 21 hores, estant els mesos amb més quantitat d'hores de Sol més prop de les 21h, i els de menys de 19h. Açò es deu, sobretot, a la il·luminació pública, que és la major despesa energètica de la població. Per tant, si en un futur es desitja reduir el consum públic d'energia, el més recomanable és actuar primerament sobre la il·luminació pública per obtenir els millors resultats.

Referent a l'energia útil consumida, en un inici s'ha obtingut de la base de dades de PVGIS la irradiació solar a les nostres coordenades decimals imposant com a dada que la irradiació siga a 36°. És important recalcar que la base de dades és de l'any 2020, l'últim any del que tenim dades la ferramenta PVGIS, pel que hi han algunes particularitats d'este any climatològicament parlant que podrien no ocórrer en altres ocasions. Aquesta base de dades ens ve dividida per mesos, dies i hores, i tindrem les dades tals com la potència per hores, irradiació i irradiació global, directa i difusa. Tindrem un arxiu distribuït segons mostra la Taula 11.:

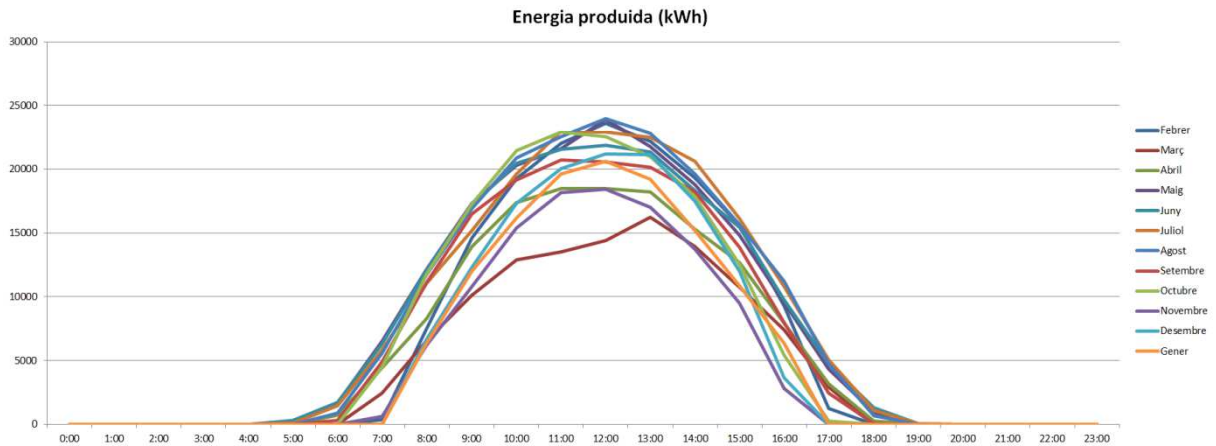
Slope: 36 deg,
Azimuth: 0 deg,
Nominal power of the PV system (c-Si) (kWp): 1140,2
System losses (%): 15,0

		PVGIS (c) European Union					2001-2024
Mes	Hora	P (W)	G(i) (W/m ²)	H_sun (degree)	T2m (degree Celsius)	WS10m (m/s)	Int
20200201	1:00:00	0,00	0	0	12,54	3,45	0
20200201	2:00:00	0,00	0	0	12,39	3,59	0
20200201	3:00:00	0,00	0	0	12,35	3,59	0
20200201	4:00:00	0,00	0	0	12,42	3,72	0
20200201	5:00:00	0,00	0	0	12,62	3,86	0
20200201	6:00:00	0,00	0	0	12,75	3,93	0
20200201	7:00:00	0,00	0	0	13,54	4	0
20200201	8:00:00	65661,24	85,89	9,81	14,07	4,14	0
20200201	9:00:00	360025,17	388,22	19,07	15,32	3,93	0

Taula 11. Arxiu dades anuals PVGIS

Cal recalcar que les dades que considerem com l'energia útil generada és, realment, la potència que produeix la instal·lació a una hora específica, que es la dada que ens atorga PVGIS. Suposem que l'energia generada i la potència horària son iguals perquè la variació entre les dos es molt baixa, per això suposem la seua igualtat.

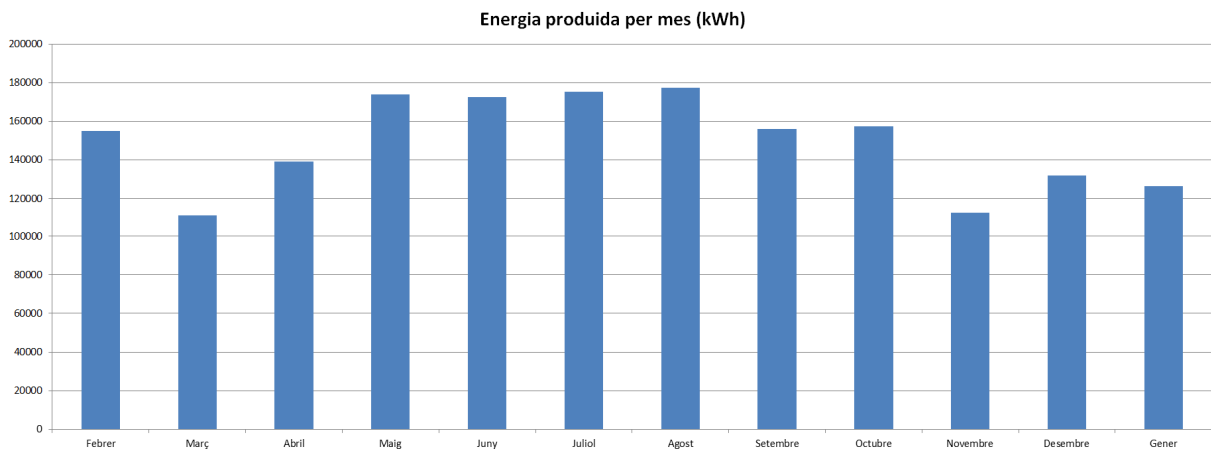
Amb aquestes dades, trobem la producció mitjana d'un dia, mostrada a la Il·lustració 8.:



Il·lustració 8. Energia produïda dividida per hores

Com era d'esperar, la producció troba el seu valor màxim a les 12h a la majoria dels mesos, ja que es l' hora a la que el Sol es troba mes amunt en el cel.

Amb aquestes dades podem obtindre la producció mensual mitjana com es mostra en la Il·lustració 9.:



Il·lustració 9. Energia produïda dividida per mesos

Com s'ha comentat amb anterioritat, podem notar que al mes de març tenim una baixada de potència molt grans dins del que cabria esperar, sobretot comparant amb altres mesos com febrer.

Açò es probablement degut a algun factor meteorològic propi de l'any 2020. Aquest tipus de dada que es pròpia de realitzar l'estudi tenint en compte sols un any en concret podrà fer que s'obtinga menys energia de la realment generada durant un any, però com no es un error que ens porte a una sobreestimació d'estalvi o generació d'energia, s'entén que no es perjudicial per al resultat final del treball.

3.3.3.2. Balanç energètic

A partir de totes aquestes dades obtingudes mitjançant PVGIS, es podrà realitzar un balanç energètic de la instal·lació creuant aquestes dades amb el conjunt de corbes de càrrega horària dels contractes analitzats.

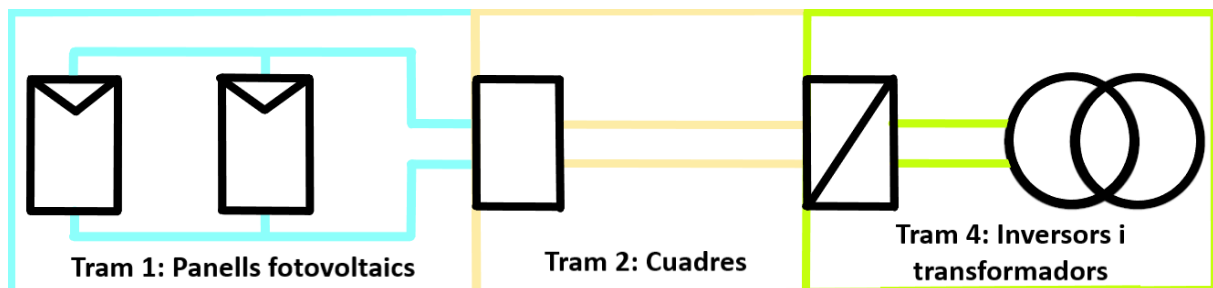
D'aquesta forma, amb les dades mensuals es comprova que generem 1.789.252,069 kWh anuals. Al punt 3.7. Càlcul econòmic s'obtindran els beneficis que generarà esta planta fotovoltaica amb la venda d'esta energia produïda.

3.4. Esquema de la instal·lació

La planta fotovoltaica projectada té tres trams:

- El primer amb els panells fotovoltaics, les seues connexions de baixa tensió, connexió a terra i altres elements. Esta es la part amb el gasto econòmic per un sol element mes elevada.
- El segon amb els quadres o s'agrupen els conductors procedents dels panells i les seues proteccions.
- Per últim, al tercer tram es converteix el corrent continu que produeixen els panells per corrent altern, i es transporta fins el transformador.

A la Il·lustració 10. es veu un esquema de la instal·lació a la següent figura:



Il·lustració 10. Esquema de la instal·lació

3.5. Descripció de l'equip

Es procedeix a analitzar tots els elements que es disposen en este projecte dividits pels trams explicats. Cada element ha sigut calculat i analitzat complint la normativa vigent.

3.5.1. Tram 1

En aquest tram es situen tant els panells fotovoltaics com la estructura per al seu suport i els conductors que es detallaran en l'apartat 3.3.5.5. Elements comuns.

3.5.1.1. Panells fotovoltaics

Este punt és el mes important per al funcionament de la instal·lació, ja que condicionen tant la potència final instal·lada, l'energia que podem extraure de la planta fotovoltaica i el dimensionament dels altres elements. El criteri d'elecció s'ha basat, sobretot, en la potència, la relació qualitat-preu i el rendiment.

Com s'ha explicat al punt 3.3.1. Elecció panell fotovoltaic, s'ha seleccionat es del fabricant ATERSA. Aquest es un fabricant que compta amb instal·lacions a Riba-Roja del Túria, València, pel que es disminueixen els costos del transport, a mes que esta marca ofereix venta directa, pel que es pot obtindre preus mes baixos que tenint intermediaris.

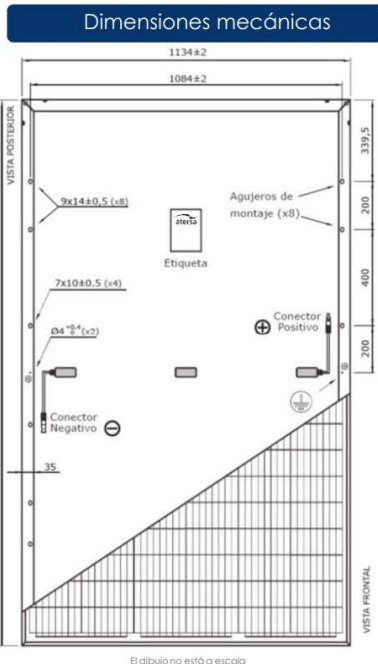
El model elegit es el A-550M, de 550 Wp de potència. Les seues característiques son les que es presenten en la Il·lustració 11.:

Característiques elèctriques	A-535M GS 144	A-540M GS 144	A-545M GS 144	A-550M GS 144
Potència Màxima (Pmax)	535 Wp	540 Wp	545 Wp	550 Wp
Tensió Màxima Potència (Vmp)	41.50 V	41.65 V	41.80 V	41.95 V
Corriente Màxima Potència (Imp)	12.90 A	12.97 A	13.05 A	13.12 A
Tensió de Circuito Abierto (Voc)	49.35 V	49.50 V	49.65 V	49.80 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	13.78 A	13.85 A	13.92 A	13.98 A
Eficiencia del Módulo (%)	20.70	20.89	21.09	21.28
Tolerancia de Potencia (W)				0/+5
Máxima Serie de Fusibles (A)				25
Máxima Tensión del Sistema (IEC)				DC 1.500V
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)				45±2

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m2, espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.
Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±3% (Voc, Vmp); ±4% (Isc, Imp).
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

Especificaciones mecánicas		Materiales de construcción	
Dimensiones (± 2.0 mm.)	2279x1134x35 mm	Cubierta frontal (material/tipo/espesor)*	Cristal templado/grado PV/3.2 mm
Peso (± 0.5 kg)	27.2 kg	Células (cantidad/tipo/dimensiones)	144 células (6x24)/ Mono PERC 9BB(10BB)/ 182x91 mm
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa (**)	Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa (**)	Caja de conexiones (protección/nº diodos)	IP68/3 diodos
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s	Cable (longitud/sección) / Conector	1400 mm. / 4 mm²/ Compatible MC4

(*) Utilizando 8 taladros de fijación.
(**) Utilizando los 4 taladros de fijación interiores.
(*) Con capa anti-reflectante

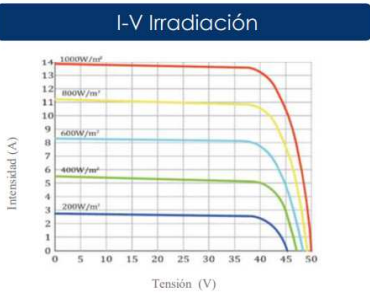
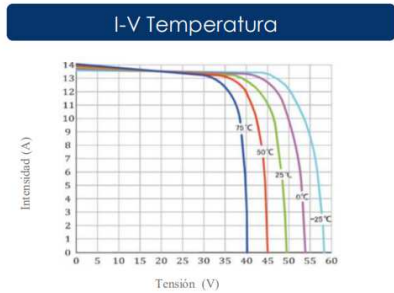


Características de temperatura

Coefficiente Temp. de Isc (TK Isc)	0.048 % /°C
Coefficiente Temp. de Voc (TK Voc)	-0.27 % /°C
Coefficiente Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.35 % /°C
Reducción eficiencia (200W/m2 25°C)	3.5% ±2%
Temperatura de funcionamiento	-40 a +85 °C

Embalaje

Módulos/palé	31
Palés/contenedor 40' HQ	20
Módulos/contenedor 40' HQ	620



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

Il·lustració 11. Fitxa tècnica del panell fotovoltaic utilitzat

Es un model monocristal·lí de 144 cèl·lules, amb alt rendiment. Està pensat per a treballar a 1000 V i 13,98 A de corrent en curtcircuit, que es prendran com a dades per als càlculs de protecció.

3.5.1.2. Estructura

L'estructura escollida, com s'ha explicat abans, es una d'angle fixe degut, principalment, a que resulta mes econòmica que una d'angle variable o doble angle (vore punt 3.3.2. Dimensions panells i distribució).

Com s'ha explicat al punt 3.3.2. Dimensions panells, s'ha escollit la estructura 14.1V de SUNFER, amb capacitat per a 3 panells fotovoltaics. Els panells es col·loquen de forma vertical, i es pot regular entre 30 i 50º, pel que en un futur es pot ajustar més l'angle si detectem que pot existir una millora en el rendiment de la instal·lació. El preu d'estructures diferents, com podrien ser unes de dos nivells, es més elevat, a més que la distància entre elles deuria ser major, pel que el benefici no seria suficientment elevat com per a compensar la despesa econòmica. A la Il·lustració 12. es mostra l'estructura seleccionada amb els panells muntats:



Il·lustració 12. Estructura 14.1 V de SUNFER

3.5.2. Tram 2

En este segon tram es situen els quadres on s'agrupen els conductors, el centre de mesura d'energia generada i les proteccions.

3.5.2.1. Quadres

Els quadres tenen com a finalitat principal unificar els diversos conductors en una única eixida. Per la elevada quantitat de strings que es troben en la instal·lació seran necessaris 5 unitats dels quadres seleccionats.

Després de buscar i contrastar diversos models, s'ha comparat entre els quadres de la Taula 12.:

Marca	Model	Número de inputs	Tensió màx. entrada en circuit obert	Corrent màx. entrada en circuit obert	Corrent màx. eixida en circuit obert
Schneider	DC06B Monitored	6	1000	300	1200
Schneider	AB24-300	24	1000	20	350
Mundo Solar	ECO-DC-INV-AC	16	1000	40	20000

Taula 12. Comparativa quadres elèctrics

Finalment s'ha seleccionat un quadre de l'empresa SCHNEIDER, concretament el model AB24-300, fabricat especialment per a sistemes de captació solar.

Com les nostres línies no son uniformes tindrem strings de diferents línies connectats al mateix quadre. Com es tenen 120 strings i cada quadre admet 24 connexions, comptarem amb 5 quadres per a tota la instal·lació. A la Il·lustració 13. es mostren les característiques del quadre:

Device short name	AB08-160	AB16-160	AB16-300	AB24-300
Electrical specifications				
DC input				
Number of inputs	8	16	16	24
Max. voltage in open circuit	1000 Vdc	1000 Vdc	1000 Vdc	1000 Vdc
Max. input current in short circuit	25 A	25 A	25 A	25 A
Max. input current in short circuit at STC	20 A	20 A	20 A	20 A
DC output				
Max. output current in short circuit				
Ambient temperature < 40°C	200 A	200 A	375 A	375 A
Ambient temperature < 45°C	180 A	200 A	350 A	350 A
Ambient temperature < 50°C	160 A	200 A	315 A	315 A
Max. output current in short circuit at STC				
Ambient temperature < 40°C	160 A	160 A	300 A	300 A
Ambient temperature < 45°C	145 A	160 A	280 A	280 A
Ambient temperature < 50°C	125 A	160 A	250 A	250 A
AC supply				
Voltage at 50/60 Hz	230 V + 10 / -15%			
Environmental specifications (in operation)				
Ambient temperature	-25°C to +40°C at full power, +50°C with derating [†]			
Relative humidity	0 to 100% condensing			
Altitude	0 to 2000 m without derating			
Mechanical specifications				
Enclosure				
Type	Outdoor use, full insulating cabinet (polyester reinforced with fiberglass)			
Fire withstand	Self-extinguishing (does not propagate fire during the glow-wire test at 960°C), halogen-free			
Color	RAL 7035, Light Grey			
Product				
Dimensions (H x W x D)	84.7 x 63.6 x 30.0 cm (33.3 x 25.0 x 11.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)
Weight (protect / monitored / controlled)	33.0 / 37.0 / 40.0 kg (72.8 / 81.6 / 88.1 lb)	58.0 / 62.0 / 65.0 kg (127.9 / 136.7 / 143.3 lb)	63.0 / 67.0 / 71.0 kg (138.9 / 147.7 / 156.5 lb)	67.0 / 71.0 / 75.0 kg (147.7 / 156.5 / 165.3 lb)
Mounting	Floor-standing on support, wall-fixing or attached with lugs (must be installed with protection from direct sunlight)			
Degrees of protection	IP54, IK10			

II-lustració 13. Fitxa tècnica del quadre utilitzat

Cada connexió constarà de 13,98 A de corrent màxima i 896,4 V de tensió màxima, tenint 18 panells en sèrie, en el que s'anomena un string. El fet que la corrent màxima que admet el quadre siga més elevada que la de la connexió es per sobredimensionar, ja que com la corrent màxima que admet son 1000 V s'han deixat 100 V de marge per motius de seguretat.

Cada entrada anirà protegida amb un fusible de 10 A. En l'apartat de proteccions es detallaran les seues característiques (vore punt 3.5.5.2. Fusibles i sobreintensitats). D'esta forma, si algun string té un problema, les altres connexions podran seguir funcionant de forma correcta al quadre, aportant energia.

Este model porta incorporat protecció contra sobretensions. El màxim que pot protegir en corrent continu es 40 KA. En la II-lustració 14. es mostra una fotografia del quadre seleccionat:



Il·lustració 14. Quadre AB24-300 de SCHNEIDER

3.5.2.2. Centre de mesura

Este element mesura l'energia generada a cada inversor. El propi fabricant SCHNEIDER ens ofereix un component que es pot adherir als quadres de connexions i que utilitzarem.

El model elegit en este cas es el PM700 que es mostra a la Il·lustració 15.:



Il·lustració 15. Centre de mesura PM700 de SCHNEIDER

3.5.3. Tram 3

A este tram final trobarem els inversors i transformador. En este tram el corrent es altern, ja que la funció de l'inversor es precisament convertir el corrent continu que generen els panells fotovoltaics en altern per poder-se abocar a la xarxa elèctrica.

3.5.3.1. Inversor

Com s'ha indicat abans, aquest element converteix el corrent continu en altern, pel que es un element essencial per a que tota la instal·lació funcione correctament.

A l'hora de seleccionar un inversor s'ha trobat amb les restriccions de intensitat, tensió i potència que ix de cada quadre. Es busca que la potència màxima siga propera a 500 kW, que suport tensions de 1000 V, que la seua corrent màxima siga superior a la dels conductors i que s'obtinga un rendiment elevat. S'han comparat entre els quadres que es mostren a la Taula 13.:

Marca	Model	Potència màxima	Tensió cc màx. Entrada	Tensió ca màx. Eixida	Corrent cc màx. Entrada	Corrent ca màx. Eixida	Rendiment màx.
Sunny central	500CP XT	560 kW	1000 V	270 V	1250 A	1238 A	98,60%
Sunny central	630CP XT	713 kW	1000 V	315 V	1350 A	1350 A	98,70%
ABB	PVS800-57-0500KW-A	600 kW	1100 V	300 V	1145 A	965 A	98,60%
ABB	PVS800-57-0630KW-B	700 kW	1100 V	350 V	1230 A	1040 A	98,60%
Schneider	XC 540	540 kW	1000 V	300 V	1280 A	1040 A	99%
Schneider	XC 630	630 kW	1000 V	350 V	1280 A	1040 A	98,90%

Taula 13. Comparativa de diferents inversors

Després de la comparació dels diversos models, s'ha elegit l'inversor de la marca Schneider, model XC 540. Encara que la corrent que entrarà a l'inversor serà molt menor que la que es tindrà a la instal·lació i que un d'ells estarà sobredimensionat, s'ha prioritzat no tindre dos models d'inversor i el rendiment dels dos inversors amb mes potència.

Es pot conèixer quines seran la corrent i tensions màximes que entraran als inversors amb 2 i 1 connexió, com es veu a la Taula 14.:

	Corrent cortocircuit	Corrent nominal	Tensió en circuit obert	Tensió nominal	Potència
Inversors 2 quadres	671,04	629,76	896,4	755,1	475200
Inversors 1 quadre	335,52	314,88	896,4	755,1	237600

Taula 14. Característiques a la entrada dels inversors

L'inversor XC 540 serà l'encarregat de mantenir els panells en el seu punt de funcionament a màxim rendiment, que serà diferent segons el nivell de irradiació que s'obtinga en eixe instant.

Com s'ha dit en el punt 3.5.2.1. Quadres, tindrem 18 panells connectats en sèrie. Això ens deixarà amb una potència de 9,9 kW per string. Com tindrem 120 strings dels que eixiran 5 quadres, 2 inversors tindran connectats 2 quadres mentre que 1 tindrà connectat sols 1 quadre. Això ens deixarà que la intensitat i potència que rebran 2 inversors serà de 671,04 A i 475,2 kW i un de 335,52 A i 237,6 kW, dins dels 1280 A i 540 kW de corrent admissible i potència màxima de l'inversor.

Este fet disminuirà el rendiment del tercer inversor, però per les característiques pròpies de les connexions dels quadres i després de buscar al mercat, s'ha arribat a la conclusió que la solució més econòmica és utilitzar estos inversors amb esta configuració.

La tensió d'eixida dels inversors és 300 V, que serà la mateixa que es prendrà per a seleccionar la tensió d'entrada del transformador. A la Il·lustració 16. es mostra una imatge de l'inversor seleccionat:



Il·lustració 16. Inversor XC540 de SCHNEIDER

3.5.3.2. Transformador

D'igual forma que amb els quadres i inversors, s'ha realitzat una comparació entre diferents transformador per tal de trobar el mes correcte per a la nostra instal·lació. A la Taula 15. es mostra els diferents transformadors comparats:

Marca	Model	Potència màxima	Tensió entrada fase fase	Tensió eixida	Tensió de curtcircuit
Schneider	Minera PV HE	500 kW	2 x 315 V	15/20 kV	2,5%/5%
Gedelsa	Línea 36 kV	630 kW	2 x 315 V	36 kV	4,50%
Polylux	TTFX500	500 kW	800	400 V	1,50%

Taula 15. Comparativa entre diferents transformadors

L'elecció realitzada serà el transformador de la marca Schneider, model Minera PV HE. La seua potència màxima es mes ajustada a la que realment tindrem a l'eixida dels tres inversors, dos amb 475.200 kW i el tercer amb 237.600 kW. A mes, te una tensió de curtcircuit mes baixa i la tensió d'entrada fase-fase coincideix amb l'eixida de l'inversor.

Es tindran 3 transformadors, que com la potència màxima rebuda serà de 475,2 kW i 237,6 kW estaran dins de la potència màxima del transformador, 500 kW. La tensió d'entrada màxima es de 2 x 315 V, menor que les 2 x 300 V que rebran dos dels transformadors, i que la 1 x 300 V del tercer. La Il·lustració 17. mostra el transformador que s'utilitzarà:



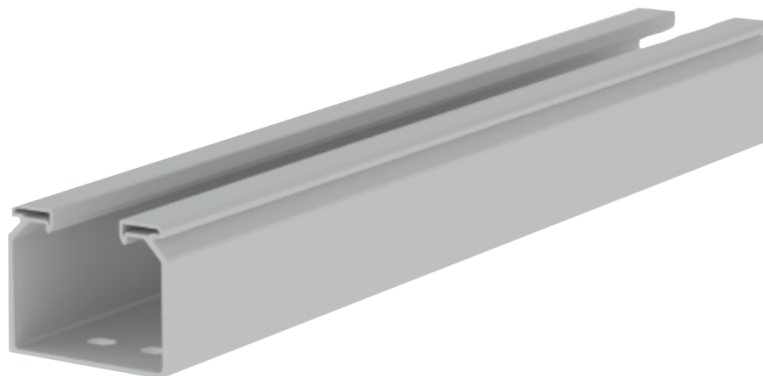
Il·lustració 17. Transformador Minera PV HE 500 de SCHNEIDER

3.5.4. Elements comuns

Tota la instal·lació té elements comuns com els conductors o les canalitzacions per al seu transport als panells. El cablejat fora d'ells com el que arriba a quadres, inversors i transformadors anirà enterrat amb canal protectora de PVC, que no entrarà dins d'esta denominació d'elements comuns.

3.5.4.1. Canalitzacions

Les safates perforades milloren la refrigeració dels conductors, pel que seran les elegides. S'ha elegit la marca UNEX i les safates de 60x75 en U23X per ser un model econòmic i que compleix amb els estàndards de qualitat que requereix la instal·lació. A la Il·lustració 18. es mostra una imatge de les canalitzacions elegides:



Il·lustració 18. Safata perforada 60x75 U23X de UNEX

3.5.4.2. Conductors

Es calcularà la secció dels conductors seguint la normativa i els requisits de seguretat següents:

- El criteri R.E.B.T ITC-BT40, pel que es deu augmentar les intensitats un 25% per a complir amb la normativa de disseny de la secció dels cables de baixa tensió i corrent continu.
- El criteri tèrmic. S'utilitzaran safates amb reixetes, pel que el mètode de càlcul serà el F. Per a calcular el factor de correcció per agrupament s'utilitzarà la taula B.52.17 del REBT, i en el nostre cas prendrem el punt 4, capa única sobre safata perforada.
- Després de revisar les dades de temperatura màxima a la Pobla Llarga els últims 10 anys, es troba que es té una màxima de 46,2 °C, pel que prenem com a temperatura per al dimensionament de 50 °C. A la taula B.52.14 del REBT trobem el factor de correcció per a temperatura ambient diferent de 30 °C, en el nostre cas $K_t = 0,82$

3.5.4.2.1. Primer tram

Este tram es la part on es situen els panells fotovoltaics. Com es diu en l'anterior punt 3.5.4.2. Conductors, el nostre factor de temperatura a 50 °C es:

$$K_t(50) = 0,82$$

El quadre tindrà 12 connexions des de la part superior i 12 des de la inferior, seguint esta simètrica posicionament al bloc. El valor del factor d'agrupament es troba a la taula B.52.17 del REBT, que ens diu que per al mètode F i mes de 10 cables multipolars no tinguem factor de reducció. Per tant, la corrent que circula pel conductor:

$$I = \frac{I_n * 1,25}{K_t} = \frac{13,98 * 1,25}{0,82} = 21,311 \text{ A} \quad (\text{Ec. 1})$$

La secció obtinguda per a esta corrent a la taula C.52.1 es 1,5 mm². La secció que finalment s'utilitzarà serà de 4 mm², que es la mínima que accepten les plaques.

3.5.4.2.2. Segon tram

En este tram es troba la connexió dels quadres amb els inversors. Per a 2 connexions que rebran dos dels inversors, el factor d'agrupament de la taula B.52.17 del REBT:

$$K = 0,88$$

Per tant, la corrent que circularà pel conductor:

$$I = \frac{I_n * 1,25}{K * K_t} = \frac{671,04 * 1,25}{0,88 * 0,82} = 1162,4168 \text{ A} \quad (\text{Ec. 2})$$

La secció obtinguda en la taula C.52.1 serà equivalent a 3 conductors de 150 mm².

3.5.4.2.3. Tercer tram

Este tram connecta els inversors amb els transformadors. A este tram la corrent es trifàsica ja que es troba a l'eixida de l'inversor. La corrent pel conductor serà:

$$I_n (1 \text{ conductor}) = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{475200}{\sqrt{3} \cdot 400} = 685,8921 \text{ A} \quad (\text{Ec. 3})$$

El valor K, en el cas d'un sol cable multipolar, serà K = 1:

$$I = \frac{685,8921 \cdot 1,25}{1 \cdot 0,82} = 1045,5672 \text{ A} \quad (\text{Ec. 4})$$

Este valor, a la taula C.52.1, ens mostra que tenim l'equivalent a 3 conductors de 120 mm².

Els conductors que s'utilitzen són els dissenyats per a sistemes fotovoltaics de la marca PRYSMAN, el model Afumex Class Blindex 1000 V (AS) Z1C4Z1-K (AS). Estos s'han elegit per ser els mes utilitzats per a les instal·lacions fotovoltaïques, estant provat que son conductors de bona qualitat i amb una gran gama de seccions i proteccions addicionals disponibles. La Il·lustració 19. mostra les dades tècniques dels conductors de totes les seccions disponibles:

AFUMEX CLASS 1000 V (AS)
RZ1-K (AS)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)




DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES y SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (l)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (l)	PESO kg/km (l)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x15	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1340	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1829	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	2426	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	3383	0,08	545	335	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	4542	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	6121	0,05	746	446	0,11	0,17

Il·lustració 19. Fitxa tècnica dels diferents conductors utilitzats

3.5.5. Proteccions

Les connexions a terra del projecte han sigut dissenyades amb un esquema IT i un esquema TT.

Les línies de baixa tensió tenen l'esquema IT, aïllades de terra. Amb açò s'asseguren dos coses: que la corrent de fallada en cas de contacte a massa (o terra, ja que estaran connectades a

terra) no es elevada; i, per tant, que inclús amb un error en l'aïllament el sistema seguirà connectat funcionant. Per elegir aquest esquema es deurà utilitzar un vigilant d'aïllament.

Aquest primer error en l'aïllament es deu detectar, i interrompre el seu funcionament si sorgeix un segon error, ja que en este cas si hi hauria circulació de corrent. Es per açò que s'utilitza el vigilant d'aïllament, que junt a un interruptor seccionador deuen actuar i impedir que el sistema continga mes d'un defecte.

Les proteccions de l'esquema IT s'han calculat tenint en compte que s'utilitzen fusibles, interruptors, vigilants d'aïllament i seccionadors. Els fusibles es calcularan en base a les intensitats. Estes estaran dissenyades per a protegir davant contactes directes, indirectes, i per protegir de forma preventiva sobreintensitats i sobretensions.

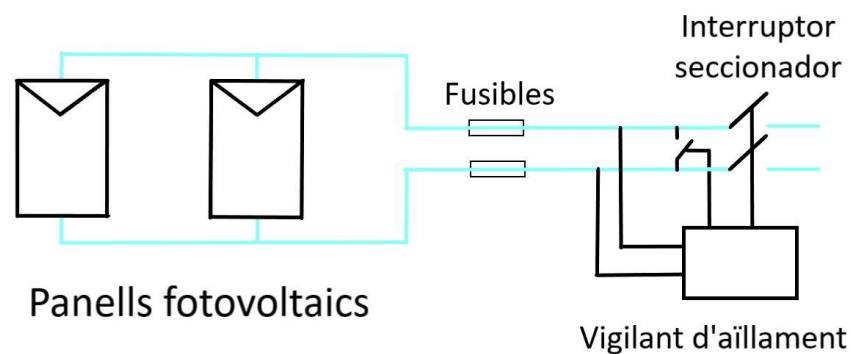
La part amb el sistema TT serà el centre de transformació. S'ha dissenyat la instal·lació perquè, en cas de defecte, el bucle conste de la fase avariada, la connexió a terra de les masses i la connexió a terra del neutre del centre de transformació. Esta corrent crearia una diferència de corrent entre el neutre i les fases.

3.5.5.1. Proteccions corrent continu

La part de corrent continu, els dos primers trams, tindran els següents elements clau de protecció:

- Vigilant d'aïllament
- Interruptor seccionador
- Fusibles

Estos elements ens protegeixen els panells fotovoltaics dels possibles errors que poden ocórrer a una instal·lació d'este tipus. A la Il·lustració 20. es pot vore un esquema de la part de corrent continu:



Il·lustració 20. Esquema del primer tram de la instal·lació

3.5.5.1.1. Interruptor seccionador

S'encarrega d'interrompre la connexió. Es pot activar de forma manual o si l'activa el vigilant d'aïllament (vore punt 3.5.5.1.2. Vigilant d'aïllament).

La corrent màxima per a realitzar els càlculs per obtindre el seccionador serà 671,04 A, la corrent de curtcircuit a la entrada dels inversors. S'ha pres com a criteri de seguretat augmenta esta corrent un 25%, reflectint un resultat de 838,8 A.

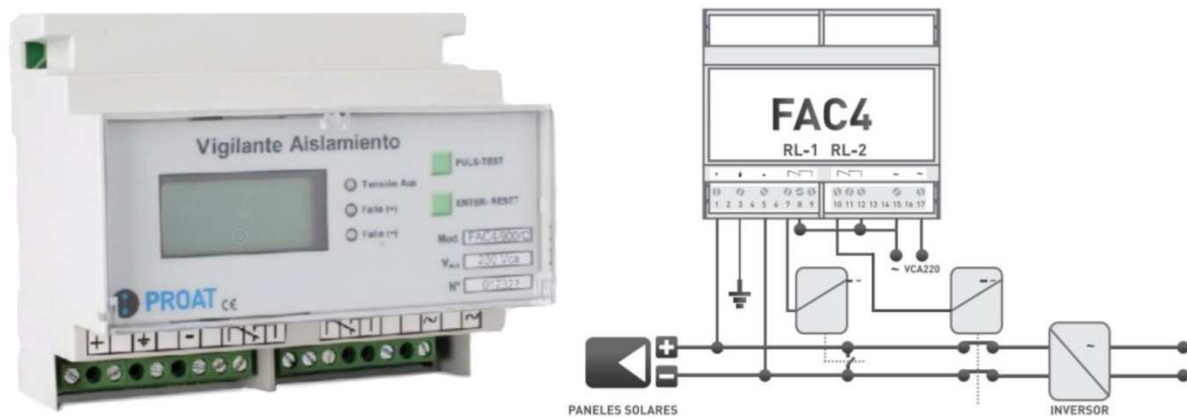
Dins dels diferents interruptors s'ha elegit el model NSX1000NA DC PV – 1000A de la marca SCHNEIDER. Este te una corrent màxima aguantada de 1000 A, menor que la corrent d'entrada màxima, 671,04 A, i d'igual forma una tensió màxima de 1000 V, major que els 896,4 V d'entrada màxima, i una corrent de tall en curtcircuit de 20 kA. A la Il·lustració 21. es mostra una imatge de l'interruptor seccionador utilitzat:



Il·lustració 21. Interruptor seccionador NSX1000NA DC PV – 1000A DE SCHNEIDER

3.5.5.1.2. Vigilant d'aïllament

Dins de les opcions pensades per a projectes fotovoltaics, i concretament amb un sistema IT, s'ha elegit el model FAC4 de la marca PROAT, ja que aguanta una tensió màxima de 1000 V, te una resistència de fua de 20 a 80 k Ω i un temps de resposta inferior a 0,1 s. Aquest vigilant detectarà un primer error i farà botar l'interruptor seccionador deixant aïllada esta part de la instal·lació de la resta. Este vigilant també deu connectar-se a terra. A la Il·lustració 22. es mostra una fotografia i l'esquema del vigilant d'aïllament utilitzat:



Il·lustració 22. Vigilant d'aïllament FAC4 de PROAT i el seu esquema

3.5.5.2. Fusibles i sobreintensitats

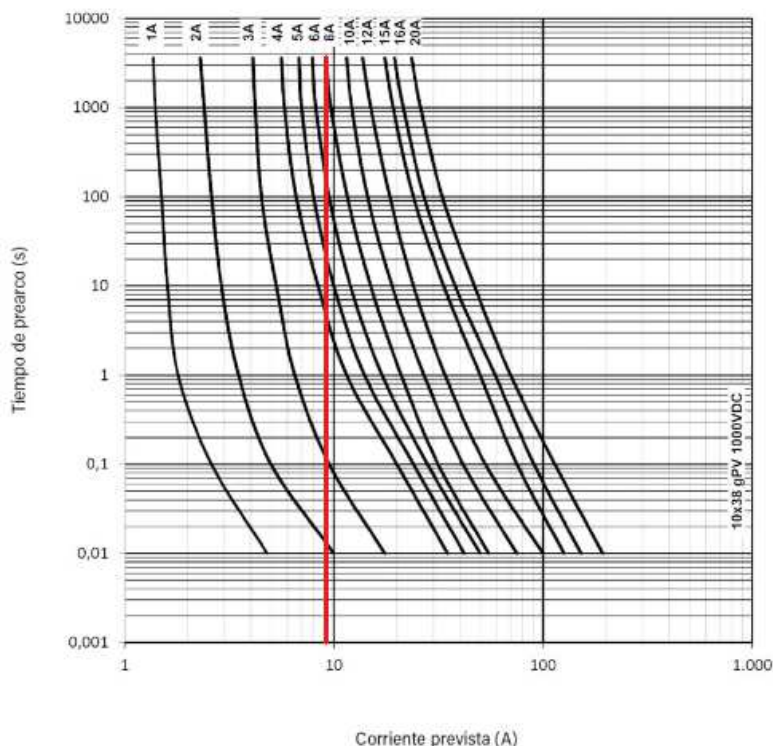
En estos quadres es trobaran els fusibles i la protecció contra sobreintensitats .

Els fusibles protegeixen les connexions dels panells fotovoltaics. Cada conductor de cada string deu portar un per a que mai es puga obtindre 13,98 A de corrent inversa, ja que sobrepassar eixa corrent faria malbé tot un string, 18 panells a la vegada.

El model elegit es el GPV 10X38 10A 1000V de la marca DF-SA, ja que es el model recomanat pel quadre i son un model econòmic. Anem a comprovar si este model compleix amb la protecció contra la corrent en curtcircuit.

La corrent de curtcircuit per al model de panell escollit es 13,98 A, prop de la seua corrent de funcionament. Per estes característiques es trien fusibles de 8 A i 1000 V. El model de fusibles PV 10x38 mm tenen un poder de tall de 30 kA.

Com no s'especifica la corrent inversa que pot sofrir la placa fotovoltaica, es va a comprovar que el fusible compleix amb la protecció contra la corrent en curtcircuit. Per a fer açò, s'utilitza la corba de fusió del fusible mostrada a la Il·lustració 23.:



Il·lustració 23. Corba de fusió del fusible elegit

Com es comprova, la corrent de fusió del fusible estarà al voltant de 9 A, menor que els 13,98 A de corrent en curtcircuit, pel que els strings quedaran protegits contra estos últims. A la Il·lustració 24. es mostra les característiques dels fusibles utilitzats:

10x38 1000V DC	I_n (A)	REFERENCE	BREAKING CAPACITY (kA)	PACKING Un./BOX
	1	491601	30	10/100
	2 UL	491602	30	10/100
	3 UL	491604	30	10/100
	4 UL	491605	30	10/100
	5 UL	491606	30	10/100
	6 UL	491610	30	10/100
	8 UL	491615	30	10/100
	10 UL	491620	30	10/100
	12 UL	491625	30	10/100
	15 UL	491629	30	10/100
	16 UL	491630	30	10/100
	20 UL	491635	30	10/100

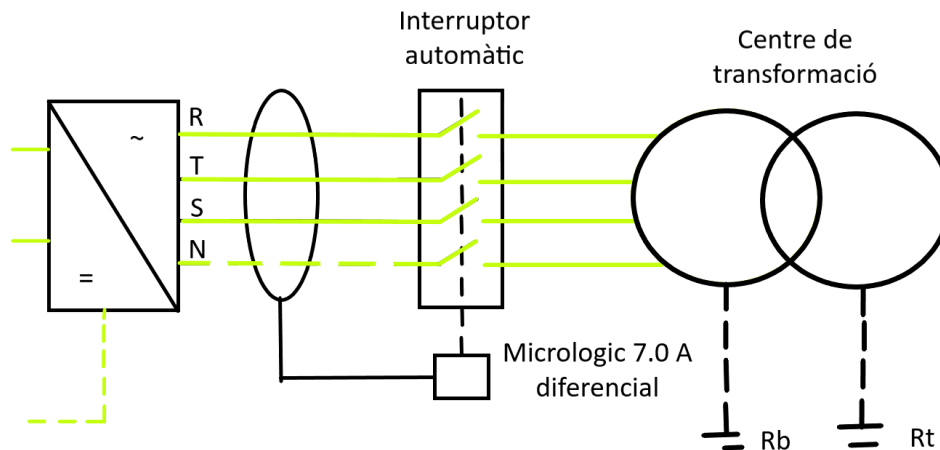


Il·lustració 24. Fitxa tècnica dels fusibles utilitzats

Per a protegir contra sobretensions, el quadre elegit incorpora descarregadors d'intensitat màxima de 40 kA que protegirà la instal·lació contra estes sobretensions.

3.5.5.3. Proteccions corrent altern

Quan arribem al tram on es situa l'inversor es passa a tindre corrent altern. En este tram deu haver un interruptor automàtic. Utilitzarem un complement un micrologic 7.0 A per a detectar corrents diferencials, i en cas d'error per a detindre el pas de la corrent. L'esquema d'este tram es mostra a la Il·lustració 25.:



Il·lustració 25. Esquema del segon tram de la instal·lació

3.5.5.3.1. Interruptor automàtic

Aquest element serveix per a tallar la el corrent altern en cas de detectar un curtcircuit des de el transformador. Es situaran a l'eixida dels inversors, que el nostre cas correspon a 300 V i 1040 A.

L'interruptor seleccionat es el model NS1250N de SCHNEIDER. Per a que protegisca correctament contra curtcircuits l'energia que deixe passar l'inversor deu ser menor que la màxima que admet l'interruptor. Es comprova amb els següents càlculs:

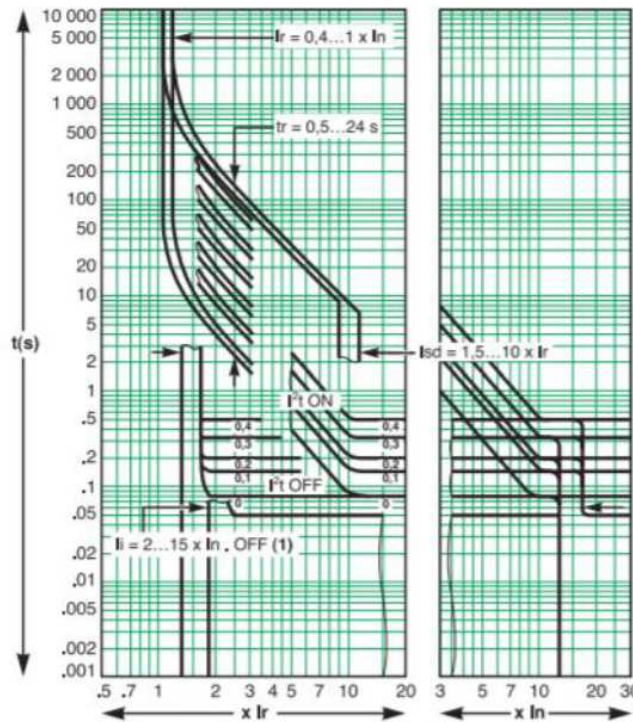
- La corrent de curtcircuit que es produiria seria

$$I_{cc} = \frac{I_n}{\epsilon_{cc}} = \frac{1040}{0,06} = 17333 \text{ A} \quad (\text{Ec. 1}).$$

- La ϵ_{cc} s'ha pres com un valor normal d'impedància del transformador, ja que esta intensitat només estarà limitat per ell.
- Segons el fabricant, amb el controlador Micrologic es pot obtindre una protecció instantània amb un temps de 20 ms, pel que anem a calcular si el conductor suportaria l'energia durant el temps en el que ocorre el curtcircuit. Açò es:

$$I^2 t_{adm} = (K * S)^2 = 4,7114 * 10^9 \frac{J}{\Omega} \quad (\text{Ec. 2})$$

El valor de K es el corresponent al del coure amb termostables, 143. El de S es la secció del conductor a la eixida de l'inversor, en el nostre cas 3 cables de 120 mm² (vore punt 3.5.4.2.3. Tercer tram). La corba de dispar de l'interruptor automàtic es mostra a la Il·lustració 26.:



Il·lustració 26. Corba de dispar de l'interruptor automàtic

- L'energia que passa per l'inversor al nostre cas:

$$I^2 t = I_{cc}^2 * t = 17333^2 * 0,02 = 6008657 \frac{J}{\Omega} \quad (\text{Ec. 3})$$

Com l'energia que deixa passar l'inversor es inferior a la que suportaria el conductor en curtcircuit, este conductor estarà protegit contra curtcircuits.

L'interruptor es situarà a la part de corrent altern, pel que seran necessaris 4 polos. Este suporta 690 V, superior als 300 V que es tindrà a l'eixida de l'inversor.

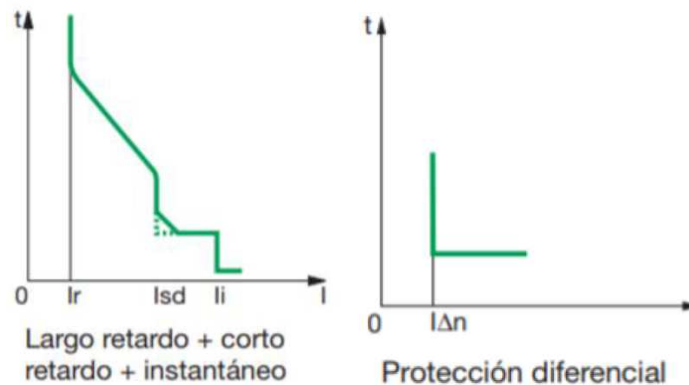
El complement micrologic 7.0 A nombrat anteriorment s'instal·larà a l'interruptor, i permetrà que este pugua respondre davant una corrent diferencial de 300 mA, corrent de fuga estàndard en industria i queda protegida la instal·lació en la connexió a terra. També permetrà controlar altres paràmetres com les fugues a terra. La corrent diferencial deu ser superior al doble de fuga, es a dir, la intensitat de fuga deu ser inferior a 150 mA. Este complement treballa amb una intensitat nominal de 1250 A, una tensió nominal 690 V i un poder de tall de 50 kA. S'ha elegit este model amb una tensió per fase molt superior ja que en ningun altre model ens proporcionen 1250 A. A la Il·lustració

27. es te una imatge de l'interruptor automàtic seleccionat i a la Il·lustració 28. es mostren les corbes de dispar de l'interruptor:

Micrologic 7.0 A: protección selectiva + diferencial y amperímetro



Il·lustració 27. Interruptor automàtic NS1250N de SCHNEIDER



Il·lustració 28. Corba de dispar de l'interruptor automàtic

Per comprovar si la corrent de fuga es inferior a 150 mA, realitzem els càlculs:

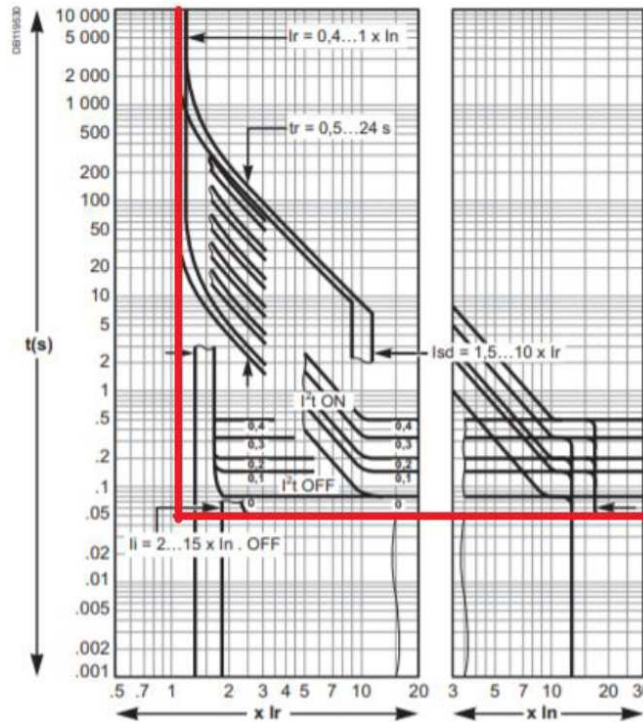
$$I_f = \frac{V_{fase}}{Z_p} = \frac{\frac{300}{\sqrt{3}}}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}}} = 16,3 \frac{mA}{Km \cdot fase} = 16,3 * \frac{10,5}{1000} * 3 = 0,5134 mA \quad (Ec. 4)$$

El valor de Zp serà multiplicar w (2*π*freqüència, 50 Hz) * Cp, un valor de capacitància parasita de la nostra instal·lació, que prenem com 30 * 10⁻⁶ $\frac{F}{Km \cdot fase}$.

Al se la corrent de fuga inferior a 150 mA, la instal·lació estarà protegida.

A la instal·lació no es poden produir sobrecàrregues perquè la corrent de curtcircuit dels panells fotovoltaics es quasi igual a la seua corrent nominal. Com sí es poden produir únicament

curtcircuits des de el transformador, es deu programar el controlador micrologic per a que tinga la següent corba de dispar, representada amb el color roig a la Il·lustració 29.:



Il·lustració 29. Comprovació compliment corba de dispar de l'interruptor automàtic

D'esta forma es protegeix directament de forma instantània contra curtcircuits.

3.6. Impacte ambiental

L'energia solar es una font d'energia renovable i il·limitada. Els mòduls fotovoltaics permeten aprofitar esta energia donant-li un ús. A pesar d'açò, estes instal·lacions no estan extens d'impacte mediambiental, pel que es va a contemplar tant la quantitat de CO_2 estalviada per la producció amb els panells fotovoltaics com l'impacte ambiental que implica portar a terme el projecte:

- Segons l'informe del sistema elèctric espanyol publicat per Red Elèctrica en 2021, el factor d'emissió mitjà del sistema elèctric nacional en 2021 va ser de 0,201 kg CO_2 /kWh. Per tant, la quantitat de CO_2 evitats per la nostra instal·lació en tota la seua vida útil seran:

$$\text{Kg CO}_2 \text{ evitat} = 36.127.391,5 \text{ kWh} * 0,201 = 7.261.605,692 \text{ kg CO}_2$$

Es deu tindre en compte que la evolució natural del sistema es reduir el valor de kg CO_2 per la producció mitja, pel que els kg estalviats seran menors que els calculats.

- També s'ha de tindre en compte que, com s'ha utilitzat un terreny propietat de l'Ajuntament i ja degradat, no s'altera ningun ecosistema ni es destrueix ningun camp de cultiu.
- Per altra part, la obtenció dels materials necessaris per a la fabricació dels diferents elements que conformen la instal·lació, això com el seu transport provoquen emissions de gasos d'efecte hivernacle.

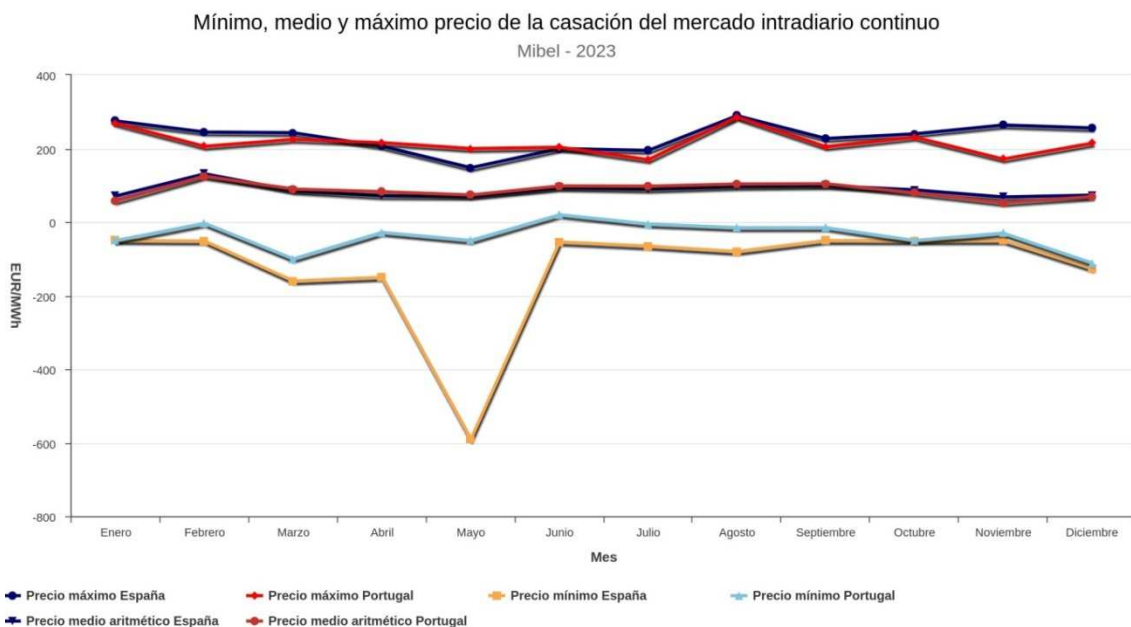
Amb estos punts, es considera que l'impacte mediambiental que es produeix al portar a terme un projecte d'estes característiques es veu compensat amb l'estalvi d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i no destruir un terreny no urbanitzable.

3.7. Càlcul econòmic

Finalment, es va a calcular la viabilitat del projecte en termes econòmics, amb els paràmetres econòmics habituals, a mes d'un estudi amb la venta d'energia. A mes, es tindrà en compte les possibles pèrdues (vore annex 5).

3.7.1. Preu de venta de l'energia de la instal·lació

El preu de l'energia que s'utilitzarà s'extraurà de la pàgina web del OMIE, l'operador del mercat energètic a la península ibèrica. S'agafarà el preu dividit per mesos i s'utilitzarà com a base per al càlcul econòmic de la instal·lació. Seran les dades de l'any 2023 utilitzades, les mes actualitzades de les que es disposa. A la Il·lustració 30. es mostren estes dades dels preus de l'any 2023:



Il·lustració 30. Preus de cassació del mercat interdiari continu

Amb l'energia generada dividida per mesos i els preus del OMIE s'han calculat els ingressos potencials que s'obtidrien . Estos es troben a la Taula 16.:

Resum per a gràfica (kWh)		Preu (€/MWh)	Beneficis venta
Febrer	155115,9139	131,38	20379,12877
Març	111179,0593	85,32	9485,797341
Abril	139290,4495	71,6	9973,196185
Maig	173784,4565	70,38	12230,95005
Juny	172541,5219	93,75	16175,76768
Juliol	175357,2705	89,72	15733,05431
Agost	177381,6525	96,6	17135,06763
Setembre	156036,1859	99,32	15497,51399
Octubre	157500,8569	87,63	13801,80009
Novembre	112678,539	68,2	7684,67636
Desembre	131889,542	73,21	9655,633369
Gener	126496,621	71,13	8997,704653
		TOTAL	147752,5858

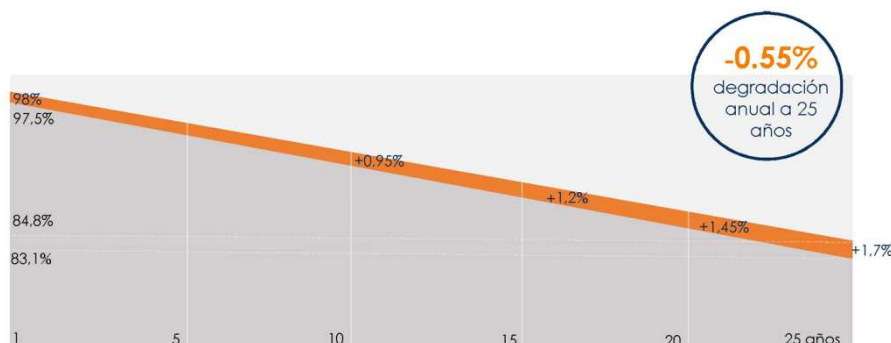
Taula 16. Resum dels beneficis per venta de l'energia generada

Com podem observar, obtindríem un benefici anual de 147.752,58 € en el mercat espanyol.

3.7.2. Viabilitat del projecte

Es comprovarà la viabilitat de la instal·lació tenint en compte els ingressos que s'obtidran durant els 25 anys per als que s'han dissenyat esta instal·lació i l'amortització d'un préstec de 800.000€ per finançar el pressupost d'execució material. Es tindrà en compte els ingressos per la venta d'energia, la pèrdua de rendiment dels panells solars i les pèrdues que es tindran en els diferents mesos.

La pèrdua de rendiment en els panells està sobre l'1% als 25 anys es mostra a la Il·lustració 31.:



Il·lustració 31. Rendiment en un tram de 25 anys del panell fotovoltaic utilitzat

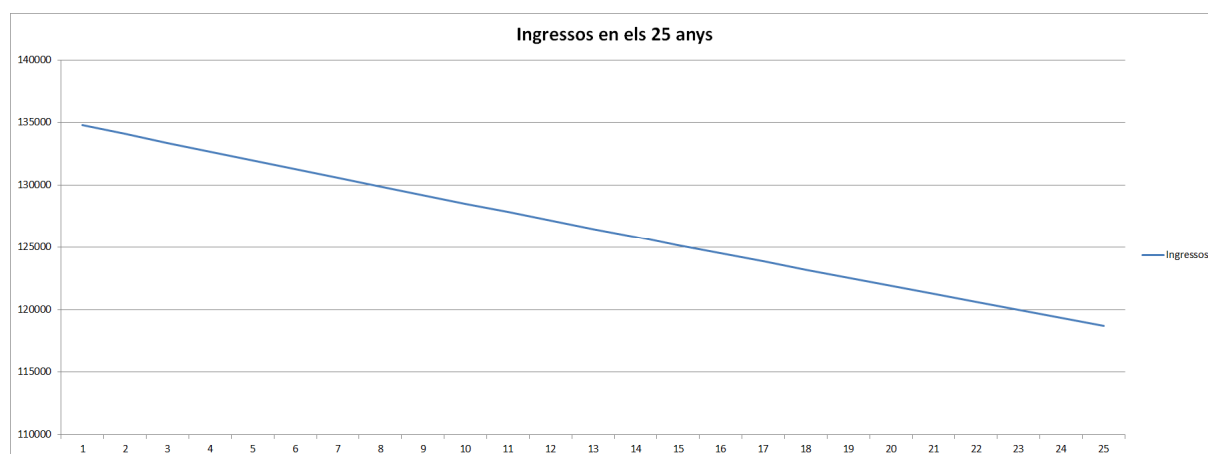
I les pèrdues per funcionament es suposen d'un 14% durant l'any, encara que en alguns mesos este serà menor.

Per tant, el l'ingrés anual restant estes pèrdues de funcionament serà el mostrat a la Taula 17.:

Resum per a gràfica (kWh)		Preu (€/MWh)	Ingressos venta
Febrer	133399,686	131,38	17526,05074
Març	95613,991	85,32	8157,785713
Abril	119789,787	71,6	8576,948719
Maig	149454,633	70,38	10518,61704
Juny	148385,709	93,75	13911,1602
Juliol	150807,253	89,72	13530,42671
Agost	152548,221	96,6	14736,15816
Setembre	134191,12	99,32	13327,86203
Octubre	135450,737	87,63	11869,54807
Novembre	96903,5435	68,2	6608,821669
Desembre	113425,006	73,21	8303,844697
Gener	108787,094	71,13	7738,026002
		TOTAL	134805,2498

Taula 17. Ingressos per venta de l'energia tenint en compte la baixada de rendiment de la instal·lació

Després d'obtindre estes dades, deguem disminuir encara mes estos ingressos, ja que no s'estan comptabilitzant les pèrdues de rendiments dels panells fotovoltaics. Per açò, la forma en que evolucionaran els ingressos per a la planta fotovoltaica serà es mostren a la Il·lustració 32.:



Il·lustració 32. Ingressos anuals en un tram de 25 anys

Passarem de guanyar el primer any 134.805,25 €, a 118.720,91 € a l'any número 25.

El préstec amb el que finançarem el pressupost d'execució material serà el presentat a la Taula 18.:

Resultats préstec	
Pagament mensual	9.706,21 €
Quantitat del préstec	800.000 €
Tassa d'interès	8%
Terme	120 mesos
Total dels pagaments	1.164.744,78 €
Total dels interessos pagats	364.744,78 €

Taula 18. Resum del préstec demanat

Com es pot vore serà un préstec de 800.000 € amb un terme de devolució de 120 mesos, es a dir, 10 anys, i amb una tasa d'interès fixa del 8%. Amb este préstec tindrem que realitzar un pagament anual de 116474,52 €, que podem cobrir amb els ingressos. Com no utilitzarem tots els ingressos en pagar el préstec, la resta es considerarà benefici.

Amb totes estes dades, calcularem el VAN i TIR de la inversió, i obtenim el benefici acumulat. Amb el VAR tindrem el valor de la nostra inversió referida al moment inicial, suposant una tasa de descompte del 10%, i amb el TIR la rendibilitat del nostre projecte que tindrà que ser elevada per a minimitzar el risc. A la Taula 19. es mostra un resum del projecte:

Any	Ingrés anual (€)	Ingrés acumulat (€)	Pagament per préstec (€)	Benefici anual (€)	Benefici acumulat (€)
1	134805,2498	134805,2498	116474,52	18330,72976	18330,72976
2	134093,478	268898,7278	116474,52	17618,95804	35949,6878
3	133385,4645	402284,1923	116474,52	16910,94448	52860,63228
4	132681,1892	534965,3815	116474,52	16206,66922	69067,3015
5	131980,6325	666946,014	116474,52	15506,11254	84573,41404
6	131283,7748	798229,7888	116474,52	14809,2548	99382,66885
7	130590,5965	928820,3853	116474,52	14116,07647	113498,7453
8	129901,0781	1058721,463	116474,52	13426,55812	126925,3034
9	129215,2004	1187936,664	116474,52	12740,68043	139665,9839
10	128532,9442	1316469,608	116474,1	12058,84417	151724,8281
11	127854,2902	1444323,898		127854,2902	279579,1183
12	127179,2196	1571503,118		127179,2196	406758,3379
13	126507,7133	1698010,831		126507,7133	533266,0512
14	125839,7526	1823850,584		125839,7526	659105,8037
15	125175,3187	1949025,902		125175,3187	784281,1224
16	124514,393	2073540,295		124514,393	908795,5154
17	123856,957	2197397,252		123856,957	1032652,472
18	123202,9923	2320600,245		123202,9923	1155855,465
19	122552,4805	2443152,725		122552,4805	1278407,945
20	121905,4034	2565058,129		121905,4034	1400313,349
21	121261,7428	2686319,871		121261,7428	1521575,091
22	120621,4808	2806941,352		120621,4808	1642196,572
23	119984,5994	2926925,952		119984,5994	1762181,172
24	119351,0807	3046277,032		119351,0807	1881532,252
25	118720,907	3164997,939		118720,907	2000253,159
Inversió inicial	-1227336,47				
TIR	9%				
VAN	1.176.915,28 €				

Taula 19. Resum econòmic del projecte amb els marcadors VAN i TIR

Amb un TIR d'un 9% i un VAN de 1.176.915,28 €, la nostra inversió serà mes o menys atractiva per a possibles empreses depenent de la resta de projectes del mercat. D'igual forma, la finalitat principal d'este projecte no es la rendibilitat per a possibles inversors, sinó proporcionar una solució a l'Ajuntament de la Pobla Llarga per les seues despeses d'energia públiques.

Com el benefici acumulat resulta major que la inversió a l'any número 19, este any obtindrem el retorn de la inversió. Tenint un retorn de 19 anys amb una instal·lació de 25 anys de vida, es possible que tenim algun problema que ens faça incórrer en una reparació que puge el cost de la inversió, però coneixent la zona on s'ha instal·lat es improbable que ocórrega un gran error.

D'igual manera, el TIR del 9% pot ser augmentat ja que els preus per la compra dels diferents materials han sigut sense negociar amb el subministrador, que solen oferir descomptes a grans inversions com esta. També seria possible augmentar-lo perquè el mercat espanyol any darrere d'any està augmentant els preus de venda, i fent per tant que el benefici puga ser superior al calculat.

Finalment, deguem conèixer que hi han ajudes econòmiques per a instal·lar aquest tipus de projectes, cosa que reduiria en gran manera la inversió, no a primeres instàncies on si es deuria desemborsar tota la quantitat, però després podrien recuperar este desemborsament.

4. CONCLUSIONS

Com s'ha explicat a la memòria, l'objectiu que desitjava l'Ajuntament de la població era l'ajust de potències que s'ha realitzat a la primera part del projecte. Després es va proposar la projecció d'una planta fotovoltaica com una mesura que si permetria generar energia renovable i guanyar uns diners per la seua venda que compensen els costos per la facturació anual d'electricitat.

La conclusió que s'obté després de calcular tots els factors d'este projecte, es que l'ajust de les potències contractades és una mesura d'estalvi econòmic en el cost d'energia elèctrica que obté bons resultats sense la necessitat de tindre grans pressupostos per a executar-ho, i que qualsevol institució pública o privada pot dur a terme en qualsevol moment. Suposant un estalvi immediat del rebut d'electricitat.

D'igual forma, es pot vore com les instal·lacions fotovoltaiques, que hui en dia són una realitat viable, no sols per a individus o empreses privades, sinó també per a institucions públiques, per estalviar en les seues despeses d'energia i contribuir a la generació d'electricitat de forma sostenible. Ubicar esta instal·lació a un lloc sense ús i no en terreny agrícola permet seguir utilitzant estos terrenys per a l'agricultura, principal manteniment econòmic de la població, generant energia elèctrica de manera sostenible.

El mercat dels subministres per a instal·lacions fotovoltaiques ha experimentat una reducció de costos de forma constant en els últims anys, mentre que el mercat energètic ha augmentat els seus preus, pel que la venda d'energia es més rendible hui en dia.

La realitat econòmica dels pobles més xicotets, com és el cas de la població estudiada, es complicada en un món cada vegada mes globalitzat i on les grans ciutats atrauen a moltes persones per la seua capacitat econòmica i d'oportunitats.

Per tant, es considera que un projecte com este, que implicaria una reducció tan elevada en la despesa econòmica d'un poble d'estes característiques, amb un ingrés màxim de 134.805,25 €, generaria una major capacitat econòmica a destinar en altres necessitats per a la seua evolució econòmica, social i demogràfica. Per açò, seria beneficiós tant per a la reducció de la dependència de combustibles fòssils com per als propis ciutadans de la població.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



Bibliografia

Dades fotovoltaica: [2020: el año de los récords de la fotovoltaica y solo vamos por la mitad \(energias-renovables.com\)](#)

Instal·lacions d'energia solar fotovoltaica. Plec de condicions: [Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red | Idae](#)

Diapositives i taules assignatura Sistemas Tecnológicos 4º: [Instalaciones solares fotovoltaicas \(almuniasolar.com\)](#)

Red Elèctrica d'Espanya: [Inicio | Red Eléctrica \(ree.es\)](#)

Informe recomanacions política energètica transició: [La descarbonización del modelo energético en España | Deloitte España | Consultoría Estratégica | Publicación](#)

Panell fotovoltaic: [Placa Solar Monocristalina 550W ATERSA GS y 120 medias células](#)

Emplaçament instal·lació: <https://maps.app.goo.gl/cLfGcfWbeZjiB9yk7>

Transformador: files (schneider-electric.com)

Interrupctor-seccionador: [LV438971 - interruptor seccionador Compact NSX1000NA DC PV - 1000A - 4P | Schneider Electric España](#)

Quadre: [33250 - disjuntor Compact NS1250N - 3 pólos - 1250 A - fixo -sem controlo | Schneider Electric España](#)

Cablejat: [Catálogos Prysmian | Prysmian Group](#)

Safata perforada: [Bandeja lisa Unex 60x75 en U23X](#)

Estructures: <https://www.mundosolar.es/solar-fotovoltaica/soporte-inclinado-abierto-regulable-para-cubierta-plana-o-suelo/>

[Catálogo | Sunfer \(sunferenergy.com\)](#)

[Estructuras Inclinadas \(lidarsolar.es\)](#)

Vigilant aïllament: <http://www.proat.es/es/nuestros-productos/vigilantes-de-aislamiento>

Ferramenta PVGIS: [Photovoltaic Geographical Information System \(PVGIS\) - European Commission \(europa.eu\)](#)

Fusibles: [10x38 gPV Cylindrical fuse link 1000V DC - DF Electric | Passion for electric protection](#)

Inversors: [Schneider Electric | Conext Core XC ES | Páginas de datos de convertidores solares | Directorio de Convertidores ENF \(enfsolar.com\)](#)



<https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-central-500cp-xt-630cp-xt-720cp-xt-760cp-xt.html>

Operador del mercat d'energia: [OMIE](#)

Ferramenta generador de preus: [Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A.](#)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



PRESUPOST

1. CÀLCUL ECONÒMIC

En este apartat es calcularà el cost per l'ajust de potències i el cost de tota la instal·lació, amb tots els elements del projecte.

Els preus son el mes proper a la realitat, aconseguits de catàlegs oficials del fabricant o intermediaris. Si alguna dada en concret d'un producte no s'ha trobat, s'ha utilitzat la plataforma "Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A.", que ofereix uns preus ajustats.

Al pressupost final s'ha comptat amb els costos per manteniment, despeses generals, benefici industrial i impostos, per obtindre un pressupost base de licitació el mes proper a la realitat possible.

2. PREU UNITARI

A continuació, s'observa a la Taula 20. el pressupost necessari per a pagar les hores de treball necessàries per a l'ajust de potències:

CONCEPTE	QUANTITAT (hores)	PREU (€/h)	IMPORT
Mesura d'eficiència energètica - Ajust potències	150	18	2700

Taula 20. Resum del preu total base per l'ajust de potències

A continuació es mostra la Taula 21., resum del pressupost base de licitació per a la planta fotovoltaica:

CONCEPTE	QUANTITAT	PREU	IMPORT
Mòdul solar fotovoltaic	2073	159,2966667	330221,99
Cable elèctric 10 mm ²	2073	31,370	65030,01
Cable elèctric 150 mm ²	100	116,5	11650
Cable elèctric 120 mm ²	425	102,8	43690
Cable elèctric 70 mm ²	425	20,29056	8623,488
Inversor	3	25165,4438	75496,3314
Transformador	3	7222,2894	21666,8682
Vigilador de aïllament	5	212,43654	1062,1827
Interruptor-seccionador	5	3068,141375	15340,70687
Interruptor-automàtic	5	7148,141375	35740,70687
Quadre	5	940,75518	4703,7759
Connexió a terra amb pica	160	156,0281556	24964,5049
Desbrossament i neteja del terreny amb arbustos	12742	2,029698	25862,41192
Tallat d'arbres	6	130,3343556	782,0061336
Terreny	12742	10,5044904	133848,2167
PRESUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL			798683,1996
COST MANTENIMENT		8%	63894,65597
GASTOS GENERALS		13%	103828,8159
BENEFICI INDUSTRIAL		6%	47920,99197
PRESUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRATA			1014327,663
I.V.A 21%			213008,8093
PRESUPOST BASE DE LICITACIÓ			1227336,473

Taula 21. Resum del preu total base per a la licitació

3. PREU DESCOMPOSAT

Mòdul solar fotovoltaic				
Unitat	Descripció	Rendiment	Preu unitari	Import
Materials				
Ut.	Panel Solar 550W A-550M ATERSA GS (144 medias células) PERC	1	70,1	70,1
Ut.	Estructura regulable 1 panel solar (30-50º) suelo 14.1V	0,333333333	195,92	65,30666667
			Subtotal material	135,40666667
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,44	22,74	10,01
h	Ayudante electricista	0,44	20,98	9,23
			Subtotal mà d'obra	19,24
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	232,64	4,65
			Costos directes (1+2+3)	159,2966667

Taula 22. Preu unitari pel mòdul solar fotovoltaic

Cable elèctric 10mm ²				
Materials				
Ut.	Cable elèctric unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fàcil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX 3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío y resistencia a los rayos ultravioleta. Según UNE 21123-4.	1	3,2	1,64
Ut.	Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para soporte y conducción de cables eléctricos.	1	11,04	11,04
Ut.	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, con tornillos con tuerca de PVC.	0,667	3,94	2,63
Ut.	Soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035, con tornillos con tuerca de compuesto termoplástico libre de halógenos.	0,667	8,4	5,6
Subtotal material				20,91
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,02 / 0,267	22,74	6,57
h	Ayudante electricista	0,02 / 0,133	20,98	3,25
Subtotal mà d'obra				9,82
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	2,51 / 28,13	0,64
Costos directes (1+2+3)				31,37

Taula 23. Preu unitari pel cable elèctric de 10 mm²

Cable elèctric 150mm ²				
Materials				
Ut.	Cable elèctric unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fàcil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x150 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX 3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío y resistencia a los rayos ultravioleta. Según UNE 21123-4.	2	37,74	75,48
Ut.	Canal protectora de PVC, color gris RAL 7035, de 60x150 mm, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 50085-1, suministrada en tramos de 3 m de longitud, con film de protección, para alojamiento de cables eléctricos y de telecomunicación, con puentes, piezas de unión, tacos y tornillos.	1	29,79	29,79
Subtotal material				105,27
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,072 / 0,534	22,74	6,89
h	Ayudante electricista	0,072 / 0,266	20,98	3,55
Subtotal mà d'obra				10,44
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	39,32	0,79
Costos directes (1+2+3)				116,5

Taula 24. Preu unitari pel cable elèctric de 150 mm²

Cable elèctric 120mm ²				
Materials				
Ut.	Cable elèctric unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fàcil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x120 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX 3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío y resistencia a los rayos ultravioleta. Según UNE 21123-4.	2	30,89	61,78
Ut.	Canal protectora de PVC, color gris RAL 7035, de 60x150 mm, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, con grados de protección IP4X e IK08, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 50085-1, suministrada en tramos de 3 m de longitud, con film de protección, para alojamiento de cables eléctricos y de telecomunicación, con puentes, piezas de unión, tacos y tornillos.	1	29,79	29,79
Subtotal material				91,57
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,072 / 0,534	22,74	6,89
h	Ayudante electricista	0,072 / 0,266	20,98	3,55
Subtotal mà d'obra				10,44
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	39,32	0,79
Costos directes (1+2+3)				102,8

Taula 25. Preu unitari pel cable elèctric de 120 mm²

Cable elèctric 70mm ²					
Materials					
Ut.	Cable elèctric unipolar, Afumex Class 1000 V (AS) "PRYSMIAN", de fàcil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo RZ1-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x95 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX 3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío y resistencia a los rayos ultravioleta. Según UNE 21123-4.	1	18,45	18,45	
				Subtotal material	18,45
Mà d'obra					
h	Oficial 1ª electricista	0,033	22,74	0,75042	
h	Ayudante electricista	0,033	20,98	0,69234	
				Subtotal mà d'obra	1,44276
Costos directes complementaris					
%	Costos directes complementaris	2	19,89	0,3978	
				Costos directes (1+2+3)	20,29056

 Taula 26. Preu unitari pel cable elèctric de 70 mm²

Inversor					
Materials					
Ut.	Schneider Conext Core XC540	1	25000	25000	
				Subtotal material	25000
Equip i maquinària					
h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,5	55,38	27,69	
Mà d'obra					
h	Oficial 1ª electricista	1	22,74	22,74	
h	Ayudante electricista	1	20,98	20,98	
				Subtotal mà d'obra	43,72
Costos directes complementaris					
%	Costos directes complementaris	2	4701,69	94,0338	
				Costos directes (1+2+3)	25165,4438

Taula 27. Preu unitari pel inversor

Transformador					
Materials					
Ut.	Schneider Minera PV HE 500	1	6695,94	6695,94	
				Subtotal material	6695,94
Mà d'obra					
h	Oficial 1ª electricista	8,8	22,74	200,112	
h	Ayudante electricista	8,8	20,98	184,624	
				Subtotal mà d'obra	384,736
Costos directes complementaris					
%	Costos directes complementaris	2	7080,67	141,6134	
				Costos directes (1+2+3)	7222,2894

Taula 28. Preu unitari pel transformador

Vigilador de aislamiento					
Materials					
Ut.	FAC4 PROAT	1	200	200	
				Subtotal material	200
Mà d'obra					
h	Oficial 1ª electricista	0,351	22,74	7,98174	
				Subtotal mà d'obra	7,98174
Costos directes complementaris					
%	Costos directes complementaris	2	222,74	4,4548	
				Costos directes (1+2+3)	212,43654

Taula 29. Preu unitari pel vigilant d'aïllament

Interruptor-seccionador				
Materials				
Ut.	NSX1000NA DC PV - 1000A SCHNEIDER	1	3000	3000
			Subtotal material	3000
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,351	22,74	7,98174
			Subtotal mà d'obra	7,98174
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	3007,98174	60,1596348
			Costos directes (1+2+3)	3068,141375

Taula 30. Preu unitari per l'interruptor-seccionador

Interruptor-automàtic				
Materials				
Ut.	NS1250N SCHNEIDER	1	7000	7000
			Subtotal material	7000
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª electricista	0,351	22,74	7,98174
			Subtotal mà d'obra	7,98174
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	7007,98174	140,1596348
			Costos directes (1+2+3)	7148,141375

Taula 31. Preu unitari per l'interruptor-automàtic

Quadre				
Materials				
Ut.	AB16-160 SCHNEIDER	1	220	220
Ut.	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 630 A, poder de corte 120 kA, tamaño T3, según UNE-EN 60269-1.	15,8	8	126,4
m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3	5,44	16,32
m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3	3,73	11,19
Ut.	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	1	110	110
Ut.	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1	1,48	1,48
Ut.	Medidor d'energia PM700 SCHNEIDER	1	400	400
			Subtotal material	885,39
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª construcció	0,3	22,13	6,639
h	Peó ordinari construcció	0,3	20,78	6,234
h	Oficial 1ª electricista	0,55	22,74	12,507
h	Ajudant electricista	0,55	20,98	11,539
			Subtotal mà d'obra	36,919
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	922,309	18,44618
			Costos directes (1+2+3)	940,75518

Taula 32. Preu unitari pel quadre

Connexió de terra amb pica				
Materials				
Ut.	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 4 m de longitud.	1	18	18
Ut.	Conductor de cobre desnudo, de 50 mm²	0,25	2,81	0,7025
m	Grapa abarcón para conexión de pica.	1	1	1
m	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1	74	74
Ut.	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1	46	46
Ut.	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	0,333	3,5	1,1655
Ut.	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1	1,15	1,15
			Subtotal material	142,018
Equip i maquinària				
h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,003	40,9	0,12
Mà d'obra				
h	Peó ordinari construcció	0,001	20,78	0,02078
h	Oficial 1ª electricista	0,25	22,74	5,685
h	Ajudant electricista	0,25	20,98	5,245
			Subtotal mà d'obra	10,95078
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	152,96878	3,0593756
			Costos directes (1+2+3)	156,0281556

Taula 33. Preu unitari per la connexió de terra amb pica

Desbrossament i neteja del terreny amb arbustos				
Equip i maquinària				
h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	0,02	3,36	0,0672
h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	0,015	45,06	0,6759
			Subtotal equip i maquinària	0,7431
Mà d'obra				
h	Peó ordinari construcció	0,06	20,78	1,2468
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	1,9899	0,039798
			Costos directes (1+2+3)	2,029698

Taula 34. Preu unitari pel desbrossament i neteja del terreny amb arbustos

Tallat d'arbres				
Equip i maquinària				
h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	3,861	3,36	12,97296
h	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo y 260 kg de carga máxima.	1,43	21,26	30,4018
h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	0,334	51,91	17,33794
h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	0,35	9,48	3,318
			Subtotal equip i maquinària	64,0307
Mà d'obra				
h	Oficial 1ª jardiner	1,188	22,13	26,29044
h	Ajudant jardiner	1,782	21,02	37,45764
			Subtotal mà d'obra	63,74808
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	127,77878	2,5555756
			Costos directes (1+2+3)	130,3343556

Taula 35. Preu unitari pel tallat d'arbres

Terreny				
Materials				
t	Árido reciclado mixto de hormigón y material cerámico, de granulometría comprendida entre 40 y 80 mm, suministrado mediante camión.	0,44	9,21	4,0524
Equip i maquinària				
h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	0,011	45,06	0,49566
h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	0,011	7,16	0,07876
h	Camión cisterna, de 8 m³ de capacidad.	0,011	118,9	1,3079
			Subtotal equip i maquinària	1,88232
Mà d'obra				
h	Peó ordinari construcció	0,21	20,78	4,3638
Costos directes complementaris				
%	Costos directes complementaris	2	10,29852	0,2059704
			Costos directes (1+2+3)	10,5044904

Taula 36. Preu unitari per la preparació del terreny



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



Índex annex

Annex 1. Inclinació òptima	2
Annex 2. Criteri caiguda tensió	3
3.8. Annex 2.1. Tram 1	3
3.9. Annex 2.2. Tram 2	3
3.10. Annex 2.3. Tram 3	3
3.11. Annex 2.4. Valor final	4
Annex 3. Conductors de protecció	5
Annex 4. Càlculs de connexió a terra	6
3.12. Annex 4.1. Masses de baixa tensió	6
3.13. Annex 4.2. Neutre del transformador	6
3.14. Annex 4.3. Masses centre de transformació.....	7
3.15. Annex 4.4. Independència de la connexió a terra	9
Annex 5. Pèrdues totals.....	10
3.16. Annex 5.1. Pèrdues per temperatura.....	13
3.17. Annex 5.2. Pèrdues per conductor.....	13
3.18. Annex 5.3. Pèrdues per manteniment.....	13
3.19. Annex 5.4. Pèrdues per error	13
3.20. Annex 5.5. Pèrdues en l'inversor	14
3.21. Annex 5.6. Pèrdues al transformador	14
3.22. Annex 5.7. Pèrdues totals	14

Annex 1. Inclinació òptima

Per a aconseguir la inclinació òptima per als panells es pren un dia genèric de cada mes. S'ha elegit el dia 15 de cada un.

A continuació, es calcula per a eixe dia la declinació del plànol que forma la Terra i el Sol respecte al plànol equatorial:

$$Declinació = 23,45^{\circ} * \sin\left[\frac{360}{365} * (n + 284)\right] \quad (\text{Ec. 7})$$

A partir d'esta dada es calcula l'altura solar respecte a la latitud de la nostra parcel·la:

$$Altura Solar = 90^{\circ} - Latitud + Declinació \quad (\text{Ec. 8})$$

Per últim a calcular, amb este dato calculem la inclinació que deuria tindre les plaques solars en eixe dia de l'any per obtindre una incidència directa de la irradiació solar:

$$Inclinació = 90^{\circ} - Altura Solar \quad (\text{Ec. 9})$$

Finalment, obtindrem la inclinació mitjana de tot l'any, que seran 39,11°. El càlcul de cada mes es mostra a la Taula 37.:

MES	DIA	DECLINACIÓ	ALTURA SOLAR	INCLINACIÓ
Gener	15	-21,26947391	29,64874209	60,35125791
Febrer	46	-13,28915619	37,62905981	52,37094019
Març	74	-2,818878653	48,09933735	41,90066265
Abril	105	9,414893347	60,33310935	29,66689065
Maig	135	18,79191752	69,71013352	20,28986648
Juny	166	23,31440992	74,23262592	15,76737408
Juliol	196	21,51733603	72,43555203	17,56444797
Agost	227	13,78356417	64,70178017	25,29821983
Setembre	258	2,216886783	53,13510278	36,86489722
Octubre	288	-9,599397234	41,31881877	48,68118123
Novembre	319	-19,14781731	31,77039869	58,22960131
Desembre	349	-23,33521955	27,58299645	62,41700355
Latitud	39,081784		Promig inclinació	39,11686192

Taula 37. Resum càlculs inclinació òptima

Annex 2. Criteri caiguda tensió

Per a complir amb la normativa es deu limitar la caiguda de tensió màxima del projecte a 1,5% del voltatge nominal. Tenim les dades de:

- Resistència del coure a 50 °C: $\rho_{Cu}(50) = 0,0186 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
- Valor típic de la reactància en conductors: $X = 130 \frac{m\Omega}{km}$
- Factor de potència en el cas mes desfavorable possible: $\cos(\tau) = 0,9$

Annex 2.1. Tram 1

A este tram es calcula des del strings fins els quadres. La caiguda de tensió en este tram tenint en compte les seccions calculades anteriorment (vore punt 3.5.4.2. Conductors) es:

$$\Delta V = I * \rho * \frac{Longitud}{Secció} = 13,98 * 0,0186 * \frac{(153+0,5+2,5)*2}{4} = 20,2821 V \quad (\text{Ec. 17})$$

Al ser corrent continu hi ha que comptar la longitud d'anada i tornada del conductor, per això es multiplica la seua longitud per 2.

Annex 2.2. Tram 2

Este tram conten des de els quadres fins l'inversor. Es te:

$$\Delta V = I * \rho * \frac{Longitud}{Secció} = 629,76 * 0,0186 * \frac{3*2}{150*3} = 0,1562 V \quad (\text{Ec. 18})$$

Com els quadres estan molt prop dels respectius inversors, es considera que la caiguda de tensió serà mínima.

Annex 2.3. Tram 3

A este tram es calcula des dels inversors fins els transformadors. Es te l'equació:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} * I * \left(\rho * \frac{Longitud}{Secció} * \cos(\tau) + X * \frac{Long}{1000} * \sin(\tau) \right) = \\ &= \sqrt{3} * 1040 * \left(0,0186 * \frac{1,01}{120*3} * 0,9 + 0,13 * \frac{1,01}{1000} * 0,4358 \right) = 0,1877 V \quad (\text{Ec. 19}) \end{aligned}$$

En este cas la longitud del conductor es sols d'anada.



Annex 2.4. Valor final

Per a obtindre el valor total de la caiguda de tensió es deuen sumar els valors obtinguts als tres trams i comprovar si es inferior al 1,5%. Si açò es així la instal·lació te les seccions adequades per a que les pèrdues per caiguda de tensió estiguin dins de la normativa vigent:

$$\Delta V_{m\grave{a}xima} = 755,1 * 1,5\% = 11,3265 V \quad (\text{Ec. 20})$$

$$\Delta V_{total} = 20,2821 + 0,1562 + 0,1877 = 20,626 V \quad (\text{Ec. 21})$$

Com es pot comprovar, no complim amb la imposició per normativa. Per a entrar en una caiguda de tensió de 1,5%, deguem augmentar la secció del cablejat del tram 1. Si pugem a una secció de 10 mm² sols al tram 1, s'obté:

$$\Delta V = I * \rho * \frac{Longitut}{Secció} = 13,98 * 0,0186 * \frac{(153+0,5+2,5)*2}{10} = 8,1129 V \quad (\text{Ec. 22})$$

Pel que sí compliríem amb el criteri de caiguda de tensió.

Annex 3. Conductors de protecció

Per a obtindre els conductors de protecció, s'utilitzarà la Taula 38.:

CORRELACION ENTRE CONDUCTORES	
ACTIVOS	PROTECCIÓN
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{pro} = S$
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_{pro} = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S_{pro} = S/2$

Taula 38. Correlació entre conductors segons les seues seccions

Al nostre cas seria el neutre del tram 3. La secció seria la mitat, es a dir, 60 mm^2 . Al no estar disponible es pren el superior de la taula C.52.1, siguent 70 mm^2 .

Annex 4. Càlculs de connexió a terra

Tindrem la connexió a terra amb dos esquemes: un primer esquema IT, unificant les masses de baixa tensió; i un segon amb esquema TT que constarà del neutre del transformador i de les masses del centre de transformació.

Annex 4.1. Masses de baixa tensió

Es va a dissenyar la protecció per a la línia amb mes nombre de panells, es a dir, 177 plaques. La resistència total es considerarà de 2Ω .

La resistivitat del terreny es deu mesurar amb un tel·luròmetre sempre que siga possible. Al nostre cas, on no s'ha pogut, s'utilitzarà la taula de valors mitjans aproximats segons el tipus de terreny que ofereix el REBT a la ITC-BT 18 mostrats a la Taula 39.:

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad (Ωm)
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

Taula 39. Valor mitjà de la resistivitat segons la ITC-BT 18 del REBT

Com el terreny on es va a posar la planta fotovoltaica abans era un terreny agrícola, es decideix utilitzar el valor de $50\Omega\text{m}$.

Utilitzant piques de 4 m, es tindran els següents resultats:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{50}{4} = 12,5 \Omega \quad (\text{Ec. 23})$$

$$Ra = \frac{R}{p} < 2 \Omega \quad (\text{Ec. 24})$$

$$p > 6,25 \text{ piques} \quad (\text{Ec. 25})$$

Finalment s'elegeix posar 8 piques a cada línia per a la protecció de les masses de baixa tensió.

Annex 4.2. Neutre del transformador

A este annex es calcula el sistema TT. Es deuen complir varies condicions per a que la instal·lació quede protegida.

La primera sent que la tensió de contacte que es va a calcular deu resultar menor a 50 V. La tensió de línia a l'eixida dels inversors en la part d'altern es de 300 V:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{V_{fn} + Ra}{Ra + Rb} = \frac{\frac{300}{\sqrt{3}} * 2}{2 + Rb} < 50 V \quad (\text{Ec. 26})$$

$$Rb > 4,93 \Omega \quad (\text{Ec. 27})$$

Amb açò obtinguem que la resistència del neutre deu ser major a 4,93 Ω .

La següent condició es que la corrent diferencial siga major que la que el vigilant d'aïllament pot detectar, per poder solucionar un possible error. En aquest cas deu ser major a 300 mA:

$$Id * (Ra + Rb) = 0,3 * (2 + Rb) < 50 V \quad (\text{Ec. 28})$$

$$Rb < 164,67 \Omega \quad (\text{Ec. 29})$$

Per aquests càlculs es conclou que Rb deu ser menor que 164,67 Ω . Per tant, s'elegeix una Rb = 20 Ω , que compleix els dos requisits. Per a obtindre esta resistència utilitzarem piques d'un metre, no es necessita piques de major longitud com les anteriors:

$$R = \frac{\rho}{L+p} = \frac{50}{1+p} < 20 \Omega \quad (\text{Ec. 30})$$

$$p > 1,5 \text{ piques} \quad (\text{Ec. 31})$$

Per este resultat, s'elegeix posar finalment 3 piques.

Annex 4.3 Masses centre de transformació

Per a la connexió a terra de les masses del transformador es dissenyarà amb un anell rectangular de 4 x 3 m amb una secció de conductor de 50 mm², un diàmetre de les piques de 14 mm i longitud de 4 m. Amb estes característiques, les recomanacions d'UNESA per a les instal·lacions amb esquema TT son utilitzar 8 piques a una profunditat de 0,5 m i amb unes constants: $Kr = 0,067$; $Kp = 0,0143$; $Kc = 0,0252$.

Amb estes dades es calcula la resistència de connexió a terra, la tensió de pas màxima i la tensió de contacte màxima:

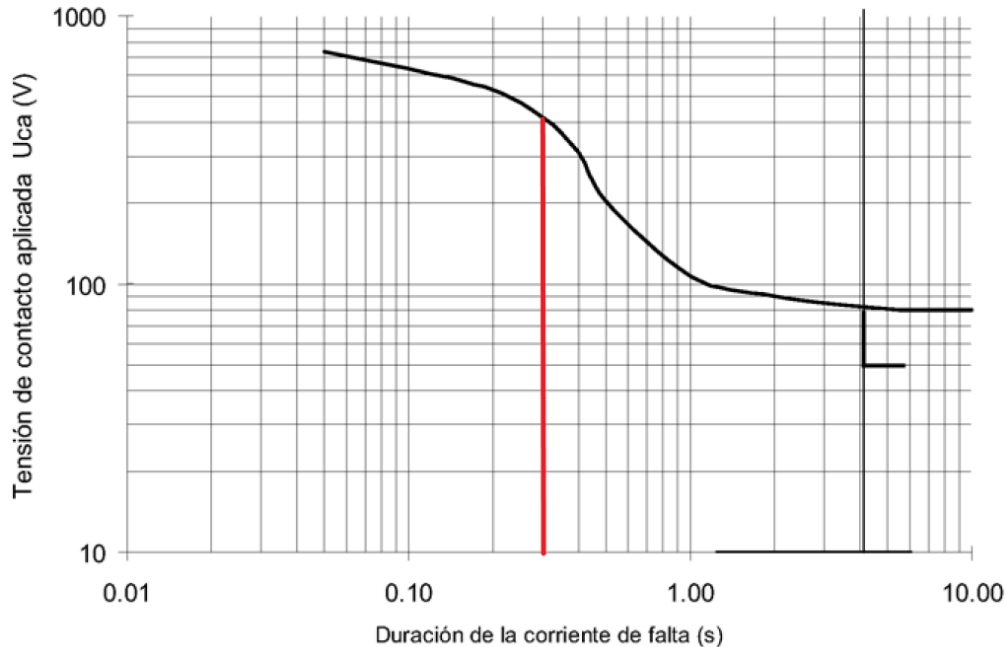
$$Rt = Kr * \rho = 0,067 * 50 = 3,35 \Omega \quad (\text{Ec. 32})$$

$$Vpm = Kp * \rho * Id = 0,0143 * 50 * 500 = 357,5 V \quad (\text{Ec. 33})$$

$$Vcm = Kc * \rho * Id = 0,0252 * 50 * 500 = 630 V \quad (\text{Ec. 34})$$

La corrent de defecte ve imposada per la xarxa, i es igual a 500 A. Es calculen les proteccions per a un temps de protecció de 0,3 s. Amb este temps de protecció, tinguem la tensió de contacte

aplicada admissible i de pas aplicada admissible segons la Il·lustració 33. ubicada a la normativa MIE RAT 13:



Il·lustració 33. Tensió de contacte aplicada per normativa MIE RAT 13

Per tant, tindrem 400 V de tensió de contacte aplicada admissible i 4000 V de tensió de pas aplicada admissible.

Les condicions que es deuen complir per a que la instal·lació siga segura per a les persones son:

$$V_{pm} \leq V_{pad} \quad (\text{Ec. 35})$$

$$V_{cm} \leq V_{cad} \quad (\text{Ec. 36})$$

$$I_a \leq I_d \quad (\text{Ec. 37})$$

Per tant, es deuen calcular estes variables. Les tensions de pas i contacte son:

$$V_{cad} = V_{ca, ad} * \left(1 + \frac{R_c + 3 * \rho}{2 * R_h}\right) = 400 * \left(1 + \frac{2000 + 3 * 50}{2 * 1000}\right) = 830 \text{ V} \quad (\text{Ec. 38})$$

$$V_{pad} = V_{pa, ad} * \left(1 + \frac{2 * R_c + 6 * \rho}{R_h}\right) = 4000 * \left(1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 50}{1000}\right) = 21200 \text{ V} \quad (\text{Ec. 39})$$

Les dades de Rc (resistència del calçat) = 2000 Ω i Rh (resistència del cos humà) = 1000 Ω.

Com es pot veure, les tres condicions es compleixen, pel que la instal·lació quedarà protegida.



Annex 4.4. Independència de la connexió a terra

Les dos connexions a terra que tinguem en el centre de transformació deuen ser independents, ja que s'ha dissenyat un sistema TT. Es calcula la distància que deuen tindre entre elles per a que no s'influïsquen mútuament:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot V} = \frac{50 \cdot 500}{2 \cdot \pi \cdot 1200} = 3,3157 \text{ m} \quad (\text{Ec. 40})$$

Annex 5. Pèrdues totals

Per a extraure les dades d'energia generada pels panells s'ha suposat una pèrdua total del sistema. Ara es calcularan de forma explícita i exacta les pèrdues totals de la instal·lació, tenint en compte les pèrdues per temperatura, conductors, manteniment, per error de la electrònica, per l'inversor i pel transformador.

Annex 5.1. Pèrdues per temperatura

De la fitxa tècnica del panell fotovoltaic, s'obté les característiques de temperatura del panell fotovoltaic mostrades a la Taula 40.:

Característiques de temperatura

Coefficiente Temp. de Isc (TK Isc)	0.048 % /°C
Coefficiente Temp. de Voc (TK Voc)	-0.27 % /°C
Coefficiente Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.35 % /°C

Taula 40. Característiques de temperatura del panell fotovoltaic

També es necessita la temperatura al panell, que es calcularà a través de les dades:

- Irradiància en el panell: $1000 \frac{W}{m^2}$
- Temperatura ambient: 25 °C
- Temperatura nominal: 47 °C

Amb estes es calcula la temperatura dels panells en cada mes amb les dades de temperatura i irradiació mitjana dividida per mesos utilitzant la ferramenta PVGIS. Estos càlculs es mostren a la Taula 41.:

$$T_p = T_{mes} + I_{tt} * \frac{T_n - T_{ambient}}{1000} \quad (\text{Ec. 41})$$

	Temperatura mitja	Irradiació mitja
Gener	9,5	139,23
Febrer	12,9	137,24
Març	12,9	170,29
Abril	14,6	175,05
Maig	19,8	196,8
Juny	23,3	201,62
Juliol	26,2	214,14
Agost	26,9	204,32
Setembre	23,1	176,51
Octubre	17,8	159,44
Novembre	13,9	129,36
Desembre	9,9	129,28

Taula 41. Temperatura mitjana i irradiació mitjana per mesos

Amb açò obtenim la temperatura mitjana en el panell, a la Taula 42.:

Temperatura mitjana panell
12,56306
15,91928
16,64638
18,4511
24,1296
27,73564
30,91108
31,39504
26,98322
21,30768
16,74592
12,74416

Taula 42. Temperatura mitjana del panell per mesos

Aquestes temperatures per als panells no son coherents, probablement degut a que la irradiació mitjana del panell no està tenint en compte tota la irradiació que arriba fins ell, sols la efectiva. Es va a confirmar açò calculant la pèrdua d'energia mes a mes, a la Taula 43.:

$$\text{Rendiment} = 100 - \text{Coef}P * (Tp - 25)$$

(Ec. 42)

Rendiment
104,352929 %
103,178252 %
102,923767 %
102,292115 %
100,30464 %
99,042526 %
97,931122 %
97,761736 %
99,305873 %
101,292312 %
102,888928 %
104,289544 %

Taula 43. Rendiment mitjà calculat del panell per mesos

Efectivament es pot confirmar que estos rendiments no tenen ningun sentit. Es prendrà, per tant, els següents rendiments habituals per als panells a cada mes mostrats a la Taula 44.:

Rendiment
99,00%
98,00%
97,00%
96,00%
95,00%
94,00%
93,00%
94,00%
95,00%
96,00%
97,00%
98,00%

Taula 44. Rendiment mitjà que s'agafa del panell per mesos

Annex 5.2. Pèrdues per conductor

Com s'ha calculat a l'annex 2, la màxima caiguda de tensió del conjunt de conductors serà igual o inferior a 1,5%. Encara que este no siga el valor que es tindrà sempre a la instal·lació, ja que moltes vegades la corrent que circularà serà menor i per tant les pèrdues també, però l'1,5% es el valor que es prendrà per a tots els mesos.

Annex 5.3. Pèrdues per manteniment

Els panells estan situats junt a camps agrícoles, per tant es mes que probable que els primers s'embruten i no puguen treballar a màxim rendiment. Per tant considerarem un 3% de pèrdues per societat a la instal·lació.

Annex 5.4. Pèrdues per error

Es considera que es poden existir pèrdues en el punt de màxim rendiment de les taules utilitzades i en obtindre el punt òptim quan la instal·lació estiga en funcionament. Per estos errors es pren unes pèrdues del 2%.

Annex 5.5. Pèrdues en l'inversor

El fabricant de l'inversor indica que este te un rendiment del 99%, pel que es prendrà un valor de pèrdues al mateix d'1%.

Annex 5.6. Pèrdues al transformador

El fabricant no especifica les pèrdues del transformador a plena càrrega, però conscients que poden succeir assumirem unes pèrdues de l'1% respecte a la potència total.

Annex 5.7. Pèrdues totals

Després d'especificar totes les pèrdues del sistema, tindrem com a valors totals dividits per mesos a la Taula 45.:

	Pèrdues totals
Gener	9,5
Febrer	10,5
Març	11,5
Abril	12,5
Maig	13,5
Juny	14,5
Juliol	15,5
Agost	14,5
Setembre	13,5
Octubre	12,5
Novembre	11,5
Desembre	10,5

Taula 45. Taula resum pèrdues totals per mesos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



PLÀNOLS



ÍNDEX

Plànol 1: Plànol de localització


Plànol 2: Esquema de la instal·lació

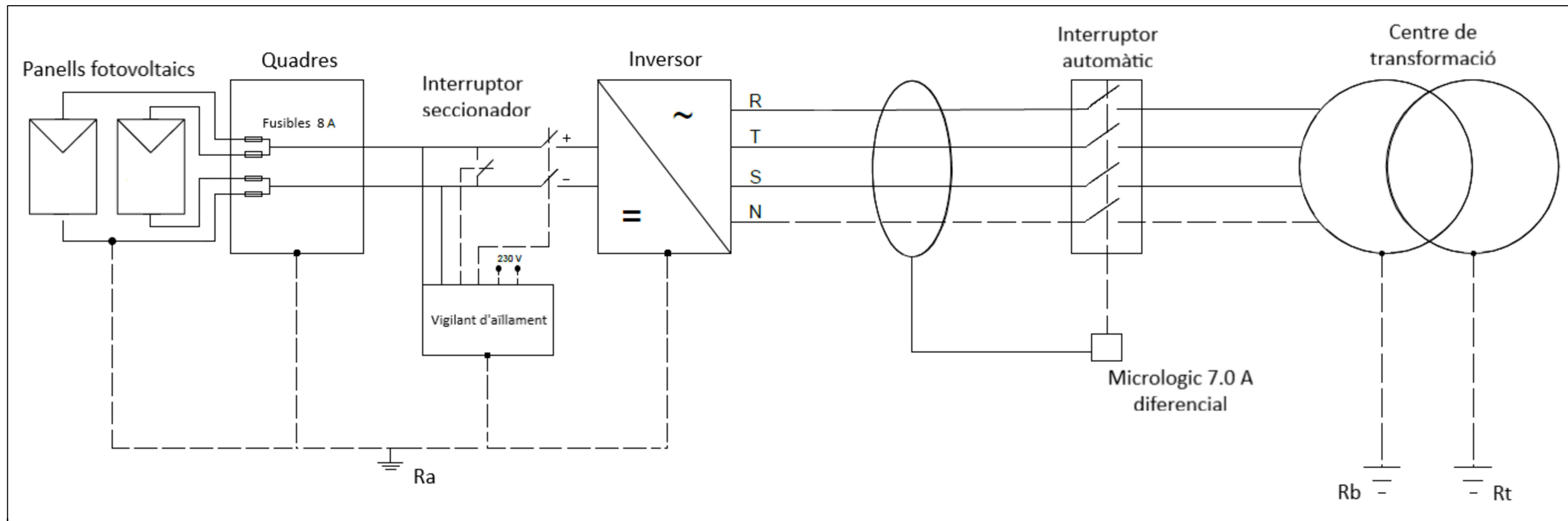
Plànol 3: Esquema distribució de panells fotovoltaics

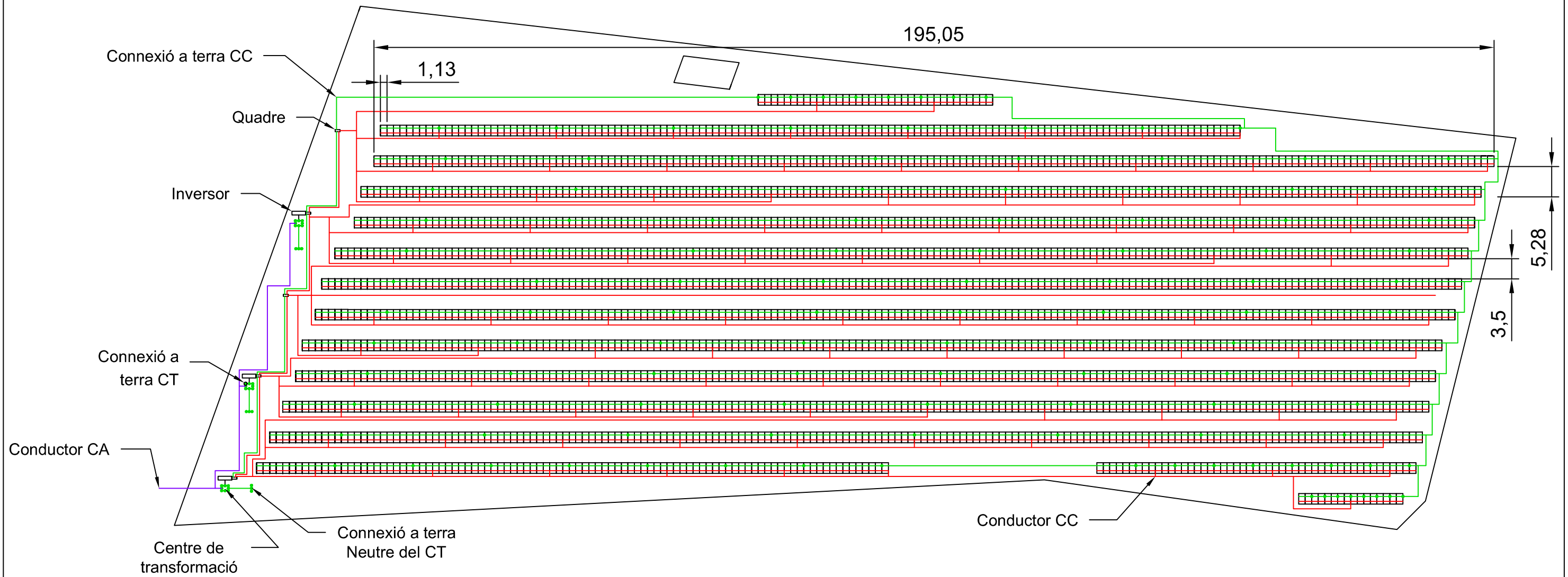
Plànol 4: Esquema connexió a terra

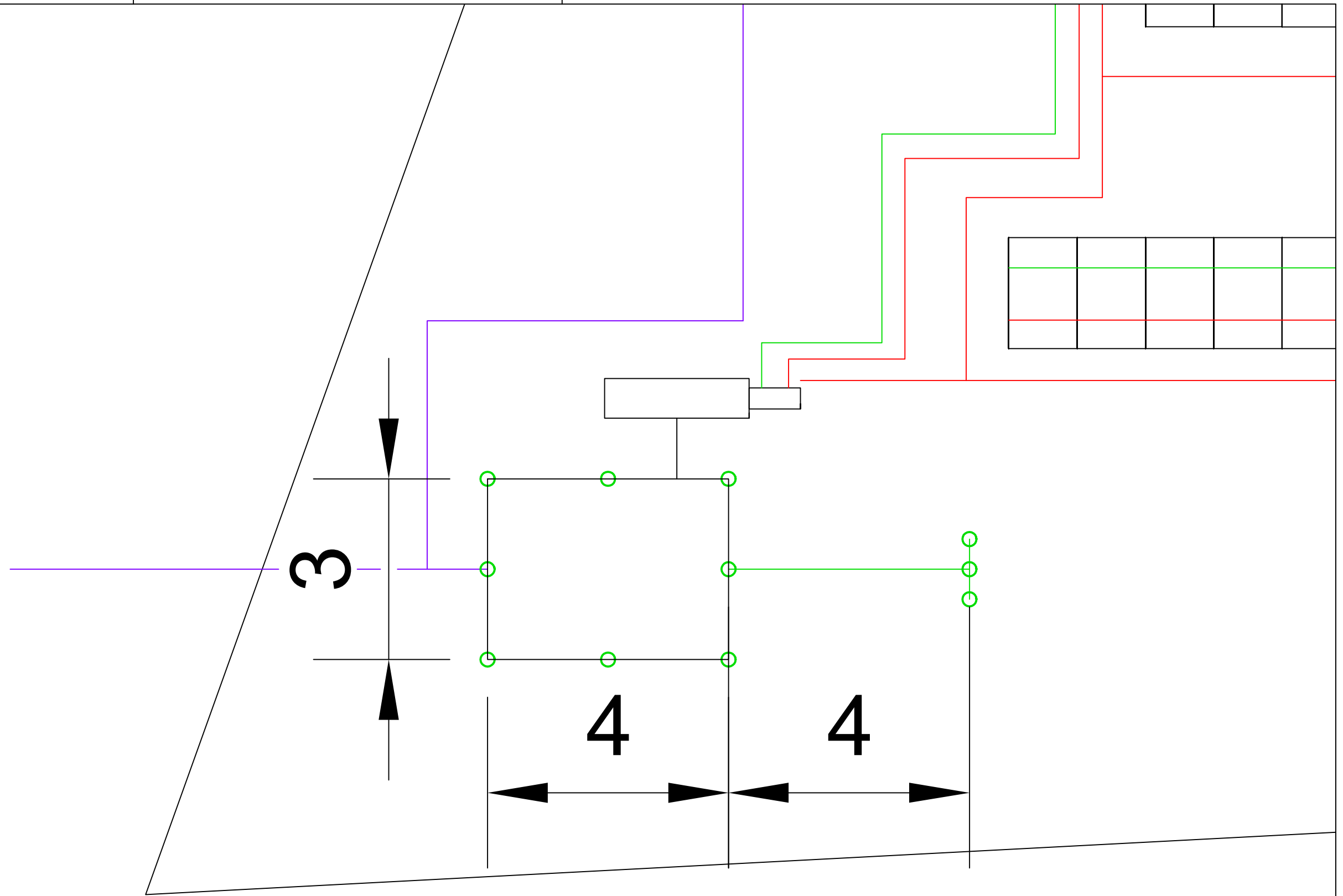


Coordenades Latitud: 39.081771
Longitud: -0.485216

 <p>TREBALL FINAL DE GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA</p>	Projecte: Estudi de mesures per a la reducció del cost d'electricitat en edificis municipals de la Poble Llarga	Plànol: Plànol de localització	Data: Juny 2024	Nº Plànol: 1
		Autor: Joaquim Vidal Sanz	Escala: 1:20	










UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Projecte d'una planta fotovoltaica de 1,14 MW per a cobrir les necessitats d'electricitat de l'Ajuntament de la Pobla Llarga



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA



PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

Índex plec de condicions tècniques

1. Objecte	2
2. Generalitats	2
3. Definicions	3
3.1. Radiació solar	3
3.2. Instal·lació	3
3.3. Mòduls.....	3
4. Disseny	4
4.1. Disseny del generador fotovoltaic	4
4.1.1. Generalitats	4
4.1.2. Orientació i inclinació i ombres.....	4
4.2. Disseny del sistema de monitorització.....	5
5. Requeriments tècnics del contracte de manteniment	5
5.1. Generalitats	5
5.2. Programa de manteniment.....	5
5.3. Garantia	6
5.3.1. Àmbit general de la garantia	6
5.3.2. Terminis.....	7
5.3.3. Condicions econòmiques	7
5.3.4. Anul·lació de la garantia.....	7
5.3.5. Lloc i temps de la prestació.....	7

1. OBJECTE

Fixar les condicions tècniques mínimes que ha de complir la instal·lació fotovoltaica d'este projecte. Pretén definir les especificacions mínimes que ha de complir esta instal·lació per assegurar la seua qualitat, en benefici de l'usuari i del propi desenvolupament d'esta tecnologia.

Es valorarà la qualitat final de la instal·lació quant al seu rendiment, producció i integració.

L'àmbit d'aplicació d'aquest Plec de Condicions Tècniques (d'ara en avant, PCT) s'estén a tots els sistemes mecànics, elèctrics i electrònics que formen part de la instal·lació.

Aquest Plec de Condicions Tècniques es troba associat a les línies d'ajudes per a la promoció d'instal·lacions d'energia solar fotovoltaica en l'àmbit del "Pla de Fomento de Energías Renovables". Determinats apartats fan referència a la seua inclusió a la memòria presentada amb anterioritat.

2. GENERALITATS

En este projecte és aplicable tota la normativa que afecte a instal·lacions solars fotovoltaiques:

- Llei 54/1997, de 27 de novembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 2818/1998, de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per recursos o fonts d'energies renovables, residus i cogeneració.
- Decret 2413/1973, de 20 de setembre, pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Reial decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaiques a la xarxa de baixa tensió.
- Reial decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial decret 3490/2000, de 29 de desembre, pel qual s'estableix la tarifa elèctrica per al 2001.
- Resolució de 31 de maig de 2001 per la qual s'estableixen model de contracte tipus i model de factura per a les instal·lacions solars fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.
- Per al cas d'integració en edificis es tindrà en compte el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).
- Reial decret 436/2004, de 12 de març, pel qual s'estableix la metodologia per a l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

3. DEFINICIONS

3.1. Radiació solar

- **Radiació solar:** Energia procedent del Sol en forma d'ones electromagnètiques.
- **Irradiància:** Densitat de potència incident en una superfície o l'energia incident en una superfície per unitat de temps i unitat de superfície. Es mesura en kW/m².
- **Irradiació:** Energia incident en una superfície per unitat de superfície i al llarg d'un cert període de temps. Es mesura en kWh/m².

3.2. Instal·lació

- **Instal·lació fotovoltaica:** Aquella que disposa de mòduls fotovoltaics per a la conversió directa de la radiació solar en energia elèctrica sense cap pas intermedi.
- **Línia i punt de connexió i mesura:** La línia de connexió és la línia elèctrica mitjançant la qual es connecta la instal·lació fotovoltaica amb un punt de xarxa de l'empresa distribuïdora o amb la connexió de servei de l'usuari, denominat punt de connexió i mesura.
- **Interruptor automàtic de la interconnexió:** Dispositiu de tall automàtic sobre el qual actuen les proteccions d'interconnexió.
- **Interruptor general:** Dispositiu de seguretat i maniobra que permet separar la instal·lació fotovoltaica de la xarxa de l'empresa distribuïdora.
- **Generador fotovoltaic:** Associació en paral·lel de branques fotovoltaiques.
- **"String":** Subconjunt de mòduls interconnectats en sèrie o en associacions sèrie-paral·lel, amb voltatge igual a la tensió nominal del generador.
- **Inversor:** Convertidor de tensió i corrent continu en tensió i corrent altern.
- **Potència nominal del generador:** Suma de les potències màximes dels mòduls fotovoltaics.
- **Potència de la instal·lació fotovoltaica o potència nominal:** Suma de la potència nominal dels inversors (l'especificada pel fabricant) que intervenen en les tres fases de la instal·lació en condicions nominals de funcionament.

3.3. Mòduls

- **Cèl·lula solar o fotovoltaica:** Dispositiu que transforma la radiació solar en energia elèctrica.
- **Cèl·lula de tecnologia equivalent (CTE):** Cèl·lula solar encapsulada de forma independent, la tecnologia de la qual de fabricació i encapsulat és idèntica a la dels mòduls fotovoltaics que formen la instal·lació.
- **Mòdul o panell fotovoltaic:** Conjunt de cèl·lules solars directament interconnectades i encapsulades com a únic bloc, entre materials que les protegeixen dels efectes de la intempèrie.

- **Condicions Estàndard de Mesura (CEM):** Condicions d'irradiància i temperatura a la cèl·lula solar, utilitzades universalment per caracteritzar cèl·lules, mòduls i generadors solars i definides de la manera següent:
 - Irradiància solar: 1000 W/m²
 - Distribució espectral: AM 1,5 G
 - Temperatura de cèl·lula: 25 °C
 També nombrat STU pel seu nom en anglès.
- **Potència pic:** Potència màxima del panell fotovoltaic a CEM.
- **TONC:** Temperatura d'operació nominal de la cèl·lula, definida com la temperatura que arriben a les cèl·lules solars quan se sotmet el mòdul a una irradiància de 800 W/m² amb distribució espectral AM 1,5 G, la temperatura ambient és de 20 °C i la velocitat del vent, de 1 m/s.

4. DISSENY

4.1. Disseny del generador fotovoltaic

4.1.1. Generalitats

El mòdul fotovoltaic seleccionat complirà les especificacions de l'apartat 3.3.1. Elecció panell fotovoltaic.

Tots els mòduls que integren la instal·lació seran del mateix model.

4.1.2. Orientació i inclinació i ombres

L'orientació i la inclinació del generador fotovoltaic i les possibles ombres sobre aquest són tals que les pèrdues siguin inferiors als límits de la Taula 46. Es consideraran dos casos: general i superposició de mòduls. En tots els casos s'han de complir tres condicions: pèrdues per orientació i inclinació, pèrdues per ombres i pèrdues totals inferiors als límits estipulats respecte als valors òptims.

	Orientació i inclinació	Ombres	Total
General	10%	10%	15%
Superposició	20%	15%	30%

Taula 46. Pèrdues admeses

Quan, per raons justificades, i en casos especials en què no es puguin instal·lar d'acord amb les pèrdues admeses de la Taula 45., s'avaluarà la reducció en les prestacions energètiques de la instal·lació, incloent-se a la memòria.

En tots els casos s'han d'avaluar les pèrdues per orientació i inclinació del generador i les ombres. En aquest projecte es proposen mètodes per al càlcul d'estes pèrdues.

4.2. Disseny del sistema de monitorització

El sistema de monitoratge, quan s'instal·le d'acord amb la convocatòria, proporcionarà mesures, com a mínim, de les variables següents:

- Voltatge i corrent CC a l'entrada de l'inversor.
- Voltatge de fase/sa la xarxa, potència total de sortida de l'inversor.
- Radiació solar en el pla dels mòduls, mesurada amb un mòdul o una cèl·lula de tecnologia equivalent.
- Temperatura ambient a l'ombra.
- Potència reactiva d'eixida de l'inversor.

Les dades es presentaran en forma de mitges horàries. Els temps d'adquisició, la precisió de les mesures i el format de presentació es farà conforme al document del JRC-Ispra "Guidelines per a l'Assessment de Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorització serà fàcilment accessible per a l'usuari, en este cas els tècnics de l'Ajuntament de la Pobla Llarga.

5. REQUERIMENTS TÈCNICS DEL CONTRACTE DE MANTENIMENT

5.1. Generalitats

Es farà un contracte de manteniment preventiu i correctiu d'almenys tres anys.

El contracte de manteniment de la instal·lació inclourà tots els elements de la instal·lació amb les tasques de manteniment preventiu aconsellats pels diferents fabricants.

5.2. Programa de manteniment

L'objecte d'aquest apartat és definir les condicions generals mínimes que cal seguir per al manteniment adequat de la instal·lació d'este projecte.

Es defineixen dos escalons d'actuació per englobar totes les operacions necessàries durant la vida útil de la instal·lació per assegurar-ne el funcionament, augmentar la producció i prolongar la durada d'esta:

- **Pla de manteniment preventiu:** Operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicades a la instal·lació han de permetre mantenir dins de límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la mateixa.
- **Pla de manteniment correctiu:** Totes les operacions de substitució necessàries per assegurar que el sistema funciona correctament durant la seva vida útil. Inclou:
 - o La visita a la instal·lació en els terminis indicats a l'apartat 3. Definicions i cada vegada que l'usuari ho necessite per avaria greu d'esta instal·lació.
 - o L'anàlisi i l'elaboració del pressupost dels treballs i les reposicions necessàries per al funcionament correcte de la instal·lació.
 - o Els costos econòmics del manteniment correctiu, amb l'abast indicat, formen part del preu anual del contracte de manteniment. Poden no estar incloses ni la mà d'obra ni les reposicions d'equips necessàries més enllà del període de garantia.

El manteniment s'ha de fer per personal tècnic qualificat sota la responsabilitat de l'empresa instal·ladora.

El manteniment preventiu de la instal·lació inclourà almenys una visita anual en què es realitzaran les activitats següents:

- Comprovació de les proteccions elèctriques.
- Comprovació de l'estat dels mòduls: comprovació de la situació respecte al projecte original i verificació de l'estat de les connexions.
- Comprovació de l'estat de l'inversor: funcionament, llums de senyalitzacions, alarmes, etc.
- Comprovació de l'estat mecànic de cables i terminals (incloent cables de preses de terra i reprema de bornes), platines, transformadors, ventiladors/extractors, unions, repremes, neteja.

Realització d'un informe tècnic de cadascuna de les visites en què es reflectisca l'estat de les instal·lacions i les incidències ocorregudes.

Registre de les operacions de manteniment realitzades en un llibre de manteniment, on constarà la identificació del personal de manteniment (nom, titulació i autorització de l'empresa).

5.3. Garantia

5.3.1. Àmbit general de la garantia

Sense perjudici de qualsevol possible reclamació a tercers, la instal·lació serà arreglada d'acord amb aquestes condicions generals si ha patit una avaria a causa d'un defecte de muntatge o de qualsevol dels components, sempre que haja estat manipulada correctament d'acord amb allò establert a manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, cosa que s'ha de justificar degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acredite a la certificació de la instal·lació.



5.3.2. Terminis

El subministrador ha de garantir la instal·lació durant un període mínim de 3 anys, per a tots els materials utilitzats i el procediment emprat en el muntatge. Per als mòduls fotovoltaics, la garantia mínima serà de 8 anys.

Si s'ha d'interrompre l'explotació del subministrament a causa de raons de què és responsable el subministrador, o de reparacions que el subministrador hagi de fer per complir les estipulacions de la garantia, el termini s'ha de prolongar per la durada total d'aquestes interrupcions.

5.3.3. Condicions econòmiques

La garantia comprèn la reparació o la reposició, depenent del cas, dels components i les peces que puguen resultar defectuoses, així com la mà d'obra emprada en la reparació o la reposició durant el termini de vigència de la garantia.

Queden expressament incloses totes les altres despeses, com ara temps de desplaçament, mitjans de transport, amortització de vehicles i eines, disponibilitat d'altres mitjans i eventuais ports de recollida i devolució dels equips per a la reparació als tallers del fabricant.

Així mateix, s'han d'incloure la mà d'obra i els materials necessaris per efectuar els ajustaments i els eventuais reglatges del funcionament de la instal·lació.

Si en un termini raonable, el subministrador incompleix les obligacions derivades de la garantia, el comprador de la instal·lació podrà, prèvia notificació escrita, fixar una data final perquè aquest subministrador complisca les seues obligacions. Si el subministrador no compleix les seues obligacions en aquest termini últim, el comprador de la instal·lació podrà, per compte i risc del subministrador, realitzar per si mateix les oportunes reparacions, o contractar-ne un tercer, sense perjudici de la reclamació per danys i perjudicis en què haja incorregut el subministrador.

5.3.4. Anul·lació de la garantia

La garantia es pot anul·lar quan la instal·lació haja estat arreglada, modificada o desmuntada, encara que només siga en part, per persones alienes al subministrador o als serveis d'assistència tècnica dels fabricants no autoritzats expressament pel subministrador, llevat del que indica el punt 5.3.3. Condicions econòmiques.

5.3.5. Lloc i temps de la prestació

Quan l'usuari detecte un defecte de funcionament a la instal·lació ho comunicarà al subministrador. Quan el subministrador considere que és un defecte de fabricació d'algun component, ho ha de comunicar al fabricant.

El subministrador atindrà qualsevol incidència en el termini màxim d'una setmana i la resolució de l'avaría es realitzarà en un temps màxim de 15 dies, llevat de causes de força major degudament justificades.

Les avaries de les instal·lacions es repararan al lloc d'ubicació pel subministrador.



Si l'avaria d'algun component no es pot arreglar al domicili de l'usuari, el component s'ha d'enviar al taller oficial designat pel fabricant per compte i a càrrec del subministrador.

El subministrador ha de fer les reparacions o reposicions de peces amb la major brevetat possible una vegada rebut l'avís d'avaria, però no es responsabilitza dels perjudicis causats per la demora en estes reparacions sempre que siga inferior a 15 dies naturals.