

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Instal·lació elèctrica d'una nau industrial solar fotovoltaica

Document: 1. Memòria

Alumne: Gerard Garcia Güell

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): setembre/2019

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	4
1.1 Antecedents	4
1.3 Especificacions i abast	5
2. ENERGIA SOLAR.....	7
2.1 Energia solar a l'emplaçament	7
3. LA NAU INDUSTRIAL.....	10
3.1 Localització	10
3.2 Generalitats.....	10
3.4 Previsió de potències i consums	12
3.4.1 Previsió de potència.....	13
3.4.2 Previsió de consum d'energia	14
4. INSTAL·LACIÓ SOLAR	17
4.1 Panells	17
4.2 Orientació dels panells	18
4.3 Disposició i connexionat dels panells	20
4.3.1 Distància entre mòduls.....	20
4.3.2 Radiació disponible.....	22
4.3.3 Disseny fotovoltaic	23
4.4 Inversor	25
5. ESTUDI ECONÒMIC	29
5.1 Característiques provinents de la xarxa elèctrica pública	29
5.2 Consum i despesa econòmica únicament adherits a la xarxa elèctrica pública	31

5.3 Consum i despesa adherits a la xarxa amb panells soalrs fotovoltaics, amb venda d'excedents a la xarxa.....	36
5.4 Consum i despesa adherits a la xarxa amb panells soalrs fotovoltaics, amb emmagatzematge de energia sobrant i venda d'excedents.....	41
5.5 Amortitzacions.....	45
5.5.1 Inversions inicials.....	45
5.5.2 Despesa econòmica deguda al manteniment.....	46
5.5.3 Despesa anual per mantenir-se adherit a la xarxa pública i pel consum	47
5.5.4 Amortització	48
6. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	50
6.1 Secció de les línies.....	50
6.2 Dimensionat de les proteccions.....	53
6.2.1 Proteccions del generador fotovoltaic	53
6.2.2 Protecció de l'inversor.....	54
6.3 Entrada des de l'inversor	54
6.4 Caixa general de protecció	55
6.5 Quadre general	56
6.5.1 Línies monofàsiques	56
6.5.2 Il·luminació d'emergència	58
6.5.3 Línies trifàsiques.....	58
6.6 Wallbox	59
7. RESUM DEL PRESSUPOST.....	61
8. CONCLUSIONS	62
9. RELACIÓ DE DOCUMENTS	64
10. BIBLIOGRAFIA.....	65

11. GLOSSARI	66
A. CÀLCULS.....	67
A.1 Selecció de cables i proteccions	67
A.2.1 Repartiments de càrregues i línies.....	67
B. SISTEMA SOLAR.....	69
B.1 Energia produïda mensual	69

1. INTRODUCCIÓ

Aquest projecte conté l'estudi i dimensionament per a desenvolupar l'activitat d'una nau industrial al terme municipal de Viator a Almeria, on l'abast elèctric vindrà donat amb panells solars instal·lats al teulat de la nau. També s'ha fet l'estudi econòmic per a determinar si el projecte es viable econòmicament respecte el sistema convencional, el sistema adherit a la xarxa elèctrica pública.

1.1 ANTECEDENTS

MTS SL es dedica des de fa més d'una dècada a l'assistència de pneumàtics de prestigioses curses com les *24h du Le Mans* o les *24h del Circuit de Catalunya* sota la marca Dunlop, com també a l'assaig i desgast de pneumàtics Goodyear.

Recentment, la gran majoria de marques de vehicles de combustió estan apostant pel desenvolupament de vehicles híbrids i/o elèctrics, i són aquests darrers els que, les marques de pneumàtics, estan investigant amb els seus compostos, perquè siguin efectius, duradors i produeixin el menor desgast de bateria degut al coeficient de rodament.

MTS ja disposa d'una nau ubicada al terme municipal de Viator, Almeria, per a dur a terme assaigs del desgast dels pneumàtics. Arran de l'increment de diferents vehicles elèctrics i la necessitat d'haver d'incloure'ls en els assaigs, com també la falta d'espai per abastar més tests i vehicles, s'ha decidit de fer una ampliació de producció adquirint la nau del present projecte, pràcticament confinant amb la nau principal.

A causa del nou nomenament d'aquest tipus de vehicles, *zero-emissió*, MTS ha proposat que realment siguin zero emissió, amb una càrrega d'energia 100% renovable. Per aquest motiu, l'energia més viable per a la ubicació de la nau és la solar.

1.2 Objecte

L'objectiu principal del projecte és utilitzar el mínim possible l'energia provinent de la xarxa elèctrica pública.

El subministrament d'energia s'obté a través de l'energia produïda per els panells solars fotovoltaics ubicats al sostre de l'edifici per a dur a terme la activitat de desenvolupament i assaig de desgast de pneumàtics.

Per a dur a terme aquest sistema s'especificaran tots els elements així com les seves característiques apropiades per aquest disseny.

1.3 ESPECIFICACIONS I ABAST

Per a poder subministrar electricitat a la nau, es disposaran panells solars fotovoltaics, subjectats al sostre de l'edifici, amb la inclinació i orientació per a la que donin el màxim rendiment durant tot l'any.

Degut a la derogació de l'impost al sol, amb la publicació al BOE del RD 244/2019, s'estudiarà el cas més viable econòmicament, depenent exclusivament de la energia solar, com a energia renovable, i de l'energia de la xarxa elèctrica pública, com a xarxa de suport.

La tensió de treball dels panells fotovoltaics i de les bateries, sol anar des dels 2V fins als 24V, i sempre es tracta de corrent continu. En el cas de la activitat, tots els dispositius presents dins la nau funcionen amb corrent alterna, a 230V 50Hz en cas dels monofàsics i 400V 50Hz els trifàsics. Per a proporcionar el canvi, es disposa de inversors trifàsics a 400V 50Hz, connectats entre si, per a oferir una potència màxima de fins a 30kW.

Des de l'inversor, la LGA anirà al quadre general, on primerament confluirà amb la xarxa elèctrica pública provinent de l'escomesa exterior, i posteriorment es repartiran les línies d'alimentació als diferents punts de la nau en el CGP.

Des del quadre general, es dimensiona tot el cablejat de la nau industrial, perquè compleixi amb la reglamentació de baixa tensió vigent, com també els sistemes de protecció activa i passiva, tals com la protecció contra sobretensions i fugues de corrent.

2. ENERGIA SOLAR

La energia solar fotovoltaica consisteix amb la conversió directe de llum solar en electricitat, mitjançant un dispositiu electrònic anomenada cèl·lula solar. La conversió de la energia de la llum solar en energia elèctrica es un fenomen físic conegut com a efecte fotovoltaic. Presenta unes característiques peculiars, entre les que destaquen la elevada qualitat energètica, el petit o nul impacte ecològic i que es presenta inesgotable a escala humana.

Un cop adquirida la energia per els panells solars, la energia passa a ser emmagatzemada per bateries o utilitzada per l'activitat diària de la nau industrial. Els panells solars ens proporcionen tensió continua a la seva sortida

Ja que degut a la activitat de la nau industrial es precisa de corrent altern trifàsic es necessari un convertidor de tensió per a tal de alimentar correctament la maquinaria.

Per el tema d'emmagatzematge d'energia s'utilitzen mòduls de bateries d'alta capacitat per a poder subministrar energia durant dos dies sense interrupcions.

2.1 ENERGIA SOLAR A L'EMPLAÇAMENT

La península ibèrica està caracteritzada per un elevat nombre de dies on el sol hi incideix, de manera que, aquesta energia renovable inesgotable a efectes humans, només s'utilitza per a il·luminació natural, i en pocs casos, per a produir calor i/o electricitat.

La principal característica d'aquest recurs es que està disponible a tota la seva superfície a la vegada tot i que està condicionada per les ombres dels elements naturals i artificials i per les particulars condicions climàtiques de cada àrea geogràfica.

La següent figura es mostra la radiació mitjana de sol a la península. Aquesta radiació es mesura en kWh/m². Aquesta radiació ens revela a quines províncies de la península hi ha una aflluència major i incisió del sol, i per tant, una orientació de l'efectivitat que pot tenir la instal·lació de panells solars a la zona d'estudi.

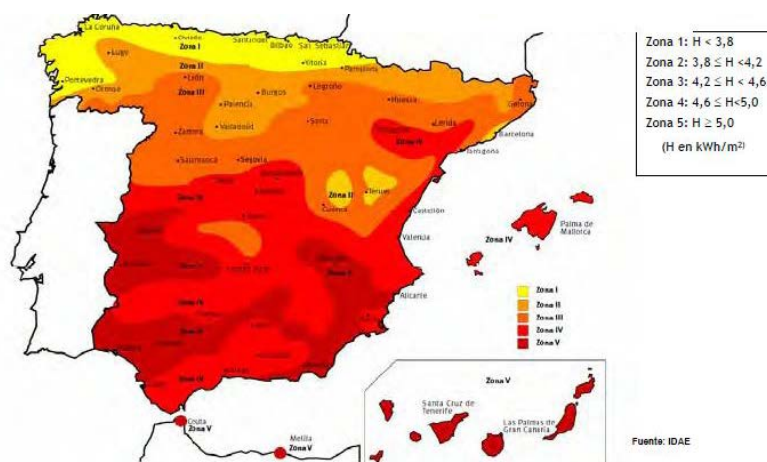


Figura 1. Mapa de radiació solar global

Ja que la localitat de Viator es troba situada molt pròxima a la localitat de la capital de província d'Almeria, i degut a la falta d'informació de la localitat del municipi de Viator, s'ha agafat les dades de la població de Almeria.

La figura 1 ens mostra que, a la zona d'estudi, Almeria, es troba dins la zona 5 en quant a radiació solar diària anual mitjana. Per a tal de poder concretar-ho més detalladament, s'han agafat les dades del PGIS on es mostren a la següent taula.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
Irrad. (0) (kWh/m ²)	3,00	4,00	5,10	6,20	7,60	8,00	7,80	7,00	5,70	4,20	3,20	2,60

Taula 1. Taula d'irradiacions a Almeria amb inclinació 0°

La següent figura reflecteix les hores de sol disponibles mensualment, registrant les hores totals diàries, i agafant una mitjana dels divuit anys de període disponible, per una major acotació a les dades.

Aquesta informació es tindrà en compte a la hora de estudiar la energia produïda amb el dimensionament dels panells solars, per a determinar el cost elèctric i econòmic que suposarà pel peticionari.

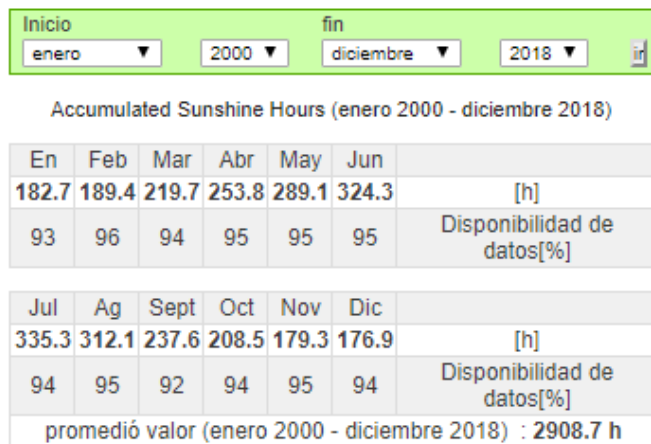


Figura 2. Resum de hores de sol disponibles mensuals a Almeria

3. LA NAU INDUSTRIAL

La nau esta ubicada al sud de la península ibèrica, on la incisió del sol és abundant. Donada la seva orientació i ubicació, la nau es troba en una situació on la instal·lació de panells solars per a l'auto subministrament és la energia on més rendiment s'obté.

3.1 LOCALITZACIÓ

La façana de la nau industrial està situada al carrer Rio de Almanzora nº12 del polígon industrial La Juaida del municipi de Viator, a la província d'Almeria.

La província de Almeria està caracteritzada per ser una de les províncies de la península ibèrica amb major irradiació solar tal i com es mostra al mapa de la figura 1, amb una previsió meteorològica on, pràcticament durant tot l'any, el sol és el protagonista.

3.2 GENERALITATS

La nau consta de una façana d'obra vista, orientada a sud-oest, coincidint amb el carrer Rio de Almanzora, amb una entrada amb porta metàl·lica ubicada a la part esquerra de 4 metres per 6 metres d'alt, i una porta petita metàl·lica, de 2 metres per 1 metre, ubicada a la part central de la porta, que donen accés a la nau. La primera porta, accés als vehicles i la segona al personal.

L'edifici consta de 11 metres de façana per 26 metres de llargada i 7 metres d'altitud, construïda amb panells prefabricats de formigó, de 5 metres de amplada per 7 metres d'altitud, amb sostre metàl·lic, amb aïllant per evitar el traspàs de calor cap a l'interior de la nau, proporcionant 2002 metres cúbics destinats al desenvolupament i desgast de pneumàtics.

3.3 Distribució de la nau

L'activitat es durà a terme dins l'edifici on està distribuït amb dues zones diferenciades amb parets de obra, portes i finestres interiors de comunicació amb l'interior de la nau.

Des de la façana, a la part dreta, i coincidint també amb la part dreta des de la porta d'entrada, hi ha ubicades les oficines. Aquestes estan delimitades per unes parets de obra, de quatre metres per la part confinant amb la façana i que s'allarga fins a 7,2 metres cap a l'interior, tocant una de les parets amb la paret dreta de la nau.

Els 28,8 metres quadrats destinats a oficines estan distribuïts amb dues plantes, amb una escala metàl·lica, d'un metre d'amplitud, trenta centímetres d'esglaó i vint centímetres de contra-esglaó, repartida amb dues altures, fent una altura global de 6,8 metres. Per a subjectar la estructura s'utilitza perfils d'acer en H de cent seixanta mil·límetres en estructura de subjecció i perfils de cent vint mil·límetres en travessers entre estructura.

A la planta baixa s'ubiquen dos recintes. El confinant amb la paret de la façana hi resideixen els sanitaris. Una superfície de 8 metres quadrats fets per 4 metres d'ample per 2 de llarg, amb un lavabo, una plat de dutxa i una pica d'aigua. A 2,5 metres es situarà el fals sostre, on s'hi ubicarà un panell LED per il·luminar la pica. A part, un llum per a la dutxa i un per al lavabo.

Separats per la entrada de l'escala per accedir al pis superior, hi ha la primera oficina. Amb una amplada de 4 metres per 3 metres de llarg, proporcionant una superfície de 12 metres quadrats, s'ubica la oficina dels enginyers per al test. Amb una taula on s'instal·larà l'ordinador de sobretaula i endolls. El sostre serà de panells de guix sobreposats, abastant el cablejat per l'interior del fals sostre i ubicant el panell lumínic per il·luminar la sala.

A la planta superior, coincidint amb la superfície dels sanitaris, s'ubica la oficina de gestió i post processat de la informació adquirida a la oficina de enginyeria. La oficina disposa de la mateixa superfície total dels sanitaris, amb un total de 8 metres quadrats. Disposava de una finestra de 1.8 metres per 1.1 metres, permetent la ventilació i il·luminació natural. Al fals

sostre, sostingut a una alçada de 0,2 metres respecte el sostre real, hi va ubicada un panell LED per a il·luminar la sala artificialment. Disposa de una taula on s'instal·la l'ordinador de sobretaula.

Seguint a la planta superior, i coincidint amb la superfície de l'oficina d'enginyeria, s'hi alberga una tercera sala, on està pensada com a sala multi-disciplinària. Aquesta té una superfície com la sala inferior, amb un total de 12 metres quadrats, fals sostre sostingut a 0,2 metres del sostre real. Com a les dues oficines anteriors, disposa d'un panell LED per a il·luminar la sala amb una taula ubicada a la part central i diferents cadires.

A la cantonada dreta més allunyada de la façana hi roman una sala de 2,5 metres per 2,5 metres i 3,4 metres d'alçada, ideal per albergar les bateries estacionàries. Per a proporcionar il·luminació a l'interior s'instal·la un panell LED al sostre.

La resta de superfície restant, està destinada a l'entrada i sortida de vehicles, accés als elevadors per al canvi de pneumàtics, càrrega dels vehicles elèctrics, possibles averies mecàniques, etc.

Es disposa d'una zona amb dos elevadors, bancs de treball i la maquinària necessària per a poder acoblar els pneumàtics a les llandes, el canvi de llandes del vehicle, reparació i manteniment dels vehicles.

Un espai queda reservat exclusivament per a l'estacionament dels vehicles elèctrics per a la seva càrrega nocturna. L'espai restant s'aprofita per a estacionar els vehicles durant la nit.

3.4 PREVISIÓ DE POTÈNCIES I CONSUMS

Per al desenvolupament i dimensionament de la instal·lació solar a estudiar, cal que es dugui a terme una previsió de potències i consums per a tal de poder ajustar-se al màxim a les necessitats de petició de l'usuari.

Tractant-se de una activitat de test i desgast de pneumàtics, el treball dins la nau serà de manteniment bàsic del vehicle, canvi de rodes, mesura amb maquinària diversa, i sobretot, càrrega de vehicles elèctrics.

3.4.1 Previsió de potència

Per a la previsió de potències, es consideren els diferents elements de càrrega utilitzats, separats per diferents línies.

La següent taula mostra les potències amb les seves correccions d'arrancada, simultaneïtat i utilització per a tal de proporcionar un càlcul acurat.

	Unitats	Pot/U (W)	Pot (W)	F.Arranc	P. Corr (W)	F.u.	F.s	P. Tot (W)
Il·lum GRAL P1	2,00	36,00	72,00	1,00	72,00	1,00	1,00	72,00
Il·lum Nau entrada	3,00	200,00	600,00	1,00	600,00	0,50	1,00	300,00
Tomes 230V oficina	3,00	3.520,00	10.560,00	1,00	10.560,00	0,50	0,50	2.640,00
Il·lum GRAL PB	4,00	36,00	144,00	1,00	144,00	1,00	1,00	144,00
Il·lum Nau interior	4,00	200,00	800,00	1,00	800,00	0,70	1,00	560,00
Tomes 230V nau	6,00	3.520,00	21.120,00	1,00	2.1120,00	0,25	0,50	2.640,00
Emergència	20,00	10,00	200,00	1,20	240,00	1,00	1,00	240,00
Il·lum mag	1,00	36,00	36,00	1,00	36,00	0,50	1,00	18,00
Clima exterior	1,00	899,00	899,00	1,20	1.078,80	0,50	1,00	539,40
Bancs	2,00	500,00	1.000,00	1,20	1.200,00	1,00	0,50	600,00
Clima interior	3,00	165,00	495,00	1,00	495,00	0,75	0,75	278,44
Carregadors	2,00	7.200,00	14.400,00	1,20	17.280,00	0,50	1,00	8.640,00
Toma 400V	2,00	9.600,00	19.200,00	1,00	19.200,00	0,20	0,50	1.920,00

Taula 2. Previsió de càrregues

Un cop s'han aplicat tots els factors de correcció corresponents, la potència total a contractar ha de ser superior a la suma de potències, un total de 18.592W, tant de potència contractada com solar a instal·lar.

Amb la potencia trobada anteriorment, es dimensiona les seccions i proteccions de cada línia, com també la LGA, proteccions d'entrada i elements de comptabilització, escomesa i derivats.

3.4.2 Previsió de consum d'energia

Per a poder estudiar l'impacte econòmic que suposarà la instal·lació de panells solars amb totes les seves modalitats de autoconsum regulades amb el RD 244/2019, es fa la previsió de consum elèctric per hores amb el programa Sunny Design PRO.

Degut que el cap de setmana no hi ha activitat, el consum varia respecte als dies feiners, fent que es canviï el perfil de consum i, per tant, s'ajusta a 3 perfils diferenciats. Conseqüent, el consum al llarg de la setmana.

De dilluns a divendres, el perfil serà el mostrat a la figura 3. El dissabte, el consum serà el mostrat a la figura 4, i finalment, a la figura 5, hi haurà el consum dels diumenges.

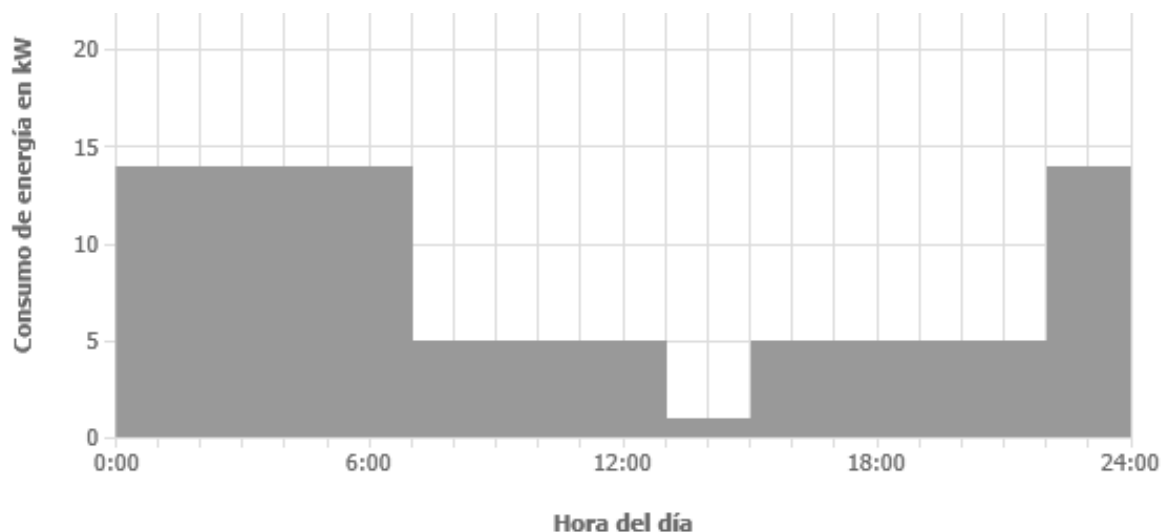


Figura 3. Perfil de consum de dilluns a divendres

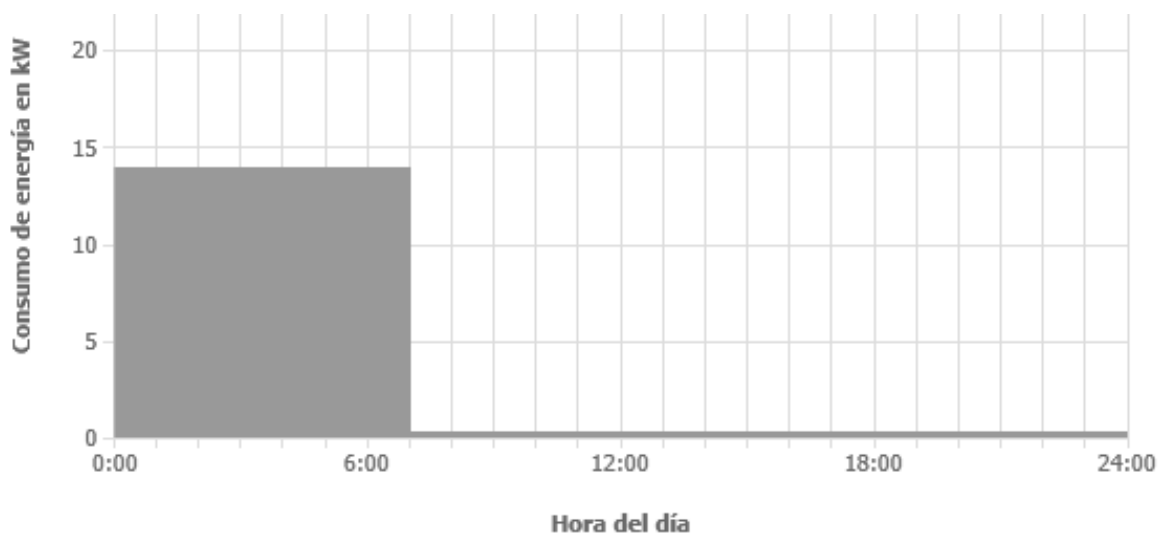


Figura 4. Perfil de consum del dissabte

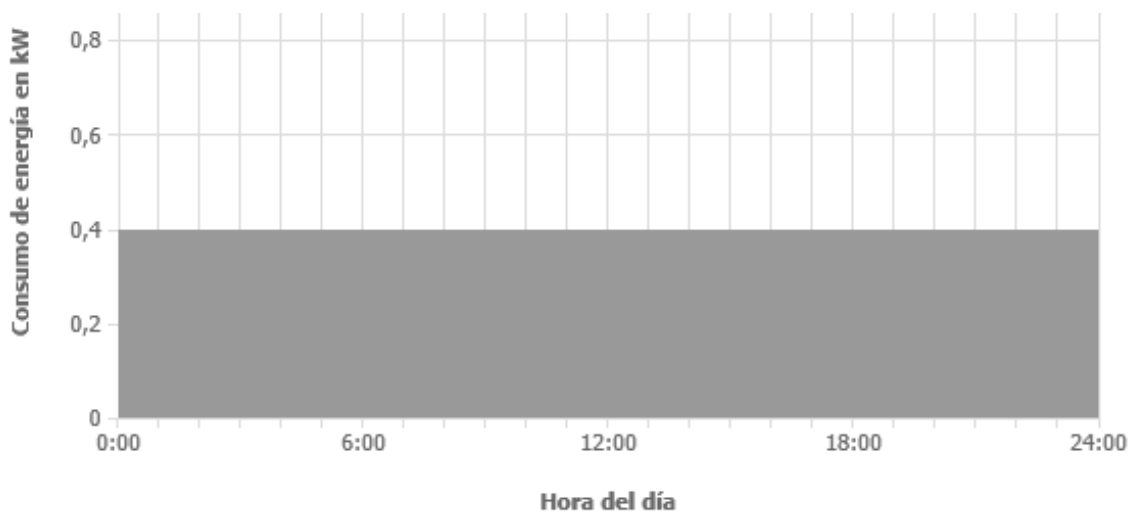


Figura 5. Perfil de consum del diumenge

Els següents diagrames de consums, podem obtenir els valors numèrics per determinar el consum setmanal i, per consegüent, el consum mensual per a obtenir un valor econòmic de la despesa.

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge	TOTAL
En. Cons. (kWh)	193	193	193	193	193	104	10	1079

Taula 3. Energia consumida diària setmanal

Setmanalment es consumeixen uns 1.079 kWh. Si s'aproxima que el mes es compona de 4 setmanes, s'obté que es gasten 4.316 kWh. Les dades anteriors han estat aproximades, tenint en compte que, un mes, es compona de mitjana de 4 setmanes.

Per als càlculs econòmics i de consums posteriors, s'aproxima molt més a un valor real, ja que es comptabilitza per dies, estimant els dies totals i restant 8 dies, dels quals 4 correspondran al consum de un dissabte i 4 al consum en diumenge, interpolant molt més acuradament el consum.

4. INSTAL·LACIÓ SOLAR

Els panells solars fotovoltaics o mòduls fotovoltaics estan formats per la interconnexió de cèl·lules solars encapsulades entre materials que les protegeixen dels efectes de la intempèrie, son les encarregades de captar la energia procedent del sol en forma de radiació solar i transformar-la en energia elèctrica gràcies a l'efecte fotovoltaic.

L'efecte fotovoltaic es produeix al incidir radiació solar sobre els materials definits com a semiconductors extrínsecs. Quan sobre la cèl·lula solar incideix la radiació, apareix una tensió anàloga a la que es produeix entre borns de una pila.

La majoria de cèl·lules solars estan constituïdes de silici monocristal·lí o policristal·lí. Les cèl·lules solars de silici monocristal·lí es fabriquen a partir de un únic cristall de silici extret de la fosa d'aquest. Les cèl·lules policristal·lines estan fabricades d'estructures macro cristal·lines, abaratint costos de fabricació i de rendiment semblant a l'estructura monocristal·lina.

Un panell solar esta constituït per varies cèl·lules iguals connectades entre sí, en sèrie i/o paral·lel de forma que la tensió i corrent subministrada pel panell s'incrementa fins a ajustar-se al valor desitjat.

4.1 PANELLS

Per a proporcionar una potència de vint quilovats s'ha buscat panells solars amb una potència unitària elevada a una tensió de vint-i-quatre volts, per a subministrar la potència desitjada a traves de ajuntar els panells en sèrie i paral·lel per a obtenir la potència desitjada.

En aquest cas, els panells utilitzats son panells monocristal·lins Atersa de 370W i 24V. Aquest panells proporcionen un voltatge màxim d'operació de 38,9V, tensió en circuit obert de 47,8V, una intensitat nominal de 9,52A i de curtcircuit de 9,88A.

Cada panell està dotat de connexions compatibles amb MC4, facilitant la interconnexió entre panells i la connexió cap a l'inversor.

Ja que els panells han de romandre a l'exterior, cada panell ha de ser suficientment resistent a les adversitats. Cada panell ve amb el certificat d'estanqueïtat i protecció IP68.

4.2 ORIENTACIÓ DELS PANELLS

Per a obtenir el màxim rendiment de cada panell solar, s'ha d'orientar per tal que rebi la màxima radiació de sol possible la major part de dia, per a que pugui produir el màxim d'energia possible.

El municipi de Viator està situada a 36.88° N i 2.41° E. Es coneix que l'eix de rotació de la terra no es completament vertical respecte la seva orbita, sinó que està desplaçat uns 23° , per tant, la incidència del sol variarà depenent la estació de l'any, com es mostra a la següent figura.

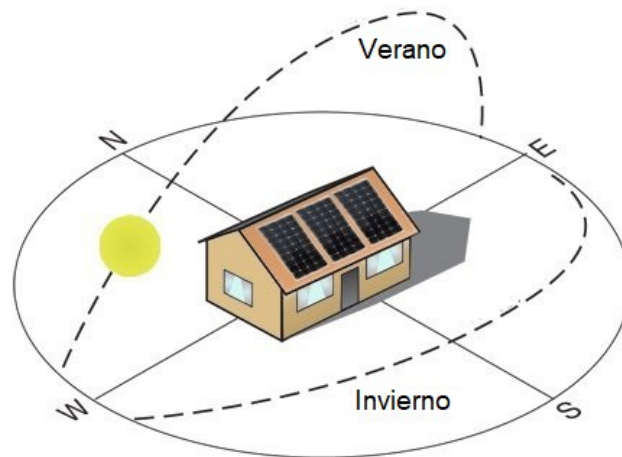


Figura 6. Incidència solar per les diferents estacions

A causa de la rotació de la terra, l'alba es produeix per l'est i la posta per l'oest. Tenint en compte que la incidència més perpendicular del Sol es dona quan és més pròxima a l'equador,

orientant els panells amb un azimuth 0 obtindrem la major part de hores de sol directe al panell. Però per a què la incisió sigui més efectiva, s'haurà de donar certa inclinació al panell.

Com es mostra a la figura 3, la incisió solar varia depenent la estació de l'any a la qual es trobi. Si ens trobem a estiu, com menys inclinació donem, millor, mentre que si es hivern, com més inclinació, més perpendicular serà la incisió solar.

Ja que l'activitat es durà a terme pràcticament durant tot l'any, amb la mateixa aflluència d'activitat sempre i que l'estructura no pot ser variada de inclinació ni de azimuth 0°, s'haurà de situar de manera de rebre la major energia mitjana durant tot l'any.

La inclinació es calcula a partir de la taula següent:

Periodo de diseño	β_{opt}	$K = \frac{G_{dm}(0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)}$
Diciembre	$\phi + 10$	1,7
Julio	$\phi - 20$	1
Anual	$\phi - 10$	1,15

Figura 7. Inclinació òptima segons el període de disseny

Sabent que la latitud de Viator es 37°, la inclinació teòrica òptima és de 27°.

Per a una instal·lació enfocada per activitats d'estiu, a 17° de inclinació respecte el terra, ens dona la màxima energia, mentre que per a l'hivern, aquest angle augmenta fins els 47° respecte el terra. Per tant, per a que ens doni una energia més constant durant tot l'any, l'angle a aplicar ha de ser de 27°.

Per a comprovar la inclinació, s'ha simulat la inclinació a través del programa de càlculs d'instal·lacions solars fotovoltaïques, PVSyst, dels quals ens ha ofert un valor de 34°.

Ja que el programa ofereix millors algorismes que la fórmula anterior de la figura 4, s'ha agafat la inclinació de 35° en comptes de 27° .

Amb aquesta inclinació de 35° , la energia proporcionada per els panells a la instal·lació elèctrica serà la òptima per a poder desenvolupar la activitat amb les millors garanties possibles durant tot l'any.

4.3 DISPOSICIÓ I CONNEXIONAT DELS PANELLS

El mòdul fotovoltaic seleccionat per a ocupar-se de la captació de la radiació solar és el Atersa A370M-GS monocristal·lí amb una potència de pic de 370W tal i com ens mostra la referència.

4.3.1 Distància entre mòduls

Ja que la ubicació dels panells es correspon al sostre de la nau i, essent aquesta lliure d'obstacles i ombres, l'únic factor que pot provocar ombres és la col·locació indeguda o falta de separació entre panells.

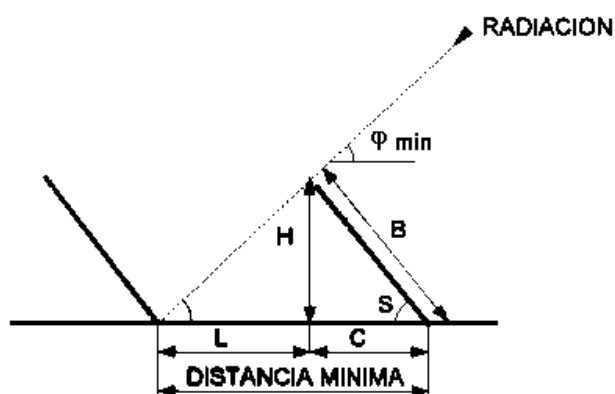


Figura 8. Distàncies entre panells

La distància (distància mínima) mesurada sobre el pla horitzontal, entre les diferents files dels mòduls disposats paral·lelament, haurà de ser la que pugui garantir un mínim de 4 hores de radiació solar durant les hores del migdia.

Així doncs, la distància entre la part posterior d'una fila amb la més pròxima haurà de ser mínimament de:

$$d = \frac{h}{\tan(61-\theta)} \quad (\text{Eq.1})$$

on h correspon a la diferència d'alçada entre la part inferior i superior de les dues files de panells i θ la latitud de l'emplaçament, 37° .

Per a determinar l'alçada és necessari conèixer les mides del panell instal·lat. El panell té unes mides de 1956x992x40mm.

Amb una inclinació de 35° , esmentada a l'apartat de càlcul de inclinació, la altura correspondrà la següent fórmula.

$$h = L \cdot \sin \beta \quad (\text{Eq.2})$$

Sabent que L es 1,96 metres, la alçada serà de 1,096 metres.

Havent trobat que $h = 1.096\text{m}$, la distància (d) de la equació 1 serà de 2,15 metres.

Finalment, la distància mínima serà la suma de la distància (d) i la longitud horitzontal del panell com mostra la següent equació.

$$D_{\min} = d + L \cdot \cos \beta \quad (\text{Eq.3})$$

Per tant la distància mínima entre línies serà de 3,77 metres.

4.3.2 Radiació disponible

El valor mitjà anual d'irradiació global diària horitzontal ($G_{dm}(0)$) a la província d'Almeria, correspon a $4.67 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{dia})$, on els valors es situen entre $2.13 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{dia})$ de mitjana durant el mes de desembre i $6.82 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{dia})$ el mes de juliol.

Per tant, per calcular el valor mitjà anual d'irradiació global diari de la instal·lació, s'haurà de corregir d'acord a l'equació següent:

$$G_{dm}(\alpha,\beta)=G_{dm}(0)\cdot K\cdot FI\cdot FS \quad (\text{Eq.4})$$

on α correspon a l'azimut, β a la inclinació dels panells, K el factor de correcció de la figura 7, FI al factor de correcció degut a inclinacions (en cas de canviar la inclinació degut a una superfície inclinada) i FS al factor d'ombrejat. Els factors d'ombrejat i inclinació corresponen a 1, ja que no hi ha presència d'ombres al teulat ni inclinacions prèvies.

Amb l'equació anterior s'aproxima la irradiació amb els panells inclinats a l'angle desitjat. Per a què els valors s'aproximin el màxim a la realitat s'han agafat els valors oferts per l'atles de radiacions d'Almeria.

Les radiacions següents corresponen a una inclinació de 35° .

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
Irrad. (35) (kWh/m ²)	4,74	5,74	6,85	6,88	6,98	7,26	7,36	7,34	6,70	6,04	4,98	4,54

Taula 4. Valors d'irradiació a 35° a Almeria

4.3.3 DISSENY FOTOVOLTAIC

Per al disseny del generador fotovoltaic, primer s'ha de calcular el valor mínim de la potència que ha de proporcionar el generador a partir de la fórmula següent per a poder desenvolupar l'activitat sense haver de dependre de la xarxa pública.

$$P_{Gmin} = \frac{W_d \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot PR} \quad (\text{Eq. 5})$$

on P_{Gmin} correspon a la potència mínima del generador (amb W), W_d a l'energia consumida (en Wh), G_{CEM} correspon a la irradiància en condicions CEM (valor constant de 1000 W/m^2), $G_{dm}(\alpha, \beta)$ al valor mig mensual d'irradiació diària sobre la superfície del generador inclinat β i azimut α (expressat en Wh/m^2), i PR corresponent al rendiment energètic de la instal·lació, expressat en tant per 1.

Considerant que el rendiment energètic ve determinat pels components de la instal·lació, el coeficient és de 0.90. La irradiació correspon a la calculada a l'apartat 4.3.2 amb un valor ($G_{dm}(\alpha, \beta)$) = $6284,2 \text{ Wh/m}^2$, i la energia (W_d) la calculada a l'apartat 3.4.2, corresponent a 193.000 W , els dies de màxima demanda d'energia.

$$P_{Gmin} = \frac{193.000 \cdot 1.000}{6.284,2 \cdot 0.90} = 34.124,38 \text{ W} \quad (\text{Eq. 6})$$

Com que han d'anar connectats per tenir la tensió nominal, la potència que han de proporcionar els mòduls ha d'estar entre la mínima i un 20% per sobre.

$$34,12 \text{ kW} \leq P_G \leq 40,94 \text{ kW} \quad (\text{Eq. 7})$$

El nombre de mòduls a connectar per a tenir la potència mínima sense haver de dependre de la xarxa pública és:

$$\frac{P_{Gmin}}{P_{max}} = \frac{34.124,38}{370} = 92,23 \approx 93 \text{ panells} \quad (\text{Eq. 8})$$

Ja que els panells es troben instal·lats sobre el teulat, amb un angle d'aproximadament 45° respecte la paral·lela a la façana de l'edifici per aconseguir azimut 0, una separació entre panells de 3,77 metres com a mínim, impedeix la instal·lació dels 93 panells per poder formar un sistema solar aïllat de la xarxa, amb les seves corresponents bateries, ja que no es compleixen amb els mínims establerts recomanats des del reglament de baixa tensió de oferir tres dies d'autonomia, sense dependre d'energia externa.

Amb la limitació present es desestima la viabilitat, tant econòmica com elèctrica, d'un sistema d'autoconsum sense dependències de la xarxa elèctrica pública estatal.

L'anterior limitació provoca tornar haver de fer un càlcul de panells i instal·lar la quantitat més gran de panells possible per generar la màxima energia possible, poder vendre excedents o emmagatzemar-los, i així dependre el mínim possible de la xarxa elèctrica pública.

Per a fer el càlcul del màxim de panells, s'ha calculat a través de l'AutoCAD, dibuixant el màxim de panells possibles amb la separació esmentada anteriorment i la orientació corresponent, inclús, duplicant l'alçada a la última fila, referida des de la façana.

Aplicant 4 suports per a 15 panells, un suport de 8 panells a la part més pròxima a la façana i un suport de doble alçada de 6 panells per alçada a la part posterior del teulat, es pot instal·lar un màxim de 80 panells.

Cobrint el 100% de la superfície del sostre amb els 80 panells, la potència de generació màxima serà la següent.

$$P_{G_{\max}} = 80 \cdot 370 = 29.600W \quad (\text{Eq. 9})$$

Per a que el sistema sigui efectiu es distribueix en 8 línies de 10 panells connectats en sèrie entre ells, dels quals les tensions per a dimensionar seran les següents.

$$U_{GOC} = N_S \cdot U_{OC} = 10 \cdot 47,8 = 478 V \quad (\text{Eq. 10})$$

$$U_{Gmpp}=N_S \cdot U_{mpp}=10 \cdot 38,90 = 389 \text{ V} \quad (\text{Eq. 11})$$

$$I_{Gsc}=N_P \cdot I_{SC}=8 \cdot 9,88 = 79,04 \text{ A} \quad (\text{Eq. 12})$$

$$I_{Gmpp}=N_P \cdot I_{mpp}=8 \cdot 9,52 = 76,16 \text{ A} \quad (\text{Eq. 13})$$

4.3.4 Manteniment i substitució

Degut que els panells solars es troben a la intempèrie, la facilitat en què quedin bruts i/o malmesos i, per consegüent, el seu rendiment es vegi altament afectat, és molt elevada. És per això que almenys un cop a l'any s'ha de fer un manteniment exhaustiu per tal que el seu funcionament sigui el millor possible.

Cada panell disposa de una garantia de 10 anys del fabricant i una vida útil de funcionament de 25 anys des de la seva instal·lació, sempre i quan el manteniment es dugui a terme sense malmetre el panell.

4.4 INVERSOR

Per a la selecció de l'inversor, primerament s'ha d'acotar el sistema solar fotovoltaic, ja que a les especificacions dels panells alerten que les tensions i intensitats poden variar significativament els seus valors respecte els estàndards a 20°C degut a les condicions meteorològiques.

Características eléctricas	A-360M GS	A-365M GS	A-370M GS
Potencia Máxima (P _{max})	360 W	365 W	370 W
Tensión Máxima Potencia (V _{mp})	38.50 V	38.70 V	38.90 V
Corriente Máxima Potencia (I _{mp})	9.36 A	9.44 A	9.52 A
Tensión de Circuito Abierto (V _{oc})	47.40 V	47.60 V	47.80 V
Corriente en Cortocircuito (I _{sc})	9.70 A	9.78 A	9.88 A
Eficiencia del Módulo (%)	18.55	18.81	19.07
Tolerancia de Potencia (W)		0/+5	
Máxima Serie de Fusibles (A)		20	
Máxima Tensión del Sistema (IEC)		DC 1000 V	
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)		45±2	

Figura 9. Característiques panell

Així doncs, es calculen els rangs de tensió i intensitat utilitzant els coeficients següents.

Características de temperatura	
Coef. Temp. de I _{sc} (TK I _{sc})	0.05% /°C
Coef. Temp. de V _{oc} (TK V _{oc})	-0.32% /°C

Figura 10. Variacions respecte temperatures

Per a realitzar els càlculs es transformen els percentatges en valors amb unitats.

Coeficient V _{oc} (β)	-152,96 mV/°C
Coeficient I _{sc} (α)	4,94 mA/°C

Taula 5. Transformació de les variacions percentuals a valors amb unitat

Amb els valors anteriors es calculen els valors màxims i mínims dels mòduls solars en relació a la temperatura.

Tan per a tensions com per a intensitats, la fórmula serà la mateixa, canviant el coeficient. Amb tensions s'utilitza β, mentre que per intensitat és α.

$$V_{mpp}(70^{\circ}\text{C})=38,9+(-0,15296\cdot(70-25))=32,02 \text{ V} \quad (\text{Eq. 14})$$

$$V_{mpp}(-10^{\circ}\text{C})=38,9+(-0,15296\cdot(-10-25))=44,25\text{V} \quad (\text{Eq. 15})$$

$$V_{OC}(-10^{\circ}\text{C})=47,8+(-0,15296\cdot(-10-25))=53,15 \text{ V} \quad (\text{Eq. 16})$$

$$I_{mpp}(70^{\circ}\text{C})=9,52+(0,00494\cdot(70-25))=9,74 \text{ A} \quad (\text{Eq. 17})$$

$$I_{SC}(70^{\circ}\text{C})=9,88+(0,00494\cdot(70-25))=10,10 \text{ A} \quad (\text{Eq. 18})$$

A continuació, s'interpolen els valors amb la quantitat de mòduls presents en el projecte i les seves connexions.

$V_{mpp \text{ min}} \text{ (V)}$	$V_{mpp \text{ max}} \text{ (V)}$	$V_{OC \text{ max}} \text{ (V)}$	$I_{mpp \text{ max}} \text{ (A)}$	$I_{SC \text{ max}} \text{ (A)}$
320,20	442,50	531,50	77,91	80,80

Taula 6. Resum de Tensions i intensitats del generador

Un cop es coneixen les màximes tensions degudes a la temperatura, ja tenim els valors a tenir en compte i no superar, per a tal de entendre la fulla de característiques de l'inversor.

L'elecció de l'inversor es determina per dos factors, la tensió nominal d'entrada i la potència nominal que ha de tenir. La tensió ha de coincidir amb les característiques de sortida dels panells solars. Per la seva banda, la potència es calcula sumant totes les potències aparents dels receptors que funcionaran simultàniament, tenint en compte els factors de correcció.

La potència total del sistema, aplicant els factors de correcció, és de 18.592 W, tal i com queda reflectit a la taula 1 de l'apartat 3.4.1.

Datos técnicos	Sunny Tripower 15000TL
Entrada (CC)	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27000 Wp
Potencia asignada de CC	15330 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/carriente asignada de salida	29 A/21,7 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
THD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
Rendimiento	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%

Figura 11. Inversor SMA STP 15000TL-30

Es disposen dos inversors híbrids MPPT, amb una potència màxima d'inversió de fins a 15.000W a 400V trifàsics, dels quals es connecten amb paral·lel per a oferir una potència màxima d'inversió de 30kW.

En ells entra la potència provinent dels panells solars, una potència que mai serà superior a 29,6 kW, potència que ens oferirien els panells, en la seva màxima potència, cosa que només es donaria en pics on el sol incidís completament paral·lel a la superfície del panell, cosa que es disposen de manera que mai s'aconseguirà la màxima potència.

Durant moments del dia, la energia produïda, serà superior a la consumida. Per això mateix, s'estudia totes les modalitats de autoconsum regulades a través del RD 244/2019 de 5 de maig de 2019, on modifiquen la normativa, la legislació, els tributs, la gestió administrativa i les característiques de l'autoconsum.

5. ESTUDI ECONÒMIC

Degut que el present projecte només queda centrat amb l'autoconsum proporcionat per energia solar, més concretament, energia solar fotovoltaica per a la producció de electricitat, la normativa ha sofert grans canvis en aquest tipus de energia, tals com la derogació de l'impost al Sol amb potències inferiors a 100kW, la pròxima modalitat de emmagatzematge d'energia, utilitzant la xarxa elèctrica pública, anomenat balanç net, entre d'altres exemples.

Amb l'anterior premissa, tal i com queda exposat a l'apartat anterior, la generació d'excedents d'energia i la possibilitat d'oferir-los a la xarxa amb retribució econòmica o amb forma de balanç net, com també l'emmagatzematge d'aquesta energia per a un posterior consum, obliga a un estudi de viabilitat, per a tal de determinar quin dels casos d'autoconsum és més favorable en el present projecte.

Per a poder realitzar l'estudi econòmic es compara amb una instal·lació de una nau industrial, amb una potència de 20 kW, adherit a la xarxa elèctrica pura, sense cap sistema d'autoconsum, com s'hauria fet tradicionalment.

El període a estudiar és de 20 anys, període en el que es preveu la continuïtat de la activitat i la previsió que el peticionari té respecte l'activitat a desenvolupar.

5.1 CARACTERÍSTIQUES PROVINENTS DE LA XARXA ELÈCTRICA PÚBLICA

Per l'activitat del present projecte, tal i com queda reflectit a l'apartat 3.4, la previsió de potència ascendeix a 18.592 W.

Per a poder oferir la demanda de potència i alguna possible alteració de consums puntuals, es dimensiona l'ICP per a què ofereixi fins a 20kW en alimentació trifàsica, és a dir, tres línies de tensió de línia de 400V i 50Hz.

Actualment, el centre actiu es troba sota la companyia elèctrica Endesa, per la qual cosa, respectant la companyia, la nau en estudi també s'adhereix a la xarxa amb la gestora Endesa.

Com a clients amb una potència a contractar de 20 kW i amb el perfil de consum prèviament mostrat, la recomanació de la companyia es adquirir una tarifació 3.0, dels quals es discrimina el preu segons si l'energia que es consumeix es troba dins la regió d'hores punta, d'hores vall o hores supervall, de mes car a més barat, el qual ens beneficia consumir la energia durant les hores vall o supervall.

Els horaris de tarifació es mostren a la següent figura, oferta per la mateixa companyia Endesa.

Horarios tarifa de acceso 3.0		
Periodo	Invierno	Verano
Punta	18:00-22:00h	11:00-15:00h
Valle	22:00-00:00h y 08:00-18:00h	15:00-00:00h y 08:00-11:00h
Supervalle	00:00-08:00h	00:00-08:00h

Figura 12. Períodes de consum Endesa

Dels períodes descrits a la figura anterior, es mostra que també hi ha un canvi entre estiu i hivern. Això provoca que s'ha de tenir en compte, que d'abril a setembre es cobrarà com a tarifa d'estiu, i la resta de mesos, com a tarifa d'hivern.

Per el consum d'energia, com s'esmenta anteriorment, no es fa setmanalment, sinó que es calcula diàriament i en funció del mes en curs, que varien, des de 28 a 31, els dies. S'ha estimat que, per cada mes, hi ha 4 setmanes, i per tant, 4 dissabtes i 4 diumenges.

5.2 CONSUM I DESPESA ECONÒMICA ÚNICAMENT ADHERITS A LA XARXA ELÈCTRICA PÚBLICA

Si el present projecte es duagués a terme amb una instal·lació a la xarxa elèctrica pública, sense la incorporació de un sistema de generació sostenible, el sistema solar fotovoltaic, tot el consum elèctric provindria de la xarxa, consumint el 100% de la energia de la xarxa.

El consum d'energia es calcula d'acord amb la premissa descrita a l'últim paràgraf de l'apartat 3.4.2, on s'estimen 4 setmanes per cada mes, és a dir, 23 dies laborals els mesos amb 31 dies, 22 dies laborals els mesos amb 30 dies, i 20 dies feiners el febrer.

Degut a un canvi de tarifació depenent de l'hora de consum, com queda reflectit a la figura 12 del subapartat anterior, es calcula el consum per hores, i degut a la hora consumida, es fa el balanç de energia consumida per dia i hora consumida, per posteriorment aplicar diferents preus al consum i a la potència als diferents períodes.

	DII-Dv			Ds			Dg		
	kW		%	kW		%	kW		%
0:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
1:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
2:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
3:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
4:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
5:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
6:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
7:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
8:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
9:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
10:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
11:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
12:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
13:00	1,00	0,01	0,52	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
14:00	1,00	0,01	0,52	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
15:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
16:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
17:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17

	DII-Dv			Ds			Dg		
	kW		%	kW		%	kW		%
18:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
19:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
20:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
21:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
22:00	14,00	0,07	7,25	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
23:00	14,00	0,07	7,25	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17

Taula 7. Consum horari i percentatge de consum respecte el total diari durant el període de hivern

El conjunt d'hores en color verd corresponen a les hores en tarifació supervall, el conjunt taronja en tarifació vall i en vermell, el conjunt de tarifació punta.

El mateix procediment es repeteix per a determinar el percentatge de ús de l'energia respecte el dia als mesos d'estiu, corresponents, des d'abril fins a setembre, ambdós inclosos. El resultat és el següent.

	DII-Dv			Ds			Dg		
	kW		%	kW		%	kW		%
0:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
1:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
2:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
3:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
4:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
5:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
6:00	14,00	0,07	7,25	14,00	0,13	13,36	0,40	0,04	4,17
7:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
8:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
9:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
10:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
11:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
12:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
13:00	1,00	0,01	0,52	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
14:00	1,00	0,01	0,52	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
15:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
16:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
17:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17

	DII-Dv			Ds			Dg		
	kW		%	kW		%	kW		%
18:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
19:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
20:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
21:00	5,00	0,03	2,59	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
22:00	14,00	0,07	7,25	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17
23:00	14,00	0,07	7,25	0,40	0,00	0,38	0,40	0,04	4,17

Taula 8. Consum horari i percentatge de consum respecte el total diari durant el període d'estiu

Les taules anteriors es poden resumir amb un percentatge de tarifes horàries per a que es pugui calcular en un cas més generalitzat.

	%	Hivern			%	Estiu		
		DII-Dv	Ds	Dg		DII-Dv	Ds	Dg
Supervall	0,33	0,53	0,94	0,33	0,33	0,53	0,94	0,33
Vall	0,50	0,36	0,08	0,83	0,50	0,53	0,08	0,83
Punta	0,17	0,10	0,02	0,17	0,17	0,06	0,02	0,17

Taula 9. Percentatge de energia gastada en cada període dependent del dia

Sabent la energia que es consumeix, representada a la taula 3 de l'apartat 3.4.2, com a suma total de cada hora a les taules anteriors i, en relació a la part percentual que representa aquesta durant el dia, s'obté una estimació de l'energia consumida al mes, separant-ho segons la tarifa.

	dies	dies hàbils	En. supervall kWh/mes	En.vall kWh/mes	En. punta kWh/mes
Gener	31,00	23,00	2775,40	1674,00	472,80
Febrer	28,00	20,00	2466,40	1464,00	412,80
Març	31,00	23,00	2775,40	1674,00	472,80
Abril	30,00	22,00	2672,40	2308,00	276,80
Maig	31,00	23,00	2775,40	2410,00	288,80
Juny	30,00	22,00	2672,40	2308,00	276,80
Juliol	31,00	23,00	2775,40	2410,00	288,80
Agost	31,00	23,00	2775,40	2410,00	288,80

	dies	dies hàbils	En. supervall kWh/mes	En.vall kWh/mes	En. punta kWh/mes
Setembre	30,00	22,00	2.672,40	2.308,00	276,80
Octubre	31,00	23,00	2.775,40	1.674,00	472,80
Novembre	30,00	22,00	2.672,40	1.604,00	452,80
Desembre	31,00	23,00	2.775,40	1.674,00	472,80

Taula 10. Energia mensual segons tarifació

Amb una energia mensual consumida tal i com queda reflectida a la taula anterior, adherits a la xarxa suposarà que es pagarà un rebut mensual d'acord amb la estimació de energia prevista.

El sistema de tarifació 3.0 d'Endesa present a la facturació de l'energia consumida de la xarxa pública discrimina en tres zones horàries amb diferent preu per kWh i per potència contractada segons l'horari on es troba.

La tarifació queda especificada des de la mateixa pàgina web de Endesa, com queda mostrat a la següent figura.

Precios tarifa Preferente de Endesa 2019

Término	Periodo punta	Periodo valle	Periodo supervalle
Término de potencia	41,9507€/kW/año	25,1704€/kW/año	16,7803€/kW/año
Término de energía	0,1271€/kWh	0,1141€/kWh	0,0853€/kWh

Figura 13. Preus de la tarifa 3.0 preferent de Endesa

La facturació ve donada en el pagament per potència contractada, com també el pagament per energia consumida i el lloguer del comptador.

	Pot. Fix €/kW/mes	Pot. Con kW	En. SV €/kWh/mes	En. Vall €/kWh/mes	En. Punta €/kWh/mes	Pot. €	Energia €	Comptador €	Subtotal €
Gener	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	487,84	20,00	549,79
Febrer	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	429,89	20,00	491,84
Març	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	487,84	20,00	549,79
Abril	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	526,48	20,00	588,43
Maig	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	548,43	20,00	610,38
Juny	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	526,48	20,00	588,43
Juliol	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	548,43	20,00	610,38
Agost	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	548,43	20,00	610,38
Setembre	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	526,48	20,00	588,43
Octubre	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	487,84	20,00	549,79
Novembre	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	468,52	20,00	530,47
Desembre	2,10	20,00	0,09	0,11	0,13	41,95	487,84	20,00	549,79

Taula 11. Preus mensuals amb les energies de la taula 10

Des de la companyia elèctrica, es bonifica als clients amb un descompte de un 30 per cent respecte el consum d'energia.

Un cop descomptat la bonificació per fidelitat, s'apliquen els impostos de producció d'energia elèctrica, corresponent a un 5,11 per cent de la diferència entre la suma del cost de contractació de potència fixe i energia i el descompte de la energia.

Del subtotal present, s'aplica el 21% d'impost sobre el valor afegit, per a proporcionar el preu a pagar mensual per estar adherit a la xarxa i consumir tota la energia de la xarxa, tal i com queda mostrat a les taules.

	Subtotal €	Descompte 30%	Impost 5,11%	Subtotal 1 €	IVA 21%	Total €
Gener	549,79	146,35	20,62	424,05	89,05	513,10
Febrer	491,84	128,97	18,54	381,42	80,10	461,52
Març	549,79	146,35	20,62	424,05	89,05	513,10
Abril	588,43	157,94	22,00	452,48	95,02	547,51
Maig	610,38	164,53	22,78	468,63	98,41	567,05
Juny	588,43	157,94	22,00	452,48	95,02	547,51
Juliol	610,38	164,53	22,78	468,63	98,41	567,05
Agost	610,38	164,53	22,78	468,63	98,41	567,05
Setembre	588,43	157,94	22,00	452,48	95,02	547,51
Octubre	549,79	146,35	20,62	424,05	89,05	513,10
Novembre	530,47	140,56	19,92	409,84	86,07	495,91
Desembre	549,79	146,35	20,62	424,05	89,05	513,10

Taula 12. Taula d'impostos i preu final mensual de factura

La taula anterior reflecteix la despesa mensual de electricitat, fent que anualment hi hagi una despesa que ascendeix a 6.353,50 euros.

5.3 CONSUM I DESPESA ADHERITS A LA XARXA AMB PANELLS SOLARS FOTOVOLTAICS, AMB VENDA D'EXCEDENTS A LA XARXA

Amb els objectius del projecte, la instal·lació de panells solars hauria de beneficiar al peticionari econòmicament, ja que la producció de energia durant el dia es produïda per els panells solars i, per tant, no hi ha una despesa econòmica en concepte d'energia consumida a la xarxa.

Tal i com s'ha desenvolupat al capítol 4, s'instal·la la quantitat màxima disponible de panells solars fotovoltaics al sostre del recinte, dels quals pot abastar un màxim de 80 panells, oferint una potència màxima de 29.600 W.

La energia solar produïda pels panells solars ve donada per la irradiància a la inclinació rebuda dels panells, 35°, amb azimut 0, i amb la superfície total dels panells solars, aplicant el rendiment dels panells, s'obté la energia produïda a l'hora.

Per a calcular l'energia produïda i útil, s'utilitzaran les següents equacions.

$$E_n = I_{rr}(35) \cdot \text{Sup. Solar} \quad (\text{Eq. 19})$$

$$E_n \text{ útil} = E_n \cdot \eta \quad (\text{Eq. 20})$$

El rendiment dels panells monocristal·lins Atersa A370 correspon a un 19%.

Amb els valors extrets de l'historial, entre 2000 i 2018, del total d'hores de sol a Almeria capital, on està ubicada a 10 quilòmetres de la localitat del desenvolupament de la activitat, s'obté el total de energia produïda diària mensual.

Mes	Irr (0) kWh/m ²	Irr (35) kWh/m ²	Energia kWh/dia	En. Útil kWh/dia	Temps h	Dies	Hores/dia h/dia	Energ/mes kWh/mes
Gener	3,00	4,74	670,84	127,46	182,70	31,00	5,89	3.951,22
Febrer	4,00	5,74	812,36	154,35	189,40	28,00	6,76	4.321,76
Març	5,10	6,85	969,46	184,20	219,70	31,00	7,09	5.710,10
Abril	6,20	6,88	973,70	185,00	253,80	30,00	8,46	5.550,10
Maig	7,60	6,98	987,85	187,69	289,10	31,00	9,33	5.818,46
Juny	8,00	7,26	1.027,48	195,22	324,30	30,00	10,81	5.856,65
Juliol	7,80	7,36	1.041,63	197,91	335,30	31,00	10,82	6.135,23
Agost	7,00	7,34	1.038,80	197,37	312,10	31,00	10,07	6.118,56
Setembre	5,70	6,70	948,23	180,16	237,60	30,00	7,92	5.404,89
Octubre	4,20	6,04	854,82	162,42	208,50	31,00	6,73	5.034,89
Novembre	3,20	4,98	704,80	133,91	179,30	30,00	5,98	4.017,37
Desembre	2,60	4,54	642,53	122,08	176,90	31,00	5,71	3.784,50

Taula 13. Taula d'energia produïda mensual pels panells solars

Els valors d'energia obtinguts de taula anterior difereixen lleugerament dels valors del predimensionament a l'annex B, ja que els valors calculats en el capítol present, són els

valors més reals i ajustats que al predimensionament, ja que els panells seleccionats al projecte no apareixen al PVSYST.

Amb la energia que obtenim mensualment per els panells solars, i d'acord amb el RD 244/2019, el qual facilita la venda de la energia sobrant a la xarxa sense impostos al sol, al ser una potència inferior a 100 kW.

La producció d'energia durant el dia (hores solars) sobrepassa el consum d'energia per desenvolupar la activitat. És per això que s'estudia la rendibilitat de instal·lar panells solars, com també, les dues formes de autoconsum al qual el projecte pot adherir-se.

Actualment hi ha dues formes d'autoconsum amb entrega d'excedents a la xarxa.

La primera està composta per la retribució econòmica per a cada unitat de energia entregada a la xarxa, sense discriminació horària, i a un preu significativament inferior al preu de compra de la mateixa energia a la xarxa.

La segona està composta pel balanceig l'energia entregada per la consumida, amb un desfasament de fins a 60 dies des de la entrega fins al seu consum, és a dir, una bonificació de consum, sempre i quan es gastí al pròxim mes. L'energia sobrant que no s'hagi consumit, es regala a la xarxa.

Aquesta segona manera encara no és una realitat, ja que no hi ha un balanç net, sinó que s'anomena balanç net, però malauradament, la companyia segueix retribuïnt com a la primera modalitat, però estalvia les gestions administratives de productor d'energia, i es fan càrrec de les gestions. Per tant, a efectes pràctics, es tracta de la mateixa modalitat econòmica.

Ja que durant la nit, la previsió de potència és la màxima, al mantenir-se adherit a la xarxa, la potència contractada haurà de ser la mateixa que el desenvolupament de l'activitat sense la instal·lació dels panells solars. Per tant, es manté una facturació mensual de la companyia elèctrica.

Per a la tarifació de la companyia elèctrica, es manté la mateixa que l'apartat anterior, amb triple discriminació horària.

	En. Neces kWh/mes	En. Dia kWh/mes	En. Nit kWh/mes	En. sv kWh/mes	En. vall kWh/mes	En. Pun kWh/mes	En. Sol/mes kWh/mes	Excedent kWh
Gener	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.402,49	1.051,87	701,24	3.951,22	2.207,82
Febrer	4.320,00	1.516,00	2.804,00	1.319,53	824,71	659,76	4.321,76	2.805,76
Març	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.577,80	788,90	788,90	5.710,10	3.966,70
Abril	4.706,00	1.667,60	3.038,40	1.620,48	1.012,80	405,12	5.550,10	3.882,50
Maig	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.803,20	1.127,00	225,40	5.818,46	4.075,06
Juny	4.706,00	1.667,60	3.038,40	1.869,78	1.168,62	-	5.856,65	4.189,05
Juliol	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.941,91	1.213,69	-	6.135,23	4.391,83
Agost	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.941,91	1.092,32	121,37	6.118,56	4.375,16
Setembr	4.706,00	1.667,60	3.038,40	1.519,20	1.329,30	189,90	5.404,89	3.737,29
Octubre	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.484,99	1.299,36	371,25	5.034,89	3.291,49
Novembr	4.706,00	1.667,60	3.038,40	1.350,40	1.012,80	675,20	4.017,37	2.349,77
Desembr	4.899,00	1.743,40	3.155,60	1.402,49	1.051,87	701,24	3.784,50	2.041,10

Taula 14. Taula d'energies consumides, produïdes i excedents.

El balanç de energia consumida i energia generada, es separa en dues zones horàries. El balanç queda separat segons si aquesta energia es troba a les hores de dia, és a dir, les hores de sol, o, per el contrari es troba a la nit, amb hores nocturnes.

Durant les hores diürnes, es produeix molta més energia de la que es consumeix, produint un excedent en positiu, per injecció a la xarxa.

La retribució econòmica de la injecció de corrent a la xarxa correspon aproximadament, sota reial decret, a 5 cèntims d'euro per quilovat injectat.

Contràriament, durant la nit, es consumeix l'energia de la xarxa. La tarifa de la energia absorbida de la xarxa queda establerta, com anteriorment s'ha esmentat, amb la triple discriminació horària.

La quantitat d'hores disponibles solars efectives, en quin període, segons les especificacions de la discriminació imposada per Endesa, tal i com es mostra a l'apartat anterior.

	Subtotal €	Dte. Client 30%	Impost 5,11%	Subtotal €	IVA 21%	TOTAL €
Gener	280,34 €	98,63 €	11,76 €	193,47 €	40,63 €	234,09 €
Febrer	212,17 €	87,15 €	10,39 €	135,41 €	28,44 €	163,85 €
Març	188,48 €	97,46 €	11,62 €	102,64 €	21,56 €	124,20 €
Abril	173,10 €	91,58 €	10,92 €	92,44 €	19,41 €	111,85 €
Maig	169,25 €	93,32 €	11,13 €	87,06 €	18,28 €	105,34 €
Juny	145,33 €	87,85 €	10,47 €	67,96 €	14,27 €	82,23 €
Juliol	146,49 €	91,24 €	10,88 €	66,13 €	13,89 €	80,01 €
Agost	148,90 €	91,71 €	10,94 €	68,12 €	14,31 €	82,43 €
Setembre	180,48 €	91,62 €	10,92 €	99,79 €	20,96 €	120,74 €
Octubre	219,49 €	96,63 €	11,52 €	134,38 €	28,22 €	162,60 €
Novembr	261,03 €	94,97 €	11,32 €	177,38 €	37,25 €	214,63 €
Desembre	288,67 €	98,63 €	11,76 €	201,80 €	42,38 €	244,18 €

Taula 15. Despesa econòmica mensual adherit a la xarxa amb panells fotovoltaics i venda d'excedents.

Amb la següent despesa mensual, el total anual de despesa seria de 1.726,15€ aproximadament, reduint en més de 4.600€ anuals la despesa de factura de la llum.

Cal indicar que aquest estalvi és degut a la instal·lació dels panells i, per tal, hi ha una inversió inicial de instal·lació dels panells i tots els components necessaris per a què la instal·lació sigui efectiva.

Per a dur a terme la instal·lació solar, correspon al nombre de panells descrits a la memòria, és a dir, 80 panells, col·locats amb diverses estructures fetes d'alumini, dos inversors i les proteccions corresponents per a les línies en sèrie de panells, el cablejat per a la connexió, les caixes de registre i de proteccions.

El total del material, amb les hores de instal·lació ascendeix a una inversió inicial de 40.158,33€

5.4 CONSUM I DESPESA ADHERITS A LA XARXA AMB PANELLS SOLARS FOTOVOLTAICS, AMB EMMAGATZEMATGE DE ENERGIA SOBRRANT I VENDA D'EXCEDENTS.

Degut a la publicació del RD 244/2019, l'autosubministre i emmagatzematge d'energia amb potències instal·lades inferiors a 100kW queda completament legal i exempt d'impost al sol, la venda, emmagatzematge i distribució d'energia en edificis multivivenda.

Es per el motiu anteriorment exposat la contemplació de la possibilitat d'instal·lar un sistema d'acumuladors per a emmagatzemar l'energia sobrrant durant el dia i utilitzar-la per al propi consum de nit, i si fa falta energia, obtenir-la de la xarxa, hauria d'abaratir els costos i obtenir una amortització més veloç que amb la venda d'excedents, ja que el consum és pràcticament nul.

La potència instal·lada de mòduls fotovoltaics roman amb els mateixos 80 anteriorment esmentats per limitacions d'espai físic disponible al sostre de la nau, oferint 29.600W de potència.

Per a poder subministrar energia durant tot el període de nit, la bateria haurà de ser capaç de emmagatzemar i oferir un mínim de 102kWh d'energia diaris. Sabent que les bateries a instal·lar tenen una profunditat de descàrrega de un 80%, la capacitat mínima de la bateria ha de ser de 122,4kWh.

Per a la gestió de les bateries, en cas de superar el consum diari d'un habitatge, es recomanable instal·lar un sistema de gestió i inversió propi per a les bateries, agrupant-ho amb un clúster, evitant diferències de càrregues als diferents mòduls de bateries.

Amb la capacitat descrita anteriorment, SMA proporciona una taula on relacionar la capacitat útil, amb la quantitat de bateries a instal·lar i la potència dels inversors, i si aquests inversors han de estar controlats amb un clúster.

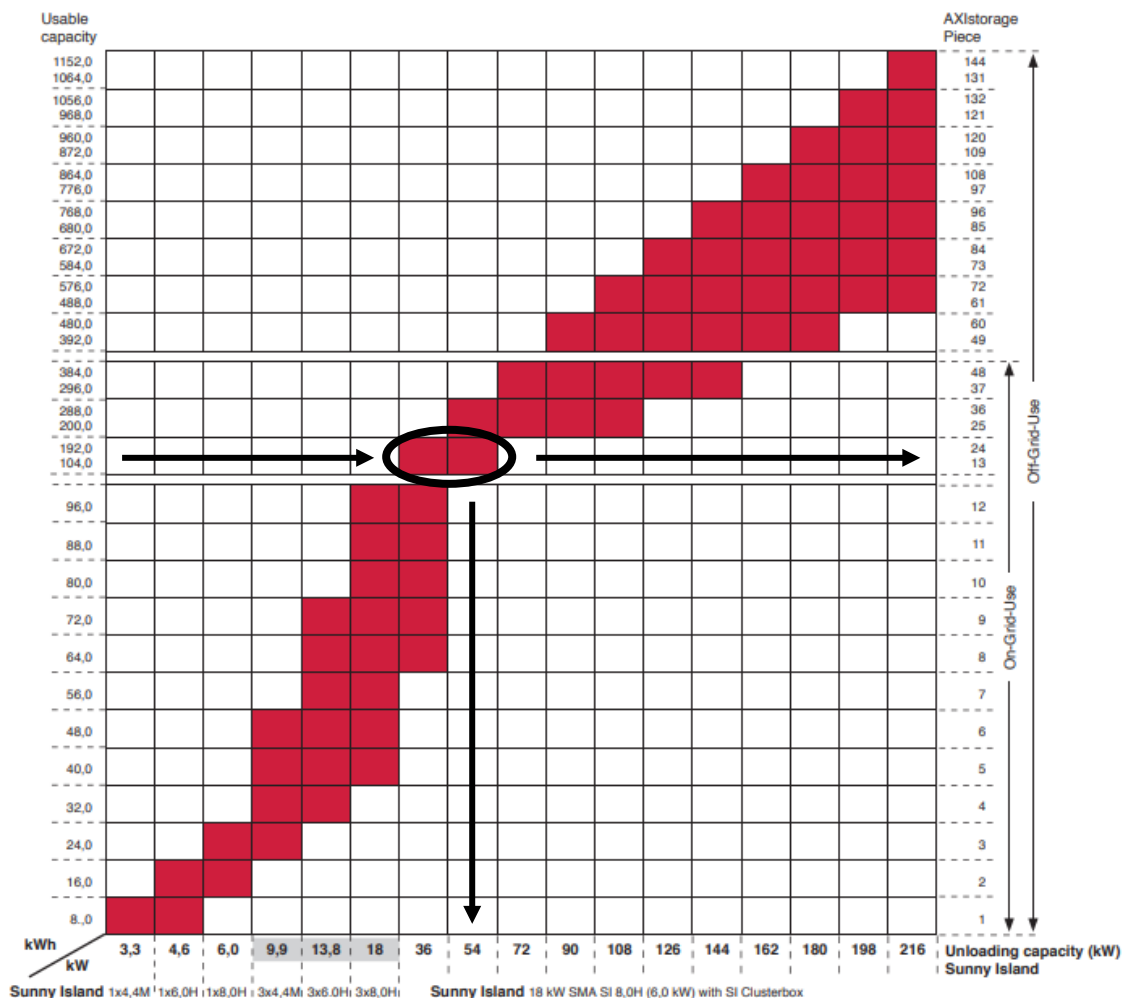


Figura 14. Taula de capacitat-potència inversor-potencia de descàrrega

Per a possibles ampliacions de potència i consum d'energia, es decanta per la opció d'instal·lar 54 kW de potència del clúster per a la gestió de les bateries. Aquesta configuració ofereix una potència de sortida de bateries de 13 a 24 kW, suficients per a desenvolupar l'activitat de nit.

Per a poder calcular si hi haurà excedents d'energia, tal i com s'ha calculat a l'apartat anterior, es discernirà entre el consum de dia i de nit, i dins d'aquests consums, l'estimació de consum en les diferents franges horàries imposades per la tarifa 3.0 de la companyia.

Per a fer els càlculs de l'energia generada pels panells solars fotovoltaics s'agafen de la taula 13 de l'apartat 5.3, ja que com s'esmenta anteriorment, els panells són els mateixos que l'apartat anterior.

Mes	En. Neces kWh/mes	Hores SV	Hores V	Hores Punta	En. SV kWh/mes	En. V kWh/mes	En. Punta kWh/mes	Energ/mes kWh/mes	Var. Energ kWh
Gen	4899	8,0	6,0	4,0	421,2	315,9	210,6	3951,2	-947,8
Feb	4320	8,0	5,0	4,0	0,0	0,0	0,0	4321,8	1,8
Mar	4899	8,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	5710,1	811,1
Abr	4706	8,0	5,0	2,0	0,0	0,0	0,0	5550,1	844,1
Mai	4899	8,0	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	5818,5	919,5
Jun	4706	8,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5856,6	1150,6
Jul	4899	8,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6135,2	1236,2
Ago	4899	8,0	4,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6118,6	1219,6
Set	4706	8,0	7,0	1,0	0,0	0,0	0,0	5404,9	698,9
Oct	4899	8,0	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	5034,9	135,9
Nov	4706	8,0	6,0	4,0	306,1	229,5	153,0	4017,4	-688,6
Des	4899	8,0	6,0	4,0	495,3	371,5	247,7	3784,5	-1114,5

Taula 16. Energia produïda i consumida segons la franja horària descrita per la tarifa 3.0

De la taula anterior cal destacar que, als mesos de gener, novembre i desembre, l'energia generada pels panells és inferior a la energia consumida necessària per al desenvolupament de l'activitat, per tant, aquesta energia s'haurà d'adquirir de la companyia elèctrica.

Al dependre de la companyia elèctrica, i ja que el consum d'electricitat haurà de ser de nit, que coincideix amb la demanda de més potència per a l'activitat, la potència a contractar serà de 20kW, com si l'activitat depengués només de la xarxa elèctrica pública.

En cas que l'energia generada sigui superior a la consumida i emmagatzemada per al posterior ús, es vendrà a la companyia elèctrica al preu establert per la companyia,

corresponent a cinc cèntims d'euro per quilovvat injectat a la xarxa, com queda mostrat als apartats anteriors.

La despesa economica vindrà donada per la retribució econòmica de la venda d'excedents a la xarxa i el consum de l'energia provinent de la xarxa.

Mes	Subtotal €	Dte 30%	Impost 5,11%	Subtotal €	IVA 21%	TOTAL €
Gen	161,99 €	30,01 €	6,74 €	168,74 €	35,44 €	204,17 €
Feb	61,86 €	0,00 €	3,16 €	65,02 €	13,65 €	78,68 €
Mar	21,40 €	0,00 €	1,09 €	22,49 €	4,72 €	27,21 €
Abr	19,75 €	0,00 €	1,01 €	20,75 €	4,36 €	25,11 €
Mai	15,98 €	0,00 €	0,82 €	16,79 €	3,53 €	20,32 €
Jun	4,42 €	0,00 €	0,23 €	4,64 €	0,98 €	5,62 €
Jul	0,14 €	0,00 €	0,01 €	0,15 €	0,03 €	0,18 €
Ago	0,97 €	0,00 €	0,05 €	1,02 €	0,21 €	1,24 €
Set	27,01 €	0,00 €	1,38 €	28,39 €	5,96 €	34,35 €
Oct	55,16 €	0,00 €	2,82 €	57,97 €	12,17 €	70,15 €
Nov	134,64 €	21,81 €	5,77 €	140,41 €	29,49 €	169,89 €
Des	179,59 €	35,29 €	7,37 €	186,97 €	39,26 €	226,23 €
						863,15 €

Taula 17. Despesa econòmica anual adherit a la xarxa amb bateries

La despesa econòmica anual en electricitat provinent de la xarxa elèctrica pública correspon a 863,15€, reduint la meitat la despesa econòmica d'un sistema amb autoconsum i venda d'excedents, sense emmagatzematge.

Com s'ha descrit al apartat anterior, aquesta reducció de despesa econòmica amb electricitat provinent de la xarxa pública és degut a la instal·lació dels panells solars fotovoltaics, els acumuladors, tot el sistema d'inversors i el clúster, fent que hi hagi una inversió inicial de 161.415,55€

5.5 AMORTITZACIONS

El present projecte s'ha desenvolupat per a que la seva vida útil sigui, aproximadament, de vint anys, on pot haver possibles ampliacions degut a l'augment de demanda de treball per part dels clients.

Als apartats anteriors s'ha descrit el cost anual de l'adquisició de l'energia de la xarxa pública, com també la inversió inicial que comporta la instal·lació dels sistemes de autosubministrament. Però per a poder valorar econòmicament la opció més viable dels tres models de subministrament, cal conèixer la inversió inicial, les possibles despeses durant el període de temps a estudiar i l'acumulació de despesa al cap del temps.

5.5.1 Inversions inicials

En el sistema de subministrament sense cap tipus de autoproducció de energia, la inversió inicial que suposa es nul·la, ja que l'escomesa arriba fins a la façana de la nau en estudi, i aquesta no precisa ni de estació de transformació pròpia ni característiques extremes per a la seva instal·lació més que instal·lar l'interruptor general d'alimentació i l'interruptor de control de potència màxima.

En el sistema de autosubministrament elèctric adherit a la xarxa pública i venda d'excedents d'energia a la xarxa, la inversió inicial correspon a la instal·lació de tot el sistema de autogeneració de energia i transformació, compostat per 80 panells solars i els seus suports, dos inversors trifàsics i tot el sistema de proteccions i cablejat, fent que hi hagi una despesa inicial de 40.158,33 euros.

En el sistema de autosubministrament elèctric amb acumuladors, adherit a la xarxa pública i amb venda d'excedents a la xarxa, la inversió inicial correspon a la instal·lació de tot el sistema de autogeneració d'energia i transformació, compostat per 80 panells solars i els seus suports, dos inversors trifàsics, un clúster amb nou inversors per als acumuladors, els setze acumuladors i tot el sistema de proteccions i cablejat, la despesa inicial ascendeix a 161.415,55 euros.

Els valors es resumeixen a la taula següent.

	Inversió inicial
Adherit a la xarxa sense autogeneració	0,00 €
Adherit amb venda d'excedents s/ bateries	40.158,33 €
Adherit amb venda d'excedents amb bat.	161.415,55 €

Taula 18. Resum d'inversions inicials

Tal i com queda reflectit a la taula anterior la instal·lació de panells solars suposa una inversió inicial que s'espera una amortització i un benefici, ja no només mediambiental, sinó també econòmic.

5.5.2 Despesa econòmica deguda al manteniment

La estimació de durabilitat del projecte és per una duració de vint anys, per tant, els càlculs s'han pensat per a aquest temps, i per tant, les despeses, el manteniment, els reemplaçaments de material fora de la seva vida útil, etc.

Els sistemes adherits a la xarxa pública sense autogeneració, no precisa de cap manteniment des de la posició de la empresa. És per això que el cost de manteniment amb aquest sistema serà nul.

Els sistemes adherits a la xarxa pública amb autogeneració d'electricitat des de panells solars fotovoltaics precisen de uns manteniments per a la neteja dels panells anualment, per a tal que no perdin efectivitat degut a la brutícia que s'acumula sobre la superfície de les cèl·lules, impeding la màxima absorció de llum.

És per això que els dos sistemes amb autogeneració d'electricitat amb panells solars fotovoltaics, es destinarà la quantitat de 1.000 euros anuals per a manteniment dels panells solars.

Amb el sistema amb bateries, es destinarà la mateixa quantitat de 1.000 euros anuals per a la neteja i manteniment del sistema solar fotovoltaic, com el control de les bateries. Degut a que la vida útil de la bateria és superior a 20 anys, no es contempla haver de canviar cap mòdul, i per tant, no suposa un sobrecost.

A la taula següent queda resumit la despesa de manteniment al llarg dels 20 anys.

	Despesa econòmica
Adherit a la xarxa sense autogeneració	0,00 €
Adherit amb venda d'excedents s/ bateries	20.000,00 €
Adherit amb venda d'excedents amb bat.	20.000,00 €

Taula 19. Resum de despeses econòmiques de manteniment

5.5.3 Despesa anual per mantenir-se adherit a la xarxa pública i pel consum

Només per mantenir-se adherit a la xarxa pública suposa una despesa, ja que la companyia ha de oferir un servei i, per tant, genera una despesa per a poder oferir la potència en cas de falta d'energia a l'activitat.

La potència a contractar per al bon funcionament de l'activitat és de 20 kW com queda demostrat anteriorment al càlcul i dimensionament de la instal·lació, selecció de potència solar i de bateries.

Tal i com queda reflectit als apartats 5.2, 5.3 i 5.4, la despesa degut a adquirir l'energia de la xarxa pública o de injectar-la, després de fer el càlcul per zona horària a la qual es consumeix i remunerar el quilovat injectat, queda la quantitat anual següent.

	Despesa econòmica anual per x. pública
Adherit a la xarxa sense autogeneració	6.353,50 €
Adherit amb venda d'excedents s/ bateries	1.726,15 €
Adherit amb venda d'excedents amb bat.	863,15 €

Taula 20. Taula de despeses anuals de consum de la xarxa pública

5.5.4 Amortització

Per a tal de determinar si hi ha un benefici a l'hora de instal·lar un sistema de generació d'electricitat solar fotovoltaic, es compara amb el sistema tradicional, adherit a la xarxa pública, sense dependre de cap altre font de energia.

La següent taula mostra les despeses inicials, durant i el capital final que s'ha destinat al cap de vint anys per als sistemes descrits anteriorment.

	Inversió inicial	Manteniment	Cost anual	Capital final
Adherit a la xarxa	0,00 €	0,00 €	6.353,50 €	127.070,02 €
Adherit amb venda d'excedents s/ bateries	40.158,33 €	20.000,00 €	1.726,15 €	94.681,42
Adherit amb venda d'excedents amb bat.	161.415,55 €	20.000,00 €	863,15 €	198.678,49 €

Taula 21. Taula de costos i capital gastat al cap de 20 anys

Tenint en compte que el preu de la llum seguirà estable, i a falta de previsió a tan llarg termini dels preus, s'ha estimat que el preu es mantindrà, igual que el preu de injecció del quilovat a la xarxa pública.

Per a una millor visualització de les amortitzacions, es mostren les dades de la taula anterior.

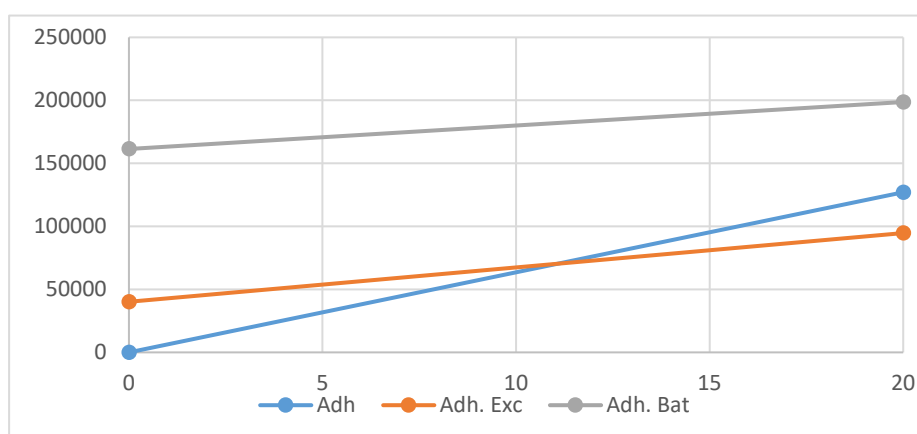


Figura 15. Capital amortitzat vs anys d'amortització

A la gràfica anterior queda mostrar que malgrat la inversió inicial del sistema solar fotovoltaic i el material corresponent del sistema solar adherit a la xarxa amb venda d'excedents, dibuixat al gràfic en taronja, en comparació amb un sistema adherit a la xarxa pur, dibuixat en color blau al gràfic, s'amortitza a partir dels 12 anys de la seva instal·lació, tenint en compte que els valors estan agafats i simulats a data vigent.

A data vigent però, tan un sistema solar fotovoltaic adherit a la xarxa amb acumuladors per al subministrament de nit, com un sistema solar fotovoltaic aïllat de la xarxa, en el present projecte queda inviable econòmicament, com també inviable elèctricament en el cas d'aïllat de la xarxa, perquè per a poder abastar la energia, es necessita una gran quantitat d'acumuladors, i com a conseqüència, una major potència de panells solars, cosa que la superfície d'instal·lació de panells limita la potència de panells.

Conseqüentment, l'estalvi econòmic que suposa la instal·lació de panells solars fotovoltaics, venent els excedents a la xarxa pública, en comparació a un sistema convencional adherit a la xarxa pública, com també l'obtenció de l'energia de manera sostenible i renovable, decanten el projecte per al sistema solar fotovoltaic adherit a la xarxa pública sense instal·lació d'acumuladors.

6. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

La nau duu a terme una activitat per al test i desgast de pneumàtics en diferents vehicles, sobretot vehicles elèctrics i motocicletes.

La instal·lació elèctrica garanteix que el dimensionament de línies, cablejat, proteccions contra sobretensions i sobreintensitats, proteccions de fallada degut a fuites de corrent, caigudes de tensió, connexions, derivacions, distribucions de línies tal i com queda reflectit al Reglament de Baixa Tensió, en els capítols corresponents.

6.1 SECCIÓ DE LES LÍNIES

La secció mínima dels conductors ha de complir els criteris d'escalfament de conductors i que la intensitat màxima admissible no sobrepassi els límits del material d'aïllament. La màxima caiguda de tensió és inferior als límits tolerats pel REBT.

Per tal de realitzar el càlcul de dimensionat es divideix la instal·lació en trams on també es diferencia la tensió en DC i AC. Aquests trams són els de connexió dels mòduls connectats en sèrie de cada cadena a la caixa de connexions del generador fotovoltaic, el de connexió de la caixa de connexions del generador al inversor i el tram de connexió de l'inversor a la caixa general de protecció, comandaments i circuits d'utilització.

Per tal d'escollir la secció dels conductors actius del cable adequat a cada càrrega s'usa el més desfavorable entre els criteris de secció per caiguda de tensió en serveis i el criteri d'intensitat màxima admissible, partint de les intensitats nominals establertes.

S'escull la secció de cable que admeti la intensitat d'acord a les prescripcions del REBT ITC-BT-19 o les recomanacions del fabricant, adoptant els oportuns coeficients correctors segons el tipus i condicions de la instal·lació.

Es contempla que sota les directrius de l'IDAE, indiquen que, la caiguda de tensió acumulada no serà mai superior al 1,5% pel tram de DC i AC. De manera que les fórmules

pel dimensionament de secció pels diferents trams són les següents, en DC i AC respectivament

$$S = \frac{200 \cdot I \cdot L}{\Delta V(\%) \cdot V \cdot \gamma} \quad (\text{Eq. 21})$$

$$S = \frac{200 \cdot I \cdot L \cdot \cos \gamma}{\Delta V(\%) \cdot V \cdot \gamma} \quad (\text{Eq. 22})$$

On la intensitat serà la corresponent al valor nominal que circuli pel conductor, tenint present el factor de sobre dimensionament. En el tram DC representarà la màxima atorgada per a cada mòdul en la suma general de del generador, corresponent a la de curt-circuit I_{SC} .

Cal tenir en compte que el reglament recomana un factor de 25% de sobre dimensionament a la intensitat nominal per el càlcul de caiguda de tensió, per a possibles fluctuacions de radiació solar.

En el tram 1 i 2, corresponents als trams de connexió de panells fins a la caixa de connexions dels panells, i des de la caixa de connexió dels panells a l'entrada de l'inversor, el cablejat roman i circula per la intempèrie, per tant, amb cablejat XLPE i amb previsió que la temperatura arribi als 50°C, s'aplica un factor de correcció de 0,89 establert per al reglament d'instal·lacions renovables.

Amb la intensitat corregida, es determina la secció fent ús de la taula d'intensitats de la ITC-BT-19.

	I(A)	Sobre dimensionament	I' (A)	F.C.	I''(A)
Panells solars	9,88	0,25	12,35	0,89	13,88
Caixa panells-inversor	79,04	0,25	98,80	0,89	111,01
inversor-CGP	50,23	0,25	62,79	1,00	62,79

Taula 22. Càlcul d'intensitats per escalfament

Pel càlcul per caiguda de tensió, primerament s'ha de definir la caiguda, en tant per cent, de cada metre de tram, per a què, a la longitud màxima del sistema, la caiguda màxima no superi el límit del reglament de 1,5%

$$\Delta V = \frac{\Delta V(\%)}{L_T} = \frac{1.5}{110} = 0.02\%/m \quad (\text{Eq. 23})$$

Amb les intensitats modificades i caigudes de tensió parcials trobades, es torna a aplicar les fórmules per a calcular seccions per caiguda de tensió.

	I(A)	V	ITC-BT-40	I'(A)	L(m)	CdT(%)	Secció (mm ²)
Panells solars	9,88	320,00	1,25	12,35	50,00	0,68	10,11
Caixa panells-inversor	79,04	320,00	1,25	98,80	5,00	0,14	80,86
inversor-CGP	50,23	400,00	1,25	62,79	50,00	0,68	40,70

Taula 23. Càlcul de seccions per caiguda de tensió

Un cop realitzats els càlculs de seccions per intensitat i per caiguda de tensió, s'aplica el càlcul més restrictiu, en aquest cas, es dimensiona per la secció més gran. Si el fabricant recomana un cable de secció major, s'aplicarà la condició del fabricant.

En el present projecte, el fabricant recomana un cablejat inferior al del càlcul de seccions per caiguda de tensió, per tant, s'apliquen les seccions de la següent taula.

	Secció (mm ²)
Panells solars	16,00
Caixa panells-inversor	95,00
inversor-CGP	50,00

Taula 24. Seccions definitives

6.2 DIMENSIONAT DE LES PROTECCIONS

El sistema elèctric està proveït de les seves pròpies proteccions, les quals es troben incloses en cadascun dels elements de la instal·lació. Les proteccions es dimensionen en funció de la corrent que circula per cada tram.

Els panells fotovoltaics disposen de díodes de bloqueig per evitar la dissipació d'energia cap als mateixos panells que es troben en situació de defecte, dels que actuen com a receptors. Per altra banda, per aïllar zones susceptibles a manteniment o reparació, així com dotar-los de major fiabilitat de defecte, s'incorporen fusibles gR talla-circuits a cada línia en sèrie. Aquests fusibles es troben instal·lats a la caixa de connexió, la qual disposa de porta-fusibles pertinents.

Per a evitar possibles derivacions de corrent perjudicials, els panells disposen de punts de connexió de posada a terra.

A les zones on ens trobem en AC, les proteccions que es fan servir són diferencials i magnetotèrmics clàssics.

6.2.1 Proteccions del generador fotovoltaic

Per a protegir cada branca en sèrie de rebre corrents provinents de altres branques s'utilitzen fusibles.

Els fusibles han de complir:

$$I_F = (1,5 \dots 2) \cdot I_{SC} \quad (\text{Eq. 24})$$

$$I_{F_{\min}} = 1,5 \cdot 9,88 = 14,82 \text{ A} \quad (\text{Eq. 25})$$

$$I_{F_{\max}} = 2 \cdot 9,88 = 19,76 \text{ A} \quad (\text{Eq. 26})$$

S'escullen fusibles de 16A gR cilíndrics.

La tensió ha de complir la següent condició

$$U_F > 1,2 \cdot U_{OC} \rightarrow 1,2 \cdot 478V = 573.6V \quad (\text{Eq. 27})$$

I per últim, l'interruptor general del generador fotovoltaic es basa en:

$$I_n > I_{SC} = 79,04 \text{ A} \quad (\text{Eq. 28})$$

$$U_n > U_{OC} = 478 \text{ V} \quad (\text{Eq. 29})$$

6.2.2 Protecció de l'inversor

Per a l'inversor es fa servir un interruptor magnetotèrmic tetrapolar i un diferencial tetrapolar de 300mA de sensibilitat que d'acord amb les característiques de sortida.

$$I_n > I_{inv \text{ CA}} = 87A \quad (\text{Eq. 30})$$

$$U_n = 400V \quad (\text{Eq. 31})$$

6.3 ENTRADA DES DE L'INVERSOR

Des de l'inversor híbrid trifàsic arriba la línia general que alimenta la instal·lació elèctrica. Aquesta línia recorre vora els 50 metres des dels inversors, connectats en paral·lel, fins al quadre general de protecció, amb 3 conductors, per dins de tub de PVC encastat a la paret, conforme a la categoria B de la taula 1 de la ITC-BT-19.

D'acord amb la ITC-BT-40, la caiguda de tensió entre el generador fotovoltaic i el quadre general d'alimentació, no pot ser superior a un 1,5%.

Els conductors seran de 50 mm² respectant que la caiguda de tensió no serà superior a 1,5% des del generador fotovoltaic.

6.4 CAIXA GENERAL DE PROTECCIÓ

D'acord amb l'ITC-BT-40 d'instal·lacions de baixa tensió, el sistema contindrà les seves pròpies proteccions, tractant-se d'una instal·lació elèctrica independent de la instal·lació solar fotovoltaica, generadora de potència. Per tant, la instal·lació elèctrica, des d'inversors cap a càrregues de la nau, precisa de la seva pròpia seguretat contra sobretensions i sobreintensitats, fugues de corrent i protecció contra contactes directes i indirectes, tal i com mostra la figura 3, extreta de la ITC-BT-40 per a instal·lacions aïllades.

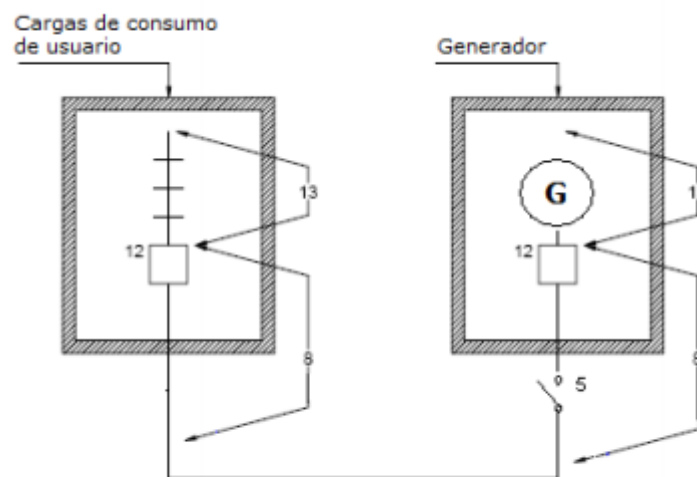


Figura 8. Instal·lacions generadores aïllades

Per evitar consumir una potència superior a 20kW, tal i com s'ha establert a la previsió de càrregues al full de càlcul disponible a l'annex, es disposa de l'interruptor general de potència Schneider Compact NSXm, el qual protegeix la instal·lació solar fotovoltaica d'una possible sobrecàrrega per demanda de l'usuari.

La càrrega no pot estar connectada directament a la línia d'alimentació directe, sense abans tenir un interruptor automàtic (o manual) per a poder desconnectar completament la càrrega de la línia d'alimentació. Es disposa de l'Interruptor General d'Alimentació, amb un poder de tall de 63A.

6.5 QUADRE GENERAL

Al quadre general es deriven totes les línies d'alimentació als diferents sectors de la planta. Les càrregues es separaren d'acord amb la quantitat de potència total de la càrrega, si son monofàsiques o trifàsiques i d'acord amb la ITC-BT-19 i la ITC-BT-28, respecte a caigudes de tensió admeses, normatives sobre locals de pública concurrència, repartiments de càrregues i instal·lacions especials.

Per normativa, cada diferencial ha de ser capaç de suportar fins a 5 subcircuits, com a màxim. En cas que una de les línies precisi d'una sensibilitat diferent, aquest circuit haurà d'anar amb el seu diferencial. En el present projecte, la sensibilitat s'ha establert estàndard a 30mA per les línies monofàsiques, ja que no requereix una sensibilitat diferent pel tipus de circuits presents, ni cap instal·lació humida, i de 300mA a les línies trifàsiques.

El quadre es distribueix amb 13 línies, repartides amb 4 interruptors diferencials, tres dels quals són monofàsics, amb una sensibilitat de 30 mA i 63A d'intensitat nominal permesa, i un interruptor diferencial trifàsic de 100mA de sensibilitat i 63A d'intensitat nominal.

6.5.1 Línies monofàsiques

La primera línia inclou la il·luminació general de la primera planta de les oficines. Des del quadre general fins a les oficines de la primera planta, la longitud màxima de cablejat per arribar-hi, no supera els 15 metres, amb cable de XLPE de 1,5 mm² envoltat per conducte de PVC encastat a la paret, amb una intensitat màxima admissible de 18A. Aquesta línia surt de l'interruptor automàtic de 16A amb corba C.

La segona línia inclou la il·luminació de l'entrada de la nau, és a dir, les campanes de llum penjades del sostre juntament amb la il·luminació de l'escala per accedir a la primera planta d'oficines. L'interruptor automàtic de control serà de 16A amb corba C, del qual el cablejat de la línia serà de mànega XLPE de 1,5 mm² envoltat per conducte de PVC encastat a la paret, amb intensitat admissible de 18A, dels quals, la longitud màxima és de 15 metres.

La tercera línia inclou les tomes de potència per a totes les oficines, de les quals dona electricitat als ordinadors de sobretaula. L'interruptor automàtic de control serà de 16A amb corba C, del qual el cablejat de la línia serà de mànega XLPE de 2,5 mm² envoltat per conducte de PVC encastat a la paret, amb una intensitat admissible de 25A. La longitud màxima del cable no supera als 15 metres fins al punt més llunyà.

La quarta línia correspon a la il·luminació del recinte tancat de la planta baixa, dels quals, un recinte és lavabo, i l'altre, oficina. L'interruptor automàtic de control serà de 16A amb corba de desconexió C, del qual el cablejat de la línia és de mànega XLPE de 1,5 mm² envoltat per conducte de PVC encastat a la paret, amb una intensitat admissible de 18A. La longitud és inferior als 10 metres.

La cinquena línia inclou la il·luminació interior de la nau, és a dir, les quatre campanes que romanen interiors a la porta de entrada. El cablejat a utilitzar és de 2,5 mm² XLPE envoltat per conducte de PVC encastat a la paret, amb una intensitat admissible de 25A. La longitud és de 50 metres fins al punt més llunyà des de la caixa. L'interruptor automàtic seleccionat es de 16A amb corba de desconexió C.

La sisena línia inclou les tomes de potència de 230V dins la nau, exceptuant les de dins les oficines. Degut a la gran quantitat de metres que s'han de recórrer per abastar tot el perímetre de la nau, el cablejat a instal·lar és de 6 mm² XLPE, envoltat de tub de PVC encastat a la paret. També, l'interruptor automàtic augmenta a 25A amb la mateixa corba C.

La setena línia inclou la il·luminació del magatzem, on s'hi emmagatzemaran les bateries estacionàries. L'interruptor automàtic de control serà de 16A amb corba C, del qual el cablejat de la línia serà de mànega XLPE de 1,5 mm² envoltat per conducte de PVC

encastat a la paret, amb intensitat admissible de 18A, dels quals, la longitud màxima és de 30 metres.

La vuitena línia inclou la maquinària exterior de climatització de les oficines. La maquinària exterior s'ubica a la façana de l'edifici. Amb el consum, precisa de cablejat XLPE de 2,5 mm², un interruptor automàtic de 16A amb corba de desconexió C. La longitud del cablejat és de 5 metres.

La novena línia inclou les tomes de potència explícites per a connectar els elevadors de treball, a la qual s'hi instal·la cablejat de 4 mm² XLPE envoltat de tub de PVC encastat a la paret, amb un interruptor automàtic de 25A i corba de desconexió C. La longitud màxima del cablejat és de 20 metres.

La desena línia inclou la maquinària interior de climatització de les oficines. La maquinària interior es reparteix amb 2 splitters independents entre si. Per la instal·lació s'aplica cablejat de 2,5 mm² XLPE envoltat per tub de PVC encastat a la paret. L'interruptor automàtic a muntar és de 16A amb corba de desconexió C.

6.5.2 Il·luminació d'emergència

Per la il·luminació d'emergència es destina una única línia, derivada de la L2 de la alimentació d'entrada, amb cablejat de XLPE de 2,5 mm² i amb un interruptor automàtic de 16A amb corba de desconexió C.

6.5.3 Línies trifàsiques

Degut a la utilització de càrregues trifàsiques, i amb previsió d'instal·lar maquinària que pugui precisar-la, s'extreuen dues línies trifàsiques.

La primera línia trifàsica, correspon a una línia de potència, repartida per tota la nau, amb diferents endolls Cetac trifàsics de 32A a 400V. Per a suportar la càrrega, el cable a instal·lar és de 6 mm² XLPE amb recobriments de PVC i encastat a la paret, oferint una

intensitat nominal màxima de 44A, i un interruptor automàtic de 40A amb corba de desconnexió C. La longitud del cablejat és inferior als 30m fins al punt més llunyà.

La segona línia trifàsica correspon a la línia que subministra potència als dos carregadors *wallbox* de vehicles elèctrics . Per la demanda de potència, aquesta línia ha de ser de 6 mm² XLPE, envoltat de tub de PVC encastat a la paret, amb un interruptor automàtic de 40A i corba MA.

6.6 WALLBOX

Tot i que els vehicles elèctrics es poden carregar amb un endoll monofàsic de paret de 16A es recomanable instal·lar un *wallbox* o gestor de càrregues per a vehicles elèctrics.

El *wallbox* és un gestor de càrrega, el qual, està monitoritzant en tot moment la càrrega del vehicle, la temperatura de la bateria, la potència a la qual està introduint la càrrega, com també si aquesta bateria està carregada i per tant, ja no pot admetre més càrrega. També, una de les principals funcions del *wallbox* és estabilitzar la tensió i la intensitat, per a què la càrrega sigui sempre homogènia, sense alteracions.

El *wallbox* a instal·lar és trifàsic, amb una corrent nominal de 16 o 32A oferint una potència de càrrega de fins a 22kW. Aquest corrent nominal és commutable a través de un toggle switch, disponible a la carcassa del *wallbox*.

Per a la càrrega del cotxe, el *wallbox* ve dotat amb una mànega de 5 metres de llarg amb una connexió tipus 2 (IEC 62196-2), o més comunament conegut com a mennekes, el connector més usual entre tots els vehicles disponibles a la unió europea per a càrregues lentes i semi-ràpides.



Figura 9. Connector Mennekes o tipus 2

Degut a que hi ha vehicles que incorporen connectors tipus 1 (SAE J1772), aquests vehicles es tractaran com a excepcionals, i es connectaran a l'endoll monofàsic schuko disponible al wallbox, oferint una càrrega lenta, però estable.



Figura 10. Connector SAE J1772 o tipus 1

La configuració de càrrega dels vehicles és d'una intensitat de 16A amb corrent trifàsic, proporcionant una potència de càrrega de 10kW per carregador. Com que les bateries dels vehicles es carregaran durant la nit, la potència màxima serà de 20kW, no superant la potència màxima.

Cada wallbox ve dotat amb un interruptor diferencial i un interruptor magnetotèrmic automàtic per a la seva protecció davant possibles alteracions a la xarxa elèctrica.

7. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost total d'aquest projecte, que inclou l'estudi solar, la instal·lació solar, la instal·lació elèctrica, la posada en marxa del sistema, el mecanitzat, manteniment i la legalització de l'activitat, ascendeix a cinquanta-tres mil dos-cents noranta-un euros amb setanta-quatre cèntims, sense IVA.

8. CONCLUSIONS

El present projecte ha elaborat l'estudi de viabilitat d'una possible instal·lació solar fotovoltaica per subministrar la potència i energia necessària per dur a terme l'activitat, així com l'estudi de l'amortització del capital invertit.

La petició de l'empresa ha estat molt clara en quant als sistemes alimentació elèctrica. La petició ha sigut d'un aïllament total de la nau, a ser possible.

Durant la selecció del material s'ha modificat lleugerament el material descrit inicialment, ja que per actualitzacions de tecnologies i/o noves normatives, alguns dels elements proposats inicialment han passat a estar descatalogats, i per tant, s'ha adequat la cerca a material semblant, amb una relació qualitat preu, per a mantenir el resultat més acurat. Un exemple seria els panells solars, que han passat de 325W a 370W, mantenint la tensió de 24V i la intensitat.

Uns altres elements que han estat modificats són els llums de campana, presents a la zona comuna de la nau, que, degut a la seva substitució per a mòduls LED, s'ha decidit canviar les làmpades de descàrrega per mòduls d'il·luminació LED amb un flux lumínic canviar.

Després d'analitzar les dades de costos de mantenir-se adherit a la xarxa, la instal·lació de panells solars per tal de dependre el mínim possible de la xarxa o autosubministrar-se purament, el resultat ha estat que la instal·lació d'un generador solar fotovoltaic amb sistemes d'emmagatzematge per aïllar-se de la xarxa pública resulta inviable elèctricament per les limitacions presents de superfície per la instal·lació de panells solars.

Per a poder complir amb els requisits mínims dels dies d'autosuficiència sense dependre del generador extern de corrent, és a dir, purament de bateries, el generador fotovoltaic s'hauria de sobredimensionar, augmentant fins a quatre cops la seva potència i el conjunt de bateries hauria de ser sis vegades superior al present.

Augmentar en aquestes proporcions, tant el generador com les bateries, provoca que els costos d'inversió inicials i parcials, cada deu anys, s'elevin molt considerablement, fent que, inclús, només amb la inversió inicial, ja es superi el cost de mantenir-se adherit a la xarxa pública sense sistema fotovoltaic.

Com a contrapartida, el fet d'adherir-se a la xarxa amb un sistema de generació d'energia solar fotovoltaic i amb venda d'excedents a la xarxa pública resulta amortitzable als dotze anys des de la seva instal·lació, i el fet de no dependre de les bateries, redueix el cost de tal manera que, actualment, amb la demanda de potència i consum, és més rendible econòmicament que mantenir-se adherit a la xarxa sense un sistema de generació solar.

Per al dimensionament de línies elèctriques per al desenvolupament de la activitat, s'ha seguit meticulosament la normativa vigent segons el Reglament de Baixa Tensió, amb els articles actualitzats sobre generació d'energia elèctrica aïllada i sobre càrregues de vehicles elèctrics.

Totes les canalitzacions i cablejats han estat dimensionats i seleccionats per a què no desprenguin gasos nocius i/o tòxics en cas de incendi.

Gerard Garcia Güell

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 2 de setembre de 2019

9. RELACIÓ DE DOCUMENTS

La instal·lació elèctrica d'una nau industrial solar fotovoltaica consta de cinc documents independents, aquests són la memòria, els plànols, el plec de condicions, l'estat d'amidaments i el pressupost.

10. BIBLIOGRAFIA

Panell solar Monocristal·lí Atersa A370M GS,

([https://atersa.shop/app/uploads/2019/06/Cat%C3%A1logo%20Panel%20A360M%20GS%20OPTIMUM%20\(WW\).pdf?x88520](https://atersa.shop/app/uploads/2019/06/Cat%C3%A1logo%20Panel%20A360M%20GS%20OPTIMUM%20(WW).pdf?x88520), 20 de juny de 2019)

BLANCO, I., Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial. Projecte fi de carrera. Ingeniería Técnica Industrial: Electricitat. Universitat Carlos III de Madrid. Juny 2014.

CASTEJÓN, A., SANTAMARÍA, G., Instalaciones solares fotovoltaicas. Editorial Editex. Madrid. 2017

Endesa empresas, (<https://www.endesaclientes.com/empresas/tarifa-preferente.html>, Octubre 2018)

Guia técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, (http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx, 2 de gener de 2019)

Sunny Cluster Box, (<https://files.sma.de/dl/6966/CLUSTERBOX-DES1825-V20web.pdf>, 30 d'agost de 2019)

Sunny Design PRO, (<https://www.sma.de/es/productos/software-de-planificacion/sunny-design.html>, 4 d'abril de 2019)

Sunny Tripower 15000TL, (<https://autosolar.es/pdf/Ficha-tecnica-SMA-Sunny-Tripower-15000TL-20000TL-25000TL.pdf>, 4 d'abril de 2019)

11. GLOSSARI

AC- Altern Current

CGP – Cuadro General de Proteccion

DC- Direct Current

DoD- Depth of discharge

ID- Interruptor diferencial

LGA - Línia General d'Alimentació

MPP- Maximum Power Point

MPPT- Maximum power point tracker

OC-Open Circuit

PIA- Petit interruptor automàtic, interruptor magnetotèrmic

PVC- Polivynil clorur

RF- Resistència al foc

SC- Short Circuit

XLPE-Polietilè reticulat

A. CÀLCULS

Per la selecció de components pel projecte, com també per a poder fer un estudi econòmic de viabilitat, precisa el coneixement de la previsió de potència, per a poder desenvolupar l'activitat amb normalitat, com també el consum d'energia pel dimensionament de la capacitat de la bateria per a proporcionar l'energia suficient per mantenir l'activitat si no es produeix l'energia suficient.

A.1 SELECCIÓ DE CABLES I PROTECCIONS

Començant per a la LGA, la potència màxima a subministrar al sistema vindrà donada per l'ICP-M, que s'ha dimensionat per a que el sistema no doni més de 20 kW de potència. Per tant, la potència màxima d'alimentació serà de fins a 20kW amb una línia trifàsica a 400V.

L'ICP-M seleccionat és de 63A, amb un tall a les tres fases i neutre de la instal·lació de la línia general d'alimentació, amb rearmament manual.

L'IGA seleccionat és de 63A amb tall a les tres fases i neutre, proporcionant un tall complet de càrregues del sistema d'alimentació solar i rearmament manual.

Per última protecció abans de la derivacions i repartiments de línies, s'instal·la un ID amb una sensibilitat de 300mA de corba AC de 63A en trifàsic.

A.2.1 Repartiments de càrregues i línies

Dues de les línies són amb la mateixa alimentació trifàsica que surt des de la LGA, per tant, s'instal·la la protecció corresponent d'acord amb la potència que haurà de abastar de línia.

Per a la resta de càrregues, es reparteixen uniformement per a que la càrrega sigui el més equilibrada possible. Es reparteix de la següent manera.

		Unitats	Pot/U (W)	Pot (W)	F.Arranc	P. Corr (W)	F.u.	F.s	P. Tot (W)
L1	Il·lum GRAL P1	2,00	36,00	72,00	1,00	72,00	1,00	1,00	72,00
L2	Il·lum Nau entrada	3,00	200,00	600,00	1,00	600,00	0,50	1,00	300,00
L3	Tomes 230V oficina	3,00	3520,00	10560,00	1,00	10560,00	0,25	0,50	1320,00
L5	Il·lum GRAL PB	4,00	36,00	144,00	1,00	144,00	1,00	1,00	144,00
L6	Il·lum Nau interior	4,00	200,00	800,00	1,00	800,00	0,70	1,00	560,00
L7	Tomes 230V nau	6,00	3520,00	21120,00	1,00	21120,00	0,25	0,50	2640,00
L8	Emergència	20,00	10,00	200,00	1,20	240,00	1,00	1,00	240,00
L9	Il·lum mag	1,00	36,00	36,00	1,00	36,00	0,50	1,00	18,00
L10	Clima exterior	1,00	899,00	899,00	1,20	1078,80	0,50	1,00	539,40
L11	Bancs	2,00	500,00	1000,00	1,20	1200,00	0,25	0,50	150,00
L12	Clima interior	3,00	165,00	495,00	1,00	495,00	0,75	0,75	278,44
L13	Carregadors	2,00	7200,00	14400,00	1,20	17280,00	0,50	1,00	8640,00
L14	Toma 400V	2,00	9600,00	19200,00	1,00	19200,00	0,20	0,50	1920,00

Taula 25. Potències per línia corregides

Un cop ja s'ha dimensionat la potència que es consumirà amb els factors de correcció, llavors ve la part de selecció de secció de cables i proteccions.

		Pot (W)	Long (m)	In (A)	Secc calc (mm ²)	Sec inst (mm ²)	PIA (A)
L1	Il·lum GRAL P1	72,00	15,00	0,31	0,07	1,50	16,00
L2	Il·lum Nau entrada	300,00	15,00	1,30	0,30	1,50	16,00
L3	Tomes 230V oficina	1320,00	15,00	5,74	1,34	2,50	25,00
L5	Il·lum GRAL PB	144,00	10,00	0,63	0,10	1,50	15,00
L6	Il·lum Nau interior	560,00	50,00	2,43	1,89	2,50	25,00
L7	Tomes 230V nau	2640,00	30,00	11,48	5,35	6,00	25,00
L8	Emergència	240,00	50,00	1,04	0,81	2,50	16,00
L9	Il·lum mag	18,00	30,00	0,08	0,04	1,50	16,00
L10	Clima exterior	539,40	5,00	2,35	0,18	2,50	16,00
L11	Bancs	600,00	20,00	2,61	0,81	4,00	25,00
L12	Clima interior	278,44	20,00	1,21	0,38	2,50	16,00
L13	Carregadors	8640,00	50,00	12,47	4,82	6,00	40,00
L14	Toma 400V	1920,00	30,00	2,77	0,64	6,00	40,00

Taula 26. Càlcul de secció i intensitat

B. SISTEMA SOLAR

Pel càlcul de l'energia generada pels 80 panells solars instal·lats a azimut 0 i una inclinació de 35°, s'ha fet un pre-dimensionament del sistema a instal·lar per a tal de referenciar les irradiancies, irradiacions i energies generades.

B.1 ENERGIA PRODUÏDA MENSUAL

Per a una primera aproximació, s'ha dimensionat un sistema solar adherit a la xarxa amb una potència de pic de 29,6 kWp, tal i com representa al projecte, amb panells monocristal·lins, inclinats 35° respecte l'horitzontal i amb azimut 0, sobre sostre i ventil·lats.

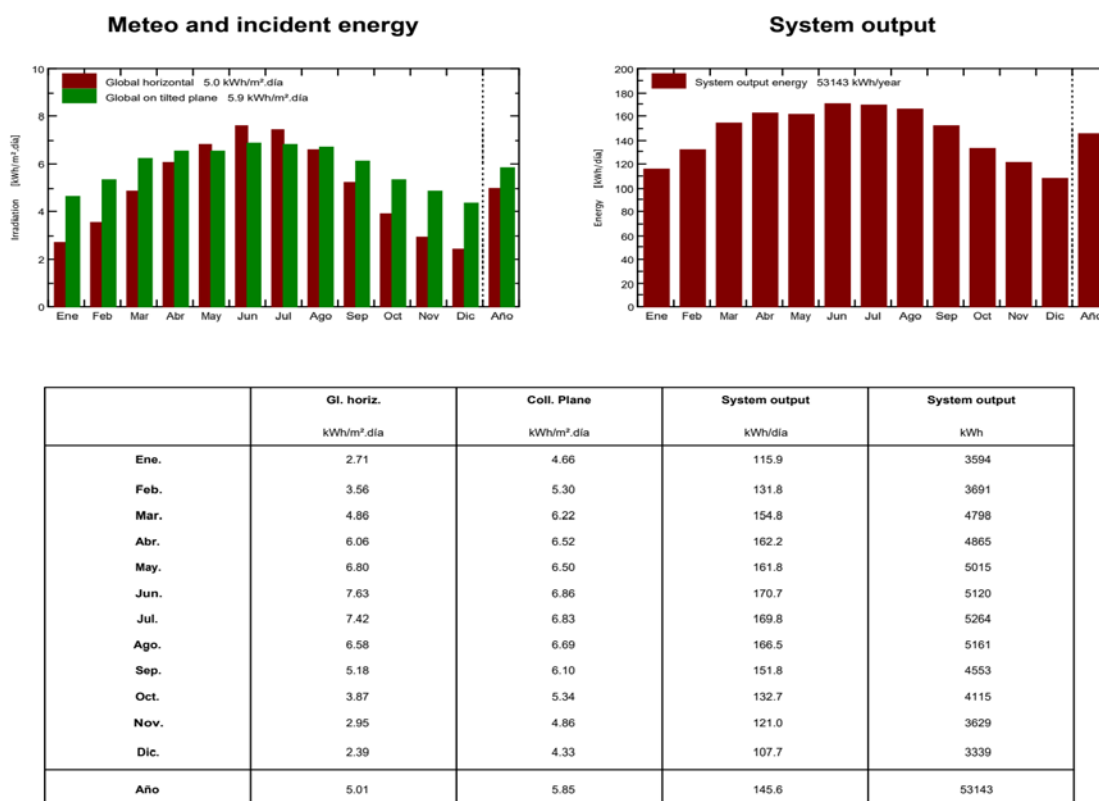


Figura 11. Pre-dimensionament sistema solar amb el programa PVSYS

A la figura següent queda reflectit la radiació a 0° respecte l'horitzontal (primera columna) i a l'inclinació desitjada (segona columna), l'energia produïda pels panells diàriament (tercera columna) i finalment l'energia produïda durant tot el mes (última columna).

Els valors presents a la figura, han estat calculats per bases de dades propies, on les dades estan calculades amb estàndards de l'energia solar i des de la base de dades, molt extensa, però aproximada.

En dimensionament fet pel PVSYST, els panells solars monocristal·lins presents, son d'ús genèric, sense potència especificada, i amb rendiments inferiors als panells solars escollits pel projecte, on l'eficiència ha augmentat en els últims anys.

Per tant, per a comprovar que els valors calculats a la taula 13 del capítol 5, s'agafa de referència els valors presents a la figura anterior.