

## **Treball final de màster**

**Estudi:** Màster en Enginyeria Industrial

**Títol:** Dimensionament i estudi tècnic d'un punt de recàrrega de vehicles elèctrics amb energia d'origen fotovoltaic

**Document:** 1. Memòria i annexos

**Alumne:** Pau Viella Andreu

**Tutor:** Alexandre Deltell Carbonell

**Departament:** EMCI

**Àrea:** MMT

**Convocatòria (mes/any):** Setembre 2019

# Índex

<i>Índex</i> .....	0
<i>Índex d'imatges</i> .....	2
<i>Índex de gràfics</i> .....	3
<i>Índex de taules</i> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>6</b>
1.1. Antecedents .....	6
1.2. Objecte.....	6
1.3. Abast .....	6
<b>2. AVANTPROJECTE – ESTUDI DE VIABILITAT</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. UBICACIÓ</b> .....	<b>7</b>
2.1.1. Situació .....	7
<b>2.2. EVOLUCIÓ DEL COTXE ELÈCTRIC</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3. PUNT DE RECÀRREGA VEHICLE ELÈCTRIC</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4. MODEL PREDICTIU</b> .....	<b>14</b>
2.4.1. Evolució del parc de turismes Espanyol .....	14
2.4.2. IMD .....	15
2.4.3. Flux horari de vehicles .....	17
2.4.4. Viabilitat del projecte .....	20
2.4.4.1. Dades inicials .....	20
2.4.4.2. Previsió d'aturades a la Electrolinera .....	21
2.4.4.3. Nº punts de recàrrega .....	22
2.4.4.4. Factor de càrrega.....	22
2.4.4.5. Simulació del consum .....	23
<b>2.5. CAMP FOTOVOLTAIC</b> .....	<b>26</b>
2.5.1. Dades de radiació .....	27
2.5.2. Producció .....	28
<b>2.6. PRODUCCIÓ VS CONSUM</b> .....	<b>32</b>
<b>2.7. TARIFES COMPANYIA</b> .....	<b>37</b>
2.7.1. Trams horaris.....	37
2.7.2. Preus companyies.....	38
2.7.2.1. Augment de la tarifa.....	43
2.7.3. Tarifes particulars .....	46
2.7.4. Preu de venda de l'energia a l'Electrolinera .....	47
<b>2.8. PRESSUPOST AVANTPROJECTE</b> .....	<b>48</b>
2.8.1. Pressupostos camp solar .....	48
2.8.2. Pressupost punt de recàrrega .....	49
<b>2.9. QUADRE D'AMORTITZACIÓ</b> .....	<b>50</b>
2.9.1. ROI .....	50
2.9.1.1. Import de la inversió .....	52
2.9.1.2. Camp fotovoltaic i tarifes elèctriques .....	53
2.9.1.3. Càlcul anual .....	54
2.9.1.4. TIR, VAN i Pay-back .....	57
<b>2.10. RESULTATS</b> .....	<b>58</b>

2.10.1. Resultats amb factor de càrrega 0%.....	65
<b>3. PROJECTE PLAQUES SOLARS.....</b>	<b>67</b>
<b>3.1. Titularitat de la Instal·lació i Agents Actuants.....</b>	<b>67</b>
3.1.1. Dades del titular de la instal·lació .....	67
3.1.2. Dades del promotor .....	67
<b>3.2. Emplaçament.....</b>	<b>68</b>
<b>3.3. Antecedents, objecte i abast del projecte .....</b>	<b>69</b>
<b>3.4. Normativa aplicable .....</b>	<b>70</b>
<b>3.5. Descripció de la instal·lació i dels equips principals .....</b>	<b>71</b>
3.5.1. Generador fotovoltaic .....	71
3.5.2. Estructura de les plaques .....	72
3.5.3. Inversor.....	74
3.5.4. Sistema de monitorització .....	75
3.5.5. Sistema de visualització.....	75
<b>3.6. Bases de disseny .....</b>	<b>76</b>
3.6.1. Dades de radiació solar .....	76
3.6.2. Radiació mensual.....	77
3.6.3. Producció.....	78
3.6.4. Incidència de l'orientació .....	86
3.6.5. Inclinació dels mòduls .....	87
3.6.6. Previsió d'acumulació elèctrica .....	88
<b>3.7. Càlculs justificatius.....</b>	<b>88</b>
3.7.1. Característiques dels mòduls. Camp fotovoltaic. ....	88
3.7.2. Vent. Dimensionament de suports i estructures.....	88
3.7.3. Descripció del sistema de mesura per al seguiment de producció .....	91
3.7.4. Càlcul de les línies elèctriques de baixa tensió i compliment REBT.....	93
3.7.4.1. Característiques mòduls.....	93
3.7.4.2. Connexió dels mòduls .....	95
3.7.4.3. Dimensionament de les línies.....	95
3.7.4.4. Dimensionament de les línies.....	99
3.7.4.5. Posta a terra .....	105
3.7.4.6. Dimensionament dels tubs.....	113
3.7.4.7. Proteccions .....	114
3.7.4.8. Prescripcions locals mullats.....	116
<b>3.8. Planificació, pressupost i estudi tècnic-econòmic .....</b>	<b>117</b>
3.8.1. Planificació.....	117
3.8.2. Pressupost .....	118
3.8.3. Estudi tècnic-econòmic .....	118
<b>3.9. Estudi bàsic de Seguretat i Salut .....</b>	<b>119</b>
3.9.1. Objecte .....	119
3.9.2. Abast.....	119
3.9.3. Dades de l'obra.....	119
3.9.4. Descripció de l'obra .....	120
3.9.5. Anàlisi de riscos.....	120
3.9.5.1. Riscos generals .....	120
3.9.5.2. Riscos específics .....	121
3.9.6. Mesures preventives .....	122
3.9.6.1. Proteccions col·lectives .....	123
3.9.6.2. Proteccions específiques .....	124
3.9.7. Assistència d'accidentats.....	124

3.9.8. Coordinador de Seguretat i Salut .....	124
3.9.9. Formació del personal .....	125
<b>4. RESUM DEL PRESSUPOST .....</b>	<b>126</b>
<b>5. CONCLUSIONS .....</b>	<b>127</b>
<b>6. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....</b>	<b>129</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>130</b>
<b>ANNEX A .....</b>	<b>132</b>
A.1. Un punt de recàrrega i para una mitjana de menys de 1 cotxe/30min .....	132
A.2. Un punt de recàrrega i para una mitjana de entre 1 i 2 cotxes/30min.....	133
A.3. Un punt de recàrrega i para una mitjana de més de 2 cotxes/30min.....	134
A.4. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 2 cotxes/30min.....	134
A.5. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de entre 2 i 3 cotxes/30min.....	135
A.6. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de més de 3 cotxes/30min.....	136
A.7. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 3 cotxes/30min.....	137
A.8. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de entre 3 i 4 cotxes/30min.....	138
A.9. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min.....	139
A.10. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de més de 5 cotxes/30min.....	140
A.11. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 4 cotxes/30min.....	141
A.12. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min.....	142
A.13. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 5 i 6 cotxes/30min.....	143
A.14. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 6 i 7 cotxes/30min.....	144
A.15. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de més de 7 cotxes/30min.....	145
<b>ANNEX B .....</b>	<b>146</b>
B.1. Gràfiques de producció de 1kWp al primer any de funcionament .....	146
<b>ANNEX C.....</b>	<b>153</b>
C.1 Taules de resultats per l'evolució de 2 milions de vehicles elèctrics al 2030.....	153
C.2 Taules de resultats per l'evolució de 4 milions de vehicles elèctrics al 2030.....	154
C.3 Taules de resultats per l'evolució de 5 milions de vehicles elèctrics al 2030.....	157
<b>ANNEX D .....</b>	<b>159</b>

## Índex d'imatges

Imatge 1 - Emplaçament de la parcel·la (E.P.) .....	8
Imatge 2 - Estat actual de la parcel·la (Google earth) .....	8
Imatge 3 - IMD N-II (E.P.).....	15
Imatge 4 - Evolució del preu de l'energia a l'OMIE ( <a href="http://www.omie.es">http://www.omie.es</a> ) .....	43
Imatge 5 - Subjecció dels mòduls al suport (E.P.).....	73
Imatge 6 - Distribució de càrregues (E.P.) .....	89
Imatge 7 - Interfície gràfica pàgina web ( <a href="https://e.huawei.com">https://e.huawei.com</a> ) .....	92
Imatge 8 - Proposta de col·locació de les piquetes de terra de la ITC-BT-26 .....	108
Imatge 9 - Proposta de col·locació de les piquetes de terra de la ITC-BT-26 .....	111

## Índex de gràfics

Gràfic 1 - Previsió evolució cotxe elèctric 2020 (E.P.) .....	10
Gràfic 2 - Previsió evolució cotxe elèctric 2030 (E.P.) .....	10
Gràfic 3 - Producció vs Consum Gener 2020 (E.P.) .....	35
Gràfic 4 - Producció vs Consum Gener 2021 (E.P.) .....	36
Gràfic 5 - Producció vs Consum Gener 2022 (E.P.) .....	36
Gràfic 6 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	59
Gràfic 7 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	59
Gràfic 8 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	60
Gràfic 9 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	60
Gràfic 10 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	61
Gràfic 11 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.) .....	61
Gràfic 12 - Producció horària mes de Gener (E.P.) .....	82
Gràfic 13 - Producció horària mes de Febrer (E.P.) .....	82
Gràfic 14 - Producció horària mes de Març (E.P.) .....	82
Gràfic 15 - Producció horària mes de Abril (E.P.) .....	83
Gràfic 16 - Producció horària mes de Maig (E.P.) .....	83
Gràfic 17 - Producció horària mes de Juny (E.P.) .....	83
Gràfic 18 - Producció horària mes de Juliol (E.P.) .....	84
Gràfic 19 - Producció horària mes de Agost (E.P.) .....	84
Gràfic 20 - Producció horària mes de Setembre (E.P.) .....	84
Gràfic 21 - Producció horària mes de Octubre (E.P.) .....	85
Gràfic 22 - Producció horària mes de Novembre (E.P.) .....	85
Gràfic 23 - Producció horària mes de Desembre (E.P.) .....	85
Gràfic 24 - Incidència de l'orientació a la producció (E.P.) .....	86
Gràfic 25 - Incidència de la inclinació a la producció (E.P.) .....	87
Gràfic 26 - Gràfics de tensió i intensitat en funció de la radiació (Fitxa tècnica mòdul) (E.P.) .....	93
Gràfic 27 - Producció Gener (E.P.) .....	147
Gràfic 28 - Producció Febrer (E.P.) .....	147
Gràfic 29 - Producció Març (E.P.) .....	148
Gràfic 30 - Producció Abril (E.P.) .....	148
Gràfic 31 - Producció Maig (E.P.) .....	149
Gràfic 32 - Producció Juny (E.P.) .....	149
Gràfic 33 - Producció Juliol (E.P.) .....	150
Gràfic 34 - Producció Agost (E.P.) .....	150
Gràfic 35 - Producció Setembre (E.P.) .....	151
Gràfic 36 - Producció Octubre (E.P.) .....	151
Gràfic 37 - Producció Novembre (E.P.) .....	152
Gràfic 38 - Producció Desembre (E.P.) .....	152

## Índex de taules

Taula 1 - Previsió evolució cotxe elèctric (E.P.).....	9
Taula 2 - Tipus de connectors (E.P.).....	12
Taula 3 - Modes de recàrrega possibles segons model (E.P.).....	12
Taula 4 - Predicció de l'evolució del parc automobilístic (E.P.).....	14
Taula 5 - Evolució del percentatge de vehicles elèctrics al parc automobilístic Espanyol (E.P.).....	15
Taula 6 - Previsió de la evolució de la IMD de la N-II (E.P.).....	16
Taula 7 - Predicció de vehicles elèctrics diaris a la N-II (E.P.).....	17
Taula 8 - Intensitat horària (E.P.).....	17
Taula 9 - Predicció intensitat horària anual (E.P.).....	18
Taula 10 - Comparativa de la quantitat total de vehicles elèctrics circulants per la N-II (E.P.).....	19
Taula 11 - Error provocat per la fórmula d'aproximació horària (E.P.).....	19
Taula 12 - Dades inicials (E.P.).....	20
Taula 13 - Previsió aturades 2020 percentatge 5% (E.P.).....	21
Taula 14 - Previsió aturades 2025 percentatge 5% (E.P.).....	21
Taula 15 - Previsió aturades 2020 percentatge 2% (E.P.).....	21
Taula 16 - Previsió aturades 2025 percentatge 2% (E.P.).....	21
Taula 17 - Nº punts de càrrega (E.P.).....	22
Taula 18 - Factor de càrrega i consum (E.P.).....	22
Taula 19 - Càlcul de la potència solar a instal·lar en funció del factor de càrrega (E.P.).....	23
Taula 20 - Simulació del consum diari per a 2020 amb un percentatge de parades del 5% (E.P.).....	25
Taula 21 - Nº equips de recàrrega (E.P.).....	25
Taula 22 - Radiació horària/mensual (E.P.).....	27
Taula 23 - Rendiments dels equipaments (E.P.).....	28
Taula 24 - Producció horària/mensual de 1kWp instal·lat (E.P.).....	29
Taula 25 - Producció de 1kWp instal·lat durant un mes (E.P.).....	30
Taula 26 - Degradació dels mòduls (E.P.).....	31
Taula 27 - Rendiments totals de la instal·lació (E.P.).....	31
Taula 28 - Producció vs Consum (E.P.).....	33
Taula 29 - Resum anual (E.P.).....	36
Taula 30 - Trams horaris tarifa 3.0A ( <a href="http://ucsenergia.com">http://ucsenergia.com</a> ).....	38
Taula 31 - Trams horaris tarifa 3.1A ( <a href="http://ucsenergia.com">http://ucsenergia.com</a> ).....	38
Taula 32 - Simulació preu kWh/anual Som Energia (E.P.).....	39
Taula 33 - Simulació preu kWh/anual Endesa (E.P.).....	40
Taula 34 - Simulació preu kWh/anual Naturgy (E.P.).....	40
Taula 35 - Simulació preu kWh/anual Ohmia (E.P.).....	41
Taula 36 - Simulació preu kWh/anual Hola Luz (E.P.).....	41
Taula 37 - Simulació preu kWh/anual Aura Energia (E.P.).....	42
Taula 38 - Simulació preu kWh/anual Factor Energia (E.P.).....	42
Taula 39 - Augment de preu del kWh (E.P.).....	44
Taula 40 - Simulació evolució preu kWh/anual Ohmia any 2021 (E.P.).....	44
Taula 41 - Cost kWh particulars (E.P.).....	46
Taula 42 - Cost kWh particulars anys 2021 (E.P.).....	47
Taula 43 - Preus de les diferents instal·lacions solars (E.P.).....	49
Taula 44 - Import de la inversió (E.P.).....	52
Taula 45 - Dades del camp fotovoltaic i tarifes elèctriques (E.P.).....	53
Taula 46 - Títols del quadre d'amortització (E.P.).....	54
Taula 47 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.).....	65
Taula 48 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.).....	65
Taula 49 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.).....	66
Taula 50 - Característiques mòdul fotovoltaics (E.P.).....	71

Taula 51 - Característiques de l'inversor (E.P.) .....	74
Taula 52 - Radiació mensual (E.P.).....	77
Taula 53 - Resum rendiments (E.P.).....	78
Taula 54 - Producció de la instal·lació d'un dia (E.P.) .....	79
Taula 55 - Producció de la instal·lació de un mes (E.P.).....	80
Taula 56 - Evolució de la degradació (E.P.) .....	81
Taula 57 - Evolució de la producció (E.P.) .....	81
Taula 62 - Característiques tècniques del mòdul (Fitxa tècnica mòdul) .....	94
Taula 63 - Característiques principals inversor (E.P.).....	95
Taula 64 - Connexions d'entrada a l'inversor (E.P.) .....	95
Taula 65 - Intensitat admissible dels conductors (ITC-BT-19).....	96
Taula 66 - Intensitat admissible dels conductors (ITC-BT-19).....	98
Taula 67 - Seccions equivalents del cablejat de protecció (ITC-BT-18).....	105
Taula 68 - Resistivitat específica del terreny (ITC-BT-18) .....	106
Taula 69 - Diàmetre exterior equivalent dels tubs (ITC-BT 21).....	113
Taula 70 - Diagrama de Gantt del muntatge de la instal·lació (E.P.) .....	117
Taula 71 - Dades principals (E.P.).....	118
Taula 72 - Resultats per 2M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	153
Taula 73 - Resultats per 2M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	153
Taula 74 - Resultats per 2M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	153
Taula 75 - Resultats per 2M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	154
Taula 76 - Resultats per 2M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	154
Taula 77 - Resultats per 4M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	154
Taula 78 - Resultats per 4M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	155
Taula 79 - Resultats per 4M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	155
Taula 80 - Resultats per 4M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	155
Taula 81 - Resultats per 4M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	156
Taula 82 - Resultats per 5M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	157
Taula 83 - Resultats per 5M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	157
Taula 84 - Resultats per 5M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	157
Taula 85 - Resultats per 5M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	158
Taula 86 - - Resultats per 5M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.) .....	158

\*Tota imatge, gràfic o taula d'elaboració pròpia s'indicarà amb les sigles: (E.P.)

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1. Antecedents

El vehicle elèctric ha anat guanyant terreny en els últims temps fins arribar a l'actualitat on podem trobar exemples de legislació com l'aprovada a les Balears ("Llei de canvi climàtic i transició energètica") que limita la utilització de vehicle diesel pel 2025, o el paquet de mesures energètiques parcialment aprovat per la Unió Europea el passat 24 de desembre de 2018 "clean energy for all europeans" que, en el seu apartat d'eficiència energètica en l'edificació (directiva 2018/844/EU), promou la instal·lació de punts de recàrrega per vehicles elèctrics.

## 1.2. Objecte

Donat aquest context, el present projecte centrarà el seu objectiu en la implementació de punts de recàrrega, però que de forma total o parcial la seva energia tingui un origen renovable i específicament fotovoltaic. L'objectiu del projecte serà la avaluació de la interacció entre la instal·lació fotovoltaica i la pròpia instal·lació del punt de recàrrega que poden estar connectades a xarxa mitjançant els peatges i impostos requerits.

## 1.3. Abast

Així doncs, es dissenyarà la instal·lació d'un/uns punt/s de recàrrega tipus (anomenat d'ara en endavant "Electrolinera") adaptat als clients potencials i es dimensionarà el camp solar necessari per donar-li servei.

Es realitzarà una valoració econòmica de les diferents opcions així com s'identificarà la opció tècnico-econòmica més viable. S'ha valorat la utilització de bateries, però el cost de les mateixes i el fet d'existir inversors híbrids que permeten utilitzar tant l'energia de la xarxa com de les plaques, ha fet que es descarti des de l'inici.



## 2. AVANTPROJECTE – ESTUDI DE VIABILITAT

### 2.1. UBICACIÓ

#### 2.1.1. Situació

S'ha fet l'elecció d'aquesta parcel·la per a la instal·lació de la Electrolinera ja que es troba a la N-II entre Girona i Figueres, una carretera de les més transitades de la província de Girona. A més té el valor afegit que en un passat havia sigut una gasolinera per a vehicles propulsats amb combustibles fòssils, aconseguint així un canvi d'imatge impactant i favorable per la incentivació del vehicle elèctric. L'últim punt a favor de la situació és que a l'altre banda de carretera es troba un restaurant/hostal que pot donar servei als clients durant la durada de la recàrrega del vehicle elèctric de aproximadament 30 minuts.

-Referència cadastral: 17145A005001480000ES

-Localització: CL Polígon 5 Parcel·la 148 Pl. Pontós. Girona.

- Classe: Rústic

-Ús principal: Agrari

-Superfície construïda: 11.054 m<sup>2</sup>

-Coordenades UTM:

-X: 492999,433

-Y: 4668571,278

-Fus: 31



Imatge 1 - Emplaçament de la parcel·la (E.P.)

A continuació es pot veure una imatge de l'estat actual en el que es troba la parcel·la en qüestió.



Imatge 2 - Estat actual de la parcel·la (Google earth)

## 2.2. EVOLUCIÓ DEL COTXE ELÈCTRIC

El Govern espanyol va establir les bases per complir els compromisos adoptats per Espanya en línia amb els “Acords de París” contra el canvi climàtic per aconseguir una economia descarbonitzada el 2050, i per a marcar objectius intermedis amb el Pla Nacional Integrat d’Energia i Clima (PNIEC) i l’avantprojecte de Llei de Canvi Energètic Climàtic i Transició, aprovat pel Consell de Ministres.

L’executiu espanyol pretén llançar un pla d’impuls de la mobilitat elèctrica amb ajuts de fins a 1.000 milions d’euros en cinc anys (durant el període entre 2021 i 2025). La previsió reconeguda en el pla, es basa en que a l'estat espanyol hi haurà un parc automobilístic amb cinc milions de vehicles elèctrics el 2030, i un pla a curt termini que consta d’un assoliment de tres-cents mil vehicles elèctrics el 2020. Al document es preveia que la presència de les renovables al sector de la mobilitat i transport arribaria mitjançant l’electrificació de turismes, furgonetes, autobusos i motos, que serien aproximadament un 16% del parc mòbil al 2030.

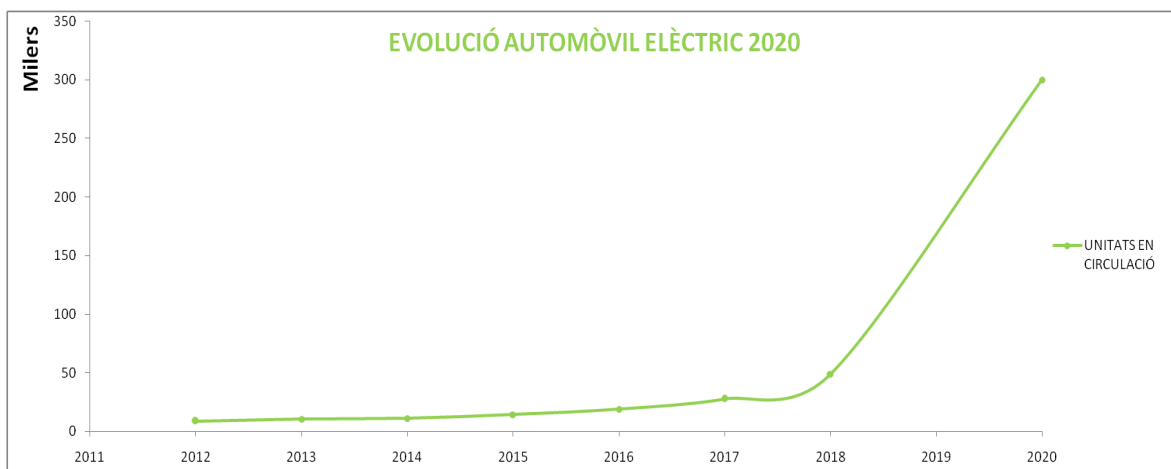
Segons dades del portal “DBK Informa Observatorio Sectorial”, al 2014 la presència del vehicle elèctric al parc automobilístic espanyol tenia un valor superior a les 11.000 unitats i actualment, a finals de 2018, supera les 48.000 unitats.

Amb totes aquestes dades s’ha fet una simulació de l’evolució del cotxe elèctric per a 2020 i 2030. Aquesta previsió consisteix en un creixement constant durant els anys per aconseguir complir els valors establerts per el Govern Espanyol.

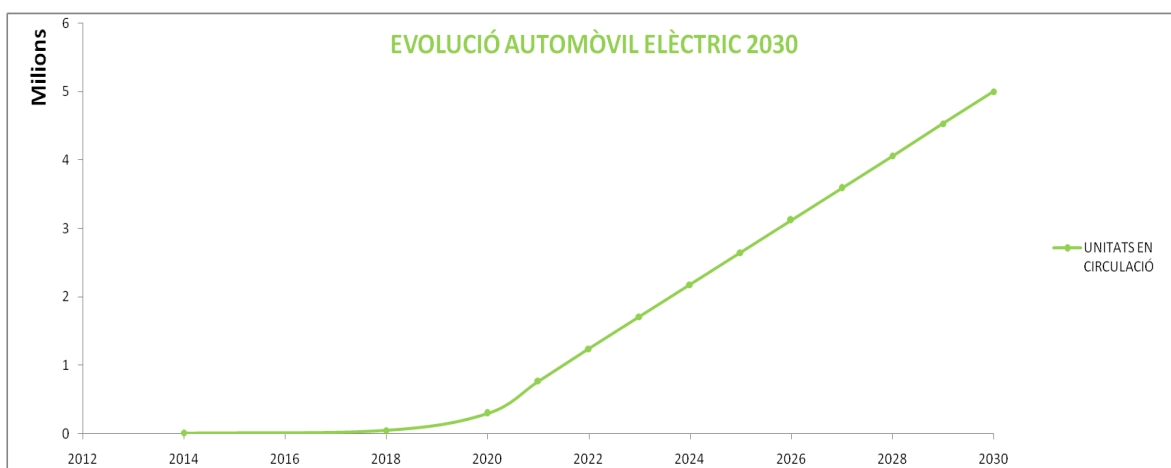
ANY	Parc Cotxes Elèctrics
2014	11261
2018	48870
2020	300000
2021	770000
2022	1240000
2023	1710000
2024	2180000
2025	2650000
2026	3120000
2027	3590000
2028	4060000
2029	4530000
2030	5000000

Taula 1 - Previsió evolució cotxe elèctric (E.P.)

Seguidament es poden veure gràficament les dades aportades anteriorment.



Gràfic 1 - Previsió evolució cotxe elèctric 2020 (E.P.)



Gràfic 2 - Previsió evolució cotxe elèctric 2030 (E.P.)

Tot i haver-hi aquesta previsió de l'evolució del vehicle elèctric, es realitzaran varis estudis amb diferents evolucions per a cobrir el màxim d'escenaris possibles.

-Evolució vehicle elèctric 2030: 5.000.000 segons havia previst el govern espanyol.

- Evolució vehicle elèctric 2030: 4.000.000 amb una previsió semblant a la del govern espanyol, però amb les expectatives més rebaxades.

Evolució vehicle elèctric 2030: 2.000.000 amb unes perspectives respecte el previst per el govern espanyol molt rebaxades, tenint en compte una evolució molt més lenta del sector.

## 2.3. PUNT DE RECÀRREGA VEHICLE ELÈCTRIC




Per a la instal·lació del punt de recàrrega per vehicles elèctrics s'ha triat el model de càrrega ràpida de CIRCUTOR "RAPTION 50 TRIO 63A" amb les següents característiques:

-Punt de recàrrega ràpid amb 3 connectors, donant una potència màxima de sortida de 93kW:

- 1 connector CHAdeMO, 500 Vcc -125A – 50 kW.
- 1 connector CCS Combo2, 500 Vcc - 125 A - 50 kW.
- 1 connector Tipo 2, 400 Vac - 63 A - 43 kW.



- Compatibilitat amb Mode 3 i Mode 4 completa IEC 61851-1.
- Indicació lluminosa de l'estat de càrrega (blau, verd i vermell).
- Mesura d'energia integrada.
- Lector RFID per l'identificació i activació de la recàrrega - ISO 14443 A/B.
- Botó parada d'emergència.
- Pantalla tàctil TFT 8" antivandàlica.
- Connexió Ethernet y emmagatzament de dades.
- Comunicacions 3G y GPRS.
- Protocol comunicacions OCPP & XML.
- Protecció magnetotèrmica amb corba C.
- Protecció diferencial Tipo A de 30 mA rearmable.
- Pes: 230 kg.
- Envoltent d'acer inoxidable - IP54 - IK10.
- Permet muntatge a paret.
- Dimensions: 350x940x1800 mm.

La definició de les connexions de les quals disposa és la següent:

CORRENT CONTÍNUA	CORRENT ALTERNA
 <p><b>CHAdeMO:</b> Tensió màxima 500Vcc Corrent màxima 125Acc</p>	 <p><b>Tipo 2 / Mennekes:</b> Monofàsic corrent màxima 32A (7,2kW) Trifàsic corrent màxima 63A (43kW)</p>
 <p><b>CCS Combo 2:</b> Tensió màxima 480Vcc Corrent màxima 200Acc</p>	

Taula 2 - Tipus de connectors (E.P.)

Finalment, els modes de recàrrega amb els quals és compatible el punt de recàrrega són els següents:

MODE 3	MODE 4
 <ul style="list-style-type: none"> <li>-Connexió directa del vehicle a la xarxa.</li> <li>-Toma de corrent dedicada amb monitorització de la càrrega.</li> <li>-Cable dedicat.</li> <li>-Recàrrega de 3,6 fins a 22kW.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>-Connexió indirecta del vehicle a la xarxa, a través de carregador extern.</li> <li>-Toma externa de corrent directa amb monitorització de càrrega.</li> <li>-Cable dedicat.</li> <li>-Recàrrega ràpida de 22 fins a 50kW.</li> </ul>

Taula 3 - Modes de recàrrega possibles segons model (E.P.)

En quant al temps necessari per a realitzar una recàrrega, CIRCUTOR facilita la següent informació:

“Les estacions de càrrega ràpida de CIRCUTOR són equips que permeten efectuar la recàrrega dels vehicles elèctrics en el menor temps possible. Gràcies al ús de corrent contínua –mitjançant protocols CCS Combo2 i CHAdeMO- s'obté una recàrrega completa en tan sols 15-30 min en funció de la capacitat de les bateries i el seu nivell de descàrrega. La recàrrega es realitza de manera intuïtiva i guiada pas a pas pel monitor incorporat”.

Per a la realització de l'estudi es considerarà que tots els vehicles tarden 30 minuts, ja que segurament en un futur les bateries seran de major capacitat que les actuals i el temps de recàrrega mitjà tendirà a aquest valor.

## 2.4. MODEL PREDICTIU

Per tal de poder realitzar l'estudi de viabilitat per la Electrolinera, s'ha fet una estimació dels vehicles que s'hi poden aturar seguint un model predictiu de pròpia creació.

### 2.4.1. Evolució del parc de turismes espanyol

Segons les dades de la Direcció General de Trànsit (DGT), el parc automobilístic de l'estat espanyol al 2014 era de 22 milions de vehicles (incloent turismes, furgonetes i motocicletes), i al 2018 era de 24 milions de vehicles.

Així doncs, per a simular el parc automobilístic que hi haurà al 2030 s'ha considerat un creixement constant i igual al que hi ha hagut entre els anys 2014 i 2018 obtenint els següents resultats:

ANY	Parc
2014	22000000
2018	24000000
2020	25000000
2021	25500000
2022	26000000
2023	26500000
2024	27000000
2025	27500000
2026	28000000
2027	28500000
2028	29000000
2029	29500000
2030	30000000

Taula 4 - Predicció de l'evolució del parc automobilístic (E.P.)

Un cop tenim les dades del parc automobilístic i les dades de cotxes elèctrics, es pot saber quin percentatge del total representaran els vehicles elèctrics per el parc automobilístic espanyol.



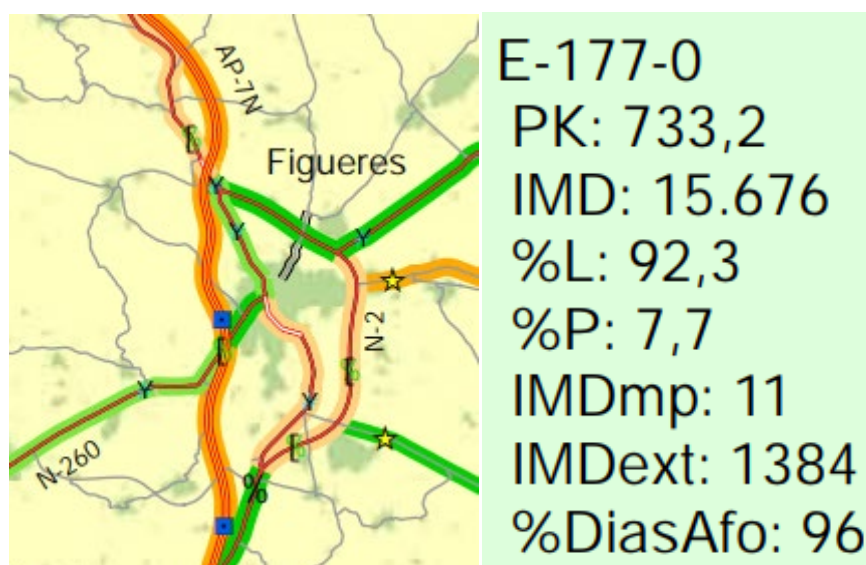
ANY	Parc	Parc Cotxes Elèctrics	%Elèctrics
2014	22000000	11261	0,051%
2018	24000000	48870	0,204%
2020	25000000	300000	1,200%
2021	25500000	770000	3,020%
2022	26000000	1240000	4,769%
2023	26500000	1710000	6,453%
2024	27000000	2180000	8,074%
2025	27500000	2650000	9,636%
2026	28000000	3120000	11,143%
2027	28500000	3590000	12,596%
2028	29000000	4060000	14,000%
2029	29500000	4530000	15,356%
2030	30000000	5000000	16,667%

Taula 5 - Evolució del percentatge de vehicles elèctrics al parc automobilístic espanyol (E.P.)

Podem veure que el model estima que al 2030 el percentatge de vehicle elèctrics al parc automobilístic Espanyol haurà augmentat fins al 16,667%, dada que coincideix amb les previsions de l'estat espanyol que es comenten al punt "3.EVOLUCIÓ DEL COTXE ELÈCTRIC".

#### 2.4.2. IMD

La IMD (Intensitat mitja diària) és un indicador generat per el Ministeri de Foment Espanyol, que indica la quantitat mitjana de vehicles que passen cada dia per una carretera. L'últim estudi realitzat data del any 2014 i està dividit per províncies. A continuació s'adjunta una imatge ampliada a la carretera d'estudi, per poder-ne extreure les dades.



Imatge 3 - IMD N-II (E.P.)

On:

- E-177-0: significa si es tracta d'una estació fixa.
- PK: codi de la estació de mesura.
- IMD: Intensitat mitja diària de vehicles.
- %L: percentatge de la IMD que representes els vehicles lleugers.
- %P: percentatge de la IMD que representes els vehicles pesats.
- IMDmp: IMD de mercaderies perilloses.
- IMDext: IMD de vehicles estrangers.
- %DiasAfo: percentatge de funcionament anual de la estació.

Així doncs, es pot veure que la IMD l'any 2014 va ser de 15.676 vehicles/dia. Tal i com s'ha fet anteriorment s'ha de predir l'evolució d'aquesta IMD fins l'any 2030 i s'ha optat per fer-la augmentar al mateix ritme que augmenta el parc automobilístic obtenint els següents resultats:

ANY	IMD
2014	15676
2018	17101,09
2020	17813,63
2021	18169,91
2022	18526,18
2023	18882,45
2024	19238,73
2025	19595
2026	19951,27
2027	20307,55
2028	20663,82
2029	21020,09
2030	21376,36

Taula 6 - Previsió de la evolució de la IMD de la N-II (E.P.)

Finalment, amb les dades de la IMD, quantitat de cotxes al parc automobilístic espanyol i la predicció de l'evolució del vehicle elèctric, es pot predir el percentatge de vehicles elèctrics que passaran cada dia de mitjana per davant de la Electrolinera durant els diversos anys:

ANY	Nº Elèctrics NII
2014	8,02
2018	34,82
2020	213,76
2021	548,66
2022	883,56
2023	1218,45
2024	1553,35
2025	1888,25
2026	2223,14
2027	2558,04
2028	2892,93
2029	3227,83
2030	3562,73

Taula 7 - Predicció de vehicles elèctrics diaris a la N-II (E.P.)

### 2.4.3. Flux horari de vehicles

Fins al moment s'ha arribat a la predicció dels vehicles que passaran diàriament per davant de la Electrolinera, però no es pot repartir aquest número uniformement a les diferents hores del dia ja que el flux de vehicles varia molt en funció de la hora.

Segons el llibre publicat per l'Enginyer Industrial "JOSEP MARIA QUEROL I NOGUERA, Manual de mesurament i avaluació del soroll, Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient, 1994", es pot fer la següent diferenciació horària per a una carretera nacional:

Vehicles/h nit (23-7h)	Vehicles/h hora punta (8-9h)	Vehicles/h dia (7-23h)
IMD*0,009	IMD*0,1	IMD/17

Taula 8 - Intensitat horària (E.P.)

Així doncs, amb totes les dades aportades fins al moment podem fer una predicció de la quantitat de vehicles elèctrics que circularan per davant de la Electrolinera en funció de la hora i l'any. A continuació s'adjunta la taula amb les dades.

ANY	Parc (turismes)	Parc Cotxes Elèctrics	%Elèctrics	IMD	Nº Elèctrics N-II	Vehicle/h nit (23-7h)	Total Vehicles nit	Vehicles/h hora punta	Vehicles hora punta (entre 8-9h)	Vehicles/h dia (7-23h)	Total Vehicles dia (7-23h)
2014	22000000	11261	0,051%	15676,00	8,02	0,07	0,58	0,80	0,80	0,47	7,08
2018	24000000	48870	0,204%	17101,09	34,82	0,31	2,51	3,48	3,48	2,05	30,73
2020	25000000	300000	1,200%	17813,64	213,76	1,92	15,39	21,38	21,38	12,57	188,61
2021	25500000	770000	3,020%	18169,91	548,66	4,94	39,50	54,87	54,87	32,27	484,11
2022	26000000	1240000	4,769%	18526,18	883,56	7,95	63,62	88,36	88,36	51,97	779,61
2023	26500000	1710000	6,453%	18882,45	1218,45	10,97	87,73	121,85	121,85	71,67	1075,11
2024	27000000	2180000	8,074%	19238,73	1553,35	13,98	111,84	155,33	155,33	91,37	1370,60
2025	27500000	2650000	9,636%	19595,00	1888,25	16,99	135,95	188,82	188,82	111,07	1666,10
2026	28000000	3120000	11,143%	19951,27	2223,14	20,01	160,07	222,31	222,31	130,77	1961,60
2027	28500000	3590000	12,596%	20307,55	2558,04	23,02	184,18	255,80	255,80	150,47	2257,09
2028	29000000	4060000	14,000%	20663,82	2892,93	26,04	208,29	289,29	289,29	170,17	2552,59
2029	29500000	4530000	15,356%	21020,09	3227,83	29,05	232,40	322,78	322,78	189,87	2848,09
2030	30000000	5000000	16,667%	21376,36	3562,73	32,06	256,52	356,27	356,27	209,57	3143,58

Taula 9 - Predicció intensitat horària anual (E.P.)

Finalment, per a comprovar que l'aproximació és correcte es compararà la columna "NºElèctrics N-II" amb els valors obtinguts de la suma del total de vehicles elèctrics que circularan a les diferents franges horàries.

Es pot trobar la taula comparativa a continuació:

ANY	Nº Elèctrics N-II	Suma valors horaris
2014	8,02	8,46
2018	34,82	36,71
2020	213,76	225,38
2021	548,66	578,48
2022	883,56	931,58
2023	1218,45	1284,68
2024	1553,35	1637,78
2025	1888,25	1990,88
2026	2223,14	2343,98
2027	2558,04	2697,08
2028	2892,93	3050,17
2029	3227,83	3403,27
2030	3562,73	3756,37

Taula 10 - Comparativa de la quantitat total de vehicles elèctrics circulants per la N-II (E.P.)

Com es pot veure a la taula anterior, els valors obtinguts de la suma del total de vehicles elèctrics que circularan a les diferents franges horàries, no és exactament el mateix que l'obtingut a l'apartat "5.2 IMD". Així doncs es passarà a calcular-ne l'error mitjançant la fórmula:

$$Error \% = \frac{Suma\ valors\ horaris - N^{\circ}\ Elèctrics\ NII}{Suma\ valors\ horaris} * 100 \quad (Eq. 1)$$

A partir de l'equació anterior s'obtenen els següents resultats:

ANY	Error
2014	5,16%
2018	5,16%
2020	5,16%
2021	5,16%
2022	5,16%
2023	5,16%
2024	5,16%
2025	5,16%
2026	5,16%
2027	5,16%
2028	5,16%
2029	5,16%
2030	5,16%

Taula 11 - Error provocat per la fórmula d'aproximació horària (E.P.)

Tal i com es pot comprovar a la taula anterior, la fórmula utilitzada introdueix un 5,16% d'error independentment de l'any en que s'apliqui. Es considera que és un error petit i acceptable per a l'estudi.

#### 2.4.4. Viabilitat del projecte

Un cop conegudes les dades de l'evolució i la circulació de vehicles elèctrics és el moment de veure la viabilitat del projecte en funció de totes les variables. Per a cada any s'han realitzat les següent taules amb els corresponents càlculs per tal de poder predir el consum total d'energia, la potència amb plaques solars a instal·lar, el cost total de l'obra, en funció de la quantitat de vehicles que paren.

##### 2.4.4.1. Dades inicials

Primerament s'ha de tenir clar, en funció de l'any, la IMD de la carretera, el nº de vehicles elèctrics que hi circularan i a quines hores. Aquestes dades s'extreuen dels tres primers apartats del punt "5. MODEL PREDICTIU"-

Dades inicials	
Any	2020
IMD	17814
Nº elèctrics	213,76
Vehicles/h nit (23-7h)	1,92
Vehicles/h hora punta (entre 8-9h)	21,38
Vehicles/h dia (7-23h)	12,57

Taula 12 - Dades inicials (E.P.)

Per a cada any aquestes dades variaran en funció dels valors que es troben a la "Taula 9 - Predicció intensitat horària anual".

#### 2.4.4.2. Previsió d'aturades a la Electrolinera

El segon pas és la previsió del percentatge de vehicles que s'aturaran a la Electrolinera. Per a la realització de l'estudi s'ha utilitzat una forquilla del 1% al 5% d'aturades per tal de poder cobrir els casos més desfavorables i els més optimistes.

Per tant, estimant el percentatge d'aturades es pot saber la quantitat de vehicles que s'aturaran cada hora als tres trams horaris establerts. Aquest nombre variarà en funció de l'any i del percentatge que s'apliqui i també en dependrà la viabilitat del projecte i el retorn de la inversió. Cal esmentar que per a l'estudi s'utilitzaran els possibles vehicles que s'aturin cada 30 minuts, ja que és la durada mitjana de la recàrrega que s'ha establert.

Per a poder veure com varien aquests valors s'adjuntaran per a dos anys diferents dos taules amb el percentatge de vehicles que paren diferent.

Previsió d'aturades 2020	
% vehicles que paren	5%
Vehicles/h nit que paren	0,10
Vehicles/h hora punta que paren	1,07
Vehicles/h dia que paren	0,63
Vehicles/(h/2) nit que paren	0,05
Vehicles/(h/2) hora punta que paren	0,53
Vehicles/(h/2) dia que paren	0,31

Taula 13 - Previsió aturades 2020 percentatge 5% (E.P.)

Previsió d'aturades 2025	
% vehicles que paren	5%
Vehicles/h nit que paren	0,85
Vehicles/h hora punta que paren	9,44
Vehicles/h dia que paren	5,55
Vehicles/(h/2) nit que paren	0,42
Vehicles/(h/2) hora punta que paren	4,72
Vehicles/(h/2) dia que paren	2,78

Taula 14 - Previsió aturades 2025 percentatge 5% (E.P.)

Previsió d'aturades 2020 - 2	
% vehicles que paren	2%
Vehicles/h nit que paren	0,04
Vehicles/h hora punta que paren	0,43
Vehicles/h dia que paren	0,25
Vehicles/(h/2) nit que paren	0,02
Vehicles/(h/2) hora punta que paren	0,21
Vehicles/(h/2) dia que paren	0,13

Taula 15 - Previsió aturades 2020 percentatge 2% (E.P.)

Previsió d'aturades 2025 - 2	
% vehicles que paren	2%
Vehicles/h nit que paren	0,34
Vehicles/h hora punta que paren	3,78
Vehicles/h dia que paren	2,22
Vehicles/(h/2) nit que paren	0,17
Vehicles/(h/2) hora punta que paren	1,89
Vehicles/(h/2) dia que paren	1,11

Taula 16 - Previsió aturades 2025 percentatge 2% (E.P.)

### 2.4.4.3. N° punts de recàrrega

Un altre punt important és la definició del n° de punts de recàrrega necessaris. D'un bon principi a l'any 2020, per el nombre de cotxes elèctrics en circulació i que siguin clients potencials només és necessari 1 punt de recàrrega. En funció de l'any i dels vehicles que es parin és possible que en facin falta més, i per saber el moment en que això succeeix es comentarà més endavant quan es parli sobre la predicció del consum.

Any 2020	
<b>Nº Equips de càrrega</b>	1 u.
<b>Potència CC</b>	50 [kW]
<b>Potència AC</b>	43 [kW]
<b>Potència màxima equip</b>	93 [kW]
<b>Potència total en plena càrrega</b>	93 [kW]

Taula 17 - N° punts de càrrega (E.P.)

### 2.4.4.4. Factor de càrrega

Un dels punts interessants de l'estudi de viabilitat és veure com afecta la introducció d'un camp solar de diferents dimensions, i per això s'utilitza el factor de càrrega. Aquest factor significa el percentatge de consum que es vol cobrir amb les plaques si hi hagués un consum ininterromput del punt/s de recàrrega. Es consideren uns percentatges entre el 5% i el 30% ja que l'energia ha de ser consumida directament pel consumidor o ha de ser venuda a la xarxa. A l' hora d'amortitzar l'energia solar, serà molt més ràpid si l'energia és utilitzada per a la recàrrega dels cotxes ( estalviant així la compra de l'energia a la comercialitzadora) que no pas si és venuda a la xarxa (actualment el preu de venda és el de pull de mercat, és a dir, preu de cost per les comercialitzadores). És per això que és interessant considerar un factor de càrrega baix, de com a molt el 25%, per poder aprofitar al màxim l'energia generada.

Factor de càrrega	
<b>Factor de recàrrega</b>	20 %
<b>Consum diari ininterromput</b>	2232 [kWh]
<b>Consum diari factor de càrrega</b>	446,40 [kWh]
<b>Consum anual ininterromput</b>	814680 [kWh]
<b>Consum anual factor de càrrega</b>	162936 [kWh]

Taula 18 - Factor de càrrega i consum (E.P.)



Amb el factor de càrrega i amb el consum anual ininterromput (resultat de multiplicar la potència del punt de recàrrega per les hores que hi ha en un any) podem saber la quantitat de kWh anuals que s'han de cobrir. Per a saber la potència a instal·lar amb plaques solars, només s'ha de dividir aquest valor per la producció de 1 kWp en aquesta zona, en funció de la orientació i inclinació.

Per als càlculs de radiació s'utilitza la pàgina "PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM" de la Comissió Europea, popularment coneguda com a PVGIS. És conegut que la millor orientació que poden tenir les plaques solars és al sud ja que és la que garanteix una major quantitat d'hores amb radiació, però falta saber quina és la inclinació adient. Després d'experimentar amb diferents inclinacions, s'ha pogut veure que la que té un ràtio de kWh/kWp (kWh hora produïts anualment en funció de la potència instal·lada) és una inclinació de 30°.

Així doncs, una instal·lació de 1kWp amb una inclinació de 30° orientada al sud (azimuth = 0°), segons el PVGIS, té una producció de 1506,3 kWh/kWp. Amb aquesta dada ja es pot dimensionar la potència necessària de la instal·lació.

Càlcul instal·lació solar		
<b>Producció mitja anual 1kWp</b>	1506,3	[kWh/kWp]
<b>Potència a instal·lar</b>	108,17	[kWp]

Taula 19 - Càlcul de la potència solar a instal·lar en funció del factor de càrrega (E.P.)

#### 2.4.4.5. Simulació del consum

Per a poder seguir endavant amb el model predictiu s'ha de fer una simulació del consum diari per a cada any. El consum va directament lligat a tots els punts que s'han desenvolupat anteriorment; evolució del cotxe elèctric, IMD de la carretera, el flux horari establert (que divideix el dia en tres trams), i el percentatge de vehicles que es paren.

Tanmateix, per a realitzar l'estudi s'ha creat una fórmula que per a cada any et simuli el consum de cada mitja hora (ja que la recàrrega mitja s'ha considerat que era de mitja hora) en funció del percentatge de vehicles que es paren (1-5%). L'explicació d'aquesta fórmula es pot trobar a l' "ANNEX A".

Al haver-hi des de l'any 2020 a l'any 2030 valors de quantitat de vehicles en circulació diferents i amb percentatge possible d'aturades del 1 al 5%, fa que s'hagin de simular una gran varietat de consums.

A continuació es pot veure la taula de simulació del consum per al 2020 i amb un percentatge de parades del 5%. Es pot veure que existeixen dues columnes referents al consum; la primera prediu el consum en funció dels vehicles que paren i sense tenir en compte la quantitat de punts de recàrrega, i la segona, a diferència de la primera, limita el consum en funció dels punts de recàrrega instal·lats.

<b>SIMULACIÓ DE CONSUM 2020</b>			
<b>HORA</b>	<b>CONSUM EN FUNCIÓ DE FLUX</b>	<b>CONSUM LIMITAT PER INSTAL·LACIÓ</b>	<b>UNITATS</b>
0:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
0:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
1:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
1:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
2:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
2:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
3:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
3:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
4:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
4:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
5:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
5:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
6:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
6:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]
7:00	1,202420455	1,202420455	[kWh]
7:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
8:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
8:30	13,36022727	13,36022727	[kWh]
9:00	13,36022727	13,36022727	[kWh]
9:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
10:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
10:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
11:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
11:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
12:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
12:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
13:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
13:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
14:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
14:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
15:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
15:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]

16:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
16:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
17:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
17:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
18:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
18:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
19:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
19:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
20:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
20:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
21:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
21:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
22:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
22:30	7,858957219	7,858957219	[kWh]
23:00	7,858957219	7,858957219	[kWh]
23:30	1,202420455	1,202420455	[kWh]

Taula 20 - Simulació del consum diari per a 2020 amb un percentatge de parades del 5% (E.P.)

En quant al moment per fer un augment de nº de punts de recàrrega instal·lats, cal recordar que per a cada any tenim la següent taula:

Any 2020	
Nº Equips de recàrrega	1 u.
Potència CC	50 [kW]
Potència AC	43 [kW]
Potència màxima equip	93 [kW]
Potència total en plena càrrega	93 [kW]

Taula 21 - Nº equips de recàrrega (E.P.)

La fórmula de nº d'equips de recàrrega va en funció de la simulació del consum en hores de dia. Quan aquest consum arriba a un 80% de la potència que hi ha instal·lada, automàticament s'augmenta en 1 el nº de punts de recàrrega. Per exemple:

Amb una previsió d'aturades del 5% anual, el consum en hores de dia l'any 2023 és de 83,32kWh. Així doncs:

$$0.8 * 93 < 83.32 \rightarrow 74.4 < 83.32 \checkmark$$

Llavors, per a l'any 2024 s'augmentarà en una unitat el nº de punts de recàrrega instal·lats.

## 2.5. CAMP FOTOVOLTAIC

Per tal de poder realitzar l'estudi de viabilitat per a la Electrolinera, s'ha de calcular l'energia que generarà en cada instant dels diferents anys la planta solar. És important mencionar que cada vegada que s'amplia la instal·lació de punts de recàrrega amb un punt, també s'amplia la part proporcional del camp solar.

El dimensionament del camp solar s'ha realitzat mitjançant el factor de càrrega que s'ha comentat anteriorment, i al mantenir-se el factor constant durant els anys, farà que quan hi hagi una ampliació, aquesta sigui exactament igual a l'última instal·lació que s'havia realitzat. Per exemple, si a l'any 1 s'instal·la un punt de recàrrega i 108kWp al camp solar, quan toqui instal·lar el segon punt de recàrrega s'hauran d'instal·lar 108kWp més de plaques solars. Així doncs, es pot afirmar que la instal·lació i ampliació de tot l'equipament es realitza mitjançant mòduls idèntics.

Com ja es veurà més endavant, s'ha de tenir en compte quan s'han realitzat les instal·lacions dels mòduls per tenir un bon càlcul de la seva degradació.

Per a poder simular la producció que tindrà el camp solar s'han utilitzat les dades de radiació horària per a cada mes que posa a disposició de qualsevol ciutadà, l'Institut de l'Energia i el transport (IET) de la Comissió Europea. Aquest programari es troba disponible a la seva pàgina web oficial.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la inclinació i orientació òptimes per a obtenir un màxim rendiment de la instal·lació solar és de:

Orientació: 0°. Instal·lació orientada totalment al sud.

Inclinació: 30° ja que té una producció mitjana anual més alta i una producció més estable durant els diferents mesos .

## 2.5.1. Dades de radiació

RADIACIÓ (W/m <sup>2</sup> )												
HORA	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	1	18	33	23	4	0	0	0	0
7:00	0	0	4	42	83	90	72	55	35	3	0	0
8:00	0	19	113	193	247	260	244	218	190	125	54	0
9:00	148	213	297	381	425	459	444	423	391	304	230	201
10:00	294	397	495	554	598	635	634	618	589	489	398	333
11:00	475	592	645	686	736	771	774	776	748	649	539	495
12:00	574	702	744	786	816	818	869	881	823	730	619	588
13:00	624	745	779	789	785	831	863	884	817	723	619	601
14:00	598	683	719	723	710	758	805	829	756	668	546	571
15:00	483	574	631	607	603	667	709	705	638	546	420	443
16:00	324	427	463	475	487	511	545	546	463	367	259	269
17:00	160	234	283	304	319	355	381	356	266	167	126	91
18:00	0	53	115	144	168	196	206	176	101	16	0	0
19:00	0	0	2	24	44	56	60	39	5	0	0	0
20:00	0	0	0	0	4	19	19	2	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 22 - Radiació horària/mensual (E.P.)

## 2.5.2. Producció

Per al càlcul de la producció horària s'han de tenir en compte els rendiments dels diferents elements que componen la instal·lació (plaques solars, inversor, cablejat elèctric, temperatura etc.). A la taula següent es poden veure els valors dels diferents rendiments.

RENDIMENTS	
RENDIMENT PLACA (R1)	18,11%
RENDIMENT INVERSOR (R2)	98,00%
RENDIMENT PÈRDUES ELÈCTRIQUES (R3)	86,00%
RENDIMENT VARIACIONS A LA SORTIDA (R4)	94,50%

Taula 23 - Rendiments dels equipaments (E.P.)

-El rendiment de la placa i l'inversor venen donats pel fabricant.

-El rendiment per pèrdues elèctriques s'ha extret del valor que recomana utilitzar el PVGIS.

-Rendiment variacions a la sortida: Són pèrdues degudes a canvis de temperatura, inclinació dels mòduls i efectes espectrals. S'obtenen de l'informe del PVGIS.

Així doncs, amb les dades de radiació i els rendiments dels diferents elements del sistema s'utilitza la següent fórmula per estimar la producció diària mensual:

$$Producció = Radiació \left( \frac{W}{m^2} \right) * R1 * R2 * R3 * R4 * X * Y * N \quad (Eq. 2)$$

On,

X = base del mòdul (veure mida a l'apartat 5.1 Generador fotovoltaic)

Y = altura del mòdul (veure mida a l'apartat 5.1 Generador fotovoltaic)

N = nº de mòduls fotovoltaics instal·lats

Així doncs la producció diària dels diferents mesos per a 1kWp instal·lat és la següent:

**PRODUCCIÓ (kWh) / 1 DIA POTÈNCIA de 1kWp INSTAL·LAT**

<b>HORA</b>	<b>GENER</b>	<b>FEBRER</b>	<b>MARÇ</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAIG</b>	<b>JUNY</b>	<b>JULIOL</b>	<b>AGOST</b>	<b>SETEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVEMBRE</b>	<b>DESEMBRE</b>
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0,001	0,01	0,03	0,02	0,003	0	0	0	0
7:00	0	0	0,003	0,03	0,07	0,07	0,06	0,04	0,03	0,003	0	0
8:00	0	0,01	0,09	0,15	0,20	0,21	0,19	0,17	0,15	0,10	0,04	0
9:00	0,12	0,17	0,24	0,30	0,34	0,36	0,35	0,34	0,31	0,24	0,18	0,16
10:00	0,23	0,31	0,39	0,44	0,47	0,50	0,50	0,49	0,47	0,39	0,32	0,26
11:00	0,38	0,47	0,51	0,54	0,58	0,61	0,61	0,62	0,59	0,51	0,43	0,39
12:00	0,46	0,56	0,59	0,62	0,65	0,65	0,69	0,70	0,65	0,58	0,49	0,47
13:00	0,50	0,59	0,62	0,63	0,62	0,66	0,68	0,70	0,65	0,57	0,49	0,48
14:00	0,47	0,54	0,57	0,57	0,56	0,60	0,64	0,66	0,60	0,53	0,43	0,45
15:00	0,38	0,46	0,50	0,48	0,48	0,53	0,56	0,56	0,51	0,43	0,33	0,35
16:00	0,26	0,34	0,37	0,38	0,39	0,41	0,43	0,43	0,37	0,29	0,21	0,21
17:00	0,13	0,19	0,22	0,24	0,25	0,28	0,30	0,28	0,21	0,13	0,10	0,07
18:00	0	0,04	0,09	0,11	0,13	0,16	0,16	0,14	0,08	0,01	0	0
19:00	0	0	0,002	0,02	0,04	0,04	0,05	0,03	0,004	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0,003	0,01	0,01	0,002	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 24 - Producció horària/mensual de 1kWp instal·lat (E.P.)

Un cop sabudes les dades de producció horària de un dia, podem veure la producció horària de 1kWp instal·lat d' un mes complert.

PRODUCCIÓ (kWh) / MENSUAL POTÈNCIA DE 1kWp INSTAL·LAT												
HORA	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	1	2	2	2	1	1	0	0	0
8:00	0	0	3	5	6	6	6	5	5	3	1	0
9:00	4	5	7	9	10	11	11	10	9	7	5	5
10:00	7	9	12	13	15	15	16	15	14	12	9	8
11:00	12	13	16	16	18	18	19	19	18	16	13	12
12:00	14	16	18	19	20	19	21	22	20	18	15	14
13:00	15	17	19	19	19	20	21	22	19	18	15	15
14:00	15	15	18	17	17	18	20	20	18	16	13	14
15:00	12	13	16	14	15	16	17	17	15	13	10	11
16:00	8	9	11	11	12	12	13	13	11	9	6	7
17:00	4	5	7	7	8	8	9	9	6	4	3	2
18:00	0	1	3	3	4	5	5	4	2	0	0	0
19:00	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 25 - Producció de 1kWp instal·lat durant un mes (E.P.)



S'ha de tenir en compte que els mòduls pateixen una degradació amb el pas dels anys i que serà un rendiment a calcular. Es preveuen unes pèrdues del 2,5% el primer any per estabilització del mòdul i un 0,3% anual la resta d'anys. Així doncs, la caiguda de rendiment dels mòduls durant els 5 primers anys seria la següent:

DEGRADACIÓ	
ANY 1	97,50%
ANY 2	97,20%
ANY 3	96,90%
ANY 4	96,60%
ANY 5	96,30%

Taula 26 - Degradació dels mòduls (E.P.)

S'ha de considerar, com ja s'ha comentat anteriorment, que quan es realitza una ampliació de la instal·lació, els rendiments per a cada grup de mòduls serà diferent i en funció de l'any que s'hagin instal·lat. Per aquest motiu, a l'hora de calcular la producció horària/mensual per a cada any s'utilitza la següent taula de rendiments:

RENDIMENTS	
RENDIMENT PLACA	18,11%
RENDIMENT INVERSOR	98,00%
RENDIMENT PÈRDUES ELÈCTRIQUES	86,00%
DEGRADACIÓ INSTAL·LACIÓ	97,50%
DEGRADACIÓ AMPLIACIÓ 1	0,00%
DEGRADACIÓ AMPLIACIÓ 2	0,00%
DEGRADACIÓ AMPLIACIÓ 3	0,00%
RENDIMENT PÈRDUES A LA SORTIDA	94,50%

Taula 27 - Rendiments totals de la instal·lació (E.P.)

Com es pot veure a la taula, es separa la degradació que tindran els mòduls que s'instal·len inicialment de la dels mòduls de les diferents ampliacions. Així doncs, quan es realitzi una ampliació, la degradació dels seus mòduls seguirà la que es troba a la "Taula 24 - Degradació dels mòduls".

A "l'ANNEX B" es pot trobar un exemple amb les gràfiques de producció.

## 2.6. PRODUCCIÓ VS CONSUM

En aquest apartat es vol fer la comparativa entre la producció i el consum. Tal i com s'ha vist fins ara, el consum variarà en funció de l'any, l'evolució del cotxes elèctric, el percentatge de vehicles que parin a la Electrolinera. El càlcul de la producció fotovoltaica també variarà en funció del factor de càrrega que es triï, del mes que s'estudiï i de l'any. És per això que al llarg de l'estudi es produeixen una gran varietat de càlculs comparatius d'aquest tipus.

Per poder entendre el funcionament, es passarà a veure com es fan els càlculs per al mes de Gener de l'any 2020 contemplant:

- Factor de càrrega: 20%
- % de vehicles que paren: 5%
- Nº equips de recàrrega: 1

Amb aquestes dades resulta un camp fotovoltaic a instal·lar de 108kW, que són 270 mòduls de 400Wp (veure descripció al projecte de les plaques solars).

GENER											
HORA	CONSUM	RADIACIÓ (W/m2)	RADIACIÓ CS (W/m2)	PRODUCCIÓ DIARIA	PRODUCCIÓ DIARIA CS	PRODUCCIÓ MENSUAL	PRODUCCIÓ MENSUAL CS	SOBRANT DIARI	SOBRANT MENSUAL	ENERGIA CONSUMIDA XARXA DIÀRIA	ENERGIA CONSUMIDA XARXA MENSUAL
0:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
1:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
2:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
3:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
4:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
5:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
6:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
7:00	2,4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	74,6
8:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
9:00	26,7	148	215,0	12,4	18,0	383,2	556,7	0,0	0,0	14,4	445,1
10:00	15,7	294	479,0	24,6	40,0	761,2	1240,2	8,8	274,0	0,0	0,0
11:00	15,7	475	687,0	39,7	57,4	1229,9	1778,8	24,0	742,6	0,0	0,0
12:00	15,7	574	820,0	47,9	68,5	1486,2	2123,2	32,2	999,0	0,0	0,0
13:00	15,7	624	868,0	52,1	72,5	1615,7	2247,5	36,4	1128,4	0,0	0,0
14:00	15,7	598	828,0	49,9	69,2	1548,4	2143,9	34,2	1061,1	0,0	0,0
15:00	15,7	483	703,0	40,3	58,7	1250,6	1820,2	24,6	763,4	0,0	0,0
16:00	15,7	324	501,0	27,1	41,8	838,9	1297,2	11,3	351,7	0,0	0,0
17:00	15,7	160	240,0	13,4	20,0	414,3	621,4	0,0	0,0	2,4	73,0
18:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
19:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
20:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
21:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
22:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
23:00	15,7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	487,3
TOTALS				307,4		9528,4		171,6	5320,1	146,0	4525,3

Taula 28 - Producció vs Consum (E.P.)

Per poder fer la comparativa de consum i producció, per a cada any s'elabora una taula com l' anterior per a cada mes. Ara es passa a explicar el contingut de la taula:

-Hora: s'utilitza el consum i la producció de cada hora i no de cada 30 minuts ( tal i com s'ha calculat el consum), ja que les dades de radiació de les que es disposen són horàries.

-Consum: el consum, que hem vist com es calcula al punt "5.4.5 Simulació del consum", era per a cada 30 minuts. Per a poder fer la comparació s'han sumat les dues dades de consum que es troben dins de cada hora.

-Radiació: radiació mitja horària mensual.

-Radiació CS: és la radiació en dies que no hi ha núvols. Aquesta no influeix en el resultat de la producció, ja que s'utilitza la radiació mitja, però ens serveix per comparar i veure la diferència que hi pot haver entre la radiació d'un dia amb el cel sense núvols i la radiació mitja que s'utilitza.

-Producció diària: Mitjançant la fórmula de l'apartat "6.2 Producció" es calcula la producció horària que tindrà el camp solar.

-Producció diària CS: Mitjançant la fórmula de l'apartat "6.2 Producció" es calcula la producció horària que tindrà el camp solar en dies sense núvols.

- Producció mensual: Es pot saber la producció que es tindrà aquell mes fent la multiplicació del nombre de dies per la producció diària.

- Producció mensual CS: Es pot saber la producció que es tindria mensualment si tot el mes no hi hagués cap dia de núvol, fent la multiplicació del nombre de dies per la producció diària CS. Aquesta dada no afecta al desenvolupament de l'estudi i simplement és per veure la diferència amb la Producció mensual mitja que s'utilitza.

-Sobrant diari: Es fa la resta entre la producció i el consum diari per a cada hora. Si es produeix més del que es consumeix s'obté un valor i sinó aquest és 0.

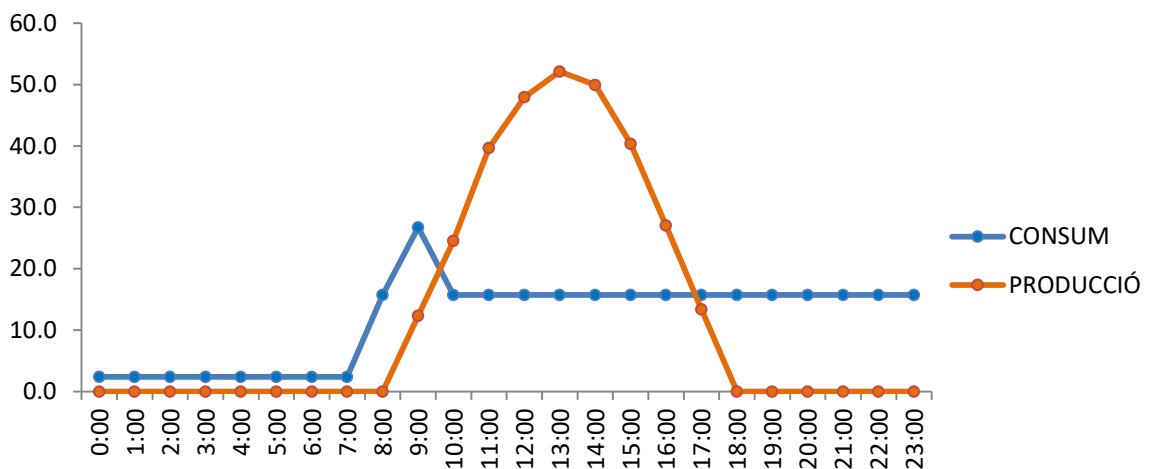
-Sobrant mensual: Es pot saber el sobrant que es tindrà aquell mes fent la multiplicació del nombre de dies pel sobrant diari.

-Energia consumida de la xarxa diàriament: Fa el càlcul de l'energia que s'ha de consumir perquè els cotxes puguin carregar i que no és proporcionada pel camp solar. Resta el consum de la producció solar, i quan la producció del camp solar és superior al consum pren un valor de 0.

-Energia consumida de la xarxa mensualment: Es pot saber l'energia que es consumirà de la xarxa aquell mes, fent la multiplicació del nombre de dies per l'energia consumida de xarxa diària.

Finalment es pot veure la gràfica de producció vs consum d'aquest mes de Gener de l'any 2020 en funció de les variables que s'han especificat al començament d'aquest punt.

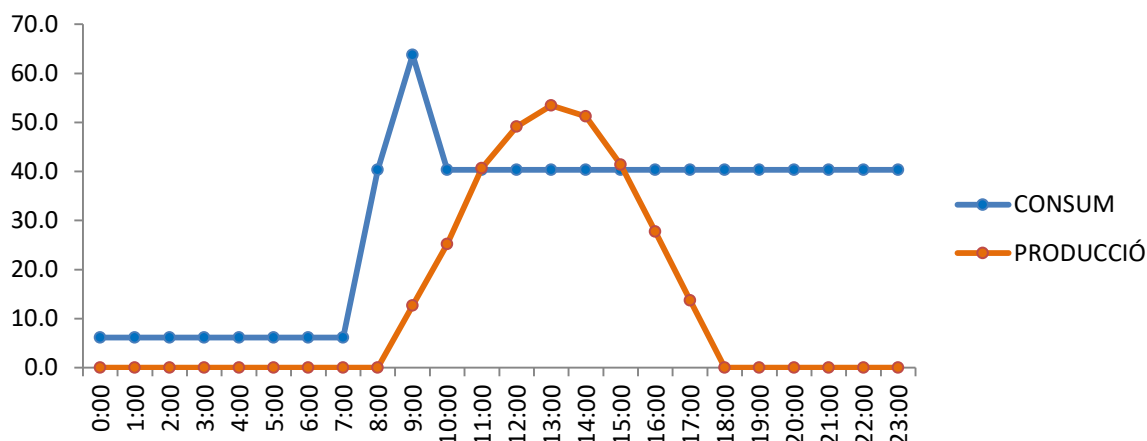
### Producció vs Consum Gener 2020



Gràfic 3 - Producció vs Consum Gener 2020 (E.P.)

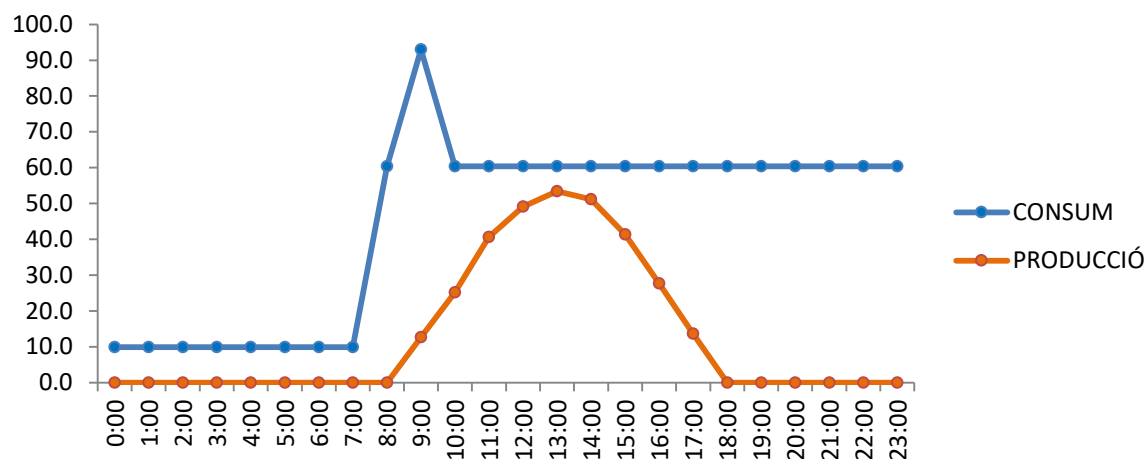
Per tal de veure gràficament com evoluciona el consum i la seva interacció amb la producció, s'adjunten les gràfiques de producció vs consum del Gener dels anys 2021 i 2022 amb les mateixes condicions.

### Producció vs Consum Gener 2021



Gràfic 4 - Producció vs Consum Gener 2021 (E.P.)

### Producció vs Consum Gener 2022



Gràfic 5 - Producció vs Consum Gener 2022 (E.P.)

Al disposar d'una taula com l'anterior per a cada mes de l'any, s'acaba fent una simulació de l'energia que es produirà, l'energia que s'autoconsumirà i l'energia que es consumirà de la xarxa. Totes aquestes dades es troben recollides a la taula que s'adjunta a continuació.

TAULA RESUM ANUAL	
PRODUCCIÓ ANUAL	160.115,9 [kWh]
SOBRANT ANUAL	98.381,8 [kWh]
PERCENTATGE AUTOCONSUMIT	38,56%
CONSUM XARXA ANUAL TOTAL	41.096,5 [kWh]
ENERGIA VENUDA	102.830,68 [kWh]

Taula 29 - Resum anual (E.P.)

## 2.7. TARIFES COMPANYIA

Per a poder fer l'estudi de viabilitat s'ha de veure quin seria el cost de l'energia consumida de la xarxa i quin és el preu del cost de l'energia dels clients als seus habitatges, per tal de poder aconseguir un preu de venda de l'energia que els suposi un estalvi respecte una possible recàrrega del vehicle elèctric al seu domicili. Tots els preus amb els que es treballa a partir d'ara són sense IVA, excepte aquells casos que s'especifiqui que està inclòs.

### 2.7.1. Trams horaris

El primer punt a destacar és que s'ha de diferenciar entre les tarifes 3.0A i 3.1A.

-Tarifa 3.0A: Tarifa de baixa tensió que s'aplica a aquells clients que consumeixen menys de 1000V. Serà el cas que només tinguem 1 punt de recàrrega.

-Tarifa 3.1A: Tarifa d'alta tensió que s'aplica a aquells clients que contracten més de 1000V. Això fa que els costos siguin menors i s'aplicarà en els casos que tinguin més de 1 punt de recàrrega.

Les tarifes 3.0A i 3.1A es caracteritzen per tenir 3 trams per a la facturació que compren un nombre d'hores. La diferència entre les dues tarifes es troba en el preu de l'energia i la potència contractada, i també en els horaris que comprenen els 3 trams mencionats. A continuació es pot veure una taula amb els horaris que comprenen cada tram per a una tarifa 3.0A i una tarifa 3.1A.

Horas diarias	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Horas diarias	
Enero	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	Enero		
Febrero	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	Febrero		
Marzo	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	Marzo		
El cambio de horario de VERANO se produce el último domingo de Marzo según la directiva Europea 2000/84																											
Abril	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Abril	
Mayo	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Mayo	
Junio	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Junio	
Julio	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Julio	
Agosto	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Agosto	
Septiembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Septiembre	
Octubre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Octubre	
El cambio de horario de INVIERNO se produce el último domingo de Octubre según la directiva Europea 2000/84																											
Noviembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	Noviembre		
Diciembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	Diciembre		

**P1 Punta**  
 INVIERNO: de 18,00 h a 22,00 h  
 VERANO: de 11,00 h a 15,00 h  
**4 horas diarias de Punta**

**P2 Llano**  
 INVIERNO: de 08,00 h a 18,00 h y 22,00 h a 24,00 h  
 VERANO: de 08,00 h a 11,00 h y 15,00 h a 24,00 h  
**12 horas diarias de Llano**

**P3 Valle**  
 INVIERNO:  
 y de 00,00 h a 08,00 h  
 VERANO:  
**8 horas diarias de Valle**

Taula 30 - Trams horaris tarifa 3.0A (<http://ucsenergia.com>)

Horas diarias	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Horas diarias	
Enero	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	Enero	
Febrero	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	Febrero	
Marzo	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	Marzo	
El cambio de horario de VERANO se produce el último domingo de Marzo según la directiva Europea 2000/84																											
Abril	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Abril	
Mayo	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Mayo	
Junio	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Junio	
Julio	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Julio	
Agosto	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Agosto	
Septiembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Septiembre	
Octubre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	Octubre	
El cambio de horario de INVIERNO se produce el último domingo de Octubre según la directiva Europea 2000/84																											
Noviembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	Noviembre	
Diciembre	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	Diciembre	
Sábado, Domingo y Festivos Nacionales	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2		

**P1 Punta**  
 INVIERNO: de 17,00 h a 23,00 h  
 VERANO: de 10,00 h a 16,00 h  
**6 horas diarias de Punta**

**P2 Llano**  
 INVIERNO: de 08,00 h a 17,00 h y 23,00 h a 24,00 h  
 VERANO: de 08,00 h a 10,00 h y 16,00 h a 24,00 h  
**10 horas diarias de Llano**

**P3 Valle**  
 INVIERNO:  
 y de 00,00 h a 08,00 h  
 VERANO:  
**8 horas diarias de Valle**

Sábado, Domingos y Festivos Nacionales  
 P3 (Valle) de 00,00 h a 18,00 h  
 P2 (Llano) de 18,00 h a 24,00 h  
**18 horas diarias de Valle**  
**6 horas diarias de Llano**

Taula 31 - Trams horaris tarifa 3.1A (<http://ucsenergia.com>)

### 2.7.2. Preus companyies

Per a poder triar el preu més competitiu que ofereixen les diferents comercialitzadores s'ha fet una comparació dels preus que ofereixen. S'ha calculat el preu que costaria cada kWh anualment (incloent el preu de la potència contractada), en funció del consum que es tindrà l'any 2020, i s'ha triat la que podia oferir un preu més competitiu. S'han comparat les següents comercialitzadores:



-Som Energia, Endesa, Hola Luz, Ohmia, Factor Energia, Naturgy i Aura Energia.

Per fer la comparació s'han tingut en compte els següents apartats:

-Preu de la potència contractada dels diferents trams, preu de l'energia dels diferents trams, consum dels diferents trams, cost total anual, preu resultant de la divisió dels kWh consumits del preu anual (incloent preu de potència contractada).

Com s'ha comentat anteriorment, si es té un punt de recàrrega es tindrà una tarifa 3.0A i si se'n té més d'un, una tarifa 3.1A, així canviant preus i horaris de cada tram. Això comportarà que el preu anual per kWh sigui diferent.

A continuació s'adjuntaran les taules on es poden veure els punts que s'han comentat anteriorment per a cada comercialitzadora. En color vermell es troba el preu del kWh anual sense IVA, que és el que s'utilitzarà per a triar quina companyia ofereix un preu més competitiu.

SIMULACIÓ PREU SOM ENERGIA				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw·dia]	0,067	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw·dia]	0,045	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,121	0,106	0,106	0,106
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,105	0,097	0,097	0,097
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,079	0,078	0,078	0,078
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7575,6	9674,9	9674,9	9674,9
COST ANUAL ENERGIA [€]	10855,5	10058,6	10058,6	10058,6
COST IMPOST ELECTRICITAT	942,3	1008,9	1008,9	1008,9
COST IVA	4068,4	4355,9	4355,9	4355,9
PREU ANUAL SENSE IVA	15866,2	15423,5	15423,5	15423,5
PREU ANUAL AMB IVA	23441,8	25098,4	25098,4	25098,4
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,154</b>	<b>0,150</b>	<b>0,150</b>	<b>0,150</b>
PREU kWh AMB IVA	0,228	0,244	0,244	0,244

Taula 32 - Simulació preu kWh/anual Som Energia (E.P.)

SIMULACIÓ PREU ENDESA				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw-dia]	0,115	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw-dia]	0,069	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw-dia]	0,046	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,122	0,103	0,103	0,103
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,109	0,096	0,096	0,096
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,080	0,073	0,073	0,073
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,23	34422,23
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,04	56527,04
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,41	11881,41
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7802,8	9675,0	9674,97	9674,97
COST ANUAL ENERGIA [€]	11191,8	9839,2	9839,21	9839,21
COST IMPOST ELECTRICITAT	971,1	997,7	997,70	997,70
COST IVA	4192,8	4307,5	4307,49	4307,49
PREU ANUAL SENSE IVA	16355,8	15144,4	15144,41	15144,41
PREU ANUAL AMB IVA	24158,6	24819,4	24819,37	24819,37
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,159</b>	<b>0,147</b>	<b>0,147</b>	<b>0,147</b>
PREU kWh AMB IVA	0,235	0,241	0,241	0,241

Taula 33 - Simulació preu kWh/anyal Endesa (E.P.)

SIMULACIÓ PREU NATURGY				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw-dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw-dia]	0,068	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw-dia]	0,046	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,124	0,110	0,110	0,110
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,110	0,102	0,102	0,102
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,085	0,081	0,081	0,081
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7668,6	9675,0	9675,0	9675,0
COST ANUAL ENERGIA [€]	11312,3	10506,7	10506,7	10506,7
COST IMPOST ELECTRICITAT	970,4	1031,8	1031,8	1031,8
COST IVA	4189,8	4454,8	4454,8	4454,8
PREU ANUAL SENSE IVA	16472,5	15993,3	15993,3	15993,3
PREU ANUAL AMB IVA	24141,1	25668,3	25668,3	25668,3
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,160</b>	<b>0,156</b>	<b>0,156</b>	<b>0,156</b>
PREU kWh AMB IVA	0,235	0,250	0,250	0,250

Taula 34 - Simulació preu kWh/anyal Naturgy (E.P.)

SIMULACIÓ PREU OHMIA				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw-dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw-dia]	0,067	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw-dia]	0,045	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,113	0,100	0,100	0,100
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,100	0,094	0,094	0,094
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,077	0,077	0,077	0,077
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7575,6	9675,0	9675,0	9675,0
COST ANUAL ENERGIA [€]	10314,9	9687,9	9687,9	9687,9
COST IMPOST ELECTRICITAT	914,7	990,0	990,0	990,0
COST IVA	3949,1	4274,1	4274,1	4274,1
PREU ANUAL SENSE IVA	15178,6	14952,0	14952,0	14952,0
PREU ANUAL AMB IVA	22754,2	24626,9	24626,9	24626,9
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,148</b>	<b>0,145</b>	<b>0,145</b>	<b>0,145</b>
PREU kWh AMB IVA	0,221	0,239	0,239	0,239

Taula 35 - Simulació preu kWh/anyal Ohmia (E.P.)

SIMULACIÓ PREU HOLA LUZ				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw-dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw-dia]	0,067	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw-dia]	0,045	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,117	0,103	0,103	0,103
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,103	0,097	0,097	0,097
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,079	0,077	0,077	0,077
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7575,6	9675,0	9675,0	9675,0
COST ANUAL ENERGIA [€]	10601,0	9959,6	9959,6	9959,6
COST IMPOST ELECTRICITAT	929,3	1003,9	1003,9	1003,9
COST IVA	4012,2	4334,1	4334,1	4334,1
PREU ANUAL SENSE IVA	15542,6	15297,6	15297,6	15297,6
PREU ANUAL AMB IVA	23118,1	24972,6	24972,6	24972,6
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,151</b>	<b>0,149</b>	<b>0,149</b>	<b>0,149</b>
PREU kWh AMB IVA	0,225	0,243	0,243	0,243

Taula 36 - Simulació preu kWh/anyal Hola Luz (E.P.)

SIMULACIÓ PREU AURA ENERGIA				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw·dia]	0,067	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw·dia]	0,045	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,125	0,111	0,111	0,111
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,110	0,103	0,103	0,103
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,083	0,080	0,080	0,080
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7575,6	9674,9	9674,9	9674,9
COST ANUAL ENERGIA [€]	11306,9	10606,1	10606,1	10606,1
COST IMPOST ELECTRICITAT	965,4	1036,9	1036,9	1036,9
COST IVA	4168,1	4476,8	4476,8	4476,8
PREU ANUAL SENSE IVA	16440,3	16119,8	16119,8	16119,8
PREU ANUAL AMB IVA	24015,9	25794,8	25794,8	25794,8
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,160</b>	<b>0,157</b>	<b>0,157</b>	<b>0,157</b>
PREU kWh AMB IVA	0,234	0,251	0,251	0,251

Taula 37 - Simulació preu kWh/any Aura Energia (E.P.)

SIMULACIÓ PREU FACTOR ENERGIA				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	0,117	0,163	0,163	0,163
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw·dia]	0,072	0,101	0,101	0,101
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw·dia]	0,050	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,114	0,109	0,109	0,109
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,105	0,105	0,105	0,105
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,080	0,078	0,078	0,078
CONSUM P1 [kWh]	22948,2	34422,2	34422,2	34422,2
CONSUM P2 [kWh]	68001,1	56527,0	56527,0	56527,0
CONSUM P3 [kWh]	11881,4	11881,4	11881,4	11881,4
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	8130,7	9768,0	9768,0	9768,0
COST ANUAL ENERGIA [€]	10701,7	10658,5	10658,5	10658,5
COST IMPOST ELECTRICITAT	962,8	1044,3	1044,3	1044,3
COST IVA	4157,0	4508,9	4508,9	4508,9
PREU ANUAL SENSE IVA	15821,6	16211,8	16211,8	16211,8
PREU ANUAL AMB IVA	23952,3	25979,7	25979,7	25979,7
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,154</b>	<b>0,158</b>	<b>0,158</b>	<b>0,158</b>
PREU kWh AMB IVA	0,233	0,253	0,253	0,253

Taula 38 - Simulació preu kWh/any Factor Energia (E.P.)

Un cop exposats tots els preus que ofereixen les diferents comercialitzadores i el preu final del kWh/anual, es conclou que Ohmia és la que proporciona un millor oferta. Així doncs, el preu que s'utilitzarà per a les tarifes serà:

–3.0A: 0,148 €/kWh

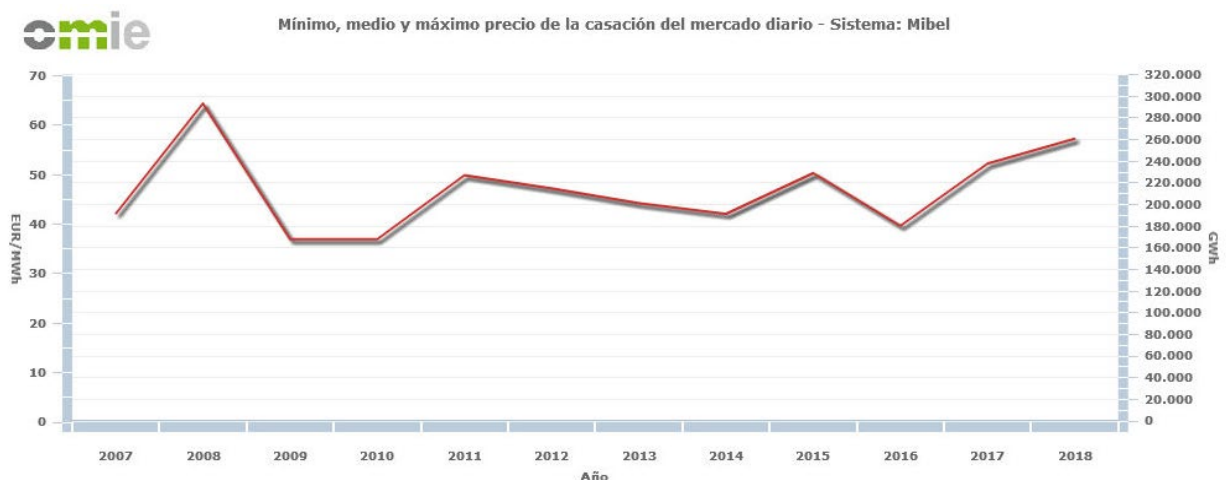
–3.1A: 0,145 €/kWh

S'ha de tenir en compte que els preus són per a l'any 2020 i que augmentaran per la resta d'anys.

Així doncs, el preu final que s'acabarà pagant per kWh a l'any dependrà del consum que hi hagi de la xarxa (que depèn del percentatge de parades, l'evolució del cotxe elèctric), l'increment anual del preu de l'energia i del dimensionament del camp fotovoltaic que farà que es consumeixi més o menys energia de la xarxa.

### 2.7.2.1. Augment de la tarifa

Per calcular l'augment de la tarifa s'ha buscat a la pàgina web de l'OMIE (regulador del mercat de compravenda d'energia de la Península Ibèrica) l'evolució del preu del MWh que hi ha hagut desde 2010 fins a 2018. A continuació s'adjunta imatge referent a l'evolució dels preus.



Imatge 4 - Evolució del preu de l'energia a l'OMIE (<http://www.omie.es>)

S'agafa el preu del 2010 com a primera referència i el del 2018 com a última referència per a realitzar una mitja aritmètica.

PERCENTATGE AUGMENT PREU DE L'ENERGIA		
PREU 2010	37,01	[€/MWh]
PREU 2018	57,29	[€/MWh]
AUGMENT TOTAL	35,40%	[%]
AUGMENT ANUAL	5,06%	[%]

Taula 39 - Augment de preu del kWh (E.P.)

S'ha de tenir en compte que l'augment només s'aplica al preu de l'energia i no a la part de potència contractada com també que el consum d'energia de la xarxa és diferent d'un any per a l'altre. Degut a això no es pot aplicar directament un augment del 5,06% al preu del kWh anual que s'ha obtingut.

Per a calcular l'augment del preu de la tarifa segons el percentatge calculat es passarà a adjuntar l'exemple de l'augment de preu que s'ha calculat per a la comercialitzadora triada (Ohmia) per a l'any 2021. Per calcular l'augment que es produirà fins a 2030 s'utilitzen els mateixos passos any rere any.

SIMULACIÓ PREU OHMIA 2021				
Nº PUNTS DE RECÀRREGA	1	2	3	4
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	0,112	0,162	0,162	0,162
PREU POTÈNCIA P2 [€/Kw·dia]	0,067	0,100	0,100	0,100
PREU POTÈNCIA P3 [€/Kw·dia]	0,045	0,023	0,023	0,023
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,119	0,105	0,105	0,105
PREU ENERGIA P2 [€/kWh]	0,105	0,099	0,099	0,099
PREU ENERGIA P3 [€/kWh]	0,081	0,081	0,081	0,081
CONSUM P1 [kWh]	58900,3	88350,4	88350,4	88350,4
CONSUM P2 [kWh]	172783,9	143333,8	143333,8	143333,8
CONSUM P3 [kWh]	30495,6	30495,6	30495,6	30495,6
COST ANUAL POTÈNCIA CONTRACTADA [€]	7575,6	9675,0	9675,0	9675,0
COST ANUAL ENERGIA [€]	27630,4	25950,4	25950,4	25950,4
COST IMPOST ELECTRICITAT	1800,0	1821,4	1821,4	1821,4
COST IVA	7771,2	7863,8	7863,8	7863,8
PREU ANUAL SENSE IVA	37201,6	35635,6	35635,6	35635,6
PREU ANUAL AMB IVA	44777,2	45310,6	45310,6	45310,6
<b>PREU kWh SENSE IVA</b>	<b>0,142</b>	<b>0,136</b>	<b>0,136</b>	<b>0,136</b>
PREU kWh AMB IVA	0,171	0,173	0,173	0,173

Taula 40 - Simulació evolució preu kWh/any Ohmia any 2021 (E.P.)

Els preus de l'energia per a l'any 2020 i tarifa 3.0A eren de:

$$-P1: 0,113 \text{ €/kWh}$$

$$-P2: 0,100 \text{ €/kWh}$$

$$-P3: 0,077 \text{ €/kWh}$$

Aplicant un augment del 5,06% obtenim uns preus de:

$$-P1 = 0,113 + 0,113 * 0,0506 = \frac{0,119\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$-P2 = 0,100 + 0,100 * 0,0506 = \frac{0,105\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$-P3 = 0,077 + 0,077 * 0,0506 = \frac{0,081\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Els preus de l'energia per a l'any 2020 i tarifa 3.1A eren de:

$$-P1: 0,100 \text{ €/kWh}$$

$$-P2: 0,094 \text{ €/kWh}$$

$$-P3: 0,077 \text{ €/kWh}$$

Aplicant un augment del 5,06% obtenim uns preus de:

$$-P1 = 0,100 + 0,100 * 0,0506 = \frac{0,105\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$-P2 = 0,094 + 0,094 * 0,0506 = \frac{0,099\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$-P3 = 0,077 + 0,077 * 0,0506 = \frac{0,081\text{€}}{\text{kWh}} \quad (\text{Eq. 8})$$

Així doncs un cop realitzats els càlculs per a l'augment de la tarifa, el preu que s'ha obtingut per a la comercialitzadora Ohmia és:

$$-3.0A: 0,142 \text{ €/kWh}$$

$$-3.1A: 0,136 \text{ €/kWh}$$

Tot i haver augmentat els preus per als dos tipus de tarifa, el preu del kWh/anual és més barat al 2021 que al 2020. Això és degut a que es consumeix molta més energia de la xarxa l'any 2021 i al ser més barat el terme d'energia que el terme de potència contractada fa que el preu mig baixi. Arribats a aquest punt es pot veure de forma molt més clara gràcies a les dades obtingudes, que s'ha de buscar el punt d'equilibri entre el camp solar i l'energia comprada a xarxa per tal de maximitzar els beneficis i tenir una amortització més ràpida.

### 2.7.3. Tarifes particulars

Per a poder fer una estimació del preu de venda de l'energia a la Electrolinera, primer s'ha de veure la tarifa que paguen els particulars als seus domicilis. S'ha buscat per a la comercialitzadora Ohmia i any 2020 els preus de la tarifa més habitual per als particulars; la 2.0A (sense discriminació horària).

PREU PARTICULARS OHMIA	
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	-
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,131
COST IMPOST ELECTRICITAT [%]	5,11
PREU kWh SENSE IVA [€]	0,137
PREU kWh AMB IVA [€]	0,166

Taula 41 - Cost kWh particulars (E.P.)

Com es pot veure a la taula anterior, no es té en compte el preu de la potència contractada. Això és degut a que independentment que el particular tingui un cotxe elèctric o no per a carregar, aquest import l'haurà de pagar igualment. Per a la recàrrega de un cotxe mitjançant un endoll es necessita una potència de 3,6kW, que és una potència que la gran majoria de particulars ja tenen contractada. Això significa que si un particular vol comprar un vehicle elèctric i carregar-lo a casa, no li suposarà cap cost addicional en el concepte de potència contractada.

En aquest cas, l'augment del preu de l'electricitat té una incidència directa sobre el cost final del kWh. Així doncs, per a l'any 2021 el preu per a un particular amb Ohmia serà:



PREU PARTICULARS OHMIA 2021	
PREU POTÈNCIA P1 [€/Kw·dia]	-
PREU ENERGIA P1 [€/kWh]	0,137
COST IMPOST ELECTRICITAT [%]	5,11
PREU kWh SENSE IVA [€]	0,144
PREU kWh AMB IVA [€]	0,174

Taula 42 - Cost kWh particulars anys 2021 (E.P.)

#### 2.7.4. Preu de venda de l'energia a la Electrolinera

A l'apartat anterior s'ha calculat el preu sense IVA que els hi costa als particulars l'energia. Per a què a nivell particular sigui més rentable carregar el cotxe a la Electrolinera que no al propi domicili, s'ha decidit calcular un preu que aporti un 10% de benefici als particulars.

La fórmula per calcular el preu final és la que s'utilitza a economia per a generar un descompte:

$$Preu\ venda = \frac{Preu\ particulars}{1 + \%descompte} = \frac{0,137}{1 + 0,1} = 0,124\text{€} \quad (Eq. 9)$$

Així doncs, es començarà per un preu de venda de l'energia a un preu de 0,124€ el primer any i s'anirà augmentant anualment a mesura que augmentin els preus.

## 2.8. PRESSUPOST AVANTPROJECTE

Per a poder fer un quadre d'amortització s'han de tenir clar els costos tant de la instal·lació solar com de la instal·lació del punt de recàrrega. Aquests pressupostos s'han realitzat de forma aproximada

### 2.8.1. Pressupostos camp solar

Actualment el mercat de venda d'instal·lacions solar està experimentant un gran creixement degut a principalment dos motius:

-L'abaratiment del material de construcció, que està fent viables les instal·lacions d'autoconsum.

-Legislació favorable (aprovació de lleis per a la compensació d'excedents, abolició de l'impost al sol..).

Degut a aquest creixement exponencial que està patint el sector, les empreses a la hora de fer pressupostos treballen amb uns rangs anomenats "Euro Watt Pic (€/Wp)". La manera de funcionar és la de multiplicar la potència que s'ha decidit instal·lar pel valor del rang que li pertoca, aconseguint d'aquesta manera un pressupost aproximat sense haver d'utilitzar amidaments. S'ha de dir que aquests pressupostos no són definitius i serveixen per a triar l'empresa que realitzarà l'obra, i que un cop s'han realitzats els amidaments s'acaben d'ajustar els detalls.

La realització de pressupostos mitjançant el rang "Euro Watt Pic" preveuen una instal·lació "claus en mà" incloent material, instal·lació, projecte d'enginyeria i legalització.

Per a fer l'estimació dels preus de les diferents instal·lacions que depenen del factor de càrrega, s'ha utilitzat el mètode "Euro Watt Pic" amb els rangs actuals de mercat. Igual que s'ha fet en els apartats anteriors, tots els preus són sense IVA.

<b>RESUM PRESSUPOSTOS INSTAL·LACIONS SOLARS</b>		
<b>Potència instal·lada</b>	<b>Euro Watt Pic</b>	<b>Preu</b>
<b>27,04</b>	1,2	32.448,00 €
<b>54,08</b>	1	54.080,00 €
<b>81,13</b>	0,95	77.073,50 €
<b>108,17</b>	0,9	97.353,00 €
<b>135,21</b>	0,89	120.336,90 €
<b>162,25</b>	0,88	142.780,00 €
<b>216,34</b>	0,85	183.889,00 €
<b>243,38</b>	0,8	194.704,00 €
<b>324,51</b>	0,75	243.382,50 €
<b>432,68</b>	0,7	302.876,00 €
<b>486,76</b>	0,69	335.864,40 €
<b>649,02</b>	0,65	421.863,00 €

Taula 43 - Preus de les diferents instal·lacions solars (E.P.)

## 2.8.2. Pressupost punt de recàrrega

El preu de venda al públic del punt de recàrrega que es vol instal·lar és de 33.385,00€.

Per a fer la instal·lació d'aquest punt de recàrrega, només s'ha d'ancorar al terra, connectar a la instal·lació receptora de la llum de xarxa i camp solar i realitzar la posta apunt de la connexió a Internet (no s'han de instal·lar proteccions magneto-tèrmiques i diferencials ja que les porta incorporades).

L'espai on està situada la Electrolinera havia sigut una Gasolinera on hi havia ubicats sortidors de gasolina o gasoil. Aquestes màquines funcionen amb electricitat, pel que es considera que el supòsit més desfavorable seria haver de canviar la línia que arriba fins a aquest punt perquè el cablejat no suporti la nova potència a instal·lar. En aquest cas només s'hauria de connectar el nou cable a la instal·lació receptora i fer-lo passar per al tub existent fins al lloc on s'instal·laria el punt de recàrrega.

Per a aquests motius, s'ha considerat que la instal·lació del punt de recàrrega no sobrepassarà els 2.000€.

Així doncs, el pressupost final per a la instal·lació d'un punt de recàrrega és de trenta-cinc mil tres-cents vuitanta-cinc euros (35.385,00€).

## **2.9. QUADRE D'AMORTITZACIÓ**

Un cop desenvolupat tot el model predictiu, el càlcul relacionat amb el camp fotovoltaic, el cost de l'energia i el preu de venda de cara al públic només queda avaluar la viabilitat del projecte mitjançant un quadre de càlcul ROI (retorn de la inversió).

A continuació s'adjunta el quadre que s'ha realitzat amb una explicació per comprendre'n tots els apartats.

### **2.9.1. ROI**

Energia produïda	160609 kWh/any
Energia autoconsumida	61760,4 kWh/any
Energia venuda	102831 kWh/any
Tarifa Elèctrica	0,124
Preu Compensació	0,045
Cost instal·lació	1,227124 € / Wp
Potència instal·lació	108170 Wp
Autoconsum	38,45%
Impost electricitat (5,1127%)	5,11%
Pujada tarifa electr.	5,06%
IPC	1%

Cost Instal·lació	100%	132.738,00 €
Aportació Inicial	100%	132.738,00 €
Subvenció	0%	
Deducció Fiscal	0%	
Altres aportacions	0%	
Total Préstec	0%	- €

Instal·lació Fotovoltaica 100.000 Wp FIJO	
Client.	GASOLINERA ELECTRICA PONTOS S.L.
Direcció	DS AFORES POLÍGON 5 PARCEL·LA 209
Ciutat	PONTÓS
Email.	<a href="mailto:pauviella@gmail.com">pauviella@gmail.com</a>

Anys	Energia produïda kWh/any	Energia autoconsumida kWh/any	Preu venda energia	Energia venuda de la xarxa	Cost Energia xarxa anual	Benefici Anual	Estalvi Acumulat	Aportació inicial	Mantenim.	Resultat
0								132.738,00 €		-132.738,00 €
2020	1	160.608,61	61.760,41	0,1235	41.070,2697	7.222,5408	9.927,19 €	9.927,19 €	0,00	9.927 €
2021	2	160.115,94	126.169,10	0,1315	136.010,7062	19.892,8702	16.111,00 €	26.038,19 €	0,00	16.111 €
2022	3	159.623,28	155.105,72	0,1382	238.661,7621	19.686,17 €	34.917,0280	45.724,35 €	0,00	19.686 €
2023	4	159.130,61	159.130,61	0,1451	371.021,1966	56.073,8714	20.873,88 €	66.598,24 €	0,00	20.874 €
2024	5	319.841,40	295.870,72	0,1525	402.630,9621	60.391,7829	- 85.538,61 €	- 18.940,37 €	0,00	-85.539 €
2025	6	318.854,25	315.122,44	0,1602	521.743,0270	81.395,6820	52.840,56 €	33.900,18 €	0,00	52.841 €
2026	7	317.867,10	317.867,10	0,1683	655.382,6984	106.859,6075	56.947,30 €	90.847,48 €	0,00	56.947 €
2027	8	478.083,39	459.331,53	0,1768	684.247,5948	116.531,7200	- 46.211,76 €	44.635,72 €	0,00	-46.212 €
2028	9	476.601,75	472.903,39	0,1858	807.060,0602	143.965,4657	93.983,65 €	138.619,38 €	0,00	93.984 €
2029	10	475.120,11	475.120,11	0,1952	941.227,6676	176.124,7115	100.308,35 €	238.927,72 €	0,00	100.308 €
2030	11	473.638,47	473.638,47	0,2050	1.079.093,6381	211.948,9753	106.437,05 €	345.364,78 €	0,00	106.437 €
2031	12	472.217,55	472.217,55	0,2154	1.080.514,5535	222.687,7153	111.808,65 €	457.173,42 €	0,00	111.809 €
2032	13	470.800,90	470.800,90	0,2263	1.081.931,2062	233.970,4871	117.451,39 €	574.624,81 €	0,00	117.451 €
2033	14	469.388,50	469.388,50	0,2378	1.083.343,6089	245.824,8488	123.378,98 €	698.003,79 €	0,00	123.379 €
2034	15	467.980,33	467.980,33	0,2498	1.084.751,7743	258.279,7544	129.605,78 €	827.609,57 €	0,00	129.606 €
2035	16	466.576,39	466.576,39	0,2624	1.086.155,7153	271.365,6245	136.146,92 €	963.756,49 €	0,00	136.147 €
2036	17	465.176,66	465.176,66	0,2757	1.087.555,4445	285.114,4204	143.018,26 €	1.106.774,75 €	0,00	143.018 €
2037	18	463.781,13	463.781,13	0,2897	1.088.950,9745	299.559,7222	150.236,47 €	1.257.011,22 €	0,00	150.236 €
2038	19	462.389,79	462.389,79	0,3043	1.090.342,3179	314.736,8110	157.819,07 €	1.414.830,29 €	0,00	157.819 €
2039	20	461.002,62	461.002,62	0,3197	1.091.729,4872	330.682,7549	165.784,45 €	1.580.614,75 €	0,00	165.784 €
2040	21	459.619,61	459.619,61	0,3359	1.093.112,4951	347.436,4991	174.151,95 €	1.754.766,70 €	0,00	174.152 €
2041	22	458.240,75	458.240,75	0,3529	1.094.491,3539	365.038,9619	182.941,86 €	1.937.708,56 €	0,00	182.942 €
2042	23	456.866,03	456.866,03	0,3708	1.095.866,0762	383.533,1336	192.175,52 €	2.129.884,09 €	0,00	192.176 €
2043	24	455.495,43	455.495,43	0,3895	1.097.236,6743	402.964,1822	201.875,33 €	2.331.759,42 €	0,00	201.875 €
2044	25	454.128,94	454.128,94	0,4092	1.098.603,1605	423.379,5632	212.064,83 €	2.543.824,25 €	0,00	212.065 €

TIR	22,15%
VAN	2.411.086,25 €
Pay-Back *	8,94

\*Període de retorn de la inversió en anys (Pay - Back)

A continuació es passarà a explicar les diferents parts que componen el ROI. S'ha utilitzat d'exemple la següent opció:

- Evolució del vehicle elèctric: 5.000.000 per a 2030.
- Factor de càrrega: 20%
- Nº vehicles que paren: 5%

### 2.9.1.1. Import de la inversió

<b>Cost Instal·lació</b>	<b>100%</b>	<b>132.738,00 €</b>
<b>Aportació Inicial</b>	<b>100%</b>	<b>132.738,00 €</b>
Subvenció	0%	
Deducció Fiscal	0%	
Altres aportacions	0%	
<b>Total Préstec</b>	<b>0%</b>	<b>- €</b>

Taula 44 - Import de la inversió (E.P.)

El requadre que es troba a dalt a la dreta conté el resum del cost total de la instal·lació. Aquesta aportació es pot fer mitjançant:

- Aportació inicial: percentatge del pressupost que aporta el promotor de l'obra. Dins el pressupost de l'obra s'inclou material i muntatge tant del camp fotovoltaic com del punt de recàrrega.
- Subvenció: possible subvenció d'un organisme públic.
- Deducció fiscal: compliment de requisits que permetin disminuir el cost.
- Altres aportacions: aportacions de un banc, Business Angel, fons d'inversió o altres possibles fonts de crèdit.

### 2.9.1.2. Camp fotovoltaic i tarifes elèctriques

Energia produïda	160609 kWh/año
Energia autoconsumida	61760,4 kWh/año
Energia venuda	102831 kWh/año
Tarifa Elèctrica	0,124
Preu Compensació	0,045
Cost instal·lació	1,227124 € / Wp
Potència instal·lació	108.000 Wp
Autoconsum	38,45%
Impost electricitat (5,1127%)	5,11%
Pujada tarifa electr.	5,06%
IPC	1%

Taula 45 - Dades del camp fotovoltaic i tarifes elèctriques (E.P.)

El requadre que es troba a dalt a l'esquerra conté el resum de les dades del camp fotovoltaic i els preus de les tarifes per al primer any. Com ja és sabut els preus de les tarifes varien segons els anys i també la producció dels mòduls. Així doncs aquests camps ens indiquen:

-Energia produïda: És l'energia produïda pel camp fotovoltaic. S'agafa de la taula del resum anual de producció (Veure Taula 27 - Resum anual).

-Energia autoconsumida: Energia del camp fotovoltaic que s'ha utilitzat directament per a la càrrega de vehicles elèctrics. Resulta de la multiplicació del percentatge autoconsumit i l'energia produïda.

-Energia venuda: Energia total venuda als clients de la Electrolinera. S'agafa de la taula del resum anual de producció (Veure Taula 27 - Resum anual).

-Tarifa elèctrica: Preu de venda del kWh sense IVA als clients de la Electrolinera. S'agafa del càlcul de la fórmula 9.

-Preu compensació: Preu de venda de l'energia sobrant a la companyia comercialitzadora. Actualment aquest preu es troba entre 0,04 i 0,05 i s'ha utilitzat el valor mig de 0,045. Aquest valor no augmenta amb els anys ja que s'ha considerat que al firmar un contracte per a la venda d'energia aquest sempre es mantindrà.

-Cost instal·lació: Cost de la instal·lació per Wp de plaques instal·lat (€/Wp).

-Potència instal·lació: Potència pic instal·lada de plaques fotovoltaïques.

-Autoconsum: Percentatge de l'energia creada per la instal·lació fotovoltaica que s'utilitza per donar servei a la Electrolinera. S'agafa de la taula del resum anual de producció (Veure Taula 27 - Resum anual).

-Impost electricitat: Impost que s'aplica al consum d'energia i que no és deduïble.

-Pujada tarifa electr.: pujada mitja anual calculada del preu de l'energia. S'agafa de la taula de càlcul de l'augment de l'energia (Veure Taula 37 - Augment de preu del kWh).

IPC: índex de preus de consum, només s'utilitza en el cas que es contracti un manteniment.

### 2.9.1.3. Càlcul anual

Per a cadascun dels anys s'ha de fer la valoració dels costos i beneficis i veure l'import net que quedarà a caixa. És important comentar que per al càlcul de l'amortització s'ha considerant una vida útil de la instal·lació de 25 anys (garantia general que es sol donar per a instal·lacions solars), però només disposem de dades fins al 2030. És per això que a partir de l'any 2030 s'han congelat les dades d'evolució del cotxe elèctric i per a tots els següents anys s'utilitzen les mateixes dades. El que si que canvia a partir del 2030 és la degradació del mòdul i l'increment del preu de venda de l'energia als clients de la Electrolinera.

A continuació es passarà a explicar quin és el contingut de cada columna del quadre d'amortització.

Anys	Energia produïda kWh/any	Energia autoconsumida kWh/any	Preu venda energia	Energia venuda de la xarxa	Cost Energia xarxa anual	Benefici Anual	Estalvi Acumulat	Aportació inicial	Mantenim.	Resultat
------	--------------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------------	----------------	------------------	-------------------	-----------	----------

Taula 46 - Títols del quadre d'amortització (E.P.)

-Energia produïda kWh/any: Agafa de la taula del resum anual de producció per a cada any (Veure Taula 27 - Resum anual) el valor d'energia produïda total. A partir de l'any 2030 les dades en quant a vehicles es manté constant i per saber la futura producció s'aplica el percentatge de degradació respecte la producció de l'any anterior.



-Energia autoconsumida kWh/any: De la taula del resum anual de producció per a cada any (Veure Taula 27 - Resum anual), multiplica el valor d'energia produïda total i el valor de percentatge d'autoconsumit d'energia. A partir de l'any 2030 les dades en quant a vehicles es manté constant i per tant també l'energia autoconsumida. Per saber la futura energia autoconsumida s'aplica el percentatge de degradació respecte la producció de l'any anterior.

-Preu venda energia: És el preu de la venda d'energia a la Electrolinera cada any. El primer any aquest valor s'agafa del càlcul de la fórmula 9 i per els següents anys s'aplica l'augment percentual previst del 5,06% respecte el preu de venda de l'energia de l'any anterior.

-Energia venuda de la xarxa: En aquesta columna hi va l'energia que s'ha consumit anualment de la xarxa de distribució per a que els vehicles puguin realitzar la recàrrega. És aquella energia que no pot ser consumida directament de les plaques solars. S'agafa el valor de consum de la xarxa de la taula del resum anual de producció per a cada any (Veure Taula 27 - Resum anual). A partir de l'any 2030 les dades en quant a vehicles es manté constant i per tant per a realitzar els càlculs per als anys següents s'utilitza el valor de l'energia total venuda i es resta l'energia autoconsumida (que cada any és una mica inferior degut a la degradació dels mòduls).

-Cost energia xarxa anual: Per a cada any es busca a la taula corresponent (Veure Taula 38 - Simulació evolució preu kWh/any Ohmia any 2021) el càlcul de cost de l'energia en funció del nombre de punts de recàrrega que hi ha instal·lats en aquell moment.

-Benefici Anual: El benefici anual ve donat de la següent fórmula. Per a expressar la fórmula s'utilitzaran lletres de l'abecedari.

$$\text{Benefici anual} = b * c + (a - b) * f - e + d * c \quad (\text{Eq. 10})$$

On:

-a: Energia produïda

-b: Energia autoconsumida

-c: Preu venda energia

-d: Energia venuda de la xarxa

-e: Cost energia xarxa anual

-f: Preu compensació/venda d'energia a la comercialitzadora

Aquesta fórmula no acaba de ser completa, ja que s'ha d'incloure el preu de les possible ampliacions que hi hagin al llarg dels anys.

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, l'ampliació d'un punt de recàrrega amb el camp solar és modular, és a dir, que l'ampliació és idèntica a la instal·lació que hi ha inicialment, pel que es pot considerar que té el mateix cost. Així doncs, al final de la fórmula s'afegeix el condicionant de que si l'energia produïda de l'any corresponent és més gran que la de l'any anterior, es resti el preu de cost de la instal·lació, que es troba a la primera casella de la "Taula 41 - Import de la inversió" (al ser la producció major l'any en curs que l'anterior significa que hi ha hagut una ampliació de la instal·lació).

-Estalvi acumulat: A aquesta columna trobem la suma del benefici anual dels diferents anys que han passat. Pot ser que aquesta columna prengui un valor negatiu quan s'hagi de realitzar una ampliació i encara no s'hagin generat els beneficis suficients per poder-la cobrir.

-Aportació inicial: Cost de la inversió. És la mateixa que es troba a la "Taula 41 - Import de la inversió".

-Mantenim.: És el cost anual que pot costar el manteniment. Al tractar-se d'una instal·lació autogestionada, es considera que aquest cost serà 0.

-Resultat: El resultat anual fa la diferència entre el benefici i el cost de manteniment. Al no tenir aquest cost, s'obté el mateix valor que a la columna del benefici anual.

#### 2.9.1.4. VAN, TIR i Pay-back

Finalment, del quadre d'amortització se'n poden treure els 3 valors que indiquen la viabilitat del projecte.

VAN: Les sigles signifiquen "Valor Actual Net". Consisteix en comparar el flux de diners en efectiu que generarà la inversió fins al final de la seva vida útil amb el cost inicial d'aquesta. Sempre que aquest valor sigui positiu, significa que aquella inversió es rentable. Per a calcular-lo es fa la suma dels 25 anys de la columna "Benefici Anual" i es resta l'import inicial.

TIR: Les sigles signifiquen "Taxa Interna de Rendibilitat". Mesura la rendibilitat al venciment d'una inversió en forma de taxa anual. És aquella taxa d'interès que fa que el valor actual net (VAN) del projecte al seu venciment sigui 0. Per al seu càlcul, el programa Excel facilita la fórmula "TIR" on només has d'introduir els valors de la columna "Benefici Anual" i ja extreu el resultat.

Pay-back: La traduïda de l'Anglès és "amortització". A aquesta casella es troba la quantitat d'anys necessaris per a recuperar la inversió que s'ha realitzat. Es calcula mitjançant una fórmula que es modifica manualment per a cada cas:.

-La part entera del valor es calcula manualment.

-La part decimal segueix la següent fórmula:

$$Part\ decimal = \frac{Inversió\ inicial - estalvi\ acumulat\ any\ amortització}{Estalvi\ acumulat\ any\ següent\ a\ amortitzar - estalvi\ acumulat\ any\ amortització} \quad (Eq. 11)$$

## 2.10. RESULTATS

Un cop desenvolupat tot el model predictiu, camp fotovoltaic, tarifes, pressupostos i quadres d'amortització s'han d'extreure els resultats. Aquests consistiran en l'obtenció del VAN i el Pay-back (es considera que el TIR no és tant important al anar directament lligat al VAN) en funció de:

-Evolució del vehicle elèctric per a 2030:

-2.000.000  
-4.000.000  
-5.000.000

-Percentatge de vehicles que paren:

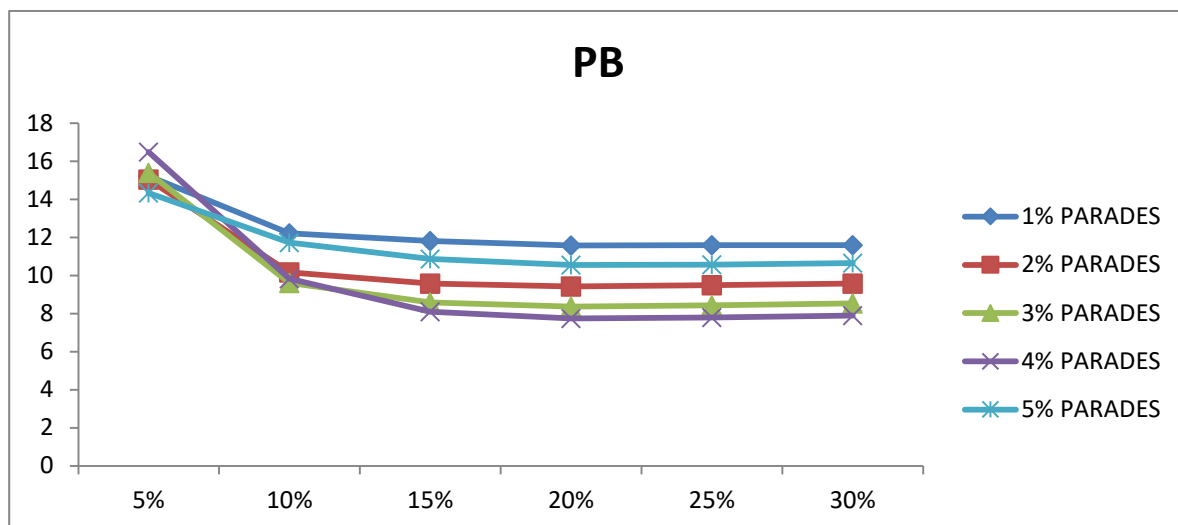
-1%  
-2%  
-3%  
-4%  
-5%

-Factor de càrrega:

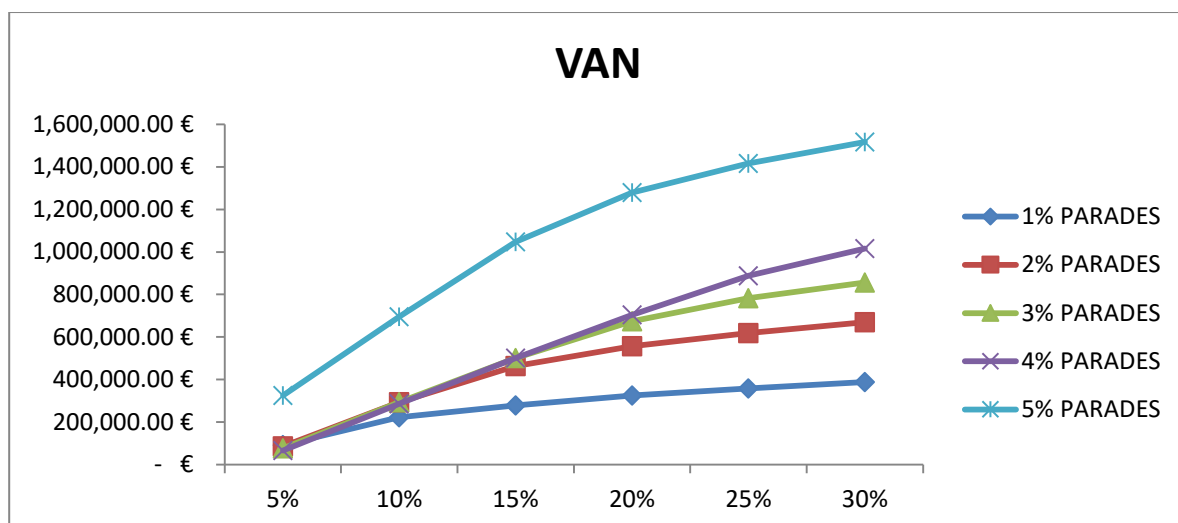
-5%  
-10%  
-15%  
-20%  
-25%  
-30%

A continuació s'adjuntaran el resultats que s'han ordenat mitjançant taules (que es poden trobar a "l'ANNEX C") i gràfiques, on per als diferents valors referents a l'evolució del vehicle elèctric, s'exposa el VAN i el Pay-back per als diferents factors de càrrega i percentatge de vehicles que paren.

Per a una evolució del vehicle elèctric al 2030 de dos milions d'unitats, s'obtenen les diferents gràfiques de Pay-back i VAN.

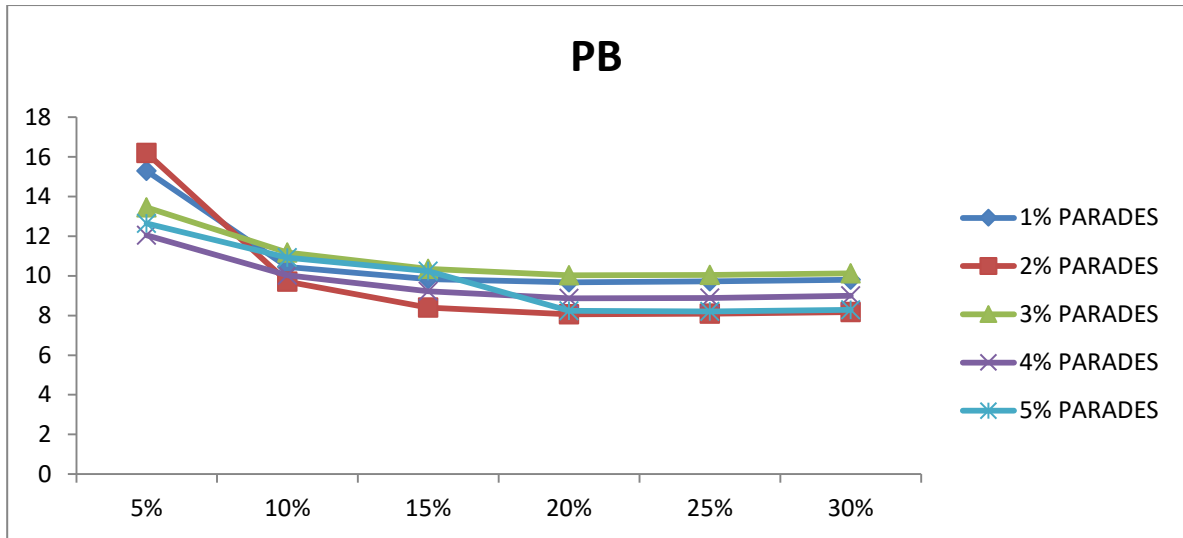


Gràfic 6 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

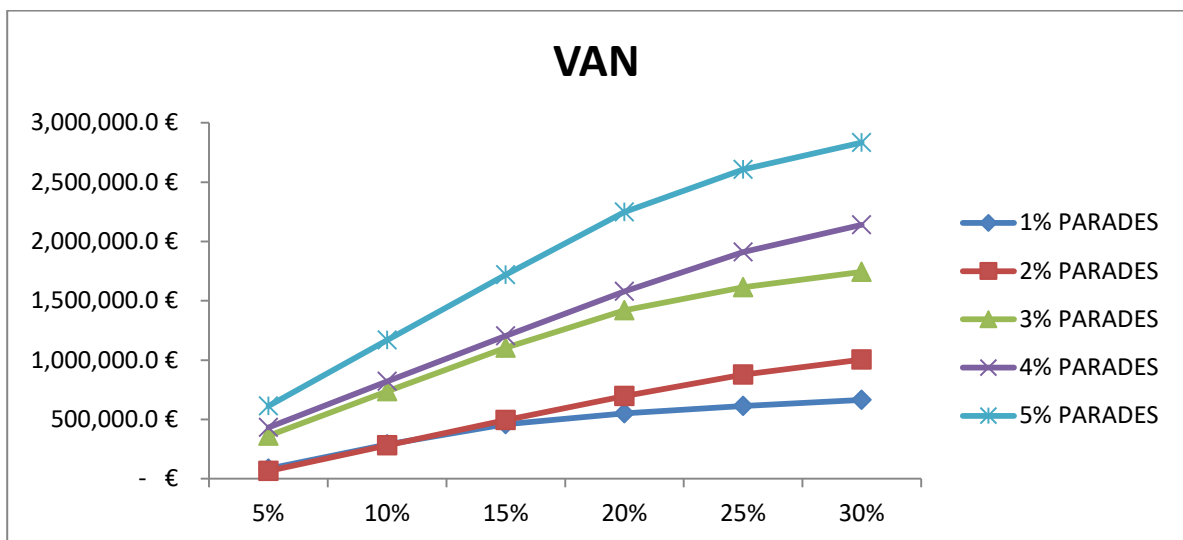


Gràfic 7 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

Per a una evolució del vehicle elèctric al 2030 de quatre milions d'unitats, s'obtenen les diferents gràfiques de Pay-back i VAN.

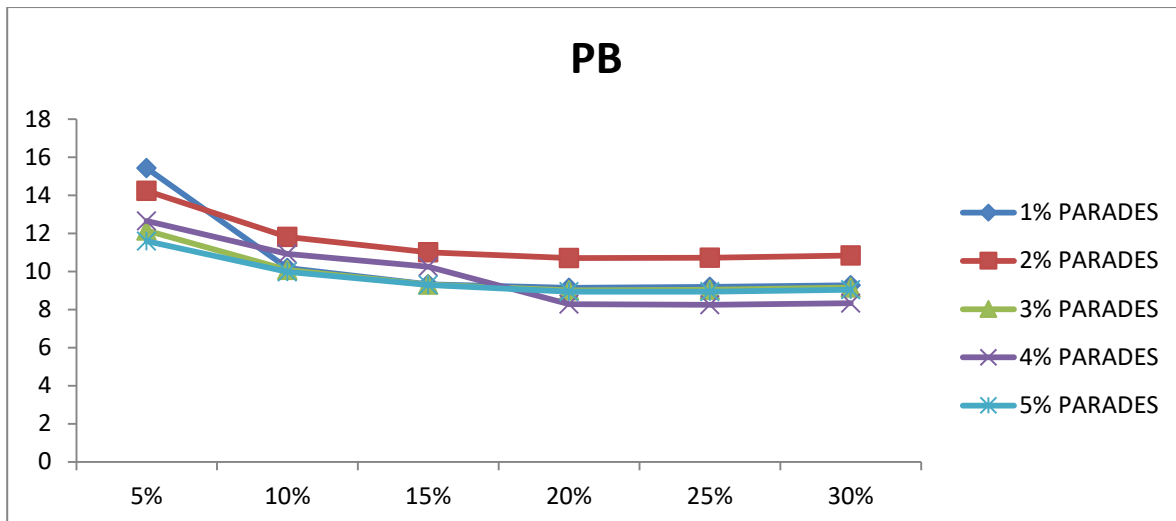


Gràfic 8 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

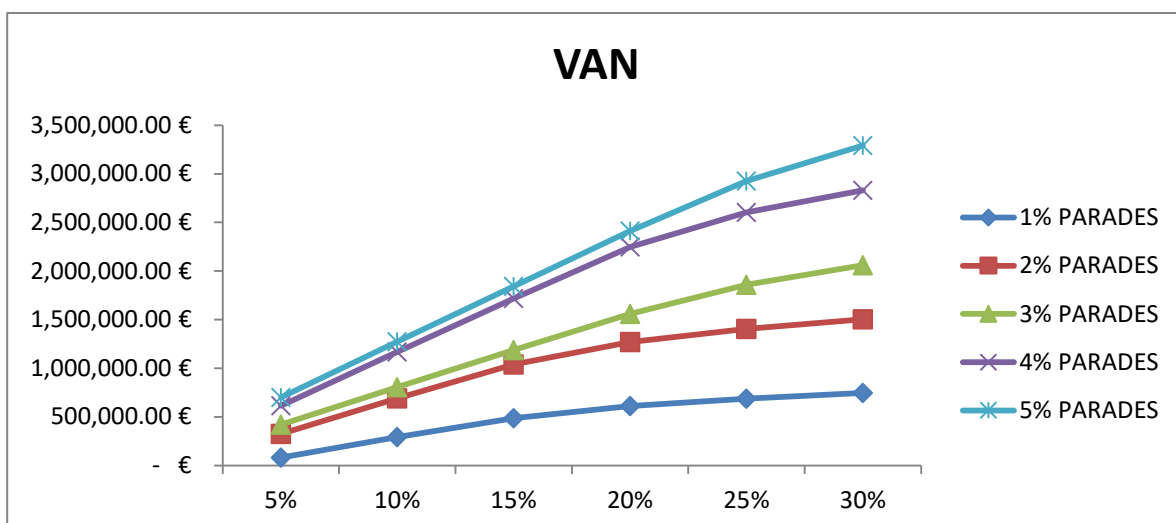


Gràfic 9 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

Per a una evolució del vehicle elèctric al 2030 de cinc milions d'unitats, s'obtenen les diferents gràfiques de Pay-back i VAN.



Gràfic 10 - Pay-back en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.)



Gràfic 11 - VAN en funció del factor de càrrega i percentatge de parades. Evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

El raonament lògic porta a pensar que com més quantitat de vehicles paren a la Electrolinera, més aviat s'amortitzaran les instal·lacions, però mirant les gràfiques referents al pay-back es veu que això no és així. El fet de que no es segueixi aquest raonament que al principi pugui semblar molt lògic és degut a que en funció dels vehicles que s'aturin, en certs casos la capacitat de la Electrolinera no serà suficient i s'hauran de realitzar una o més ampliacions. Aquest fet significa més inversió de capital i en diferents terminis (per exemple, una ampliació pot donar-se l'any 2024 i una segona l'any 2027) que poden fer augmentar el pay-back, però que també farà augmentar els beneficis.

Si es passa a mirar les gràfiques referents al VAN, sí que es compleix el raonament relatiu a que com més quantitat de vehicles paren a la Electrolinera, més augmenta el benefici acumulat al llarg dels 25 anys que s'han estudiat.

Aquest resultat serveixen per a extreure unes conclusions (que es relaten al seu corresponent apartat) i per a poder triar quin serà el factor de càrrega per a dimensionar la instal·lació.

-Si es posa la mirada en els gràfics del VAN, com més gran és aquest factor de càrrega més beneficis es tindran al llarg dels anys.

-Si es posa la mirada en els gràfics del Pay-back, es veurà que en la majoria de casos amb un factor de càrrega que es trobi entre el 15-30% té un retorn molt semblant. En altres casos, el retorn per un factor de càrrega del 15% es bastant més superior que per els casos del 20%, 25% i 30%, per el que ja queda descartat juntament amb els factors de càrrega del 5% i del 10%.

Finalment, queda decidir si s'aplicarà un factor de càrrega del 20%, 25% o 30%. I es passà a fer un llistat de pros i contres de cada cas.

#### Factor de càrrega del 20%

Pros:

- Tot i que a les gràfiques no es pugui apreciar (veure taules de l'ANNEX C), és el factor de càrrega que ofereix un pay-back més reduït.
- Respecte als altres dos factor de càrrega elegibles, és el que econòmicament és més assequible.
- En el cas que per algun motiu no es produís una evolució del vehicle elèctric i el projecte deixés de ser viable, seria el factor de càrrega que produiria menys pèrdues.



Contres:

-Dels tres factors de càrrega és el que produirà menys beneficis a llarg termini.

#### Factor de càrrega del 25%

Pros:

-És el factor de càrrega que ofereix un pay-back entremig dels tres que s'avaluen i en la majoria de casos extremadament proper al factor de càrrega del 20%.

-Respecte als altres dos factor de càrrega elegibles, és el que econòmicament queda a un terme mig.

-Dels tres factors de càrrega no és el que produirà uns beneficis màxims però tampoc mínims a llarg termini.

Contres:

-En el cas que per algun motiu no es produís una evolució del vehicle elèctric i el projecte deixés de ser viable, seria el factor de càrrega que no produiria una pèrdues mínimes però tampoc màximes.

#### Factor de càrrega del 30%

Pros:

-Dels tres factors de càrrega és el que produirà més beneficis a llarg termini.

Contres:

-Tot i que a les gràfiques no es pugui apreciar (veure taules de l'ANNEX C), és el factor de càrrega que ofereix un pay-back més elevat.

-Respecte als altres dos factor de càrrega elegibles, és el que econòmicament és més car.

-En el cas que per algun motiu no es produís una evolució del vehicle elèctric i el projecte deixés de ser viable, seria el factor de càrrega que produiria més pèrdues.

### Resultat

Finalment s'ha decidit optar pel factor de càrrega del 20% per els següents motius:

-Un dels pros que no s'ha anomenat anteriorment, ja que no tenia relació amb els gràfics ni amb l'estudi realitzat, consisteix en que és l'únic factor de càrrega que implica una potència per la qual no és necessària la petició de punt de connexió a la distribuïdora elèctrica (en aquest cas ENDESA), degut a que la seva potència nominal no supera els 100kW (la potència nominal seria exactament de 100kW). S'ha de comentar però, que si es volgués realitzar una ampliació, sí que seria necessari realitzar la petició del punt de connexió ja que es superarien els 100kW.

-Tot i que les diferències siguin molt i molt petites, és el factor de càrrega que per als diferents casos que s'han estudiat té un pay-back més reduït.

-S'ha volgut ser molt crític amb la possible evolució del sector del vehicle elèctric i del sector fotovoltaic, i en el cas que el projecte acabés no sent viable seria la opció que generaria menys pèrdues.

### 2.10.1. Resultats amb factor de càrrega 0%

A continuació es mostraran els resultats de l'estudi de viabilitat per el preu de venda de l'energia calculat, amb un factor de càrrega del 0% (no existeix camp solar) per les diferents evolucions del vehicle elèctric i percentatge de parades.

2M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN A 25 ANYS[€]	
1%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
2%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
3%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
4%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
5%	0%	NEGOCI DEFICITARI	6.519,7 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 9. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-6.200€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 23. NEGOCI DEFICITARI.

Taula 47 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 2 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

4M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN A 25 ANYS[€]	
1%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
2%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
3%	0%	NEGOCI DEFICITARI	37.182,8 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 8. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-8.400€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 21. NEGOCI DEFICITARI.
4%	0%	15,52	96.778,1 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 6. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-12.500€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 16. NEGOCI DEFICITARI?.
5%	0%	13,06	159.152,2 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 5. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-17.200€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 13. NEGOCI RENTABLE A MOLT LLARG PLAÇ.

Taula 48 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 4 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

Vehicles que paren [u]	5M			COMENTARIS
	FC [%]	PB [anys]	VAN A 25 ANYS[€]	
1%	0%	NEGOCI DEFICITARI	NEGATIU	ES REGISTREN PÈRDUES TOTS ELS ANYS DISPONIBLES AL ROI
2%	0%	NEGOCI DEFICITARI	7.343,2 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 9. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-6.200€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 23. NEGOCI DEFICITARI.
3%	0%	16,1	84.490,8 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 6. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-11.500€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 16. NEGOCI DEFICITARI?.
4%	0%	13,05	159.182,1 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 5. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-17.200€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 13. NEGOCI RENTABLE A MOLT LLARG PLAÇ.
5%	0%	11,25	228.936,9 €	ES REGISTREN PÈRDUES FINS L'ANY 4. ELS SEGÜENTS ANYS EL BENEFICI ANUAL ESTÀ ENTRE 2.000-22.400€ I ES RECUPERA L'INVERSIÓ L'ANY 11. NEGOCI RENTABLE A MOLT LLARG PLAÇ.

Taula 49 - Viabilitat Electrolinera per diferents percentatges de parades amb una evolució de 5 milions de vehicles al 2030 (E.P.)

Els resultats pràcticament en la seva totalitat són negatius (exceptuant dos o tres casos) degut a que el preu de venda de l'energia no pot superar el preu de venda que s'ha marcat per la Electrolinera.

Quanta més energia es consumeix de la xarxa, més barat resulta el kWh ja que va perdent "importància" l'import a pagar per la potència contractada. En els casos que hi ha poques aturades o que l'evolució del vehicle elèctric és baixa, no s'assoleix el mínim de consum per a poder abaratir suficientment el preu del kWh com per a què sigui inferior al preu de venda de la Electrolinera i generar beneficis.

En els casos que s'ha produït una bona evolució del vehicle elèctric i hi ha un bon percentatge d'aturades, s'assoleix abaratir el preu del kWh com per a què surti més barat que el preu de venda de la Electrolinera ( s'aconsegueix al cap de 4-9 anys en funció del cas) però la diferència obtinguda és molt petita i fa que es tardi molt a amortitzar.

## **3. PROJECTE PLAQUES SOLARS**

### **3.1. Titularitat de la Instal·lació i Agents Actuants**

#### **3.1.1. Dades del titular de la instal·lació**

-Titular: Gasolinera Elèctrica Pontós S.L.

-Domicili: Ds afores polígon 5 parcel·la 209. 17773 Pontós. Girona

-NIF: Z87574863

#### **3.1.2. Dades del promotor**

-Titular: Gasolinera Elèctrica Pontós S.L.

-Domicili: Ds afores polígon 5 parcel·la 209. 17773 Pontós. Girona

-NIF: Z87574863

## 3.2. Emplaçament

-Referència cadastral: 17145A005001480000ES

-Localització: CL Polígon 5 Parcel·la 148 Pl. Pontós. Girona.

- Classe: Rústic

-Ús principal: Agrari

-Superfície construïda: 11.054 m<sup>2</sup>

-Coordenades UTM:

X: 492999,433

Y: 4668571,278

Fus: 31

### **3.3. Antecedents, objecte i abast del projecte**

La energia fotovoltaica és actualment una realitat a la majoria de països industrialitzats del món. L'empresa es mostra interessada en disposar d'un sistema fotovoltaic per tal de reduir el consum energètic de la instal·lació de la Electrolinera (centre amb equips de recàrrega per a vehicles elèctrics) i les emissions de CO<sub>2</sub> associades, contribuint així a una substancial millora energètica i ecològica.

Aquest projecte té l'objectiu de dissenyar les instal·lacions fotovoltaiques sobre el terreny de la parcel·la amb referència cadastral especificada a l'apartat "Emplaçament" situat al municipi de Pontós (Girona).

Es pretén dissenyar una instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa de baixa tensió, però amb la finalitat de cobrir el consum i injectar el possible corrent sobrant a la xarxa de distribució.

Amb aquest projecte es donarà compliment a les condicions tècniques que regulen aquestes instal·lacions.

### 3.4. Normativa aplicable

- Real Decreto 244/2019, de 5 d' abril, en el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica. Reglament Electrotècnic de Baixa tensió (REBT) segons RD 842/2002, de 2 d'Agost i instruccions tècniques complementàries.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Decret 363/2004, de 24 d'Agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a baixa tensió.
- Norma UNE 157001/2002. Criteris generals per a l'elaboració de projectes.
- Normativa urbanística vigent.
- Ordenances municipals de l'Ajuntament de Pontós.
- Reial Decret 314/2006, de 17-03-2006, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de la Edificació (CTE). DB SI-Seguretat en cas d'incendi, DB SU-Seguretat d'utilització, i posteriors modificacions i correccions d'errors.
- Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre, pel que s'aprova el Reglament de Seguretat Contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI), BOE 303 de 17 de desembre, i correcció d'errors en BOE 55, de 5 de març de 2005.
- Reial Decret 1942/1993, de 05-11-1993, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions de Protecció contra Incendis (RIPCI).
- Reial Decret 312/2005, de 18-03-2005, pel qual s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència davant del foc.
- Reial Decret 110/2008, de 01-02-2008, en el que es modifica el Real Decreto 312/2005.
- Llei 3/2010, del 18-02-2010, de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis. DOGC.Nº 5584. 10-03-2010.
- Llei de prevenció de Riscos laborals 31/1995 de 8 de novembre (parcialment modificada per la Llei 54/2003, de 12 de desembre, de reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals).
- RD 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.



## 3.5. Descripció de la instal·lació i dels equips principals

### 3.5.1. Generador fotovoltaic

El generador fotovoltaic està format per plaques solars obtenint una potència del camp solar de 108.000 Wp. S'instal·laran 270 mòduls fotovoltaics de 400 Wp cadascun, repartits uniformement pel terreny.

Les característiques de cada mòdul fotovoltaic són les següents:

<b>MÒDUL FOTOVOLTAIC POL·LICRISTALÍ CANADIANSOLAR DE 400 Wp</b>	
<b>Longitud (mm): 2108</b>	Rendiment (%): 18,11
<b>Amplada (mm): 1048</b>	Tensió Vmp (V): 38,7
<b>Profunditat (mm): 40</b>	Corrent Imp (A): 10,34
<b>Pes (kg): 24,9</b>	Tensió Voc (V): 47,2
<b>Potència (Wp): 400</b>	Corrent Isc (A): 10,9

Taula 50 - Característiques mòdul fotovoltaics (E.P.)

Tots els mòduls fotovoltaics estaran disposats sobre una estructura metàl·lica. Les plaques es repartiran encarades al SUD. Tota l'energia captada pel camp solar serà transformada a corrent alterna mitjançant un inversor de 100 kW trifàsic.

### 3.5.2. Estructura de les plaques

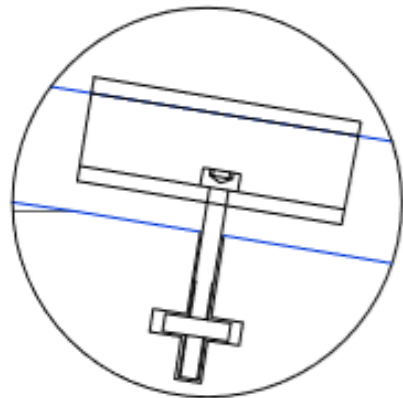
Els panells fotovoltaics es col·locaran sobre un bloc de formigó que anirà col·locat directament sobre una base de tela asfàltica i grava de prèvia construcció. El material que s'utilitzarà per a realitzar l'anclatge és el següent:

- Subjecció central entre plaques: alumini.
- Subjecció al formigó: alumini.
- Cargols, femelles i volanderes autoroscants: acer inoxidable.

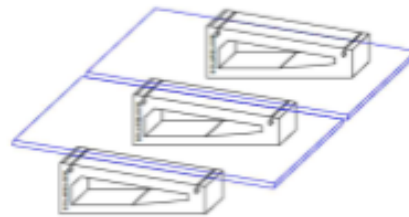
La fixació dels panells fotovoltaics es realitza mitjançant els elements citats anteriorment. Per garantir una durabilitat mínima de vint-i-cinc anys d'exposició a les inclemències climàtiques sense corrosió o fatiga, s'utilitzen únicament materials com l'alumini, i l'acer inoxidable. Seguidament es poden veure els passos que es realitzen per a efectuar la instal·lació.

- 1- Construcció de la base amb tela asfàltica i grava.
- 2- Col·locació dels ancoratges blocs de formigó a la ubicació prevista
- 3- Col·locació de les plaques damunt dels perfils i fixació mitjançant la subjecció central.

A la següent pàgina s'adjunta un plànol de les fixacions reals.



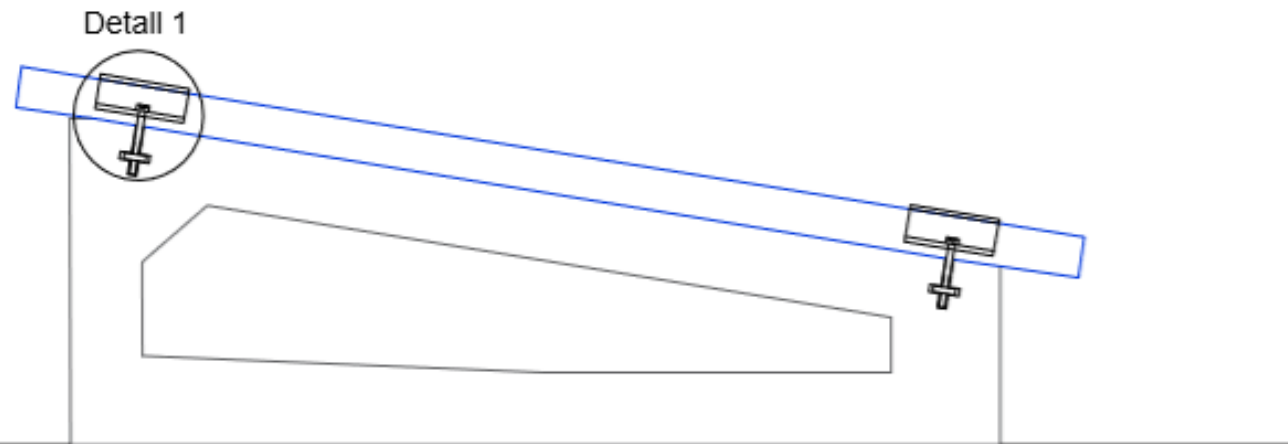
Detall 1



MUNTATGE  
CONJUNT



ANCLATGES  
UTILITZATS



PLÀNOL

Disposició del suport mitjançant blocs de formigó

Imatge 5 - Subjecció dels mòduls al suport (E.P.)

### 3.5.3. Inversor

L'inversor és l'encarregat de transformar el corrent continu que generen els mòduls fotovoltaics en corrent alterna per a l'ús industrial i de sincronitzar la freqüència amb la xarxa.

El dimensionament de l'inversor s'ha realitzat amb la intenció d'aprofitar al màxim la potència del camp solar sobredimensionat, és a dir, s'instal·la una major potència pic de mòduls en comparació amb la potència nominal de l'inversor degut a que només en les hores centrals del dia els mòduls estaran produint la màxima potència. A més, existeixen pèrdues per brutícia acumulada, dies amb núvols o per temperatures elevades. Totes aquestes pèrdues de rendiment de les plaques fan que l'energia produïda regularment s'ajusti a l'inversor que s'ha escollit.

Les característiques dels inversors són:

CARACTERÍSTIQUES DE L'INVERSOR	
<b>Rang de tensions d'entrada (V):</b>	600-1500
<b>Tensió mínima d'arrancada (V):</b>	650
<b>Potència màxima (kW):</b>	100
<b>Tensió d'entrada màxima (V):</b>	1500
<b>Tensió de sortida (V):</b>	400/230 – 380/220
<b>Corrent d'entrada màxima (A):</b>	22
<b>Corrent de sortida màxima (A):</b>	72.2
<b>Nº MPPT:</b>	6
<b>Altura (mm):</b>	605
<b>Amplada (mm):</b>	1.075
<b>Profunditat (mm):</b>	310
<b>Pes (Kg):</b>	77

Taula 51 - Característiques de l'inversor (E.P.)

Els inversors compleixen la normativa vigent de la UNE-EN 62109 sobre seguretat dels convertidors de potència utilitzats en sistemes fotovoltaics, i la UNE 26007 sobre requisits de connexió a la xarxa elèctrica. Compleix també les condicions tècniques que estableix el "Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència".

#### **3.5.4. Sistema de monitorització**

Per al sistema de monitorització (o altrament dit Smart meter) s'utilitzarà el dispositiu anomenat Huawei Smart Logger 1000. Aquest és un dispositiu electrònic que serveix com a mesurador intel·ligent. Registra el consum elèctric que hi ha en qualsevol moment i es comunica amb l'inversor per tal de que es produeixi aquella potència i evitar injeccions d'energia a la xarxa o en cas contrari, per injectar-ne l'excedent. En el supòsit que s'estigui consumint més energia de la que es pot produir amb el camp solar, aquest treballarà a potència màxima, i l'smart logger s'encarregarà de consumir la diferència de la xarxa de subministrament. En el cas que es consumeixi menys energia de la que s'està produint amb el camp solar, l'smart logger s'encarregarà de injectar la diferència a xarxa.

L'Smart logger compleix la normativa vigent de la PNE 217001 IN referent als requisits i assajos per sistemes que eviten la inserció d'energia a la xarxa de distribució, i el Real Decret 1110/2007, de 24 d'agost, en el que s'aprova el reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.

#### **3.5.5. Sistema de visualització**

La instal·lació fotovoltaica comptarà amb un sistema de visualització per consultar la producció real d'energia solar des d'Internet. S'utilitza el portal NetEco, facilitat per Huawei i que es descriu més endavant.

## **3.6. Bases de disseny**

### **3.6.1. Dades de radiació solar**

Per a la realització de l'estudi de la radiació solar s'extrauran les dades del programa que posa a disposició de qualsevol ciutadà, l'Institut de l'Energia i el transport (IET) de la Comissió Europea. Aquest programari es troba disponible a la seva pàgina web oficial. El programa està dissenyat amb una base de dades de més de 50 anys, el que dóna una fiabilitat molt alta.

### 3.6.2. Radiació mensual

RADIACIÓ (W/m2)												
HORA	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	1	18	33	23	4	0	0	0	0
7:00	0	0	4	42	83	90	72	55	35	3	0	0
8:00	0	19	113	193	247	260	244	218	190	125	54	0
9:00	148	213	297	381	425	459	444	423	391	304	230	201
10:00	294	397	495	554	598	635	634	618	589	489	398	333
11:00	475	592	645	686	736	771	774	776	748	649	539	495
12:00	574	702	744	786	816	818	869	881	823	730	619	588
13:00	624	745	779	789	785	831	863	884	817	723	619	601
14:00	598	683	719	723	710	758	805	829	756	668	546	571
15:00	483	574	631	607	603	667	709	705	638	546	420	443
16:00	324	427	463	475	487	511	545	546	463	367	259	269
17:00	160	234	283	304	319	355	381	356	266	167	126	91
18:00	0	53	115	144	168	196	206	176	101	16	0	0
19:00	0	0	2	24	44	56	60	39	5	0	0	0
20:00	0	0	0	0	4	19	19	2	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 52 - Radiació mensual (E.P.)

L'estudi s'ha realitzat amb una inclinació dels panells de 35°, una orientació de 0°

### 3.6.3. Producció

Per al càlcul de la producció horària s'han de tenir en compte els rendiments dels diferents elements que componen la instal·lació (plaques solars, inversor, cablejat elèctric, temperatura, etc.). A la taula següent es poden veure els valors dels diferents rendiments.

RENDIMENTS	
RENDIMENT PLACA (R1)	18,11%
RENDIMENT INVERSOR (R2)	98,00%
RENDIMENT PÈRDUES ELÈCTRIQUES (R3)	86,00%
RENDIMENT VARIACIONS A LA SORTIDA (R4)	94,50%

Taula 53 - Resum rendiments (E.P.)

-El rendiment de la placa i l'inversor venen donats pel fabricant.

-El rendiment per pèrdues elèctriques s'ha extret del valor que recomana utilitzar el PVGIS.

-Rendiment variacions a la sortida: Són pèrdues degudes a canvis de temperatura, inclinació dels mòduls, efectes espectrals i s'obtenen de l'informe del PVGIS.

Així doncs, amb les dades de radiació i els rendiments dels diferents elements del sistema, s'utilitza la següent fórmula per estimar la producció diària mensual:

$$Producció = Radiació \left( \frac{W}{m^2} \right) * R1 * R2 * R3 * R4 * X * Y \quad (Eq. 12)$$

On,

X = base del mòdul (veure mida a l'apartat 5.1 Generador fotovoltaic)

Y = altura del mòdul (veure mida a l'apartat 5.1 Generador fotovoltaic)

Per tant, la producció diària dels diferents mesos és la següent:



PRODUCCIÓ (kWh) / 1 DIA												
HORA	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	2,8	2,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	0,3	3,6	7,1	7,7	6,2	4,7	3,0	0,3	0,0	0,0
8:00	0,0	1,6	9,7	16,5	21,2	22,3	20,9	18,7	16,3	10,7	4,6	0,0
9:00	12,7	18,2	25,4	32,6	36,4	39,3	38,0	36,2	33,5	26,0	19,7	17,2
10:00	25,2	34,0	42,4	47,5	51,2	54,4	54,3	52,9	50,5	41,9	34,1	28,5
11:00	40,7	50,7	55,3	58,8	63,0	66,0	66,3	66,5	64,1	55,6	46,2	42,4
12:00	49,2	60,1	63,7	67,3	69,9	70,1	74,4	75,5	70,5	62,5	53,0	50,4
13:00	53,5	63,8	66,7	67,6	67,2	71,2	73,9	75,7	70,0	61,9	53,0	51,5
14:00	51,2	58,5	61,6	61,9	60,8	64,9	69,0	71,0	64,8	57,2	46,8	48,9
15:00	41,4	49,2	54,1	52,0	51,7	57,1	60,7	60,4	54,7	46,8	36,0	37,9
16:00	27,8	36,6	39,7	40,7	41,7	43,8	46,7	46,8	39,7	31,4	22,2	23,0
17:00	13,7	20,0	24,2	26,0	27,3	30,4	32,6	30,5	22,8	14,3	10,8	7,8
18:00	0,0	4,5	9,9	12,3	14,4	16,8	17,6	15,1	8,7	1,4	0,0	0,0
19:00	0,0	0,0	0,2	2,1	3,8	4,8	5,1	3,3	0,4	0,0	0,0	0,0
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,6	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 54 - Producció de la instal·lació d'un dia (E.P.)

Un cop sabudes les dades de producció horària de un dia, podem veure la producció horària d'un mes complet.

PRODUCCIÓ (kWh) / MENSUAL												
HORA	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	2,5	46,7	82,9	59,7	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	10,4	105,6	215,6	226,2	187,0	142,8	88,0	7,8	0,0	0,0
8:00	0,0	44,6	293,5	485,1	641,5	653,5	633,7	566,2	477,6	324,7	135,7	0,0
9:00	384,4	499,7	771,4	957,6	1103,8	1153,7	1153,2	1098,6	982,8	789,6	578,1	522,0
10:00	763,6	931,3	1285,6	1392,4	1553,1	1596,0	1646,6	1605,1	1480,4	1270,0	1000,3	864,9
11:00	1233,7	1388,8	1675,2	1724,2	1911,5	1937,9	2010,2	2015,4	1880,0	1685,6	1354,7	1285,6
12:00	1490,8	1646,8	1932,3	1975,6	2119,3	2056,0	2257,0	2288,1	2068,6	1896,0	1555,8	1527,2
13:00	1620,7	1747,7	2023,2	1983,1	2038,8	2088,7	2241,4	2295,9	2053,5	1877,8	1555,8	1560,9
14:00	1553,1	1602,2	1867,4	1817,2	1844,0	1905,2	2090,8	2153,1	1900,2	1734,9	1372,3	1483,0
15:00	1254,5	1346,5	1638,8	1525,7	1566,1	1676,5	1841,4	1831,0	1603,6	1418,1	1055,6	1150,6
16:00	841,5	1001,7	1202,5	1193,9	1264,8	1284,4	1415,5	1418,1	1163,7	953,2	651,0	698,7
17:00	415,6	548,9	735,0	764,1	828,5	892,3	989,5	924,6	668,6	433,7	316,7	236,3
18:00	0,0	124,3	298,7	361,9	436,3	492,6	535,0	457,1	253,9	41,6	0,0	0,0
19:00	0,0	0,0	5,2	60,3	114,3	140,8	155,8	101,3	12,6	0,0	0,0	0,0
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	47,8	49,3	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	9557,7	10882,5	13739,3	14349,2	15695,0	16234,3	17266,3	16913,0	14633,2	12432,9	9576,2	9329,2

Taula 55 - Producció de la instal·lació de un mes (E.P.)

Finalment concloem que la producció anual serà de 160.608,6 kWh.

S'ha de tenir en compte que els mòduls pateixen una degradació amb el pas dels anys. Aquesta degradació suposa unes pèrdues del 2,5% el primer any, per estabilització del mòdul, i un 0,3% anual la resta d'anys. Així doncs, la caiguda de rendiment dels mòduls durant els 5 primers anys seria la següent:

DEGRADACIÓ	
ANY 1	97,50%
ANY 2	97,20%
ANY 3	96,90%
ANY 4	96,60%
ANY 5	96,30%

Taula 56 - Evolució de la degradació (E.P.)

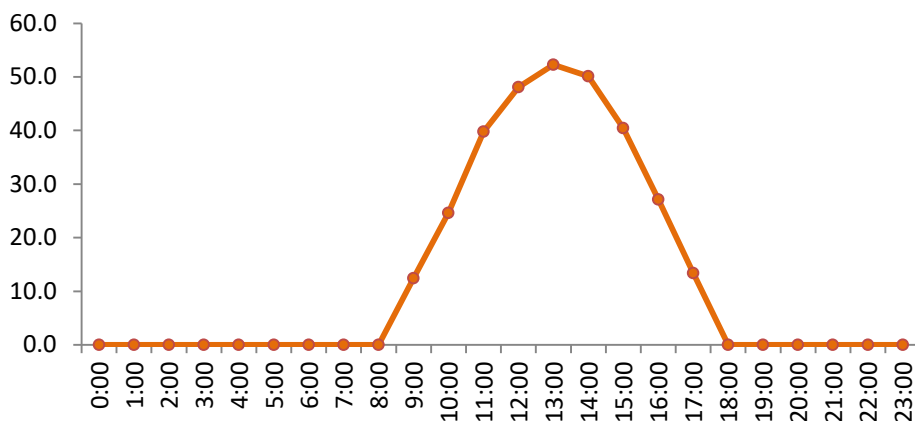
Això significa que els valors de totes les taules anteriors es veuran lleugerament reduïts amb el pas del temps, passant a tenir unes produccions anuals:

PRODUCCIÓ (kWh)	
ANY 1	160.608,6
ANY 2	160.115,9
ANY 3	159.623,3
ANY 4	159.130,6
ANY 5	158.637,9

Taula 57 - Evolució de la producció (E.P.)

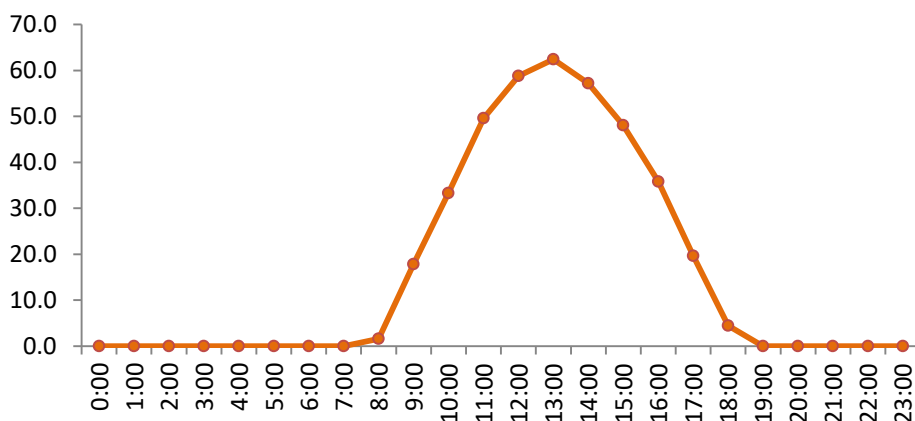
Un cop presentades les dades, es passa a adjuntar els gràfics corresponents a la producció horària de cada mes.

### Gener



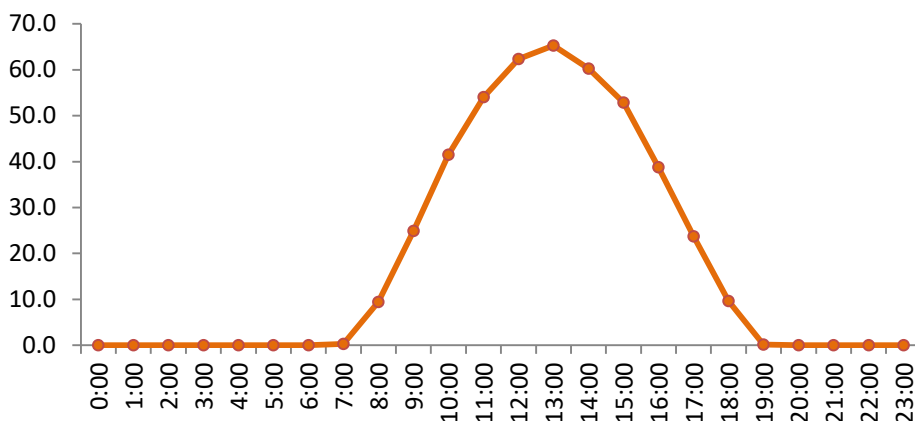
Gràfic 12 - Producció horària mes de Gener (E.P.)

### Febrer



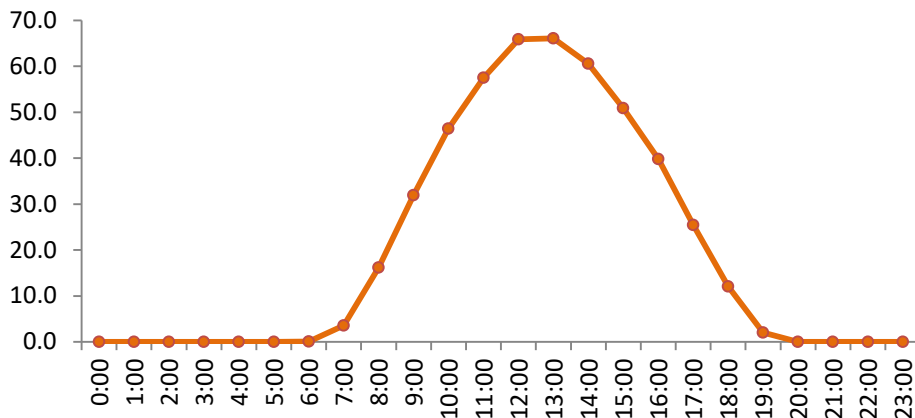
Gràfic 13 - Producció horària mes de Febrer (E.P.)

### Març



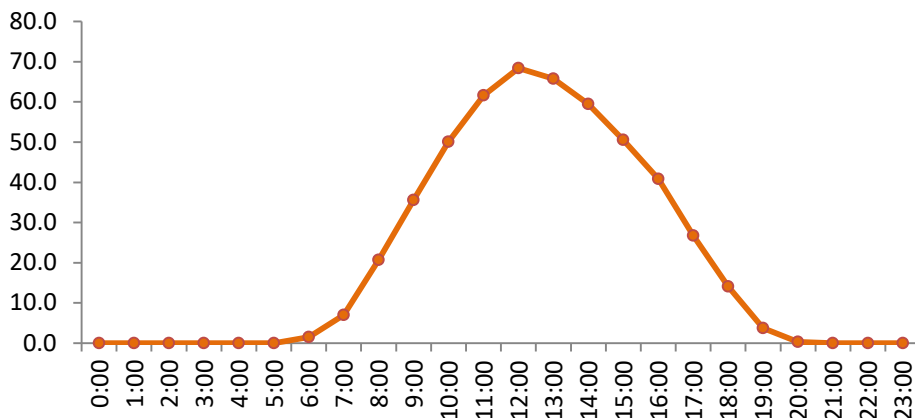
Gràfic 14 - Producció horària mes de Març (E.P.)

### Abril



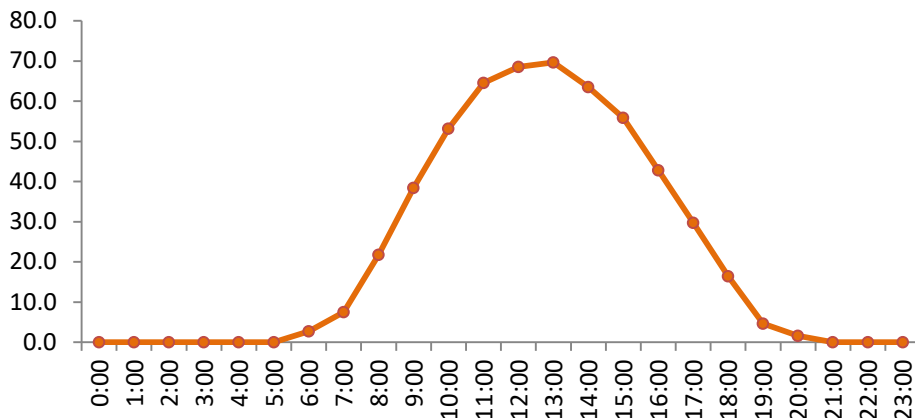
Gràfic 15 - Producció horària mes de Abril (E.P.)

### Maig



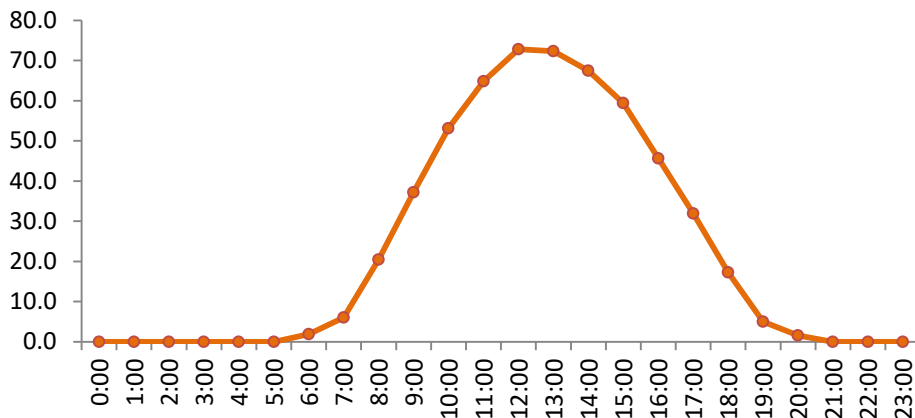
Gràfic 16 - Producció horària mes de Maig (E.P.)

### Juny



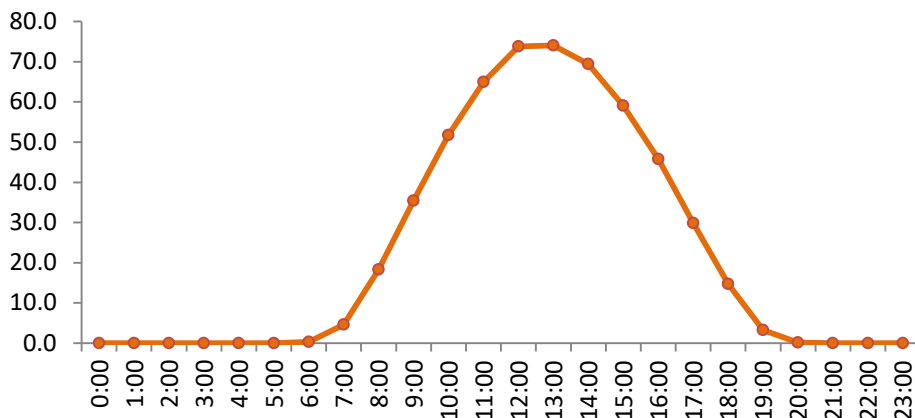
Gràfic 17 - Producció horària mes de Juny (E.P.)

### Juliol



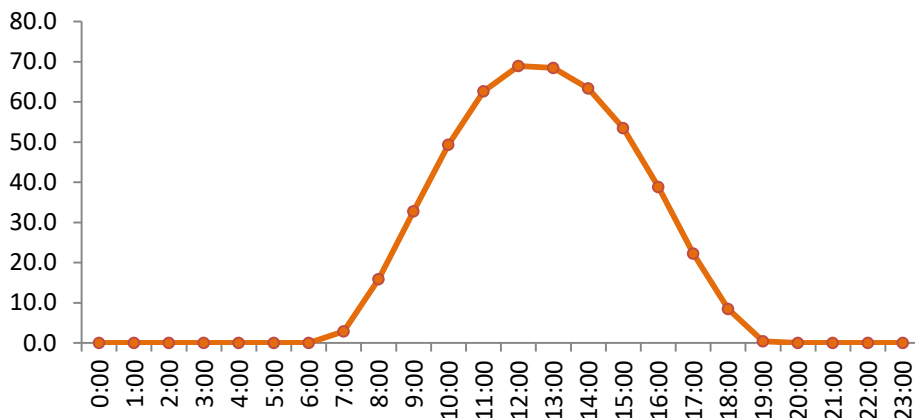
Gràfic 18 - Producció horària mes de Juliol (E.P.)

### Agost



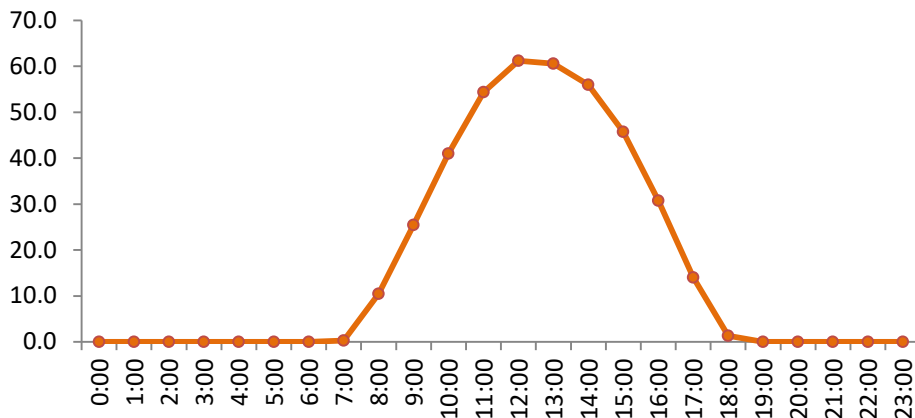
Gràfic 19 - Producció horària mes de Agost (E.P.)

### Setembre



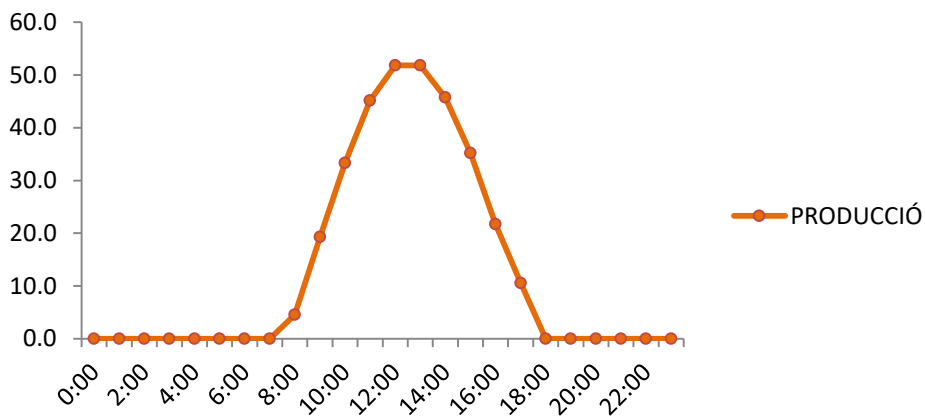
Gràfic 20 - Producció horària mes de Setembre (E.P.)

### Octubre



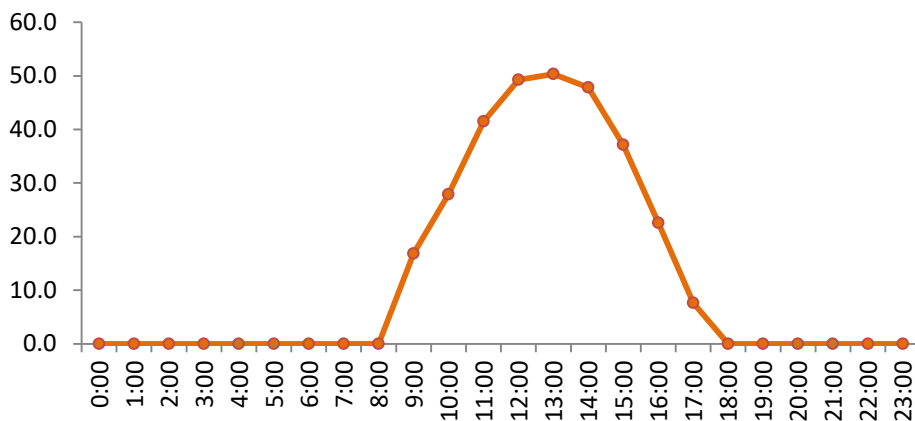
Gràfic 21 - Producció horària mes de Octubre (E.P.)

### Novembre



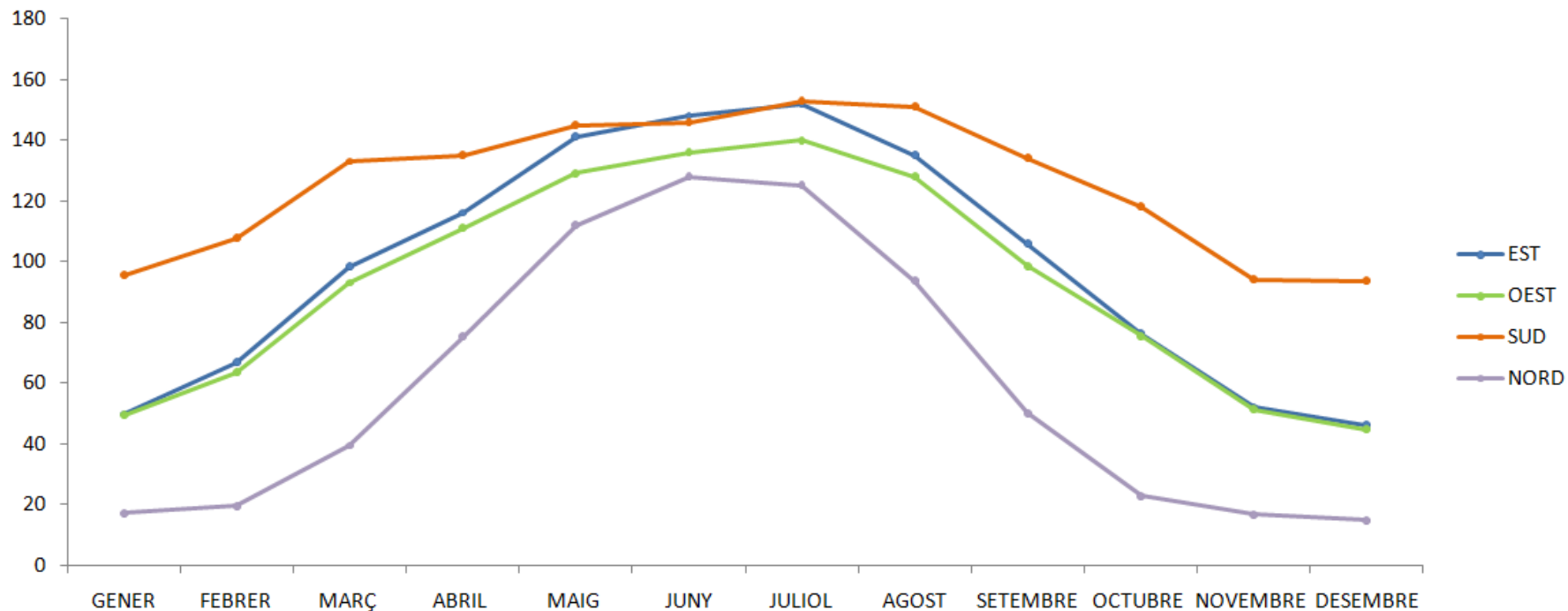
Gràfic 22 - Producció horària mes de Novembre (E.P.)

### Desembre



Gràfic 23 - Producció horària mes de Desembre (E.P.)

### 3.6.4. Incidència de l'orientació



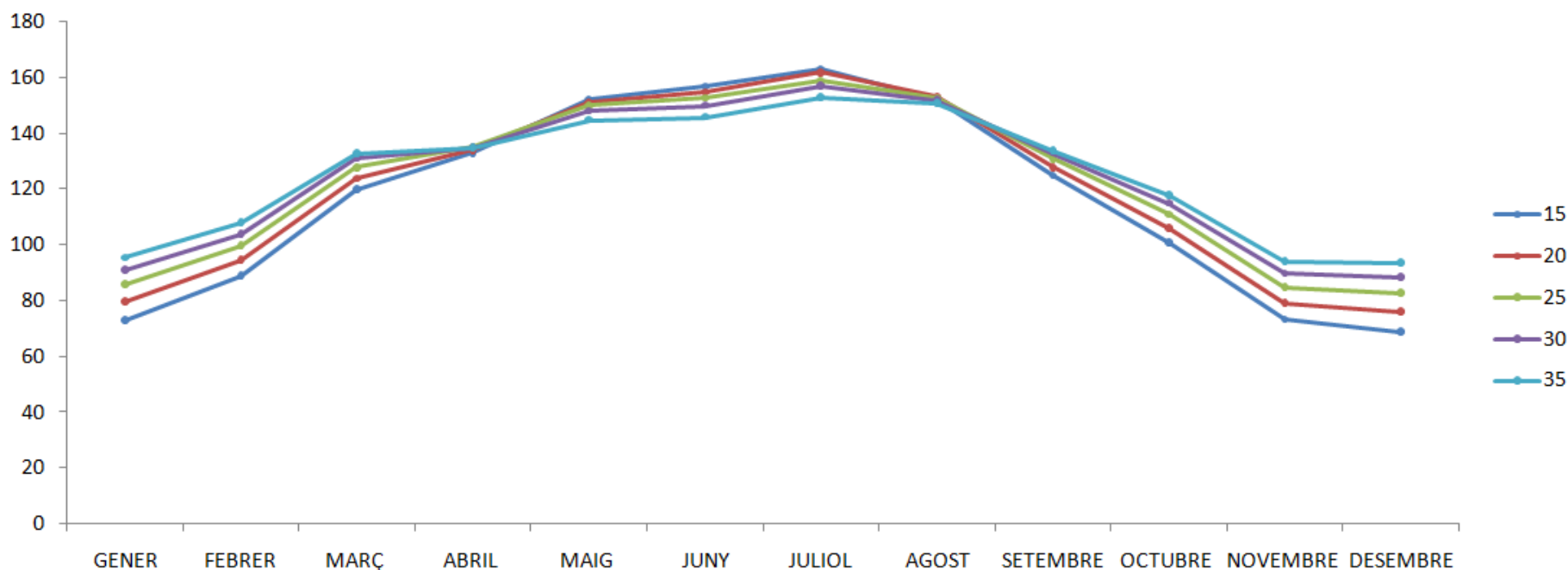
Gràfic 24 - Incidència de l'orientació a la producció (E.P.)

En aquest apartat veurem com afecta l'orientació de les plaques per cada mes. Per això es fa una comparativa entre les 4 orientacions principals (Nord, Sud, Est i Oest). La inclinació que s'ha utilitzat és la que tindran els panells, de 30°.

Analitzant els resultats, s'arriba a la conclusió que l'orientació més productiva és el Sud. Així doncs, la producció de les plaques al Est serà molt semblant (lleugerament superior) a les de l'Oest però no és la idònia per una instal·lació fotovoltaica, ja que amb una orientació Sud produirien molt més.



### 3.6.5. Inclinió dels mòduls



Gràfic 25 - Incidència de la inclinació a la producció (E.P.)

La inclinació dels mòduls fotovoltaics és la que li donen els blocs de formigó (30°). Seguidament es pot veure una comparativa de com afecta una diferent inclinació a la cara SUD.

Com es pot veure al gràfic anterior, la inclinació òptima varia segons el mes de l'any. Així podem veure que les inclinacions més petites són les que rendeixen més durant els mesos d'estiu i que s'inverteix la tendència a la resta de mesos. Això és degut a que al tenir una inclinació menor, la incidència del sol és més directe respecte inclinacions majors (mesos d'estiu i viceversa als d'hivern. Així doncs, la inclinació que té una producció mitjana anual més alta i un producció més igualada durant els diferents mesos és la de 30°.

### **3.6.6. Previsió d'acumulació elèctrica**

El projecte no consta de bateries, així doncs no es preveu cap tipus d'acumulació elèctrica.

## **3.7. Càlculs justificatius**

### **3.7.1. Característiques dels mòduls. Camp fotovoltaic.**

Totes les característiques i descripció dels panells es poden trobar a l'apartat "5.1.1 Generador fotovoltaic".

#### INSTAL·LACIÓ

Nº plaques: 270

Potència total instal·lada: 108 kW

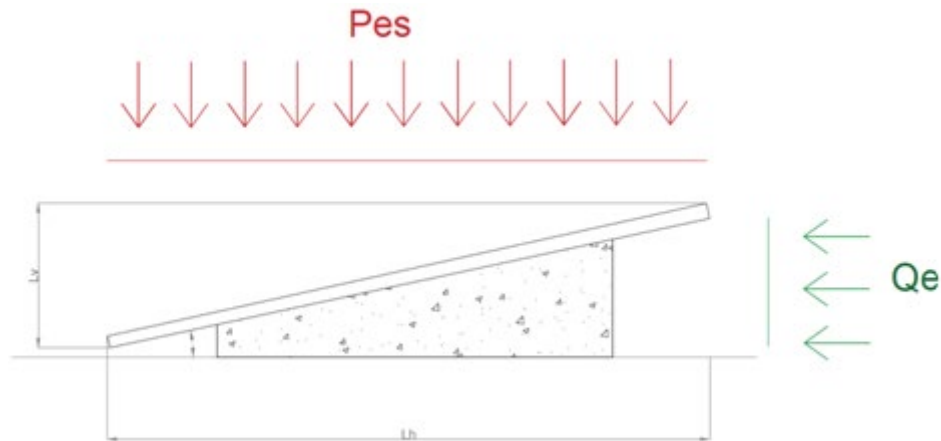
Distribució: Mòduls inclinats mitjançant estructura de 30° i orientats al sud.

Superfície total: 596,48 m<sup>2</sup>

### **3.7.2. Vent. Dimensionament de suports i estructures**

Els mòduls estan distribuïts en 6 files de 22 panells i 6 files més de 23 panells, cada una orientats al sud (azimut 0°). Per a la comprovació que els blocs aguanten les càrregues de vent que es poden generar, s'utilitza la guia que han realitzat els fabricants (veure bibliografia) i que es troba patentada.

Es tindrà en compta la càrrega produïda per el vent, amb una velocitat màxima de 125 km/h. Les peces de suport tindran una orientació òptima per a que els panells captin la major radiació solar possible, és a dir orientats cap al sud. Els vents que generaran una major càrrega sobre els suports són els del nord, generant una força sobre la estructura com la que es veu a la següent imatge:



Imatge 6 - Distribució de càrregues (E.P.)

En el seu camí, el vent es trobarà amb una superfície que obstaculitzarà el seu pas de dimensions definides per al panell solar i la inclinació a la que es troba. Quant major sigui la inclinació dels panells solars, major serà la superfície obstacle per al vent i per tant, major serà la càrrega que realitzarà el vent sobre la estructura. Per això es passa a comprovar que el conjunt del muntatge aguantí la força que pugui realitzar el vent.

Per a la inclinació de 30° que s'ha triat per a la instal·lació, la superfície obstacle que es trobarà el vent és la següent:

$$S_{obs.} = \text{Àrea panell} = 1,048 * 2,108 = 2,21m^2 \quad (Eq. 13)$$

La pressió que realitzarà la força del vent de 125 km/h sobre la superfície del panell abans indicada és equivalent a 75kg/m<sup>2</sup>.

D'aquesta pressió que s'exerceix sobre els panells fotovoltaics, una part es perd al lliscar per la superfície del mòdul ja que aquest no es troba totalment perpendicular al vent. Per aquest motiu es pot descomposar la força en dues direccions, on la primera és paral·lela a la superfície del panell i que no exerceix força sobre el mateix. La segona força té una direcció perpendicular a la superfície del panell i és la que verdaderament realitza una càrrega sobre la superfície del suport.

El valor d'aquesta segona càrrega ve donat pel grau d'inclinació de l'estructura:

$$F = F_{vent} * \sin(30) = 37,5 \frac{kg}{m^2} \quad (Eq. 14)$$

Per tant, la càrrega màxima que exercirà el vent sobre els panells ve donada per la fórmula:

$$C = F * S_{obs.} = 37,5 * 2,21 = 82,84 \text{ kg} \quad (Eq. 15)$$

Ara s'ha de comprovar que aquest pes no sigui superior al del conjunt de la placa i el bloc, els pesos dels quals són:

-Pes bloc: 76 kg

-Pes placa: 24,9 kg

Així doncs es conclou que per un vent de direcció Nord de 125 km/h sobre un panell de dimensions 2,108\*1,048m ancorat a la peça de formigó prefabricada es produeix una càrrega de succió de 82,84 kg, que és contrarestada pel pes del propi conjunt del bloc i el panell que és de 100,9 kg.

Finalment es calcula el factor de seguretat:

$$FS = \frac{100,9}{82,84} = 1,22 \quad (Eq. 16)$$

### 3.7.3. Descripció del sistema de mesura per al seguiment de producció

L'aparell encarregat de fer la mesura d'energia consumida és l'Smart Logger 1000. Es pot trobar la seva descripció al punt "5.1.4 Sistema de monitorització", i compleix amb els requisits que descriu el Reglament de Punts de Mesura (RD 1110/2007).

L'Smart Logger 1000 pot connectar-se a internet mitjançant el WIFI domèstic, i amb això es fa funcionar una pàgina web exclusiva per a cada client on queda registrada la informació de la instal·lació fotovoltaica.

#### -PÀGINA WEB

Les instal·lacions fotovoltaiques poden ser monitoritzades, analitzades i comparades de manera ràpida i senzilla a través del portal online NetEco. L'usuari pot accedir a la informació actualitzada de la instal·lació en qualsevol moment i presentar-la de forma molt clara: el portal és molt fàcil d'utilitzar i té una àmplia gamma d'opcions per a l'anàlisi de dades.

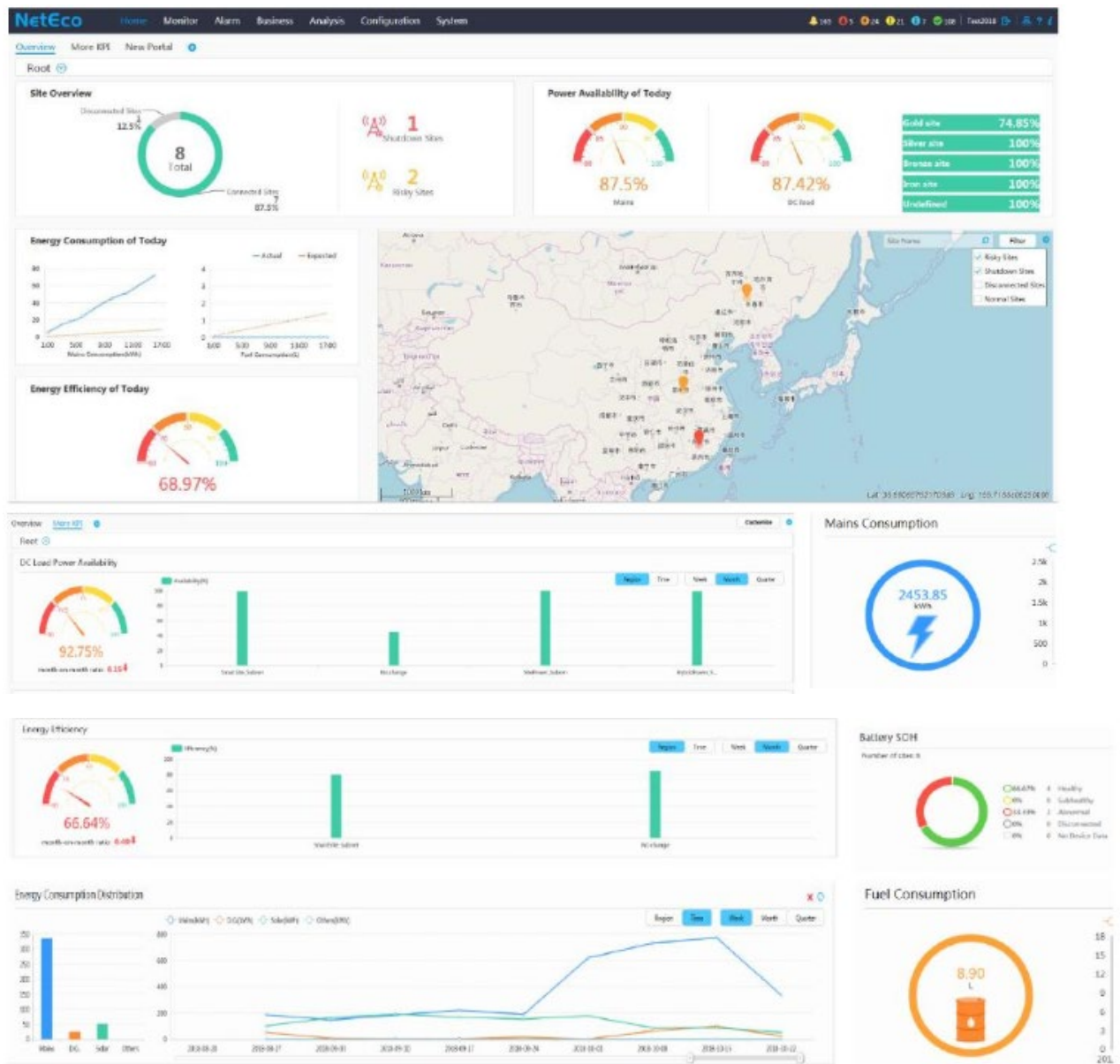
Visió Global del web:

-Potència Actual: En aquest esquema es pot veure l'energia que està consumint la casa en cada instant, l'energia procedent de la instal·lació fotovoltaica que s'utilitza i l'energia que s'injecta a la xarxa.

-Balanç energètic: Marca la diferència entre el consum i l'energia produïda per les plaques. En vermell significa que es consumeix més energia de la que es produeix (a la imatge es pot veure en el tram de nit) i per tant, s'utilitza energia provinent de la xarxa elèctrica.

-Rendiment: Estalvi econòmic de la instal·lació per dies, setmanes, mesos o any.

-Estalvi de fuel total: Estalvi de fuel equivalent a l'energia solar consumida.



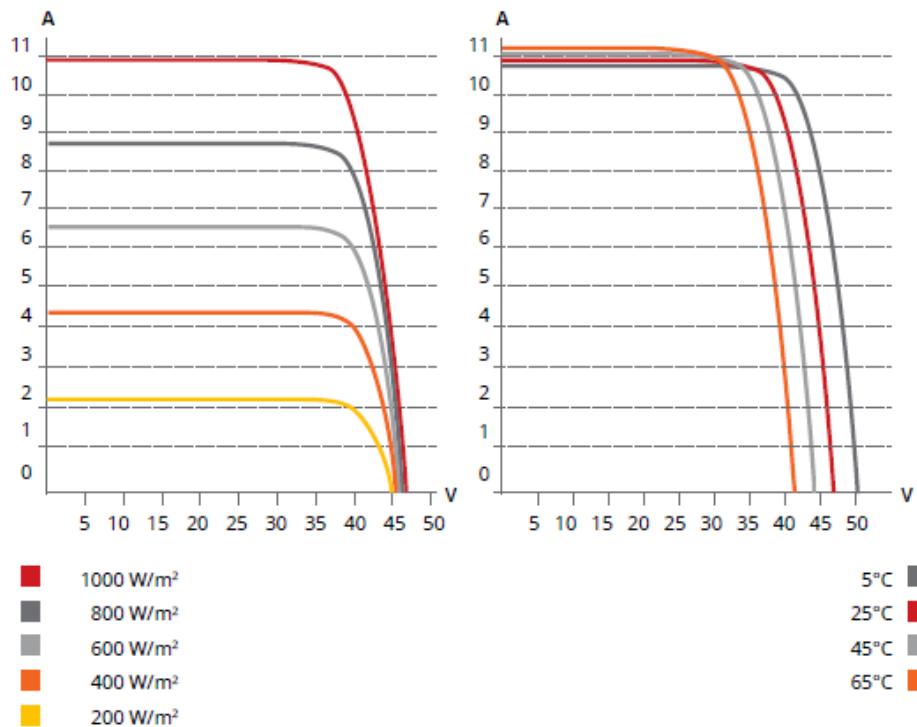
Imatge 7 - Interfície gràfica pàgina web (<https://e.huawei.com>)

També existeix la mateixa interfície mitjançant una aplicació per a SmartPhones per a poder consultar l'estat de la instal·lació des de qualsevol punt.

### 3.7.4. Càlcul de les línies elèctriques de baixa tensió i compliment REBT

#### 3.7.4.1. Característiques mòduls

La intensitat es veu afectada amb increments d'irradiació i temperatura, i el voltatge per increments de temperatura. Els fabricants de les plaques contempen que la irradiació pot arribar a ser de  $1000\text{W/m}^2$  i les plaques poden estar funcionant amb temperatures de  $65^\circ\text{C}$  (temperatura de la placa, no temperatura ambient), en moments d'alta irradiació solar a l'estiu. A continuació es pot veure amb gràfiques com afecten aquests canvis a les plaques.



Gràfic 26 - Gràfics de tensió i intensitat en funció de la radiació (Fitxa tècnica mòdul) (E.P.)

Per aquests motius, la intensitat de curtcircuit ha de ser sobredimensionada respecte a la proporcionada pel fabricant, aconsellant així un factor del 25%.

La tensió en circuit obert augmenta amb la disminució de la temperatura, de manera que en dies freds però assolellats, aquesta pot superar de manera considerable el valor proporcionat pel fabricant. En aquest cas també es tindrà en compte un factor del 25%.

$$I_{sc,mod} = 1.25 * I_{sc} \quad (Eq.17)$$

$$V_{oc,mod} = 1.25 * V_{oc} \quad (Eq.18)$$

El REBT no obliga a aplicar aquest factor de 1.25 als dispositius de protecció contra sobreintensitats, però la seva aplicació suposa un marge de seguretat addicional.

CS3W	390P	395P	400P	405P
Nominal Max. Power (Pmax)	390 W	395 W	400 W	405 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.19 A	10.26 A	10.34 A	10.42 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.8 V	47.0 V	47.2 V	47.4 V
Short Circuit Current (Isc)	10.74 A	10.82 A	10.90 A	10.98 A
Module Efficiency	17.65%	17.88%	18.11%	18.33%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			

Taula 58 - Característiques tècniques del mòdul (Fitxa tècnica mòdul)



### 3.7.4.2. Connexió dels mòduls

Per fer la connexió dels mòduls s'ha de tenir en compte les característiques de l'inversor. La instal·lació consta de 1 inversor de 100kW.

HUAWEI SUN2000-100KTL	
<b>Número Mppt (per inversor)</b>	6
<b>Màxima corrent entrada</b>	22 A
<b>Rang de tensió d'entrada</b>	600-1500 V

Taula 59 - Característiques principals inversor (E.P.)

Es realitzaran les connexions sèrie/paral·lel per complir amb les especificacions mínimes dels inversors. Així doncs, el resultat és el següent:

HUAWEI SUN2000-100KTL	MPPT 1-3	MPPT 4-6
<b>Nº panells en sèrie</b>	22	23
<b>Nº de sèries en paral·lel</b>	2	2
<b>Voltatge d'entrada a l'inversor</b>	851,4 V	928,8 V
<b>Intensitat d'entrada a l'inversor</b>	20,68 A	20,68 A

Taula 60 - Connexions d'entrada a l'inversor (E.P.)

### 3.7.4.3. Dimensionament de les línies

La instal·lació solar fotovoltaica es divideix en diversos trams de connexió entre els diferents equips i caixes de connexió que la componen. Aquests trams de cablejat tindran diferents seccions de conductors, ja que la càrrega que circularà per cadascun d'ells serà diferent depenent del corrent que transportin.

Pels trams de CC s'utilitzaran conductors del tipus PVC, Norma EN 50618, Cu, 1/1kV, H1Z2Z2-K amb reacció al foc ECA (policlorur de vinil, T<sup>a</sup> max 75°C). Els cables aniran per dins de tubs de PVC els quals es trobaran soterrats, trobant-se així dins l'apartat de conductors aïllats encastats en parets aïllants segons la definició del REBT norma ITC-BT-19.

A continuació podem veure segons el tipus d'instal·lació i la secció del cable, la intensitat admissible.

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>A</b>		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
<b>A2</b>		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>B</b>		Conductores aislados en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
<b>B2</b>		Cables multiconductores en tubos <sup>2)</sup> en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
<b>C</b>		Cables multiconductores directamente sobre la pared <sup>3)</sup>				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
<b>E</b>		Cables multiconductores al aire libre <sup>4)</sup> . Distancia a la pared no inferior a 0.3D <sup>5)</sup>					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>F</b>		Cables unipolares en contacto mutuo <sup>6)</sup> . Distancia a la pared no inferior a D <sup>5)</sup>					3x PVC				3x XLPE o EPR <sup>1)</sup>		
<b>G</b>		Cables unipolares separados mínimo D <sup>5)</sup>								3x PVC <sup>1)</sup>		3x XLPE o EPR	
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cobre</b>		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525	
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Taula 61 - Intensitat admissible dels conductors (ITC-BT-19)

S'ha de calcular la intensitat que passarà per a cada cable, i llavors es podrà triar la secció de cable.

Per el càlcul de secció en trams de CC s'utilitzarà la següent fórmula.

$$S = 2 * L * \frac{I_{cc}}{u * C} \quad (Eq. 19)$$

S = secció del cable (mm<sup>2</sup>).

L = longitud del conductor (m).

I<sub>cc</sub> = corrent de curtcircuit (A).

u = és la caiguda de tensió (V) que com a màxim podran tenir els conductors. Segons el Plec de condicions Tècniques de l'IDAE, com a màxim pot ser del 1,5%.

C = conductivitat de l'element. Per el coure és de 47 m/Ω·mm<sup>2</sup>.

En el cas de la instal·lació interior (ja s'ha produït la conversió de corrent continua a corrent alterna) s'utilitzen conductors del tipus 0,6/1kV. S'utilitzaran cables multi conductors a l'aire lliure amb distància a la paret no inferior a 0,3D (grup E), i seran de coure amb recobriments de PVC, així estant regulats per la ITC-BT-19.

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3			XLPE 2											
B1					PVC 3	PVC 2			XLPE 3			XLPE 2							
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
C						PVC 3			PVC 2		XLPE 3		XLPE 2						
E								PVC 3		PVC 2		XLPE 3	XLPE 2						
F									PVC 3			PVC 2	XLPE 3						
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm <sup>2</sup>																			
<b>Cobre</b>																			
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-	
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	
<b>Alu- minio</b>																			
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-	
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-	
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-	
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-	
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-	
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	
150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	
240	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	

Taula 62 - Intensitat admissible dels conductors (ITC-BT-19)

En aquest tram es té corrent alterna trifàsica, per la qual cosa la secció mínima es troba mitjançant l'equació:

$$S = \frac{L * I * \cos\varphi * \sqrt{3}}{u * C} = \frac{P * L}{C * u * U_L} \quad (Eq. 20)$$

S = secció del cable ( $\text{mm}^2$ )

L = longitud del conductor (m)

I = intensitat

u = és la caiguda de tensió (V) que com a màxim podran tenir els conductors. Segons el Plec de condicions Tècniques de l'IDAE, com a màxim pot ser del 1,5%.

C = conductivitat de l'element. Per el coure és de  $47 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ .

$U_L$  = tensió de línia de la xarxa (V).

#### 3.7.4.4. Dimensionament de les línies

S'estableixen 5 trams diferenciats que es detallen a continuació i que són aplicables a cada grup de plaques que van als inversors:

-Línia 1 (CC): comença a l'últim mòdul d'una sèrie de 22 mòduls, fins a la connexió en paral·lel. Es calcularà pel cas més desfavorable, ja que la distància fins a la connexió variarà per a cada string.

-Línia 2 (CC): comença a l'últim mòdul d'una sèrie de 24 mòduls, fins a la connexió en paral·lel. Es calcularà pel cas més desfavorable, ja que la distància fins a la connexió variarà per a cada string.

-Línia 3 (CC): comença després de la unió en paral·lel dels strings de 22 mòduls i va fins a l'entrada de la MPPT1/MPPT2/MPPT3.

- Línia 4 (CC): comença després de la unió en paral·lel dels strings de 23 mòduls i va fins a l'entrada de la MPPT4/MPPT5/MPPT6.

-Línia 5 (CA): comença a la sortida de l'inversor fins a la xarxa de baixa tensió.

## LÍNIA 1

Els paràmetres per al càlcul d'aquesta línia són els següents:

L (longitud, en metres): es pren la distància del mòdul més allunyat fins a la unió en paral·lel. Es té en compte una distància de 100m, per sobredimensionar.

$I_{cc}$ : és la intensitat màxima que circularà per els conductors, i correspon a la de curtcircuit dels mòduls (A) multiplicat pel factor de 1,25.

$$I_{cc} = 1,25 * I_{sc,mod} = 1,25 * 10,9 = 13,625$$

La tensió en aquest tram serà la d'un panell amb curtcircuit, multiplicat pel factor de 1,25 i multiplicat pel nombre de panells que es troben en sèrie.

$$V_{L1} = 1,25 * V_{oc} * N_{panells} = 1,25 * 47,2 * 22 = 1298 V$$

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, la caiguda de tensió ( $u$ ) serà de un 1,5% i la conductivitat del coure és de 47 m/Ωmm<sup>2</sup>.

Així doncs, la secció dels conductors serà:

$$S = \frac{2 * L * I_{cc}}{0,015 * u * C} = \frac{2 * 100 * 13,625}{0,015 * 1298 * 47} = 2,978 \text{ mm}^2$$

Atenent a la taula Taula 5 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", per un cable conductor PV ZZ-F, Cu, 1/1kV, reacció al foc ECA i amb instal·lació amb conductors aïllats encastats en parets aïllants sota tub de PVC, s'haurà d'utilitzar cable de 4 mm<sup>2</sup>. Tot i així s'ha decidit utilitzar cable de 6 mm<sup>2</sup>, per qüestions de preu i seguretat, amb una intensitat màxima admissible de 30A.

## LÍNIA 2

Els paràmetres per al càlcul d'aquesta línia són els següents:

L (longitud, en metres): es pren la distància del mòdul més allunyat fins a la unió en paral·lel. Es té en compte una distància de 100m, per sobredimensionar.

$I_{cc}$ : és la intensitat màxima que circularà per els conductors, i correspon a la de curtcircuit dels mòduls (A) multiplicat per el factor de 1,25.

$$I_{cc} = 1,25 * I_{sc,mod} = 1,25 * 10,9 = 13,625$$

La tensió en aquest tram serà la de un panell amb curtcircuit, multiplicat per el factor de 1,25 i multiplicat pel nombre de panells que es troben en sèrie.

$$V_{L1} = 1,25 * V_{oc} * N_{panells} = 1,25 * 47,2 * 23 = 1357 V$$

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, la caiguda de tensió (u) serà de un 1,5% i la conductivitat del coure és de 47 m/Ωmm<sup>2</sup>.

Així doncs, la secció dels conductors serà:

$$S = \frac{2 * L * I_{cc}}{0,015 * u * C} = \frac{2 * 100 * 13,625}{0,015 * 1357 * 47} = 2,85 \text{ mm}^2$$

Atenent a la taula Taula 5 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", per un cable conductor PV ZZ-F, Cu, 1/1kV, reacció al foc ECA i amb instal·lació amb conductors aïllats encastats en parets aïllants sota tub de PVC, s'haurà d'utilitzar cable de 4 mm<sup>2</sup>. Tot i així s'ha decidit utilitzar cable de 6 mm<sup>2</sup>, per qüestions de preu i seguretat, amb una intensitat màxima admissible de 30A.

### LÍNIA 3

Els paràmetres per al càlcul d'aquesta línia són els següents:

L (longitud, en metres): es pren la distància des de la unió en paral·lel dels diferents strings fins a l'entrada de l'inversor. Es té en compte una distància de 100m, per sobredimensionar.

$I_{cc}$ : és la intensitat màxima que circularà per els conductors, i correspon a la de curtcircuit dels mòduls (A) multiplicat per el factor de 1,25 i multiplicat pel número de sèries que es troben en paral·lel.

$$I_{cc} = 1,25 * I_{sc,mod} * N_{paral·lels} = 1,25 * 10,9 * 2 = 27,25$$

La tensió en aquest tram serà la de un panell amb curtcircuit, multiplicat per el factor de 1,25 i multiplicat per el nombre de panells que es troben en sèrie.

$$V_{L1} = 1,25 * V_{oc} * N_{panells} = 1,25 * 47,2 * 22 = 1298 V$$

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, la caiguda de tensió (u) serà de un 1,5% i la conductivitat del coure és de 47 m/Ωmm<sup>2</sup>.

Així doncs, la secció dels conductors serà:

$$S = \frac{2 * L * I_{cc}}{0,015 * u * C} = \frac{2 * 100 * 27,25}{0,015 * 1298 * 47} = 5,96 \text{ mm}^2$$

Atenent a la taula Taula 5 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", per un cable conductor PV ZZ-F, Cu, 1/1kV, reacció al foc ECA i amb instal·lació amb conductors aïllats encastats en parets aïllants sota tub de PVC, s'haurà d'utilitzar cable de 6 mm<sup>2</sup>. Al trobar-se al límit del reglament s'opta per utilitzar cable de 10mm<sup>2</sup> amb una intensitat màxima admissible de 40A.



#### LÍNIA 4

Els paràmetres per al càlcul d'aquesta línia són els següents:

L (longitud, en metres): es pren la distància des de la unió en paral·lel dels diferents strings fins a l'entrada de l'inversor. Es té en compte una distància de 100m, per sobredimensionar.

$I_{cc}$ : és la intensitat màxima que circularà per els conductors, i correspon a la de curtcircuit dels mòduls (A) multiplicat per el factor de 1,25 i multiplicat per el número de sèries que es troben en paral·lel.

$$I_{cc} = 1,25 * I_{sc,mod} * N_{paral·lels} = 1,25 * 10,9 * 2 = 27,25$$

La tensió en aquest tram serà la de un panell amb curtcircuit, multiplicat per el factor de 1,25 i multiplicat pel nombre de panells que es troben en sèrie.

$$V_{L1} = 1,25 * V_{oc} * N_{panells} = 1,25 * 47,2 * 23 = 1357 V$$

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, la caiguda de tensió (u) serà de un 1,5% i la conductivitat del coure és de 47 m/Ωmm<sup>2</sup>.

Així doncs, la secció dels conductors serà:

$$S = \frac{2 * L * I_{cc}}{0,015 * u * C} = \frac{2 * 100 * 27,25}{0,015 * 1357 * 47} = 5,7 \text{ mm}^2$$

Atenent a la taula Taula 5 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", per un cable conductor PV ZZ-F, Cu, 1/1kV, reacció al foc ECA i amb instal·lació amb conductors aïllats encastats en parets aïllants sota tub de PVC, s'haurà d'utilitzar cable de 6 mm<sup>2</sup>. Al trobar-se al límit del reglament i al utilitzar cable de 10mm<sup>2</sup> per les altres línies que arriben a l'inversor, s'opta per utilitzar cable de 10mm<sup>2</sup> amb una intensitat màxima admissible de 40A.

## LÍNIA 5

Els paràmetres per al càlcul d'aquesta línia són els següents:

L (longitud, en metres): es pren la distància des de la sortida de l'inversor fins a la connexió a la xarxa elèctrica de l'estació. Es té en compte una distància de 15m, per sobredimensionar.

P (potència, en W): és la potència màxima que transporta el cable, i coincideix amb la potència màxima de sortida de l'inversor de 100kW.

La tensió en aquest tram serà la d'acoblament a la xarxa que dona l'inversor, que és de 400V. La caiguda de tensió màxima permesa segons el Plec de Condicions Tècniques de l'IDAE en conductors de corrent alterna és del 2%.

$$u = 0,02 * U_L = 0,02 * 400 = 8V$$

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors la conductivitat del coure és de 47 m/Ωmm<sup>2</sup>.

Així doncs, la secció dels conductors serà:

$$S = \frac{L * P}{U_L * u * C} = \frac{15 * 100000}{400 * 8 * 47} = 9.97 \text{ mm}^2$$

Atenent a la taula Taula 6 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", per un cable de coure 0,6/1kV d'aïllament PVC i amb instal·lació amb cables a l'aire lliure amb una distància inferior a 0,3·Diàmetre de la paret, s'haurà d'utilitzar cable de 10 mm<sup>2</sup> amb una intensitat màxima admissible de 52A.

El corrent que circularà des de l'inversor fins al punt de connexió a la xarxa elèctrica de baixa tensió és proporcionat per la potència màxima que l'inversor pot entregar a la xarxa, que són 100 kW, i la tensió a la qual es realitzarà la connexió, 400 V, tenint en compte que segons el Plec de Condicions Tècniques de l'IDAE, el factor de potència proporcionat per les

instal·lacions solars fotovoltaïques ha de ser igual a la unitat i s'ha de tenir un factor de seguretat de 1.25:

$$I = 1,25 * \frac{P}{\sqrt{3} * U_L * \cos\varphi} = 1,25 * \frac{100000}{\sqrt{3} * 400 * 1} = 180,42 \text{ A} \quad (\text{Eq. 21})$$

Amb la secció que s'ha determinat anteriorment no serà suficient i s'haurà d'escollir una secció superior. El valor de corrent màxima admissible per cables tripolars tipus 0,6/1kV de secció 95 mm<sup>2</sup> i amb aïllament de PVC segons la taula Taula 6 de l'apartat "7.4.3 Dimensionament de les línies", és de 207A.

### 3.7.4.5. Posta a terra

És la connexió de un o varis punts de la instal·lació a un o diversos elèctrodes enterrats, amb el fi de permetre el pas a terra de corrents de falla o descàrregues atmosfèriques, evitant a més que existeixin tensions perilloses entre la instal·lació i superfícies pròximes al terreny.

Segons la ITC-BT-18, sempre i quant els materials de fabricació del cablejat de protecció (terra) siguin els mateixos que per el cablejat de fase, es pot utilitzar la següent taula per a realitzar el dimensionament:

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

Taula 63 - Seccions equivalents del cablejat de protecció (ITC-BT-18)

A la instal·lació només s'utilitza cablejat de 6 mm<sup>2</sup> i 10mm<sup>2</sup> en els trams de CC i de 95 mm<sup>2</sup> en el tram de AC, així estant a la primera casuística per els trams de CC i a la tercera per el tram de AC.

Trams amb secció 6 mm<sup>2</sup> → Cablejat de protecció de 6 mm<sup>2</sup>

Trams amb secció 10 mm<sup>2</sup> → Cablejat de protecció de 10 mm<sup>2</sup>

Tram amb secció 95 mm<sup>2</sup>:

$$\text{Cablejat de protecció} = \frac{S}{2} = \frac{95}{2} = 47,5 \quad (\text{Eq. 22})$$

S'escull la secció de cable immediatament superior que el valor que es troba a la fórmula anterior. Així doncs s'utilitzarà cable de 50mm<sup>2</sup>.

En absència de dades fiables sobre el valor de la resistivitat del terreny en qüestió, i tenint en compte les característiques de la zona on està situada la parcel·la fotovoltaica, es fa ús dels valors orientatius que ofereix el REBT en la seva taula 3 de la ITC-BT-18, considerant una resistivitat de càlcul de  $R_{ter} = 500 \Omega \cdot m$  (terrenys cultivables poc fèrtils, terraplens). La taula és la següent:

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad de Ohm·m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

Taula 64 - Resistivitat específica del terreny (ITC-BT-18)

### **Posta a terra del tram de CC**

El sistema de posta a terra es dimensiona de forma que la seva resistència de terra, en qualsevol situació, no superi el valor màxim especificat a la ITC-BT-18. Aquest valor màxim es troba especificat en forma de tensions de contacte no superiors a:

-24 V en locals o emplaçaments conductors

-50V en la resta de casos.

La configuració de la instal·lació que s'ha establert a la part de contínua és la “configuració flotant o aïllada de la terra” del generador, tipus IT i això significa que els dos pols es troben aïllats a terra. La baixa probabilitat d'una falla permanent, unida a la molt baixa probabilitat d'una segona falla consecutiva, són justificants suficients per a triar la configuració IT per al circuit de contínua.

Com a implementació d'aquest sistema, s'exigeix que la resistència d'aïllament entre generador i terra anterior a l'ocurrència de la derivació sigui tan alta com per a limitar la corrent de derivació a un màxim de 100mA.

Per determinar la resistència màxima de posta a terra es fa ús de les condicions abans mencionades. Substituint valors a la següent expressió s'obté:

$$R_{t \text{ màx}} = \frac{V}{I} \quad (Eq. 23)$$

$$R_{t \text{ màx}} = \frac{24V}{0,1A}$$

$$R_{t \text{ màx}} = 240 \Omega$$

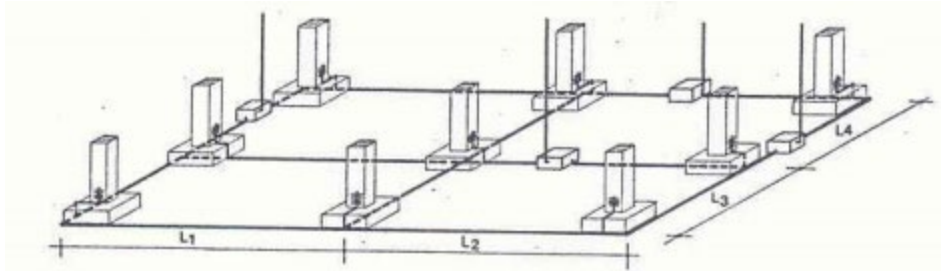
Càlcul de la resistència a terra:

$$Kr = \frac{R}{\rho} \quad (Eq. 24)$$

$$Kr = 240/500$$

$$Kr = 0,48 \Omega / \Omega \cdot m$$

Es tria una configuració similar a la que s'ofereix a la ITC-BT-26 amb la següent figura:



Imatge 8 - Proposta de col·locació de les piquetes de terra de la ITC-BT-26

Amb el requisit de que la separació entre piquetes ha de ser 2 vegades la seva longitud com a mínim.

Així doncs, les dades de la configuració de la posta a terra seran les següents:

- Número de piques: 4
- Longitud de les piques: 2m
- Profunditat de les piques: 0,5m
- Distància entre les piques: 4m

Les piques s'uneixen entre si amb cable conductor nu de 35mm<sup>2</sup> segons recomana la ITC-BT-18, amb una longitud total de 16m.

A continuació es passa a calcular la resistència de cada pica:

$$R_p = \frac{\rho}{L} \quad (\text{Eq. 25})$$

On:

- $R_p$  = Resistència de la pica

- $\rho$  = resistivitat del terreny de  $500 \Omega \cdot m$

- $L$ : longitud de la piqueta

Substituint valors s'obté el següent resultat:

$$R_p = \frac{500}{2} = 250 \Omega$$

Ara es passarà a fer el càlcul de la resistència de les 4 piques:

$$R_{4p} = \frac{1}{4 * \frac{1}{R_p}} \quad (Eq. 26)$$

$$R_{4p} = \frac{1}{4 * \frac{1}{250}} = 62,5 \Omega$$

Seguidament es passarà a calcular la resistència del conductor nu:

$$R_c = 2 * \frac{\rho}{L} \quad (Eq. 27)$$

$$R_c = 2 * \frac{500}{16} = 62,5 \Omega$$

Finalment es calcula la resistència de les quatre piques i el cable:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_c}} \quad (Eq. 28)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{62,5} + \frac{1}{62,5}} = 31,25 \Omega$$

$$R_{total} < R_{t \text{ màx}}$$

La resistència total és inferior a la màxima admissible, per el que es conclou que la configuració és correcte.

La distància entre les tomes de terra del centre de transformació més proper i les tomes de terra i altres elements conductors enterrats en els locals d'utilització és de més de 15 metres.

### **Posta a terra del tram de CA**

El tram de protecció de corrent alterna és independent del de corrent contínua. Es disposa d'un interruptor diferencial general per a la instal·lació d'una sensibilitat de 300mA (veure càlculs al punt "3.7.4.7. Proteccions"). Per tant, considerant la instal·lació com a local conductor i segons la ITC-BT-18 sobre instal·lacions de posta a terra, es considera que no es poden produir tensions de contacte superiors a 24V. Així doncs, la resistència màxima de terra és:

$$R_{t \text{ màx}} = \frac{V}{I}$$

$$R_{t \text{ màx}} = \frac{24V}{0,3A}$$

$$R_{t \text{ màx}} = 80 \Omega$$

S'opta per una configuració amb geometria de piques alineades i que compleix la condició:

$$R_{total} < R_{t \text{ màx}}$$



Dades de la configuració:

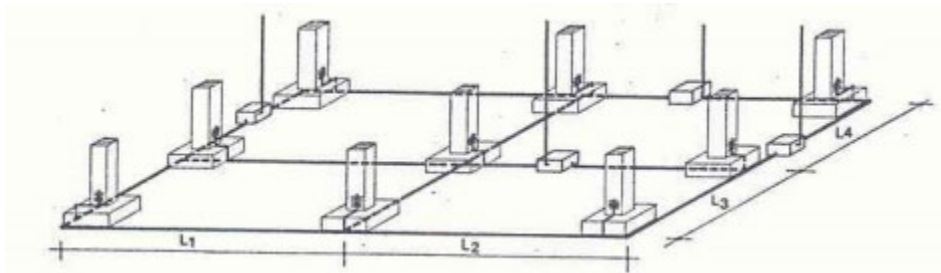
-Distàncies entre piques: 4m

-Número de piques: 4

-Longitud de les piques: 2m

-Profunditat de les piques: 0,8m

Es tria una configuració similar a la que s'ofereix a la ITC-BT-26 amb la següent figura:



Imatge 9 - Proposta de col·locació de les piquetes de terra de la ITC-BT-26

Les piques s'uneixen entre si amb cable conductor nu de 35mm<sup>2</sup> segons recomana la ITC-BT-18, amb una longitud total de 16m.

A continuació es passa a calcular la resistència de cada pica:

$$R_p = \frac{\rho}{L}$$

On:

-Rp = Resistència de la pica

-  $\rho$  = resistivitat del terreny de  $500 \Omega \cdot m$

-L: longitud de la piqueta

Substituint valors s'obté el següent resultat:

$$R_p = \frac{500}{2} = 250 \Omega$$

Ara es passarà a fer el càlcul de la resistència de les 2 piques:

$$R_{4p} = \frac{1}{4 * \frac{1}{R_p}}$$

$$R_{4p} = \frac{1}{4 * \frac{1}{250}} = 62,5 \Omega$$

Seguidament es passarà a calcular la resistència del conductor nu:

$$R_c = 2 * \frac{\rho}{L}$$

$$R_c = 2 * \frac{500}{4} = 250 \Omega$$

Finalment es calcula la resistència de les quatre piques i el cable:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_c}}$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{250} + \frac{1}{62,5}} = 50 \Omega$$

$$R_{total} < R_{t\text{ màx}}$$

La resistència total és inferior a la màxima admissible, per lo que es conclou que la configuració és correcte.

La distància entre les tomes de terra del centre de transformació més proper i les tomes de terra i altres elements conductors enterrats en els locals d'utilització és de més de 15 metres.

### 3.7.4.6. Dimensionament dels tubs

Tots els tubs que s'utilitzaran a la instal·lació estaran fabricats de PVC. Seguint la ITC-BT-21 per a instal·lacions amb canalitzacions aèries o amb tubs a l'aire, el dimensionament d'aquest es realitza mitjançant la següent taula:

Sección nominal de los conductores (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

Taula 65 - Diàmetre exterior equivalent dels tubs (ITC-BT 21)

S'ha de tenir en compte que per dintre el tub hi passaran el cable positiu, el negatiu i el neutre, i en cap cas s'ajuntaran els cables de dos series diferents.

Trams amb secció 6 mm<sup>2</sup> → Tubs de PVC de 25 mm<sup>2</sup>

Trams amb secció 10 mm<sup>2</sup> → Tubs de PVC de 25 mm<sup>2</sup>

Per el tram de AC no s'utilitza tub sinó safates.

### 3.7.4.7. Proteccions

#### Tram de CC

Per protegir l'inversor i la instal·lació de possibles sobreintensitats s'instal·laran fusibles per a cada string i s'instal·len tant al cable positiu com al negatiu. També s'instal·larà un seccionador per tal de poder tallar el circuit i un protector de sobreintensitats.

A continuació es calcularà el fusible necessari per a cada sèrie de 22 i 23 panells (abans de la connexió en paral·lel):

En aquests trams tenim una secció de cable de 6 mm<sup>2</sup>, amb una intensitat màxima admissible de 30 A.

La intensitat de tall del fusible ha de ser superior a la intensitat nominal de les plaques, però ha de ser menor a la màxima admissible per els conductors.

$$I_{N,P} < I_{T,F} < I_{M,C} \quad (\text{Eq. 29})$$

$$10.34 < I_{T,F} < 30$$

Per tant, en aquests trams és necessari un fusible de **15 A** i amb un voltatge nominal de 1200V.

A continuació es calcularà el seccionador necessari per al cable d'entrada a cada MPPT (després de la connexió dels strings en paral·lel):

En aquest tram tenim una secció de cable de 10 mm<sup>2</sup>, amb una intensitat màxima admissible de 40 A.

La intensitat de tall del seccionador ha de ser superior a la intensitat nominal de les sèries en paral·lel i major de la intensitat admissible per el cable. Al trobar-se dues sèries en paral·lel, la intensitat procedent de les plaques es veu multiplicada per dos.

$$I_{N,P} < I_{T,S} > I_{M,C} \quad (\text{Eq. 30})$$

$$27,5 < I_{T,F} > 40$$

Per tant, en aquests trams serà necessari un seccionador de **63 A**.

### **Tram de CA**

#### Interruptor automàtic - Magnetotèrmic:

Es tracta d'un interruptor magnetotèrmic que funciona amb corrent alterna.

Pel càlcul de la intensitat de tall d'aquest interruptor és necessari calcular el corrent màxim admissible per els conductors i la intensitat nominal de funcionament que té l'inversor.

En aquest tram tenim una secció de cable de 95 mm<sup>2</sup>, amb una intensitat màxima admissible de 207 A.

La intensitat nominal de funcionament de l'inversor és de 180,42A.

Així doncs, la intensitat de tall del magnetotèrmic serà:

$$I_{N,I} < I_{T,M} < I_{M,C} \quad (\text{Eq. 31})$$

$$180,42 < I_{T,M} < 207$$

Per tant, en aquest tram és necessari un magnetotèrmic de **200 A**.

Diferencial:

Proporciona protecció a les persones contra descàrregues elèctriques, tant per contactes directes com indirectes, i també protecció a la instal·lació ja que detecta fuites a terra mesurant el corrent que circula per els conductors. S'utilitzarà un diferencial de la mateixa potència que el magnetotèrmic que protegeix la sortida de l'inversor, de **200A i una sensibilitat de 300mA**.

Sobretensions:

S'instal·la un protector contra sobretensions transitòries tipus II en quadre elèctric de corrent contínua i corrent alterna.

### **3.7.4.8. Prescripcions locals mullats**

Citació de la pàgina 3 de la ITC-BT-030 del punt "2.INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS":

"Se considerarán como locales o emplazamientos mojados los lavaderos públicos, las fábricas de apresto, tintorerías, etc., así como las instalaciones a la intemperie."

El local on es realitzarà la instal·lació serà dedicada exclusivament per contenir el material per a la instal·lació solar,i per tant no entra dins dels paràmetres exigibles.

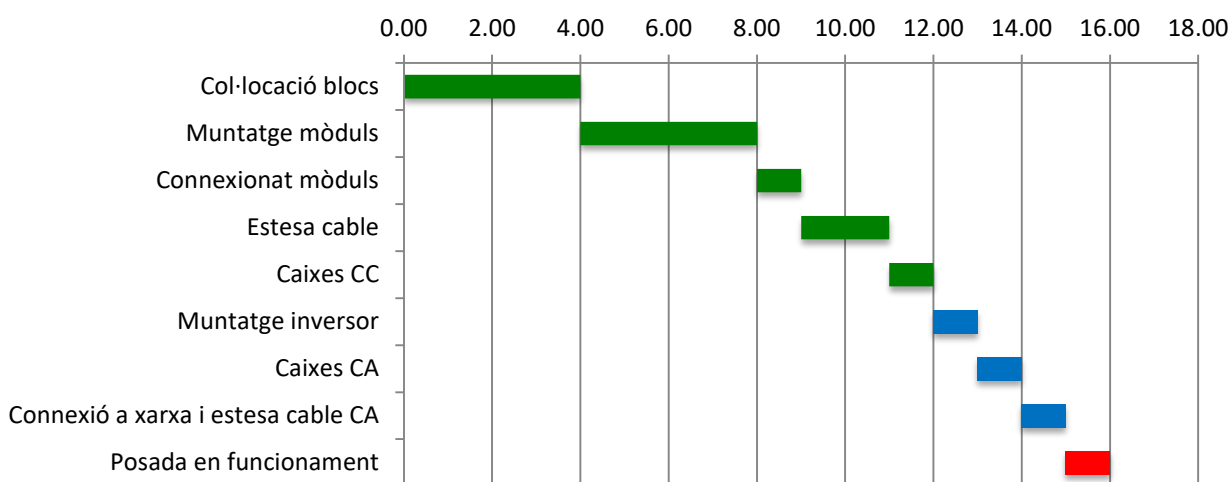
### 3.8. Planificació, pressupost i estudi tècnic-econòmic

#### 3.8.1. Planificació

La instal·lació del camp fotovoltaic es farà amb una previsió de 16 dies naturals tal i com mostra el diagrama de Gantt.

La data d'inici de la instal·lació és 08/01/2020 i la previsió de la data d'acabament és del 29/01/2020.

#### Diagrama de Gantt del muntatge de la instal·lació



Taula 66 - Diagrama de Gantt del muntatge de la instal·lació (E.P.)

### 3.8.2. Pressupost

El pressupost de la instal·lació total serà de noranta-set mil tres-cents cinquanta-tres euros (97.353,00€).

Aquest és un apartat que es demana desenvolupar per a un projecte, però el pressupost desglossat es pot trobar al document "PRESSUPOST".

A continuació es presenten les principals dades que s'utilitzaran per poder fer la simulació de l'estudi econòmic-financer.

DADES PRINCIPALS	
Potència instal·lada (W)	108.000
Preu unitari del Watt (€/W) IVA inclòs	1,09
Preu del kWh a pagar (€/kWh)	0,17586
Preu unitari del Watt (€/W) sense IVA	0,9

Taula 67 - Dades principals (E.P.)

### 3.8.3. Estudi tècnic-econòmic

Aquest és un apartat que es demana desenvolupar per a un projecte però l'estudi tecnològic econòmic es troba desenvolupat als apartats "2.9 QUADRE D'AMORTITZACIÓ" i "2.10 RESULTATS".



## **3.9. Estudi bàsic de Seguretat i Salut**

### **3.9.1. Objecte**

El present estudi de Seguretat i Salut té com a objectiu establir les bases per a disminuir els riscos d'accidents laborals i malalties professionals, així com la minimització de les conseqüències dels accidents que es puguin produir.

Aquest estudi s'ha elaborat en compliment del Reial Decret 1627/97, del 24 d'Octubre, "Disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció". El Reial Decret estableix els criteris de planificació, control i desenvolupament dels mitjans i mesures de Seguretat i Higiene que s'han de tenir presents en l'execució dels projectes de construcció.

### **3.9.2. Abast**

Les mesures contemplades en aquest estudi cobreixen tots els estudis a realitzar en aquest projecte i són d'obligat compliment per a totes aquelles persones de les diferents organitzacions que participin en l'execució de les diferents feines a realitzar.

### **3.9.3. Dades de l'obra**

Tipus d'obra: Execució d'una instal·lació solar fotovoltaica.

Situació: Ds afores polígon 5 parcel·la 209.

Població: 17773 Pontós. Girona

Tècnic projectista: Pau Viella Andreu

### **3.9.4. Descripció de l'obra**

Execució de l'obra d'una instal·lació fotovoltaica de 108 kW, amb una tensió nominal a la xarxa elèctrica de 400V.

Les activitats principals a realitzar seran: Transport de material, instal·lació de la perfil·leria, col·locació dels mòduls solars, instal·lació del cablejat fins al punt de connexió amb l'inversor, connexionat i posada en marxa.

### **3.9.5. Anàlisi de riscos**

Analitzem a continuació els riscos previsibles inherents a les activitats d'execució previstes, així com les derivades de l'ús de maquinària, medis auxiliars i manipulació d'instal·lacions, màquines o eines elèctriques.

#### **3.9.5.1. Riscos generals**

S'entenen com a riscos generals aquells que poden afectar a qualsevol treballador independentment de quina sigui la seva funció. A continuació els enumerem:

- Atropament per bolcada de vehicles, màquines o equips.
- Atropament entre objectes.
- Atropellament o cops per un vehicle.
- Lesions amb eines de treball a qualsevol part del cos.
- Lesions amb materials a qualsevol part del cos.
- Caigudes d'objectes o components sobre persones.
- Caiguda de persones des del mateix nivell.
- Caiguda de persones des de diferents nivells.
- Desplaçament o despreniment del terreny.
- Picades i lesions produïdes per animals.
- Pols i projeccions de partícules als ulls.
- Sobreesforços.
- Torcediments a mans i peus.

- Cremades per temperatures elevades.
- Exposició a descàrregues elèctriques.

### **3.9.5.2. Riscos específics**

En aquest apartat es fa referència a aquells riscos que són propis de l'activitat i només afecten al personal que les realitza. Aquest personal està exposat als punts mencionats al apartat de "Riscos generals", més els específics que es comenten a continuació.

- Transport i manipulació de materials a l'obra:
  - Despreniment o caiguda de la càrrega, o part d'ella per ser excessiva o mal subjectada.
  - Cops contra material que sobresurt.
  - Topades contra altres vehicles o màquines.
  - Cops o enganxades de la càrrega amb objectes, instal·lacions, cablejat etc.

-Transport de personal:

- Atropellaments, col·lisions i bolcades amb vehicles i maquinaria.
- Cops de la càrrega amb instal·lacions o cablejats.
- Avria del vehicle (frens, direcció..).

-Riscos produïts per agents atmosfèrics adversos:

Es parlarà la instal·lació, segons l'establert en la normativa vigent de seguretat i sempre que les condicions ho exigeixin. Es tindran molt en compte les condicions de pluja i vent en treballs d'altura i elèctrics.

-Riscos per caigudes d'altura:

- Desplaçaments de l'estructura.
- Ascens i descens a l'estructura.
- Ús inadequat del cinturó.

-Manipulació de maquinària:

-Cops contra parts sortints.

-Aixafament o apresonament de persones per moviments incontrolables de maquinària.

-Instal·lació i connexió dels components elèctric de la instal·lació:

-Contacte directe amb línies i connexions elèctriques.

-Contactes elèctrics indirectes.

-Incendi per efecte elèctric.

### **3.9.6. Mesures preventives**

Per disminuir els riscos previstos a l'apartat anterior, s'ha d'actuar sobre els factors que, per separat o en conjunt, determinen les causes que produeixen els accidents. Aquest són el factor humà i el factor tècnic.

L'actuació sobre el factor humà, basada fonamentalment en la formació, mentalització i informació de tot el personal que participi en els treballs del present projecte. Pel que fa a l'actuació sobre el factor tècnic, s'actuarà bàsicament en els següents aspectes:

-Proteccions col·lectives.

-Proteccions personals.

En base als riscos previsibles enunciats en el punt anterior, s'analitza a continuació les mesures previstes en cada un d'aquests camps.

### 3.9.6.1. Proteccions col·lectives

- Aplicació del sistema de dispositius de protecció contra caigudes d'ascens i descens.
- Comprovar absència de tensió mitjançant tester.
- Senyalització de zones perilloses.
- Extintors als vehicles.
- Escales de mà.
- Avisador acústic de maquinària.
- Cinturons portaeines.
- Cinturons de seguretat.
- Tota elevació de material es realitzarà mitjançant grua.
- Casca homologat, botes de seguretat, guants aïllants
- Acotament i senyalització de la zona on existeixi el risc de caiguda d'objectes.
- Es mantindran ordenats els cables i materials per evitar caigudes.
- Les restes de materials es retiraran periòdicament.
- Les eines elèctriques constaran de l'aïllament corresponent.
- Tots els conductors elèctrics utilitzats, així com les seves connexions, hauran d'estar correctament aïllats segons marca el REBT.
- Es prescindirà sempre que sigui possible de realitzar treballs amb tensió elèctrica als cables.
- En cas de la necessitat inevitable de manipulacions elèctriques amb tensió, haurà de fer-se amb guants de protecció elèctrica classe I, botes de seguretat aïllants classe I i proteccions oculars classe D.
- Els conductors si van pel terra, no es trepitjaran ni es col·locaran materials sobre ells, protegint-los adequadament al travessar zones de pas.
- Es senyalitzarà la situació on hi ha instal·lats equips elèctrics.
- Els elements i les condicions de muntatge dels components elèctrics de tota la instal·lació hauran de complir el REBT així com les seves corresponents Instruccions Tècniques Complementàries.

### **3.9.6.2. Proteccions específiques**

Pels riscos específics s'utilitzen proteccions personals com són els cascs, guants aïllants, botes de seguretat... i el mètode de la línia de vida sempre que sigui necessari.

-Proteccions personals:

-Casc de protecció.

-Botes de seguretat.

-Guants aïllants.

-Roba de treball impermeable.

-Cinturó de seguretat.

-Peto de treball.

-Línia de vida:

No és necessari el muntatge d'una línia de vida, ja que no es tracte d'una instal·lació sobre teulada sinó directe sobre el terreny.

### **3.9.7. Assistència d'accidentats**

L'atenció i tractament als possibles accidentats serà dut a terme per la mútua d'accidents privada que assegura l'empresa.

Es disposarà d'una farmaciola d'emergència a l'obra per tal de socórrer petites incidències com talls, cremades.. o per donar els primers auxilis en cas d'accidents més greus.

### **3.9.8. Coordinador de Seguretat i Salut**

La designació dels coordinadors en l'elaboració del projecte i en l'execució de l'obra, haurà de desenvolupar les següents funcions:

-Coordinar l'aplicació dels principis generals de prevenció i seguretat.

- Coordinar les activitats de l'obra per garantir que les empreses i personal actuant apliquin de manera coherent i responsable els principis de l'acció preventiva que es reconeixen en

l'article 15 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals durant l'execució de l'obra, i en particular, en les activitats a que es refereix l'article 10 del RD1627/1997.

- Organitzar la coordinació d'activitats empresarials previstes en l'article 24 de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals.
- Coordinar les accions i funcions de control de l'aplicació correcta dels mètodes de treball.
- Adoptar les mesures necessàries per que només les persones autoritzades puguin accedir a l'obra.

La Direcció Facultativa assumirà aquestes funcions quan no fos necessària la designació del coordinador.

### **3.9.9. Formació del personal**

Tot el personal abans de començar les seves tasques, assistirà a una xerrada en la que serà informat dels riscos que comporta la seva feina i de les mesures preventives que existeixen per evitar-los, i que són d'obligat compliment.

Aquells treballadors que estiguin exposats a uns riscos específics de la seva feina, rebran una formació especial dirigida per el coordinador de Seguretat i Salut.

Entre els temes més importants a tractar en aquestes xerrades es troben:

- Riscos elèctrics.
- Treballs en altura.
- Ús de maquinària i eines.
- Transport de mercaderies.
- Línia de vida.

## **4. RESUM DEL PRESSUPOST**

El pressupost d'execució en funció del factor de càrrega seleccionat, per a la instal·lació de un punt de recàrrega i un camp solar de 108kWp per a poder-lo alimentar puja a la quantitat, sense IVA, de CENT TRENTA-DOS MIL SET-CENTS TRENTA-VUIT euros (132.738,00€).



## 5. CONCLUSIONS

La primera part de la present memòria desenvolupa un avantprojecte sobre l'estudi de viabilitat per a la implementació d'una Electrolinera alimentada amb mòduls fotovoltaics a la N-II entre Figueres i Girona (concretament a la sortida del municipi de Bàscara), del qual s'extrauran una sèrie de conclusions en aquest apartat. La segona part de la present memòria desenvolupa el projecte tècnic per a la instal·lació dels mòduls fotovoltaics, del qual no s'extrauran conclusions al tractar-se d'una part per a la descripció, dimensionament i inclusió de la informació necessària per a una òptima instal·lació.

Primerament, destacar que la introducció dels panells fotovoltaics per a alimentar la Electrolinera, donen un valor afegit molt important ja que permet abaratir molt significativament els costos anuals en quan a obtenció d'energia.

Tal i com s'ha vist al punt "2.10.1 Resultats amb factor de càrrega 0%", si es vol vendre l'energia a un preu per a que suposi un benefici per al consumidor respecte a una recàrrega al seu propi domicili i no es disposa d'un camp solar per alimentar l'Electrolinera i vendre l'energia que aquesta no consumeixi, pràcticament segur que acabarà essent un negoci deficitari.

Els primers anys de funcionament de l'Electrolinera no es generaran molts ingressos derivats de la recàrrega de vehicles elèctrics sinó que la majoria vindrà de la venda d'energia. Podria ser millor esperar a fer la inversió a que el sector del vehicle elèctric hagi augmentat, però si es fa a partir del 2020 es pot esdevenir una de les primeres estacions per a recàrrega de vehicles elèctrics que es troba a una carretera no urbana, i per tant una estació de referència. A més, que tot i haver-hi un baix consum de l'Electrolinera els primers anys, el global de la instal·lació genera beneficis i no necessita de l'atenció de personal per al seu funcionament que pugui suposar un cost afegit.

Veient els resultats obtinguts a l'apartat "2.10 RESULTATS" es veu que el factor de càrrega òptim de cares a obtenir un retorn de la inversió més curt (encara que sigui per molt poc), és del 20%. A partir que s'augmenta el factor de càrrega fins a un valor del 100% augmenta, tot i que molt poc (fins a 1 any en el cas d'un factor de càrrega del 100%), el valor del retorn de la inversió. En quant al VAN, va augmentant a mesura que s'augmenta el factor de càrrega.

En quant al resultat és molt positiu ja que s'ha aconseguit donar viabilitat a tots els casos d'estudi (amb major o menor evolució del cotxe elèctric, percentatge de parades i factor de càrrega) amb un preu que suposaria un benefici per al consumidor respecte a una possible recàrrega al propi domicili. S'ha de tenir en compte que actualment hi ha punts de recàrrega que són gratuïts (pàrkings privats i algunes gasolineres), però a les gasolineres per les quals la recàrrega de vehicles elèctrics és una via de negoci més, el preu ronda els 0,446€/kWh amb impostos (preu extret de la gasolinera Repsol de Celrà al mes d'Agost de 2019) per a recàrregues ràpides, que és aproximadament uns 0,35€/kWh sense impostos. Això significa que s'ha aconseguit donar viabilitat a un projecte disminuint el preu de venda del servei ofert a pràcticament una tercera part, fet que significa un gran avantatge competitiu respecte la competència.

Finalment, si el projecte es porta a terme s'ha decidit triar un factor de càrrega del 20% ja que s'ha volgut ser molt crític amb la possible evolució del sector del vehicle elèctric i del sector fotovoltaic. En el cas que el projecte acabés no sent viable, seria la opció que generaria menys pèrdues, a més de ser la opció que requereix una menor inversió inicial respecte les altres dues opcions que ofereixen un pay-back similar.

En quant al projecte tècnic, es conclou que s'ha pogut desenvolupar correctament segons la normativa que demana la Generalitat de Catalunya.

## **6. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Els documents que formen part del present projecte són:

- Document 1. Memòria i annexos
- Document 2. Plànols
- Document 3. Plec de condicions
- Document 4. Estat d'amidaments i pressupost

## 7. BIBLIOGRAFIA

- QUEROL I NOGUERA, JOSEP MARIA. Manual de mesurament i avaluació del soroll. Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient, 1994.

-ITC-BT-18. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a proteccions, instal·lacions de posta a terra, Octubre 2005.

-ITC-BT-19. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a instal·lacions interiors, prescripcions generals instal·lacions interiors o receptores, Febrer 2009.

-ITC-BT-21. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a instal·lacions interiors, tubs i canals protectores, Setembre 2003.

-ITC-BT-24. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a instal·lacions interiors, tubs i canals protectores, Setembre 2003.

-ITC-BT-26. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a instal·lacions interiors, tubs i canals protectores, Setembre 2003.

-ITC-BT-30. MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ, Guia tècnica de aplicació per a instal·lacions interiors, tubs i canals protectores, Febrer 2009.

-CTE DB SE-AE. MINISTERI DE FOMENT, codi tècnic de l'edificació, document bàsic de seguretat estructural per a accions a l'edificació, Abril 2009.

-Consulta de les dades cadastrals de l'espai on es vol ubicar l'Electrolinera i el camp solar. Consultada el 23 de Març de 2019. Accessible a: [www.sedecatastro.gob.es](http://www.sedecatastro.gob.es)

-Consulta del parc automobilístic Espanyol al web de la Direcció General de Trànsit (DGT). Consultada el 15 de maig de 2019. Accessible a: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas>.

- Consulta d'informació als mapes de carreteres per províncies al web del Ministeri de Foment. Consultada el 17 de Maig de 2019. Accessible a: [www.fomento.es/recursos\\_mfom/paginabasica/recursos](http://www.fomento.es/recursos_mfom/paginabasica/recursos).
  
- Consulta del temps de recàrrega mig per a un punt de recàrrega ràpid al web de Circutor. Consultada el 17 de Maig de 2019. Accessible a: [www.circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/aplicaciones/estacion-de-carga-rapida](http://www.circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/aplicaciones/estacion-de-carga-rapida).
  
- Consulta de l'evolució del vehicle elèctric des de 2014 fins a 2018 al web DBK Informa Observatorio Digital. Consultada el 18 d'Abril de 2019. Accessible a: [www.dbk.es](http://www.dbk.es)
  
- Consulta sobre la resistència del conjunt bloc i placa solar a les accions del vent als documents de Pretensados Duran. Consultada el 25 d'Agost de 2019. Accessible a "Estudio de cargas soportadas por pieza para soporte de paneles solares".

## ANNEX A

En aquest annex s'explicarà la fórmula que s'ha utilitzat per a la simulació del consum. Aquesta fórmula va en funció dels vehicles que es paren i contempla els següents quinze escenaris:

- 1 punt de recàrrega i para una mitjana de menys de 1 cotxe/30min.
- 1 punt de recàrrega i para una mitjana de entre 1 i 2 cotxes/30min.
- 1 punt de recàrrega i para una mitjana de més de 2 cotxes/30min.
- 2 punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 2 cotxes/30min.
- 2 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 2 i 3 cotxes/30min.
- 2 punts de recàrrega i para una mitjana de més de 3 cotxes/30min.
- 3 punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 3 cotxes/30min.
- 3 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 3 i 4 cotxes/30min.
- 3 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min.
- 3 punts de recàrrega i para una mitjana de més de 5 cotxes/30min.
- 4 punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 4 cotxes/30min.
- 4 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min.
- 4 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 5 i 6 cotxes/30min.
- 4 punts de recàrrega i para una mitjana de entre 6 i 7 cotxes/30min.
- 4 punts de recàrrega i para una mitjana de més de 7 cotxes/30min.

### A.1. Un punt de recàrrega i para una mitjana de menys de 1 cotxe/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Un punt de recàrrega amb dos sortides. Es considera que al haver-hi menys de 1 vehicle s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{50 * n}{2} \quad (Eq. 32)$$

On:

50 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



## A.2. Un punt de recàrrega i para una mitjana de entre 1 i 2 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Un punt de recàrrega del qual s'utilitzen les dos sortides a diferència del cas anterior, i això s'ha de tenir en compte a la fórmula. Al haver-hi més de un cotxe i només dues sortides s'hauran d'utilitzar les dues donant un total de 93kW (50kW+43kW). Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{93 * n}{2 * 2} \quad (Eq. 33)$$

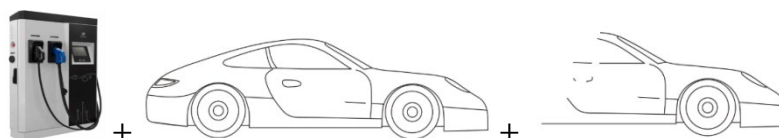
On:

93 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.

/2 = nº de sortidors disponibles per punt de recàrrega.



### A.3. Un punt de recàrrega i para una mitjana de més de 2 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Un punt de recàrrega del qual s'utilitzen les dos sortides al igual que al cas anterior. Al haver-hi més de dos cotxes i només dos sortides s'hauran d'utilitzar les dues constantment donant un total de 93kW (50kW+43kW). Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{93 * n}{2 * 2}$$

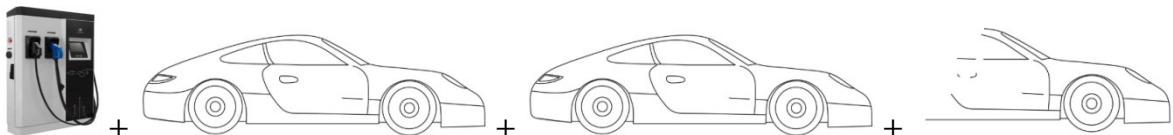
On:

93 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.

/2 = nº de sortidors disponibles per punt de recàrrega.



### A.4. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 2 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Dos punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi menys de 2 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:



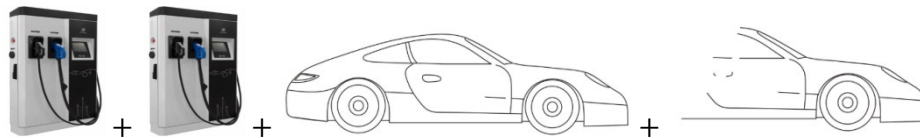
$$Consum = \frac{50 * n}{2}$$

On:

50 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



#### A.5. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de entre 2 i 3 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Dos punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 2 i 3 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el tercer vehicle utilitzarà la sortida de 43kW de un dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 2 + 43}{3} \quad (Eq. 34)$$

On:

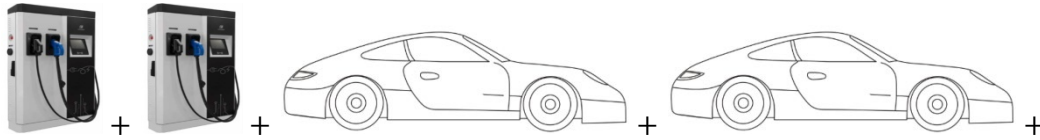
50\*2 = potència de sortida dels dos primers sortidors utilitzats.

43 = potència de sortida del tercer sortidor utilitzat.

/3 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.6. Dos punts de recàrrega i para una mitjana de més de 3 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Dos punts de recàrrega dels quals s'utilitzen les dues sortides, i això s'ha de tenir en compte a la fórmula. Al haver-hi més de 3 cotxes i només quatre sortides s'hauran d'utilitzar les quatre donant un total de 93kW (50kW+43kW). Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{93 * n}{2 * 2}$$

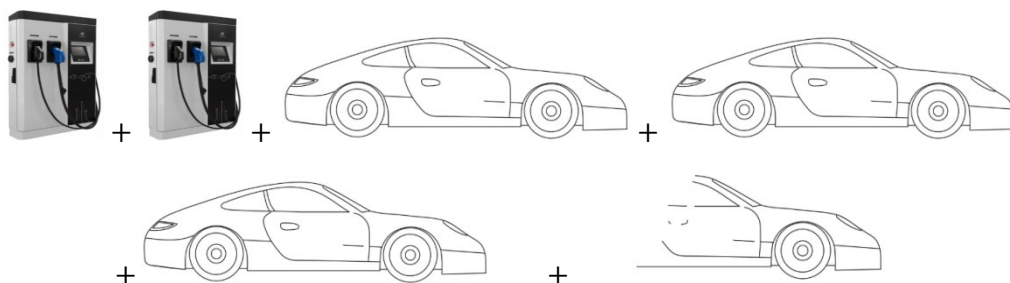
On:

93 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.

/2 = nº de sortidors disponibles per cada punt de recàrrega.



### A.7. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 3 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Tres punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi menys de 3 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

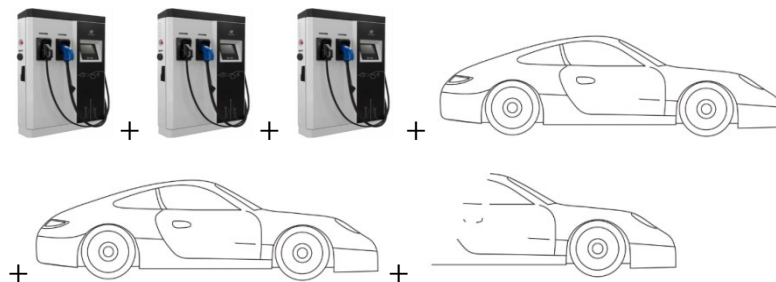
$$Consum = \frac{50 * n}{2}$$

On:

50 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.8. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de entre 3 i 4 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Tres punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 3 i 4 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el quart vehicle utilitzarà la sortida de 43kW de un dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 3 + 43}{2} \quad (Eq. 35)$$

On:

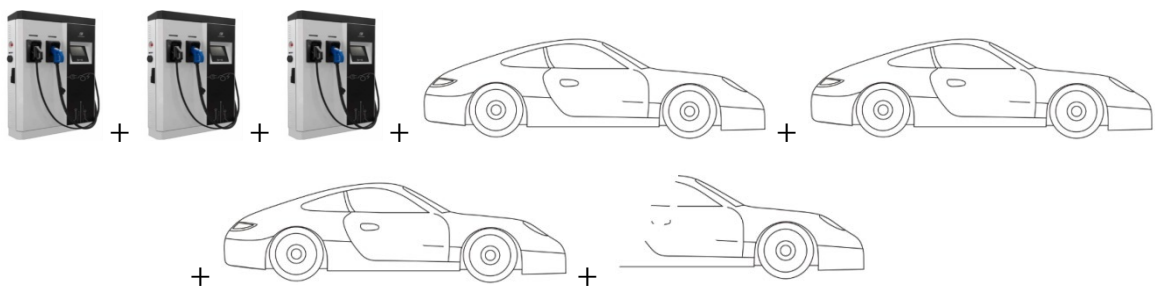
50\*3 = potència de sortida dels tres primers sortidors utilitzats.

43 = potència de sortida del quart sortidor utilitzat.

/4 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.9. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Tres punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 4 i 5 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el quart i cinquè vehicle utilitzaran la sortida de 43kW de dos dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 3 + 43 * 2}{5} \quad (Eq. 36)$$

On:

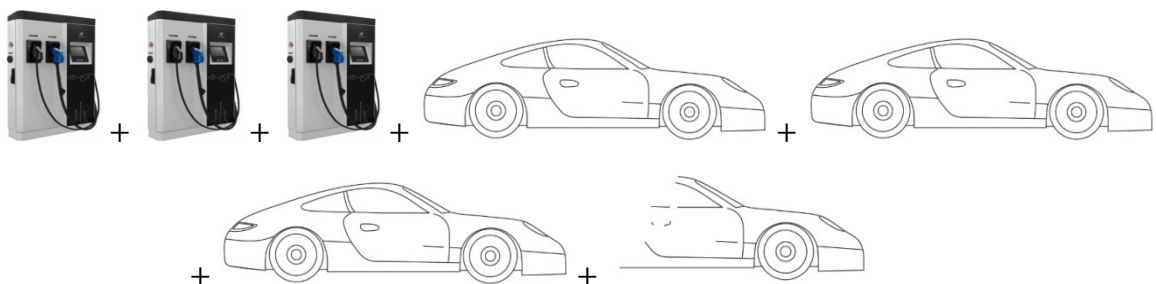
50\*3 = potència de sortida dels tres primers sortidors utilitzats.

43\*2 = potència de sortida del quart i cinquè sortidors utilitzats.

/5 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.10. Tres punts de recàrrega i para una mitjana de més de 5 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Tres punts de recàrrega dels quals s'utilitzen les dues sortides, i això s'ha de tenir en compte a la fórmula. A l'haver-hi més de 5 cotxes i només sis sortides s'hauran d'utilitzar les sis donant un total de 93kW (50kW+43kW). Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{93 * n}{2 * 2}$$

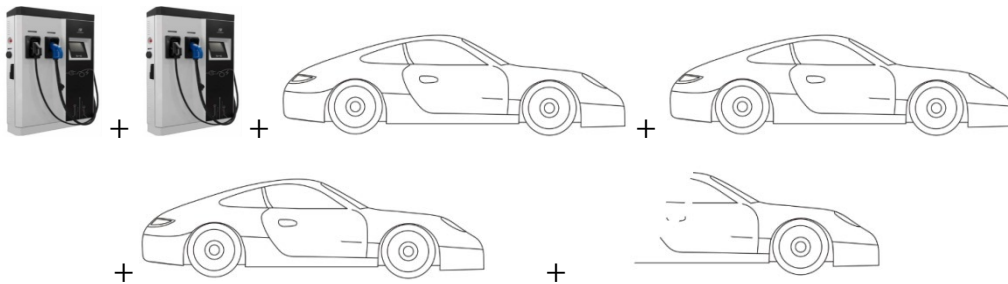
On:

93 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.

/2 = nº de sortidors disponibles per cada punt de recàrrega.



### A.11. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de menys de 4 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Quatre punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi menys de 4 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

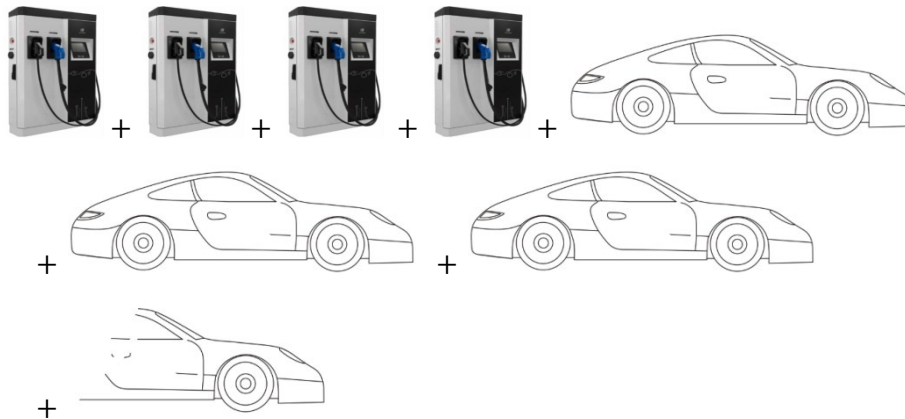
$$Consum = \frac{50 * n}{2}$$

On:

50 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.12. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 4 i 5 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Quatre punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 4 i 5 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el cinquè vehicle utilitzarà la sortida de 43kW de un dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 4 + 43}{2} \quad (Eq. 37)$$

On:

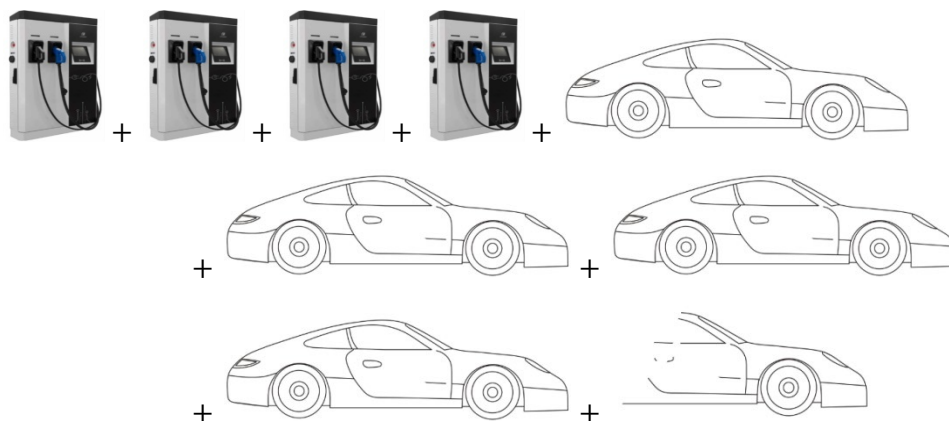
50\*4 = potència de sortida dels quatre primers sortidors utilitzats.

43 = potència de sortida del cinquè sortidor utilitzat.

/5 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.





### A.13. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 5 i 6 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Quatre punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 5 i 6 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el cinquè i sisè vehicle utilitzaran la sortida de 43kW de dos dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 4 + 43 * 2}{2} \quad (Eq. 38)$$

On:

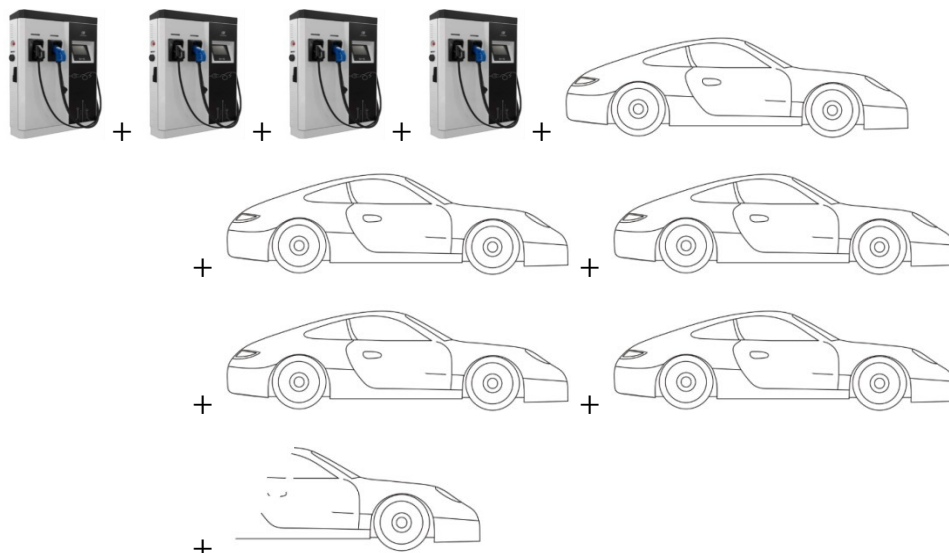
50\*4 = potència de sortida dels quatre primers sortidors utilitzats.

43\*2 = potència de sortida del cinquè i sisè sortidors utilitzats.

/6 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.14. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de entre 6 i 7 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Quatre punts de recàrrega amb dues sortides cadascun. Es considera que a l'haver-hi entre 6 i 7 vehicles s'utilitzarà sempre la sortida de 50kW de cada punt i el cinquè, sisè i setè vehicle utilitzaran la sortida de 43kW de tres dels punts de recàrrega instal·lats. Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = n * \frac{50 * 4 + 43 * 3}{\frac{7}{2}} \quad (Eq. 39)$$

On:

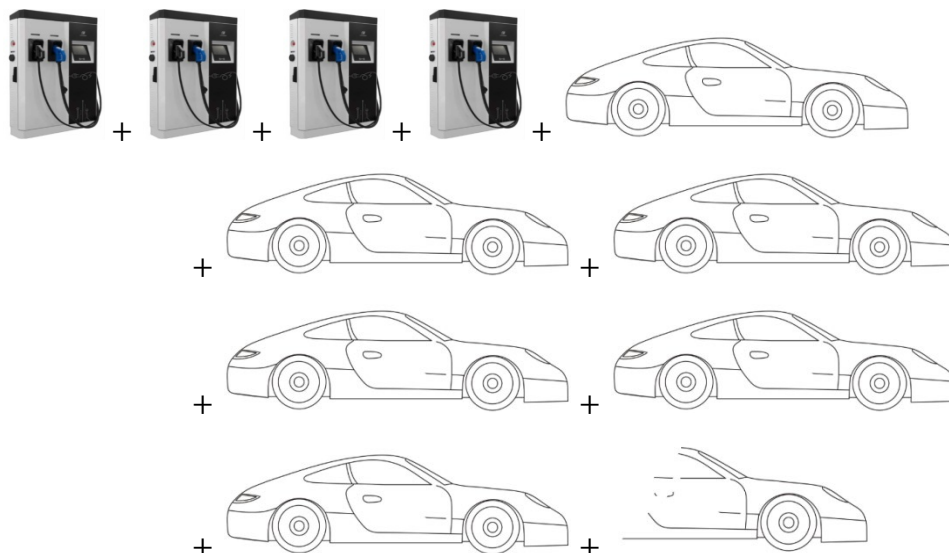
50\*4 = potència de sortida dels quatre primers sortidors utilitzats.

43\*3 = potència de sortida del cinquè, sisè i setè sortidors utilitzats.

/7 = nº sortidors disponibles per a la recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.



### A.15. Quatre punts de recàrrega i para una mitjana de més de 7 cotxes/30min

Per a aquesta opció tenim:

- Quatre punts de recàrrega dels quals s'utilitzen les dues sortides, i això s'ha de tenir en compte a la fórmula. A l'haver-hi més de 7 cotxes i només vuit sortides s'hauran d'utilitzar les vuit donant un total de 93kW (50kW+43kW). Així doncs el consum cada 30min per aquest escenari és:

$$Consum = \frac{93 * n}{2 * 2}$$

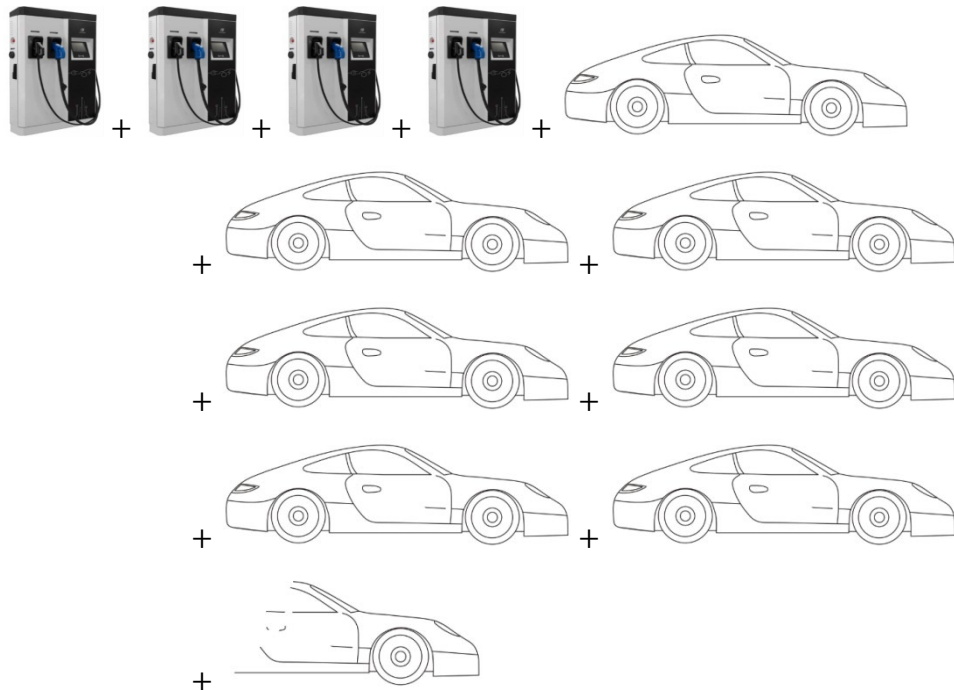
On:

93 = potència de sortida del punt de recàrrega.

n = nombre de vehicles que paren.

/2 = duració de la recàrrega de mitja hora.

/2 = nº de sortidors disponibles per cada punt de recàrrega.



## **ANNEX B**

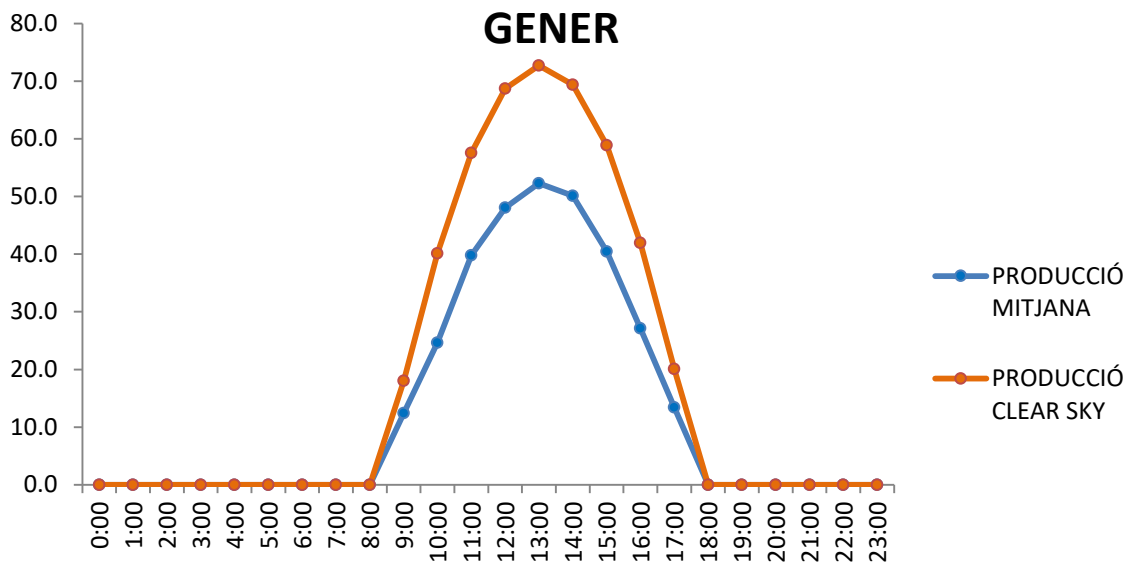
### **B.1. Gràfiques de producció de 1kWp al primer any de funcionament**

En aquest apartat es representarà les gràfiques de producció per a 1kWp al seu primer any de funcionament. S'haurà de diferenciar entre les dos següents gràfiques:

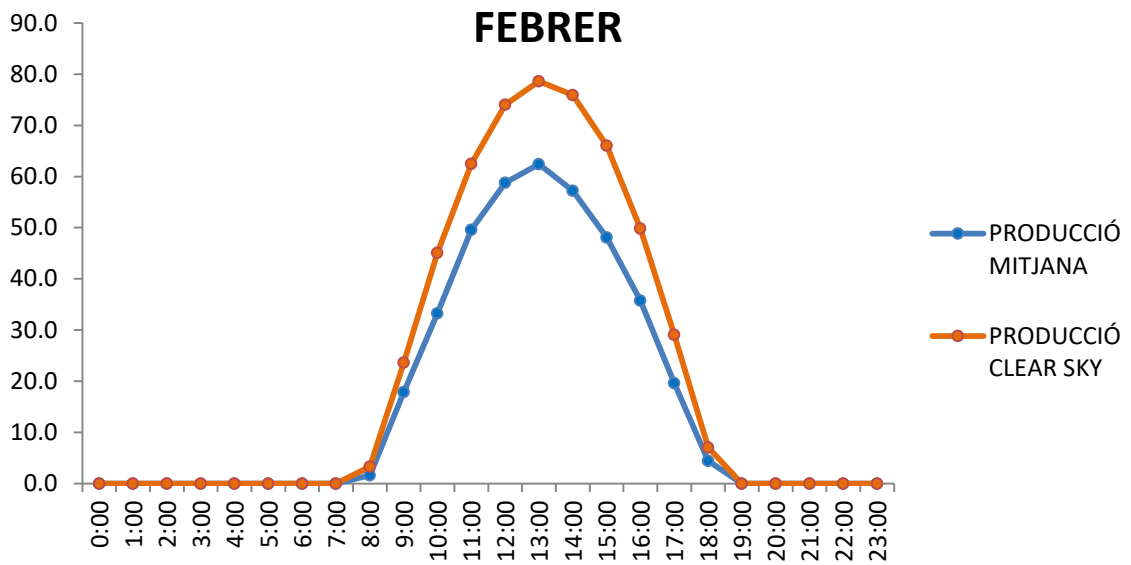
-Producció mitjana: representa la producció mitjana horària per a aquell mes.

-Producció Clear Sky: representa la producció mitjana horària per a un dia que no hi hagi núvols.

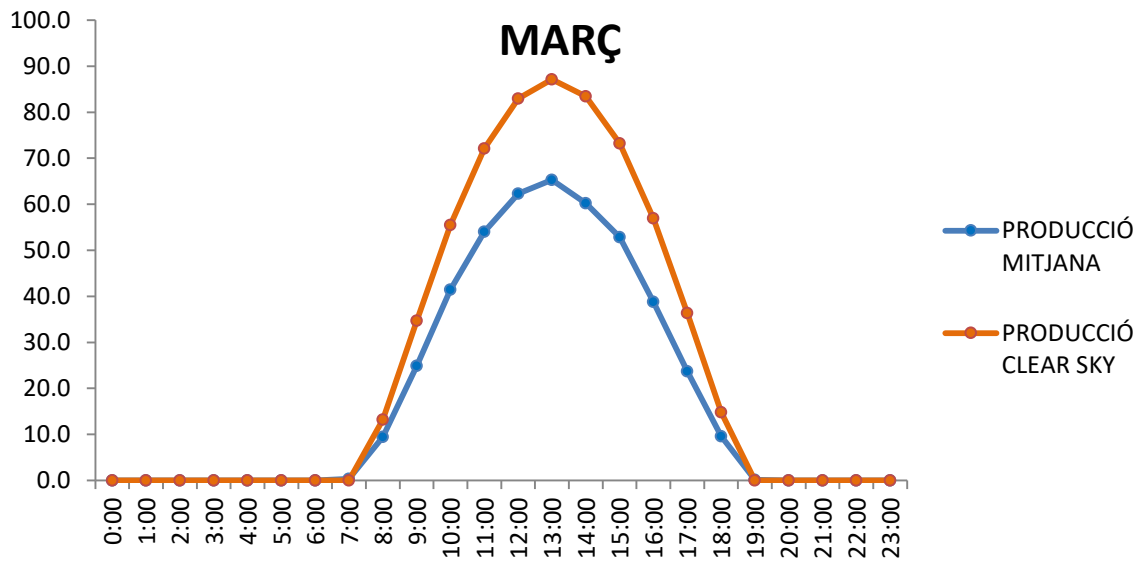
La primera gràfica fa una mitjana de la producció mensual incloent els dies que hi ha mal temps i se'n veu afectada la producció. En canvi, la segona ens permet veure quina serà la producció en un dia "ideal" on no trobem núvols ni cap impediment perquè la radiació solar arribi directament a les plaques.



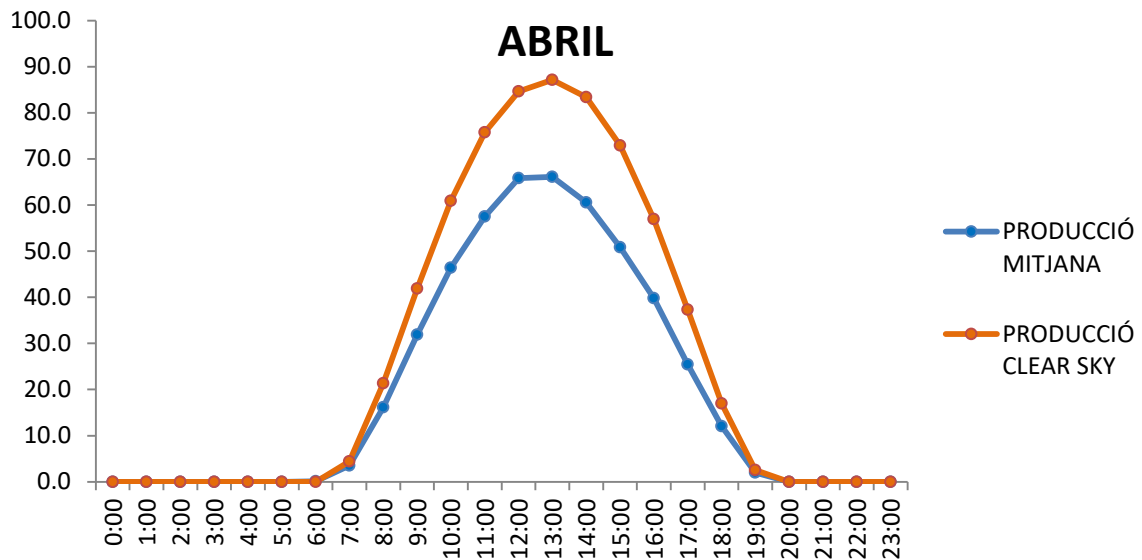
Gràfic 27 - Producció Gener (E.P.)



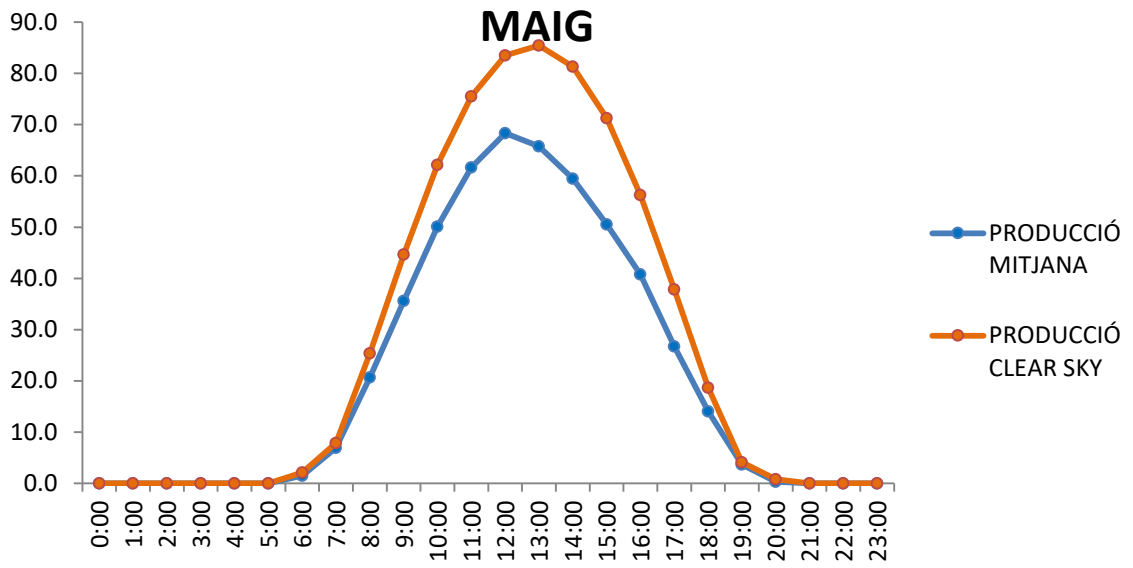
Gràfic 28 - Producció Febrer (E.P.)



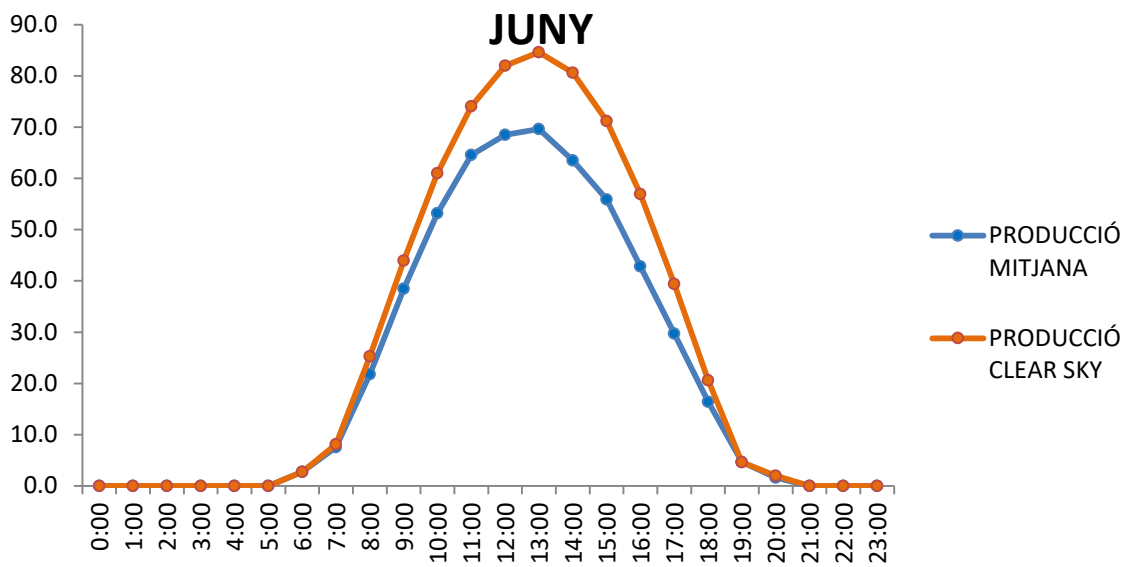
Gràfic 29 - Producció Març (E.P.)



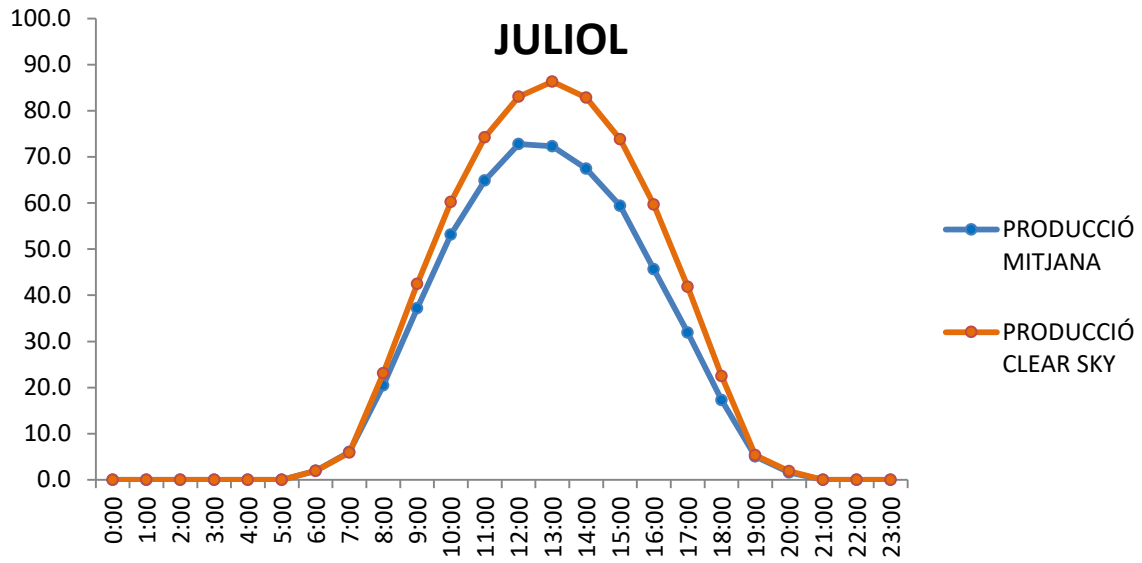
Gràfic 30 - Producció Abril (E.P.)



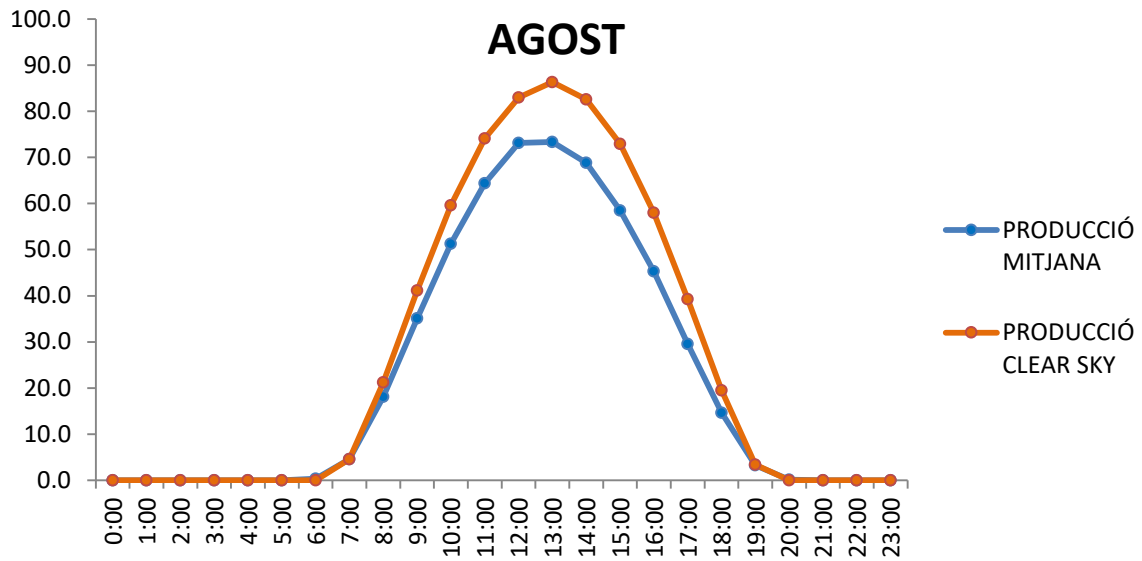
Gràfic 31 - Producció Maig (E.P.)



Gràfic 32 - Producció Juny (E.P.)

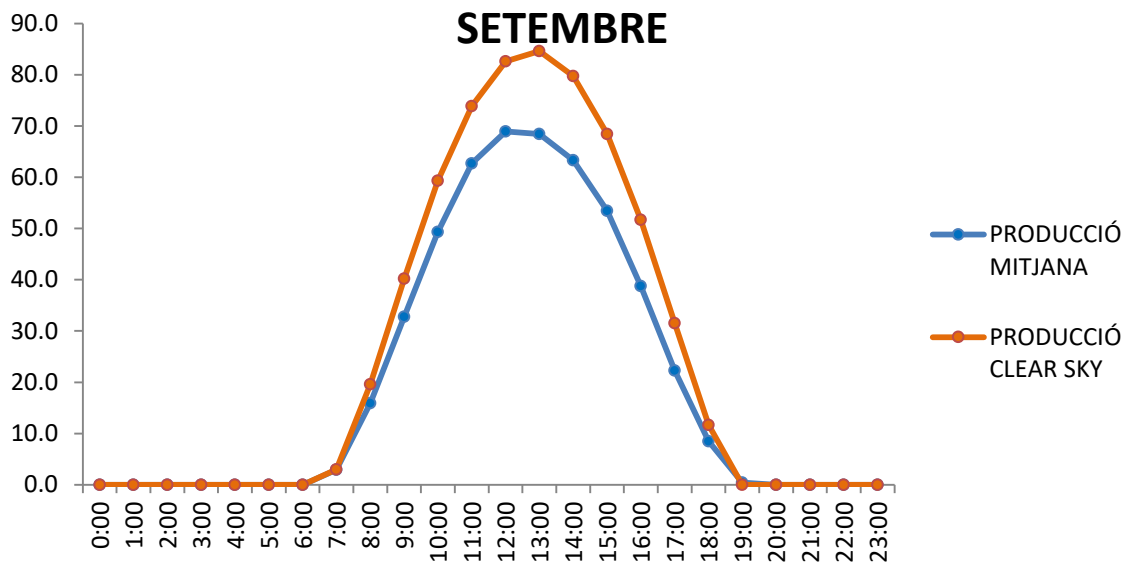


Gràfic 33 - Producció Juliol (E.P.)

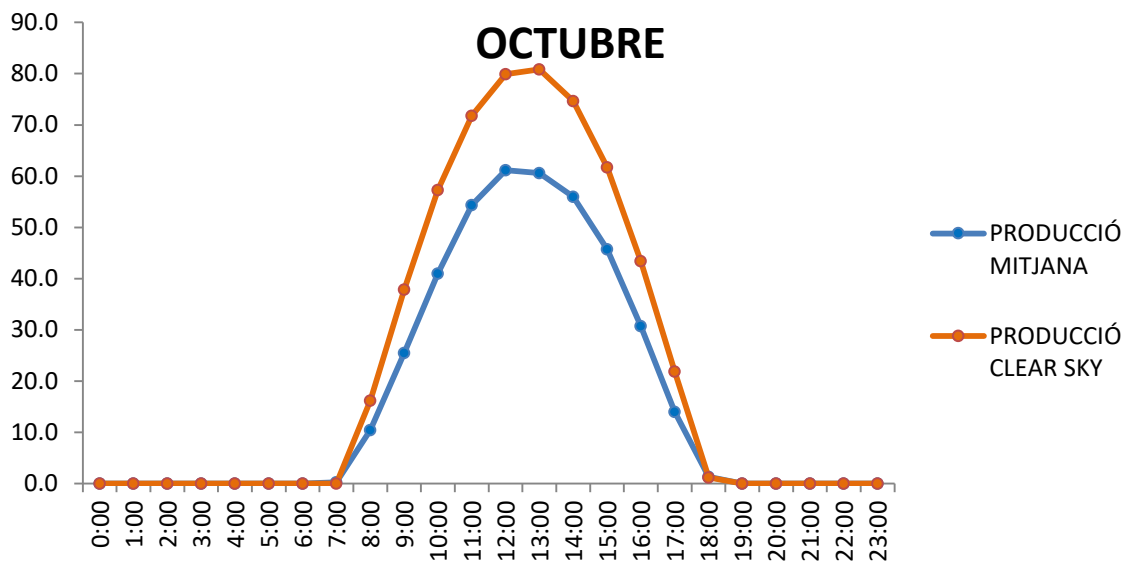


Gràfic 34 - Producció Agost (E.P.)

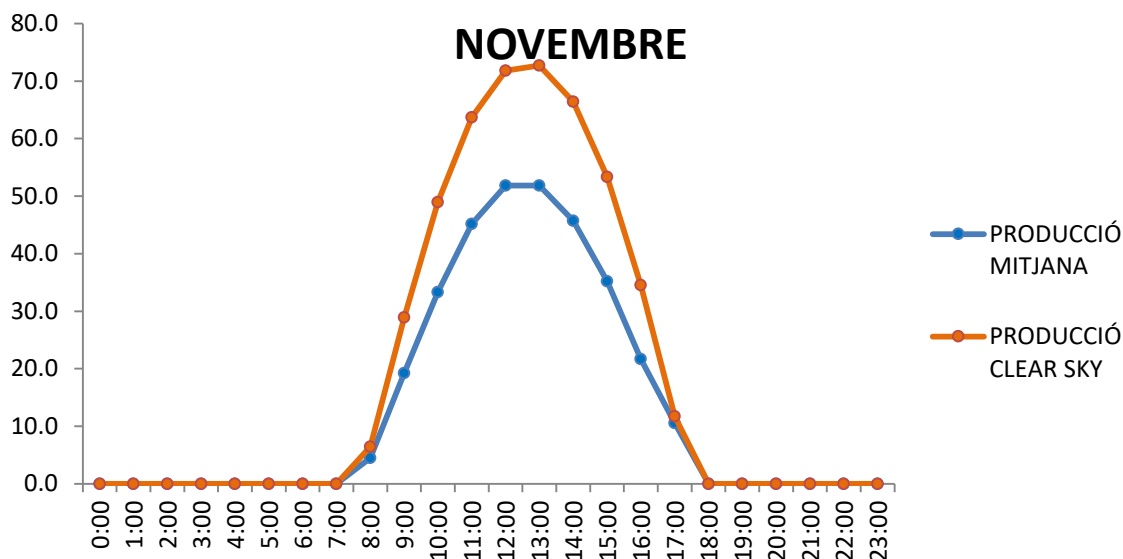




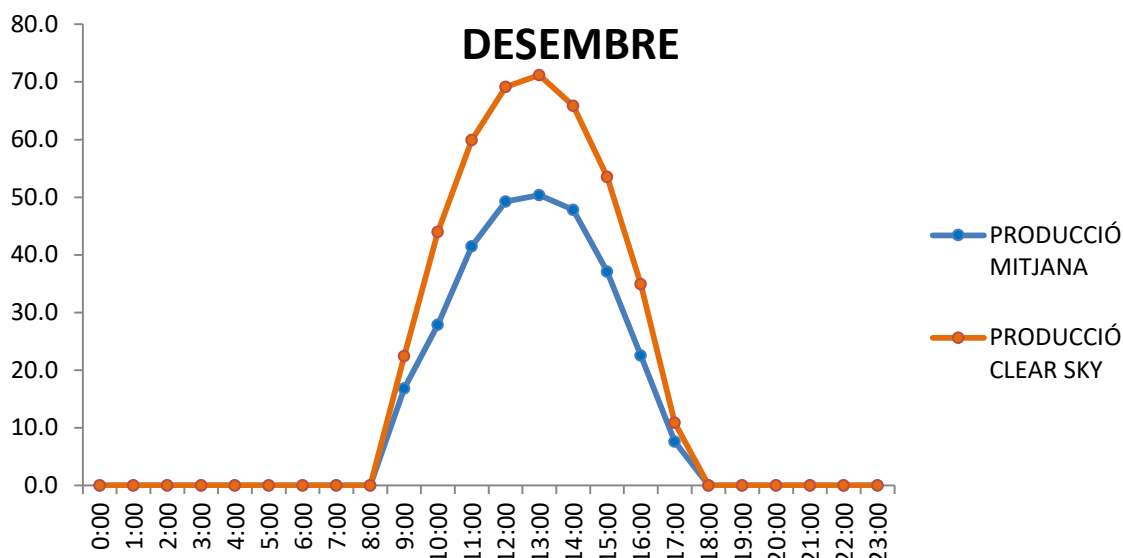
Gràfic 35 - Producció Setembre (E.P.)



Gràfic 36 - Producció Octubre (E.P.)



Gràfic 37 - Producció Novembre (E.P.)



Gràfic 38 - Producció Desembre (E.P.)

Com a punt a destacar i que es pot veure a les gràfiques anteriors, és que la diferència entre la producció mitjana i la producció “Clear Sky” és més important als mesos d’hivern i menys als mesos d’estiu. Es pot dir que al Desembre es troba el punt de màxima diferència i al Juliol el de mínima, i a mesura que avancen els mesos aquesta diferència es va fent o més gran o més petita respectivament .

## ANNEX C

En aquest Annex es poden trobar les taules dels resultats que s'han utilitzat per a la representació dels gràfics de l'apartat "2.10RESULTATS". Al igual que s'ha fet en aquest apartat, les taules es divideixen en tres grups que fan referència a l'evolució del cotxe elèctric a 2030.

### C.1 Taules de resultats per l'evolució de 2 milions de vehicles elèctrics al 2030

2M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
1%	5%	15,23	92.845,35 €	-
1%	10%	12,22	222.741,70 €	-
1%	15%	11,82	279.060,62 €	-
1%	20%	11,58	324.767,23 €	-
1%	25%	11,59	358.387,40 €	-
1%	30%	11,6	388.491,64 €	-

Taula 68 - Resultats per 2M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

2M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
2%	5%	15,04	85.645,96 €	-
2%	10%	10,16	293.981,07 €	-
2%	15%	9,57	464.402,71 €	-
2%	20%	9,43	557.098,36 €	-
2%	25%	9,5	618.249,56 €	-
2%	30%	9,58	670.247,22 €	-

Taula 69 - Resultats per 2M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

2M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
3%	5%	15,4	77.722,95 €	-
3%	10%	9,61	293.605,31 €	-
3%	15%	8,58	501.241,06 €	-
3%	20%	8,37	674.930,97 €	-
3%	25%	8,44	782.758,93 €	-
3%	30%	8,54	856.211,92 €	-

Taula 70 - Resultats per 2M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

2M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
4%	5%	16,49	66.947,73 €	-
4%	10%	9,83	286.195,62 €	-
4%	15%	8,1	500.574,77 €	-
4%	20%	7,74	705.125,57 €	-
4%	25%	7,79	888.112,94 €	-
4%	30%	7,89	1.015.759,38 €	-

Taula 71 - Resultats per 2M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

2M (AMPLIACIÓ ANY 2029)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
5%	5%	14,33	325.833,57 €	-
5%	10%	11,72	695.446,94 €	-
5%	15%	10,87	1.047.886,28 €	-
5%	20%	10,55	1.279.434,50 €	-
5%	25%	10,56	1.416.248,13 €	-
5%	30%	10,66	1.517.067,97 €	-

Taula 72 - Resultats per 2M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

Es pot veure que al títol de la última taula s'hi llegeix "(AMPLIACIÓ ANY 2029)". Això significa (tal i com s'ha explicat al punt "2.4.4.5 Simulació del consum") que al 2028 s'arriba a un consum pic durant les hores de dia que arriba al 80% de la potència instal·lada, i que al 2029 s'amplia la instal·lació amb 1 punt de càrrega i amb la instal·lació solar corresponent segons el factor de càrrega.

## C.2 Taules de resultats per l'evolució de 4 milions de vehicles elèctrics al 2030

4M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
1%	5%	15,29	83.944,4 €	-
1%	10%	10,45	290.086,3 €	-
1%	15%	9,83	459.285,6 €	-
1%	20%	9,67	551.411,2 €	-
1%	25%	9,73	612.184,8 €	-
1%	30%	9,8	663.898,8 €	-

Taula 73 - Resultats per 4M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

4M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
2%	5%	16,19	66.181,9 €	-
2%	10%	9,7	282.807,6 €	-
2%	15%	8,4	494.711,2 €	-
2%	20%	8,06	697.112,7 €	-
2%	25%	8,09	878.676,5 €	-
2%	30%	8,18	1.005.452,6 €	-

Taula 74 - Resultats per 4M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

4M (AMPLIACIÓ ANY 2028)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
3%	5%	13,46	361.910,9 €	-
3%	10%	11,18	736.516,0 €	-
3%	15%	10,36	1.104.063,3 €	-
3%	20%	10,03	1.420.716,7 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT(ABANS AMPLIACIÓ).
3%	25%	10,04	1.614.775,6 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT(ABANS AMPLIACIÓ).
3%	30%	10,13	1.743.586,9 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT(ABANS AMPLIACIÓ).

Taula 75 - Resultats per 4M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

4M (AMPLIACIÓ ANY 2026)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
4%	5%	12,05	433.536,8 €	-
4%	10%	10,03	821.034,9 €	-
4%	15%	9,23	1.202.906,4 €	-
4%	20%	8,87	1.579.557,0 €	-
4%	25%	8,88	1.911.918,5 €	-
4%	30%	8,99	2.140.277,6 €	-

Taula 76 - Resultats per 4M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

4M (AMPLIACIÓ ANY 2025 I 2029)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
5%	5%	12,64	614.231,2 €	-
5%	10%	10,91	1.169.454,0 €	-
5%	15%	10,24	1.718.571,4 €	ANY 2028 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ).
5%	20%	8,24	2.248.841,0 €	TOT I AMPLIACIÓ ANY 2029 JA ESTÀ AMORTITZADA.
5%	25%	8,21	2.605.705,2 €	-
5%	30%	8,28	2.834.519,4 €	TOT I AMPLIACIÓ ANY 2029 JA ESTÀ AMORTITZADA.

Taula 77 - Resultats per 4M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

Es pot veure que al títol de diferents taules s'hi llegeix "(AMPLIACIÓ ANY "X")". Això significa (tal i com s'ha explicat al punt "2.4.4.5 Simulació del consum") que al any X-1 s'arriba a un consum pic durant les hores de dia que arriba al 80% de la potència instal·lada, i que al any X s'amplia la instal·lació amb 1 punt de càrrega i amb la instal·lació solar corresponent segons el factor de càrrega.

També podem llegir els següents comentaris:

-Any "X" ja s'ha amortitzat (abans ampliació). Fa referència a que ja s'ha amortitzat la instal·lació existent abans d'una ampliació.

-Tot i ampliació any "X" ja està amortitzada. Fa referència a que ja s'ha amortitzat la instal·lació existent i la futura ampliació abans que aquesta es produeixi.

### C.3 Taules de resultats per l'evolució de 5 milions de vehicles elèctrics al 2030

5M				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
1%	5%	15,43	81.135,74 €	-
1%	10%	10,18	291.201,82 €	-
1%	15%	9,32	487.302,15 €	-
1%	20%	9,14	613.020,91 €	-
1%	25%	9,2	688.332,09 €	-
1%	30%	9,27	746.374,27 €	-

Taula 78 - Resultats per 5M de vehicles, 1% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

5M (AMPLIACIÓ ANY 2029)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
2%	5%	14,24	325.071,85 €	-
2%	10%	11,82	691.544,76 €	-
2%	15%	11,01	1.040.931,06 €	ANY 2028 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ)
2%	20%	10,71	1.269.829,59 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ)
2%	25%	10,73	1.404.457,71 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ)
2%	30%	10,84	1.503.810,38 €	ANY 2027 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ)

Taula 79 - Resultats per 5M de vehicles, 2% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

5M (AMPLIACIÓ ANY 2026)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
3%	5%	12,16	420.708,54 €	-
3%	10%	10,09	807.463,83 €	-
3%	15%	9,31	1.187.622,75 €	-
3%	20%	9	1.559.786,96 €	-
3%	25%	9,04	1.859.997,69 €	-
3%	30%	9,16	2.060.656,38 €	-

Taula 80 - Resultats per 5M de vehicles, 3% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

5M (AMPLIACIÓ ANY 2025 I 2029)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
4%	5%	12,65	613.949,28 €	-
4%	10%	10,93	1.168.699,03 €	-
4%	15%	10,26	1.717.108,28 €	ANY 2028 JA S'HA AMORTITZAT (ABANS AMPLIACIÓ)
4%	20%	8,28	2.246.484,23 €	-
4%	25%	8,25	2.602.456,90 €	-
4%	30%	8,33	2.830.495,34 €	-

Taula 81 - Resultats per 5M de vehicles, 4% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

5M (AMPLIACIÓ ANY 2024 I 2027)				COMENTARIS
Vehicles que paren [u]	FC [%]	PB [anys]	VAN [€]	
5%	5%	11,59	701.751,70 €	-
5%	10%	9,98	1.275.182,05 €	-
5%	15%	9,3	1.843.494,62 €	-
5%	20%	8,94	2.411.086,25 €	-
5%	25%	8,94	2.926.885,87 €	-
5%	30%	9,04	3.291.650,20 €	-

Taula 82 - - Resultats per 5M de vehicles, 5% de vehicles que paren i diferents FC (E.P.)

Es pot veure que al títol de diferents taules s'hi llegeix "(AMPLIACIÓ ANY "X")". Això significa (tal i com s'ha explicat al punt "2.4.4.5 Simulació del consum") que al any X-1 s'arriba a un consum pic durant les hores de dia que arriba al 80% de la potència instal·lada, i que al any X s'amplia la instal·lació amb 1 punt de càrrega i amb la instal·lació solar corresponent segons el factor de càrrega.

També podem llegir els següents comentaris:

-Any "X" ja s'ha amortitzat (abans ampliació). Fa referència a que ja s'ha amortitzat la instal·lació existent abans d'una ampliació.



## **ANNEX D**

En aquest annex s'adjuntaran les fitxes tècniques dels elements que componen la instal·lació (plaques solars, inversor, estructura..).

# RAPTION 50

## Estación de recarga rápida exterior con triple toma



### Descripción

Equipo de recarga rápida para vehículos eléctricos en CC con protocolos CHAdeMO, COMBO CCS y en CA con Modo 3. Los equipos de recarga rápida **RAPTION 50** permiten la recarga de oportunidad en aquellos casos que se requiere rapidez de carga. En función de la capacidad de las baterías puede cargar parcial o totalmente en un período de tiempo reducido.

La estación **RAPTION 50** funciona con potencias de hasta 50 kW. El equipo dispone de una pantalla interactiva, además de comunicaciones (Ethernet, 3G) que facilitan la interacción al usuario y la gestión remota al centro de control.

### Aplicaciones

Los equipos **RAPTION** son ideales para la recarga en vía pública, centros comerciales, empresas de alquiler, flotas de vehículos, aparcamientos de empresa, etc.

### Características técnicas

<b>Entrada CA</b>	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vca ± 10% / 480 Vca (bajo demanda)
	Factor de potencia	> 0,98
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
	Frecuencia	50 / 60 Hz
<b>Protecciones eléctricas</b>	Protección de sobrecorriente	Interruptor magnetotérmico
	Protección diferencial	Interruptor diferencial 30 mA Tipo A
<b>Conectividad</b>	Ethernet	10/100 Base TX (TCP/IP)
	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS / GSM
	<b>General</b>	Conformidad
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Acero inoxidable
	Temperatura de trabajo	-10 ... +55 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 95 % sin condensación
	Sistema RFID	<b>ISO / IEC 14443A / B</b> MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1 <b>ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz</b>
	Display HMI	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Longitud cable CC CCS	3 m
	Longitud cable CC CHAdeMO	3 m
	Indicación de estado de carga	Balizas LED RGB
	Protocolo integración	OCPP / XML
	Dimensiones	355 x 940 x 1800 mm
	Peso	230 kg
	Sistema refrigeración	Ventiladores
	Nivel de ruido en funcionamiento	< 55 dBA
<b>Accesorios opcionales</b>	Protector contra sobretensiones	Sobretensiones transitorias de 4 polos ( <b>IEC 61643-11 Class II</b> )
	Protección diferencial	Interruptor diferencial tipo B
	Calentador climatizador	-30 ... +55 °C
<b>Normas</b>	<b>IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO</b>	

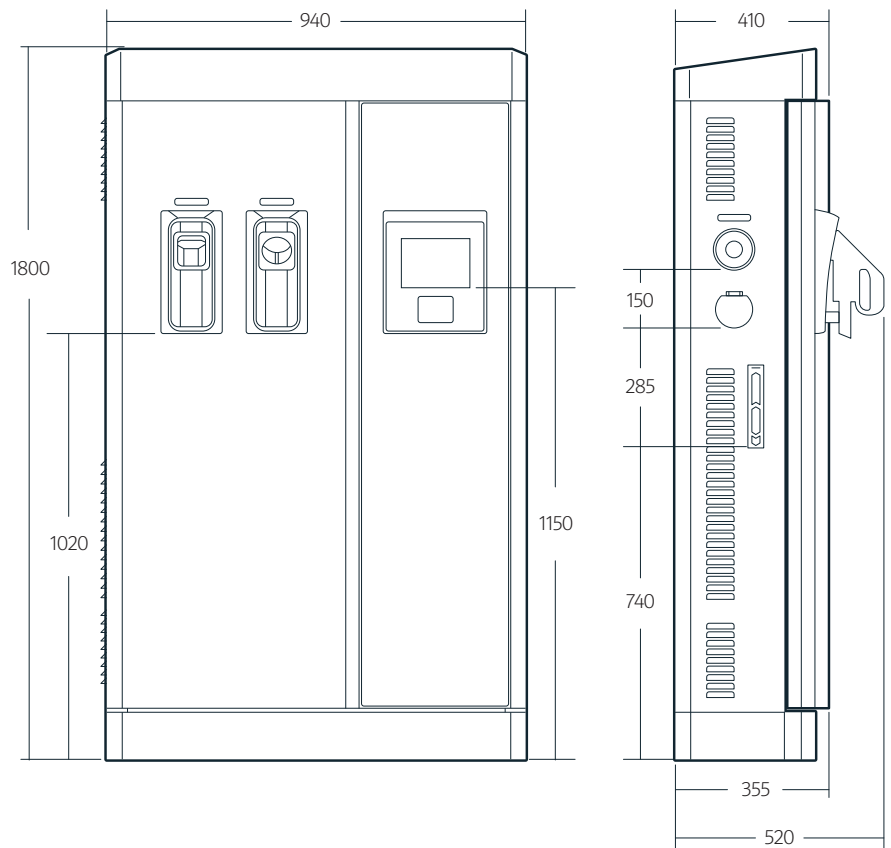
# RAPTION 50

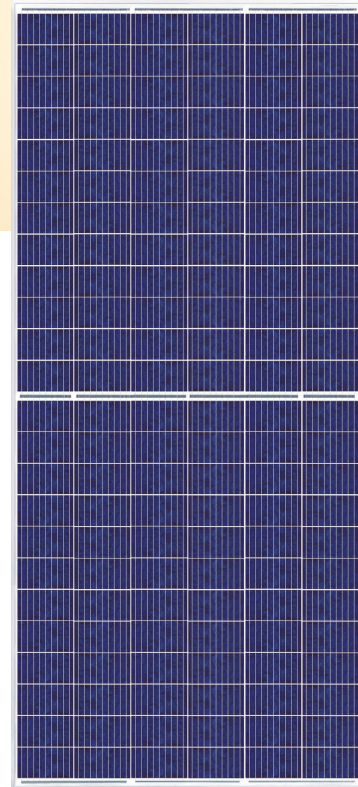
## Estación de recarga rápida exterior con triple toma

### Referencias

Tipo	RAPTION 50 CSS	RAPTION 50 CHA	RAPTION 50 DUO		RAPTION 50 TRIO			RAPTION 50 TRIO 63		
Código	V17110	V17115	V17120		V17130			V17131		
Nº conectores	1	1	2		3			3		
Tipo conector	CSS Combo2	JEVS G105	JEVS G105	CSS Combo2	JEVS G105	CSS Combo2	Base T2	JEVS G105	CSS Combo2	Cable T2
Modo de carga	Modo 4	Modo 4	Modo 4	Modo 4	Modo 4	Modo 4	Modo 3	Modo 4	Modo 4	Modo 3
Corriente	120 A	120 A	120 A	120 A	120 A	120 A	32 A	120 A	120 A	63 A
Tensión	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	400 V <sub>c.a.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	500 V <sub>c.c.</sub>	400 V <sub>c.a.</sub>
Potencia	50 kW	50 kW	50 kW	50 kW	50 kW	50 kW	22 kW	50 kW	50 kW	43 kW
Potencia máx.	50 kW	50 kW	50 kW	50 kW	72 kW			93 kW		

### Dimensiones





# HiKu

## SUPER HIGH POWER POLY PERC MODULE

**390 W ~ 405 W**

**CS3W-390 | 395 | 400 | 405P**

### MORE POWER



24 % more power than conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE  
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT:  $42 \pm 3$  °C  
Low temperature coefficient (Pmax):  
-0.37 % / °C



Innovative module design,  
better shading tolerance

### MORE RELIABLE



Lower internal current,  
lower hot spot temperature



Cell crack risk limited in small region,  
enhance the module reliability



Heavy snow load up to 5400 Pa,  
wind load up to 3600 Pa



**linear power output warranty**



**product warranty on materials  
and workmanship**

### MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES\*

ISO 9001:2008 / Quality management system  
ISO 14001:2004 / Standards for environmental management system  
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

### PRODUCT CERTIFICATES\*

IEC 61215 / IEC 61730: 2005 & 2016: VDE / CE  
UL 1703: CSA (Expected in July, 2018)



\* Please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific product certificates applicable in your market.

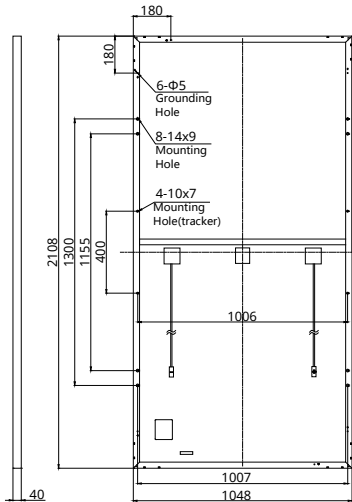
**CANADIAN SOLAR INC.** is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with about 30 GW deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. is one of the most bankable solar companies worldwide.

### CANADIAN SOLAR INC.

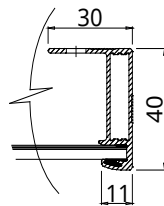
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

## ENGINEERING DRAWING (mm)

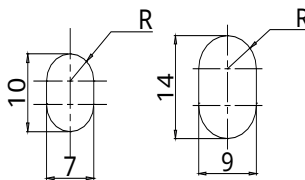
### Rear View



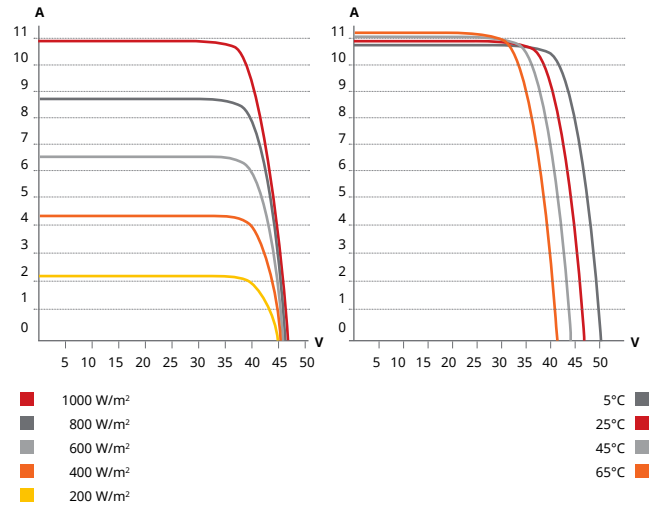
### Frame Cross Section A-A



### Mounting Hole



## CS3W-400P / I-V CURVES



## ELECTRICAL DATA | STC\*

CS3W	390P	395P	400P	405P
Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )	390 W	395 W	400 W	405 W
Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> )	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V
Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> )	10.19 A	10.26 A	10.34 A	10.42 A
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	46.8 V	47.0 V	47.2 V	47.4 V
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	10.74 A	10.82 A	10.90 A	10.98 A
Module Efficiency	17.65%	17.88%	18.11%	18.33%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	20 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

## ELECTRICAL DATA | NMOT\*

CS3W	390P	395P	400P	405P
Nominal Max. Power (P <sub>max</sub> )	290 W	293 W	297 W	301 W
Opt. Operating Voltage (V <sub>mp</sub> )	34.9 V	35.1 V	35.3 V	35.5 V
Opt. Operating Current (I <sub>mp</sub> )	8.31 A	8.35 A	8.42 A	8.48 A
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	43.8 V	44.0 V	44.2 V	44.4 V
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	8.67 A	8.72 A	8.78 A	8.85 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

## MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm <sup>2</sup> (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	1400 mm (55.1 in), 1700 mm (66.9 in) is optional for single tracking system with leap-frog connection
Connector	T4 series
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

## TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P <sub>max</sub> )	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (V <sub>oc</sub> )	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I <sub>sc</sub> )	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

## PARTNER SECTION



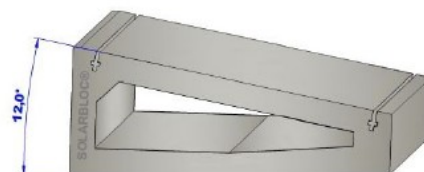
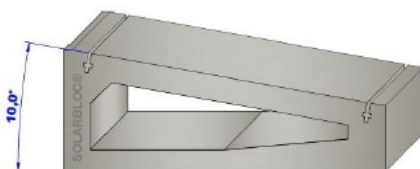
\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

## CANADIAN SOLAR INC.

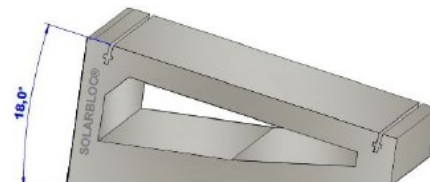
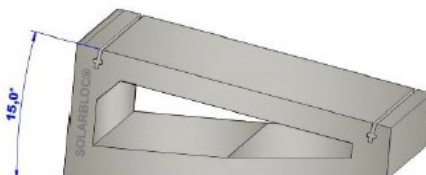
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, [www.canadiansolar.com](http://www.canadiansolar.com), [support@canadiansolar.com](mailto:support@canadiansolar.com)

## NUEVOS GRADOS

Soporte de hormigón  
para paneles solares



## SOLARBLOC® 10°, 12°, 15°, 18°



## SOLARBLOC® amplia su gama a 7 modelos

(10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30°, 34°).



Los nuevos modelos permiten el montaje de los paneles en horizontal y vertical.  
Diseñado con carril de sujeción de anclajes para simplificar el montaje y abaratar los costes.

## SOLARBLOC®

Los montajes más rápidos.

Con **SOLARBLOC®** conseguirá ahorrar donde ahora no puede.



## SISTEMA DE MONTAJE SOLARBLOC®

Presentamos SOLARBLOC® como un sistema de montaje **sin estructura ni anclajes**, para la instalación de módulos solares sobre cubiertas o superficies planas.

SOLARBLOC® es un soporte prefabricado de hormigón, **diseñado para simplificar el montaje de instalaciones solares y abaratar los costes** al reducir en el resto de materiales necesarios.

El soporte SOLARBLOC® está desarrollado con una geometría y una masa que **permite fijar los paneles directamente** a él, esta masa es necesaria para contrarrestar la fuerza del viento y agentes externos.



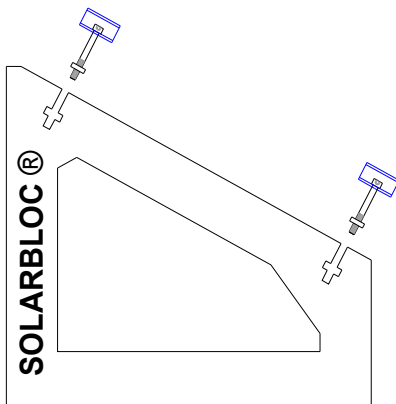
SOLARBLOC® **elimina el proceso de montaje de estructura metálica** y lastrado o anclaje de las mismas.

No se tiene que anclar el soporte a la cubierta, por lo que **no afecta a la impermeabilización** de ésta.

Simplifique todo al máximo, sólo tiene que colocar los soportes en la zona designada y fijar los paneles al soporte SOLARBLOC®.

### Ventajas de SOLARBLOC®:

- Sistema de montaje FV de un sólo componente.
- Soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón.
- Fijación del panel mediante carril incorporado al soporte.
- Elimina la estructura metálica.
- Elimina el lastrado de las estructuras.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones FV.
- Precio reducido.



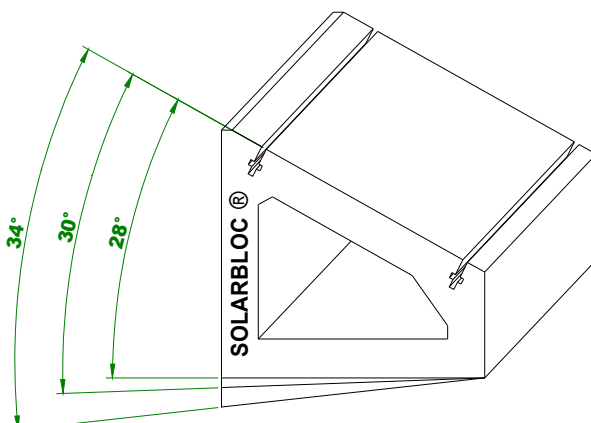
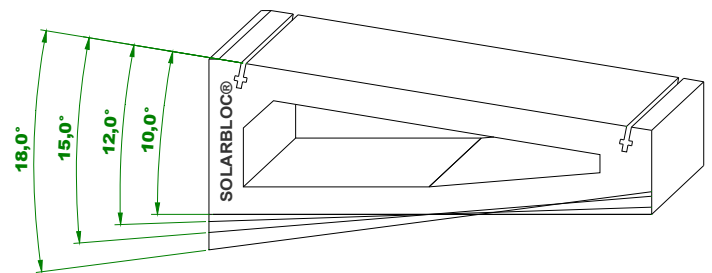
### El montaje SOLARBLOC®:

- Colocar los soportes SOLARBLOC® en el lugar deseado (entre dos personas).
- Montar las fijaciones de los paneles en el carril de hormigón.
- Instalar los paneles sobre el soporte y apretar.



### Datos técnicos:

- Soporte auto-lastrado.
- Composición; hormigón.
- Ángulos soportes; 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30°, 34°.
- Peso según ángulo; 50kg, 68kg, 71kg, 76kg.
- Fijación paneles; mediante carril y tornillería.
- Dimensiones; largo(90a50) ancho(30a15)cm.
- ud/palets: 24 -16



Con SOLARBLOC® para cubiertas o superficies planas **minimizará costes:**

- Por su simplicidad.
- Rapidez de ejecución.
- Por el ahorro en estructura.
- Eliminamos el proceso de anclaje o lastre de la estructura a la cubierta.
- No compromete la impermeabilización de las cubiertas.
- Por todo esto vamos a abaratar los presupuestos de las instalaciones.



## Soporte de hormigón para paneles solares



[fabrica@pretensadosduran.com](mailto:fabrica@pretensadosduran.com)

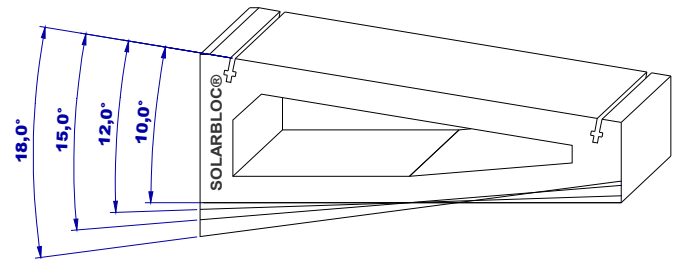
Fábrica: Carretera de Valverde, Km. 5,200  
(Badajoz) Teléfono 924 244 203 – 924 268 116



## INSTRUCCIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®

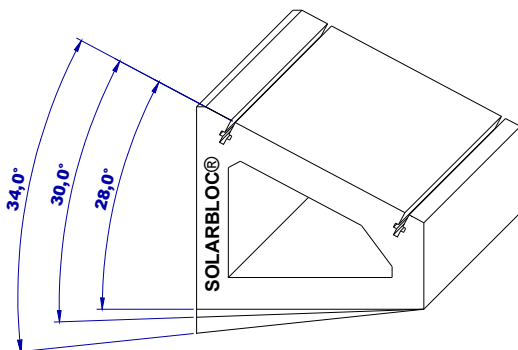
### 1. Elegir el soporte Solarbloc® con los grados de inclinación que más nos convenga (10°,12°,15°,18°,28°,30°,34°)

El sistema Solarbloc® cubiertas y superficies planas, permite fijar los paneles solares directamente al soporte, por lo que no es necesario montar estructura alguna.



Los soportes Solarbloc® se fabrican en siete grados distintos, 10°,12°,15°,18°,28°,30° y 34°.

Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.



### 2. Replantear la zona de trabajo

Una vez seleccionado el ángulo, tenemos que marcar la zona donde se colocarán los soportes Solarbloc® para el montaje de los paneles solares.

El terreno o la superficie donde se apoyen los soportes Solarbloc® debe ser plana, de lo contrario tiene que nivelarse.

En caso de montaje sobre suelos de tierra se aconseja utilizar grava para nivelar el terreno.



### 3. Colocar los soportes Solarbloc® en las zonas establecidas

Las piezas tienen una masa entre 50 y 76kg, dependiendo del grado de inclinación del soporte, por lo que para su desplazamiento es aconsejable la utilización de carretilla o similar.

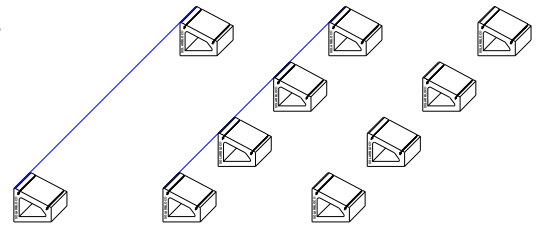


#### 3.1. Manipulación del soporte

1- Desplazar los soportes al lugar seleccionado.

2- Colocar el primer y el último soporte de la fila. Unirlos mediante una cuerda de replanteo por la parte superior, servirá para comprobar la nivelación y alineación.

3- Completar la fila con los soportes Solarbloc® según el replanteo establecido.

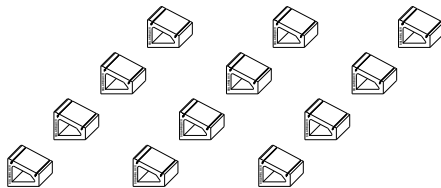
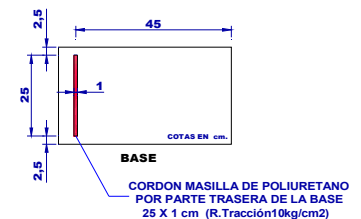


#### Observaciones:

Se recomienda fijar los soportes a la superficie, con un cordón de adhesivo, para evitar posibles deslizamientos en superficies pulidas,

extremadamente finas o para aumentar la resistencia a viento muy fuerte.

#### PEGADO PIEZA POR BASE (en caso de ser necesario)

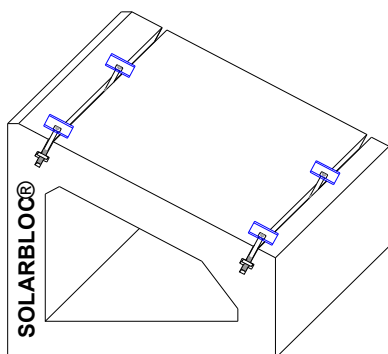
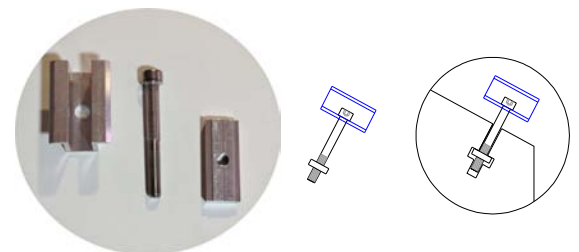


### 4. Montar los anclajes al soporte Solarbloc® para fijar los paneles solares

Tras colocar los soportes, se procederá al montaje de los anclajes sobre el soporte Solarbloc®, realizando los siguientes pasos:

1- Ensamblar el anclaje formado por; omega de aluminio, tornillo y tuerca para carril.

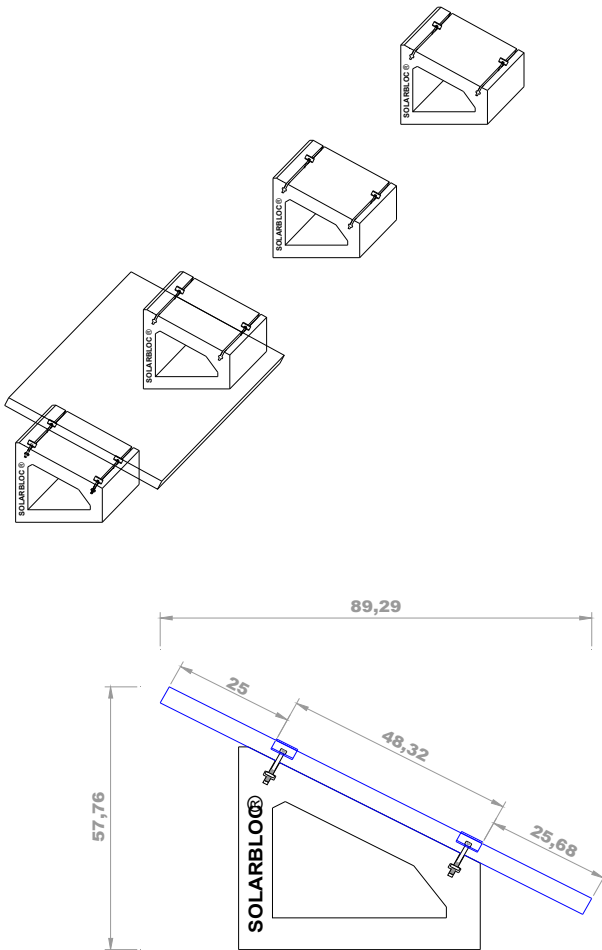
2- Introducir el anclaje ensamblado al carril de hormigón, por el lateral del soporte Solarbloc®.



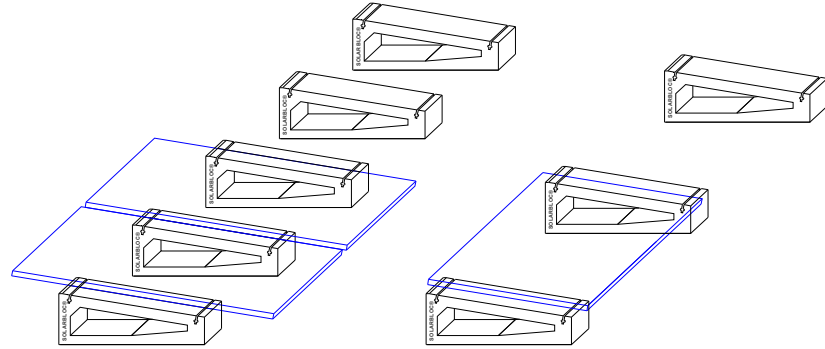
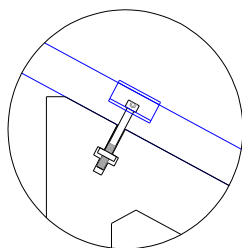
## 5. Fijar los paneles solares sobre el soporte Solarbloc®

Una vez montados los anclajes al soporte Solarbloc®, se fijará el marco del panel solar con el plano superior inclinado de Solarbloc®.

En los soportes Solarbloc® de 28°, 30° y 34° los paneles se montan en posición horizontal.



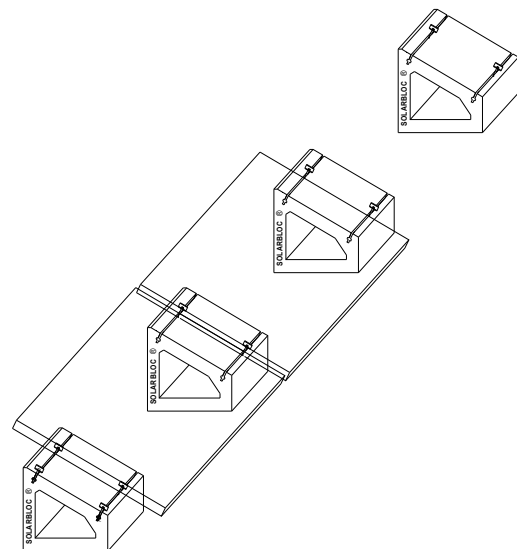
3- Por último, colocar el siguiente panel y apretar los anclajes para fijarlos.



Los soportes Solarbloc® de 10°, 12°, 15° y 18° permiten montar los paneles en vertical y horizontal.

1- Apoyar los extremos del panel solar sobre la superficie de trabajo de la pieza (plano superior inclinado).

2- Colocar el panel con las medidas indicadas según el tipo de montaje (vertical u horizontal) y ajustar los anclajes al marco del panel.



Cada soporte incluye los dos anclajes necesarios para la fijación de los paneles.

## **SOLARBLOC® ADAPTABLE A TODOS LOS MERCADOS**

Además de las ventas de **SOLARBLOC®** que se producen por todo el territorio nacional, PRETENSADOS DURÁN S.L. tiene capacidad de suministro inmediato en los países de la Unión Europea y colabora con empresas locales en países como Emiratos Árabes Unidos y Marruecos. Trabajamos con agencias de transporte internacional para envíos por grupaje, camiones completos o containers vía marítima.

Por su fácil utilización y simplicidad, **SOLARBLOC®** se adapta a cualquier situación geográfica, siendo muy apreciado por empresas instaladoras e ingenierías por facilitarles su método de trabajo y montaje.



**PRETENSADOS DURÁN S.L. Ofrece la posibilidad de estudio de ofertas de SOLARBLOC® para cualquier situación geográfica.**

El sistema de montaje SOLARBLOC®  
es un producto innovador y exclusivo.  
Diseñado, desarrollado, fabricado y  
registrado por PRETENSADOS DURÁN  
S.L.



PRETENSADOS DURÁN S.L. Le responderá a  
cualquier duda o consulta sobre su producto  
SOLARBLOC®.



Grupo Durán  
empresas



**Email:** [fabrica@pretensadosduran.com](mailto:fabrica@pretensadosduran.com)

Oficinas centrales

C/ Juan Ignacio Rodríguez Marcos, 1 A

06010 Badajoz (España)

Teléfono: 0034 924 244 203

Fax: 0034 924 229 405

[www.solarbloc.es](http://www.solarbloc.es)

[www.grupoduranempresas.es](http://www.grupoduranempresas.es)

# Smart String Inverter

SUN2000-100KTL-H1



## Smart

- 12 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart I-V Curve Diagnosis supported

## Efficient

- Max. efficiency 99.0%,
- European efficiency 98.8%
- 6 MPPT per unit, effectively reducing string mismatch

## Safe

- DC switch integrated, safe and convenient for maintenance
- Residual Current Monitoring Unit (RCMU) integrated
- Fuse free design

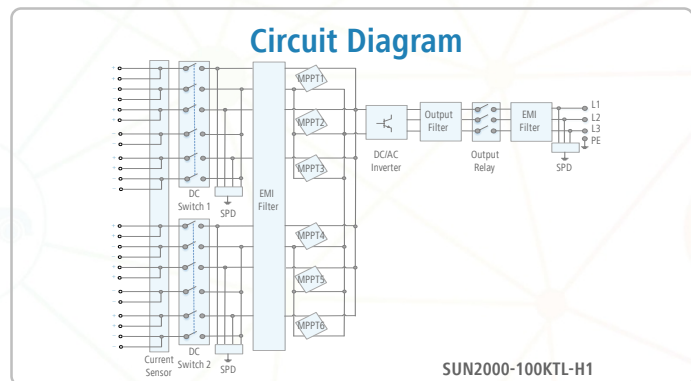
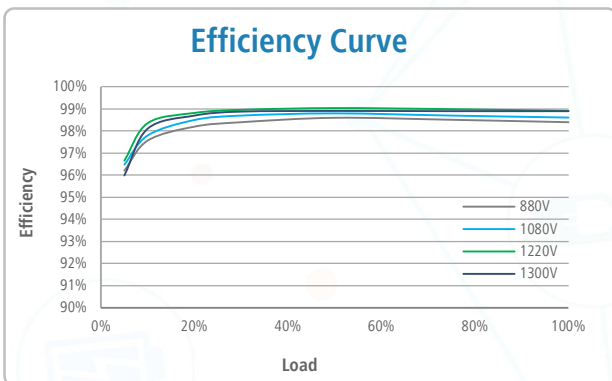
## Reliable

- Natural cooling technology
- Protection degree of IP65
- Type II surge arresters for both DC and AC

# Smart String Inverter (SUN2000-100KTL-H1)



Technical Specifications	SUN2000-100KTL-H1
	<b>Efficiency</b>
Max. Efficiency	99.0%
European Efficiency	98.8%
	<b>Input</b>
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	33 A
Start Voltage	650 V
MPPT Operating Voltage Range	600 V ~ 1,500 V
Rated Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6
	<b>Output</b>
Rated AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	105,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	105,000 W
Rated Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A
Max. Output Current	80.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	<b>Protection</b>
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
	<b>Communication</b>
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
USB	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
	<b>General</b>
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 605 x 310 mm (42.3 x 23.8 x 12.2 inch)
Weight (with mounting plate)	77 kg (169.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol UTX
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamp
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
	<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, UTE C 15-712-1, RD 413, RD 1699, RD 661, P.O. 12.3, UNE 206007-1 IN, UNE 2006006 IN



The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or printing errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No:01-(201807)



## Smart

- MODBUS-TCP for connections to Huawei NetEco
- IEC60870-5-104 for connections to third-party monitoring systems
- USB and embedded web for data reading and software upgrade
- Automatically detecting equipment and assigning RS485 addresses
- Remote control of active & reactive power

## Simple

- Up to 80 inverters feeding into one Smart Logger
- Up to 30 devices per RS485 bus
- Easy to install on walls, tabletops and rails mounting

## Stable

- Max. reliable communication range of 1000m
- Remote configuration, automatic set-up of RS485 addresses

Technical Specifications	Smart Logger
	<b>Device Management</b>
Max. Number of Devices	80
Communication Interface	3 x RS485
Max. Communication Range	1000 m (3,280 ft)
	<b>Display</b>
LCD	3.5 inch Graphic LCD
LED	3 LEDs
Web	Embedded Web
	<b>General Data</b>
Power Supply	100 V ~ 240 VAC, 50 Hz / 60 Hz
Power Consumption	Typical: 3 W, Maximum: 7 W
Memory	32 MB flash memory, expanded to 16 GB with optional SD card
Language	English, Chinese, German, Italian, Japanese, French
Dimensions (W/H/D)	225 × 140 × 50 mm (8.9 × 5.5 × 2.0 inch)
Operating Temperature Range	-20 °C to +60 °C (-4 °F to +140 °F)
Relative Humidity (Non-condensing)	5 - 95%
Degree of Protection	IP20
Installation Option	Wall mounting, Tabletop, Rail mounting
Safety / EMC	EN 55022:2010, CISPR 22:2008, EN 55024:2010, CISPR 24:2010, AS/NZS CISPR22, IEC/EN 61000-3, IEC/EN 61000-6, IEC/EN 60960-1
	<b>Interface</b>
Ethernet	10 / 100 M, Modbus – TCP, IEC60870-5-104
RS485	Modbus - RTU
USB	Yes
Number of Digital Inputs	4
Number of Analog Inputs	2
Number of Relays	3





## Smart

- Easy data accesses on mobile devices
- Proactive reports of yields and alarms



## Simple

- One-click installation on PC
- Fault alarms via SMS and E-mail

## Stable

- Hierarchical management
- Up to 25 years data storage with CSV files

## Network Structure

