



*Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*

**Tecnologia das Energias Renováveis**

**2021/2022 – 2º Semestre**

**Relatório**

**Dimensionamento de Sistema de Autoconsumo Fotovoltaico**

**Identificação**

Grupo: 14

Data: 12/06/2022

	<i>Nome</i>	<i>Número</i>					
Aluno	<u>Matheus José Cáceres Brito</u>	<table border="1"><tr><td>5</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td></tr></table>	5	7	0	0	3
5	7	0	0	3			
Aluno	<u>Tomás Caetano</u>	<table border="1"><tr><td>5</td><td>5</td><td>7</td><td>2</td><td>7</td></tr></table>	5	5	7	2	7
5	5	7	2	7			
Aluno	<u>Elmarlon Pontes</u>	<table border="1"><tr><td>3</td><td>8</td><td>1</td><td>6</td><td>6</td></tr></table>	3	8	1	6	6
3	8	1	6	6			

## Índice

<b>Índice de Figuras</b>	<b>3</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>3</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>4</b>
<b>2. Seleção dos Componentes da Instalação</b>	<b>5</b>
<b>3. Dimensionamento do Sistema</b>	<b>9</b>
<b>4. Análise Energética</b>	<b>13</b>
<b>5. Análise Económica</b>	<b>17</b>
<b>6. Comparação com o PVsyst</b>	<b>21</b>
<b>7. Conclusões</b>	<b>24</b>
<b>Referências</b>	<b>24</b>
<b>Anexos</b>	<b>24</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Primeira página do datasheet do Módulo RSM 110-8-550M anexado ao relatório ..	5
Figura 2 - Representação da estrutura utilizada (fonte: <a href="https://www.efectoled.com/pt/comprar-home/63300-estructura-coplanar-para-paneles-solares.html">https://www.efectoled.com/pt/comprar-home/63300-estructura-coplanar-para-paneles-solares.html</a> ) .....	6
Figura 3 - Primeira página do datasheet do inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK3 125-US da SMA anexado ao relatório.....	7
Figura 4 - Modelo representativo da instalação fotovoltaica obtido pelo PVsyst.....	11
Figura 5 - Vista aproximada da instalação com representação do inversor, cabos das fileiras e cabo principal DC obtida a partir do SketchUp .....	11
Figura 6 - Vista de cima da instalação e edifícios em redor obtida a partir do SketchUp .....	12
Figura 7 - Vista Sul da instalação e edifícios em redor obtida a partir do SketchUp.....	12
Figura 8 - Vista Norte da instalação e edifícios em redor conjuntamente com o percurso solar obtida a partir do SketchUp.....	12
Figura 9 - Parâmetros utilizados no PVGIS para obtenção da irradiância (fonte: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/</a> ) .....	13

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Gráfico representativo das curvas de eficiência do inversor.....	9
Tabela 2 - Valores de consumo (a verde estão representadas as horas de vazio e a amarelo o período fora de vazio ), irradiância e temperatura de dias médios do mês de outubro .....	13
Tabela 3 - Valores de temperatura, potências e perdas de dias médios do mês de outubro.....	14
Tabela 4 - Potência consumida, produzida, injetada na rede em outubro .....	14
Tabela 5 - Potência consumida, produzida, injetada na rede em junho .....	15
Tabela 6 - Potência AC em cada mês .....	16
Tabela 7 - Energia Mensal para o primeiro ano .....	16
Tabela 8 - Cash Flows com e sem fotovoltaico e poupanças .....	17
Tabela 9 - Cash Flows com e sem fotovoltaico e poupanças .....	17
Tabela 10 - Gráfico do PRI .....	18
Tabela 11 - Indicadores Financeiros .....	18
Tabela 12 - Possível aplicação com $r=6\%$ .....	19
Tabela 13 – TIR para +20% .....	19
Tabela 14 - Gráfico PRI para +20% .....	19
Tabela 15 - TIR para -20% .....	20
Tabela 16 - Gráfico PRI para -20% .....	20
Tabela 17 - Gráfico de barras comparando a energia mensal produzida .....	21
Tabela 18 - Gráfico de barras comparando a produção anual de energia .....	22
Tabela 19 - Desvio percentual de energia produzida e valores de PR .....	22

## 1. Introdução

A partir do estudo realizado para o dimensionamento da instalação fotovoltaica em Santa Bárbara de Nexe, Faro, para o local disponível para o sistema recomenda-se uma instalação com potência de pico de 132 kWp. O custo inicial será de 143 106,96 euros, para o projeto proposto, considerando uma taxa de atualização de 6% ao ano, obter-se-á uma Taxa Interna de Retorno de 40,6% e um Período de Retorno do Investimento de 3 anos.

## 2. Seleção dos Componentes da Instalação

Nesta fase foram selecionados os principais componentes da instalação, começando com a escolha dos módulos e respetivas estruturas, passando depois para a escolha do inversor.

O módulo escolhido foi o RSM 110-8-550M da risen solar technology pelas seguintes razões:

- Boa relação W/preço, sendo capaz de 550Wp, em condições STC, por um preço de 223€<sup>1</sup>;
- Rendimento, em condições STC, de 21% com uma degradação anual de 0,55% ao longo de 25 anos;
- 12 anos de garantia e excelente performance para condições de baixa irradiação;
- Células monocristalinas e de dimensões 2384x1096x35mm.

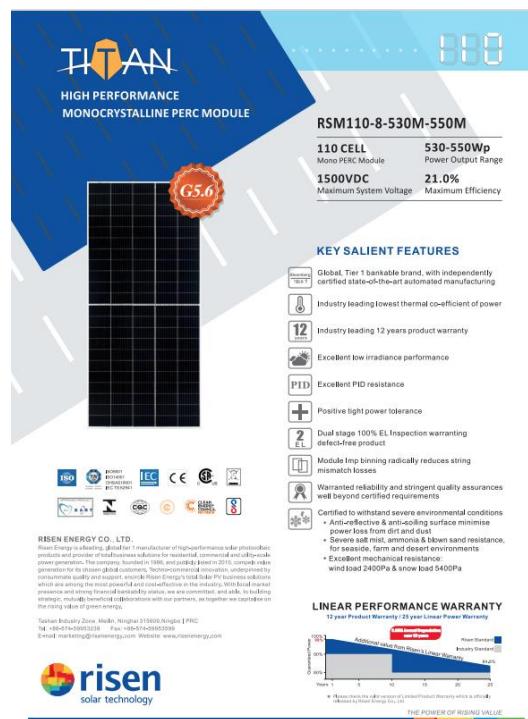


Figura 1 – Primeira página do datasheet do Módulo RSM 110-8-550M anexo ao relatório

<sup>1</sup> Todos os preços referidos no presente relatório encontram-se sem IVA pois trata-se de um cliente empresarial DEEC / NOVA-FCT

Seguidamente procedeu-se à escolha da estrutura de suporte dos módulos. Para esta foi utilizado um ângulo de inclinação de  $30^\circ$ , dado que com base no livro GREENPRO uma inclinação ótima em termos de produção de energia deve ser superior a  $22^\circ$  de maneira a permitir a autolimpeza dos módulos e com a otimização do PVGIS se obtém um ângulo de  $34^\circ$ . Deste modo, a estrutura escolhida encontra-se representada na figura seguinte e tem um preço de 78,23€.



Figura 2 - Representação da estrutura utilizada (fonte: <https://www.efectoled.com/pt/comprar-home/63300-estructura-coplanar-para-paneles-solares.html>)

Por fim deu-se a seleção do inversor, dado que para a sua escolha era necessário saber a potência da instalação foram realizados os seguintes cálculos.

A Área da instalação é igual a  $1370\ m^2$  retirando o espaço para o inversor, cerca de  $1\ m^2$ , obtém-se  $\text{Área}_{instalação} = 1369\ m^2$ . É agora necessário calcular a área de um painel de modo a evitar autos sombreamentos.

O cálculo será feito para o solstício de inverno, visto ser o dia em que o sol se encontra mais baixo, para uma latitude de  $37^\circ$ .

$$\delta = -23,45^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - 37^\circ - 23,45^\circ = 29,55^\circ$$

Com um  $\alpha = 30^\circ$ , obtém-se.

$$d = 2,384 * \left( \cos 30 + \frac{\sin 30}{\tan 29,55} \right) = 4,17 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{mód} = 4,17 * 1,096 = 4,57 \text{ m}^2$$

$$N_{mód} = \frac{\text{Área}}{\text{Área}_{mód}} = \frac{1369}{4,57} = 299$$

Permitindo assim ter uma potência máxima de  $P = 299 * 550 = 164 \text{ kW}$ .

Assim escolher-se-á um inversor com uma potência compreendida entre  $0,7 * P < P_{INV} < 1,2 * P \Leftrightarrow 115 \text{ kW} < P_{INV} < 197 \text{ kW}$ .

O inversor selecionado foi o SUNNY HIGHPOWER PEAK3 125-US da SMA com um preço de 7199€, este possui uma vasta gama de tensões MPPT, permite uma instalação simples reduzindo o BOS e maximizando o tempo de serviço do sistema.



Figura 3 - Primeira página do datasheet do inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK3 125-US da SMA anexado ao relatório

É agora necessário definir as strings em série e em paralelo da instalação, através da verificação dos limites de tensão de entrada do inversor e da verificação dos limites da corrente, respetivamente.

Quando a  $T_{Cél} = 70°C$  e  $\Delta U = -0,25\%/\text{°C}$

$$U_{MPP(\text{Módulo } 70\text{°C})} = \left(1 + \frac{45\text{°C} * \Delta U}{100}\right) * U_{MPP(STC)} = \left(1 + \frac{45\text{°C} * (-0,25)}{100}\right) * 31,86 \\ = 28,28$$

$$n_{mín} = \frac{U_{MPP(INV_{Min})}}{U_{MPP(\text{Módulo } 70\text{°C})}} = \frac{684}{28,28} = 24$$

Quando a  $T_{Cél} = -10°C$ , temperatura extrema visto que em Faro a temperatura ambiente dificilmente desce dos  $0°C$  o que faz com que a temperatura das células seja ainda maior.

$$U_{OC(\text{Módulo } -10\text{°C})} = \left(1 - \frac{-35\text{°C} * \Delta U}{100}\right) * U_{OC(STC)} = \left(1 - \frac{-35\text{°C} * (-0,25)}{100}\right) * 38,24 \\ = 41,58$$

$$n_{máx} = \frac{U_{max(INV)}}{U_{OC(\text{Módulo } -10\text{°C})}} = \frac{1500}{41,58} = 42$$

Por fim

$$N_{Fileira} \leq \frac{I_{\max(INV)}}{I_{n Fileira}} = \frac{180}{17,27} = 10$$

### 3. Dimensionamento do Sistema

Nesta fase será realizado o dimensionamento do sistema com recurso ao SketchUp.

Começar-se-á pela escolha do número de módulos a utilizar com base nos resultados obtidos anteriormente.

Opta-se assim por colocar  $N_{Fileira} = 6$  e  $n_{mód} = 40$  resultando em:

$$N_{mód} = 40 * 6 = 240 \text{ módulos}$$

$$P = 240 * 550 = 132kW$$

Seguidamente será dimensionado o inversor, mais propriamente pretende-se obter as curvas de eficiência segundo o modelo representado pela equação seguinte:

$$\eta_{inv} = \frac{P_{DC}}{P_{DC} + K_0 + K_1 P_{DC} + K_2 P_{DC}^2}$$

Recorrendo ao Excel foram obtidos os parâmetros K. De seguida encontra-se representado o gráfico com as curvas de eficiência segundo o modelo euro e segundo o modelo referido acima para diferentes níveis de tensão, curvas euro representadas a tracejado e segundo o modelo indicado com traço contínuo.

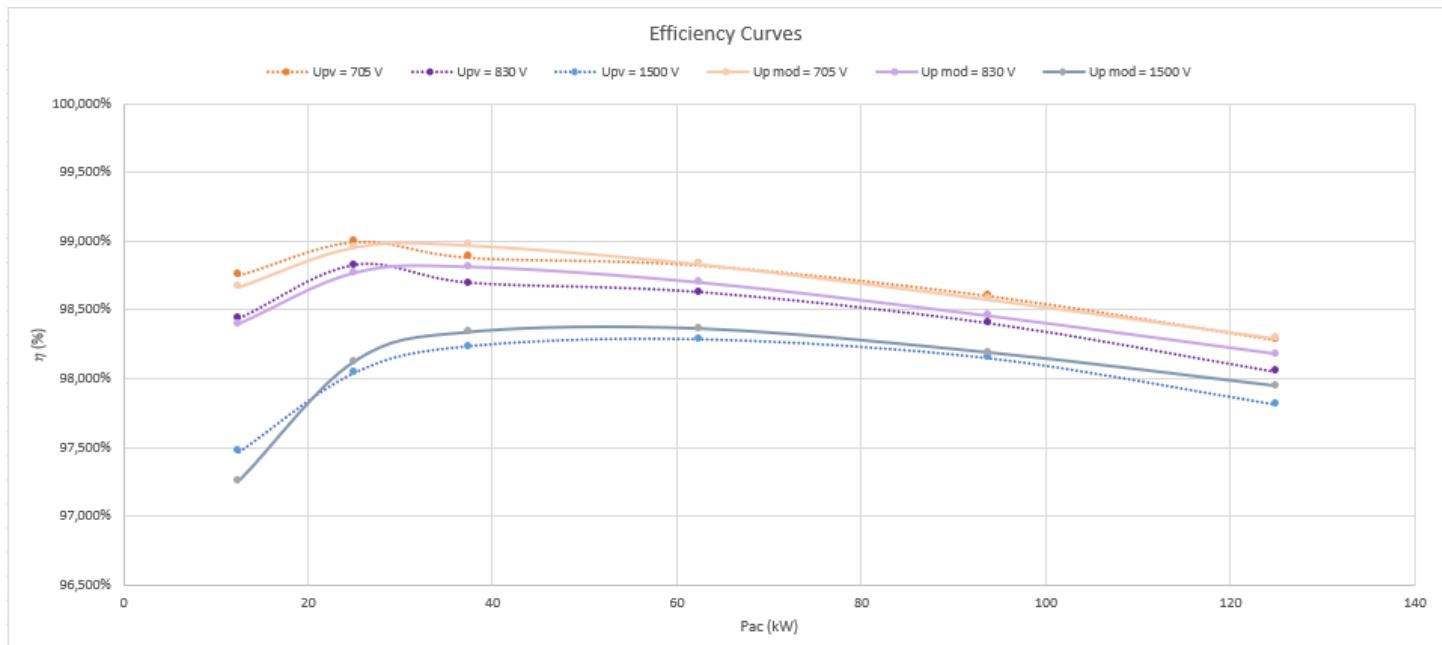


Tabela 1 - Gráfico representativo das curvas de eficiência do inversor

Depois da obtenção destes parâmetros é necessário fazer o dimensionamento dos cabos de cada fileira, do cabo principal DC e dos cabos de alimentação AC.

Primeiramente proceder-se-á ao dimensionamento dos cabos das fileiras.

$$U = 31,86 * 40 = 1274,4 \text{ V}$$

$$I_{Fi} = 17,27 \text{ A}$$

Considerando  $k = 56 \text{ m}/(\Omega * \text{mm}^2)$  e  $L_M = 47m$

$$A_M = \frac{2 * L_M * I_{Fi}}{1\% U_{MPP} * k} = 2,27 = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$P_M = \frac{2 * N * L_M * I_{Fi}^2}{A_M * k} = 1201 \text{ W}$$

Para o cabo principal DC, considerando  $FP = 1\%$  e  $L_{DC} = 29m$ .

$$A_{DC} = \frac{2 * L_{DC} * I_n^2}{(FP * P_{FV} - P_M) * k} = 93,5 = 95 \text{ mm}^2$$

$$P_{DC} = \frac{2 * L_{DC} * I_n^2}{A_{DC} * k} = 117 \text{ W}$$

Finalmente para os cabos de alimentação AC, considerando uma instalação trifásica e  $L_{AC} = 20m$   $I_{nAC} = 151A$   $\cos\varphi = 1$   $U_n = 480V$ .

$$A_{AC} = \frac{\sqrt{3} * L_{AC} * I_{nAC} * \cos\varphi}{3\% * U_n * k} = 6,48 = 10 \text{ mm}^2$$

$$P_{AC} = \frac{\sqrt{3} * L_{AC} * I_{nAC}^2 * \cos\varphi}{A_{AC} * k} = 1910 \text{ W}$$

De seguida apresentam-se os modelos representativos da instalação juntamente com o modelo do percurso solar utilizado para o estudo dos sombreamentos.

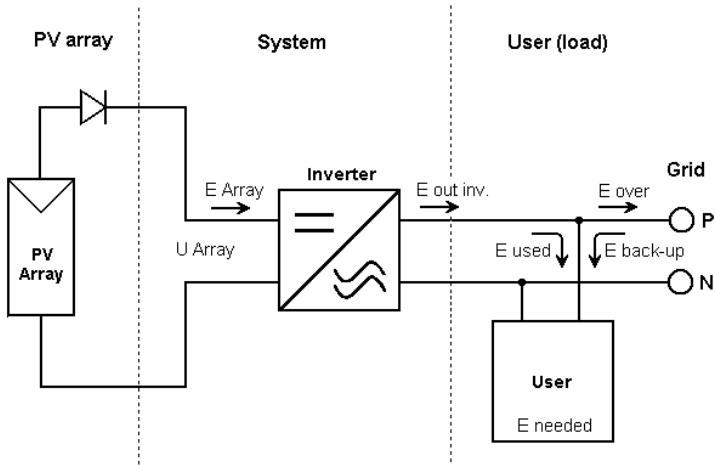


Figura 4 - Modelo representativo da instalação fotovoltaica obtido pelo PVsyst

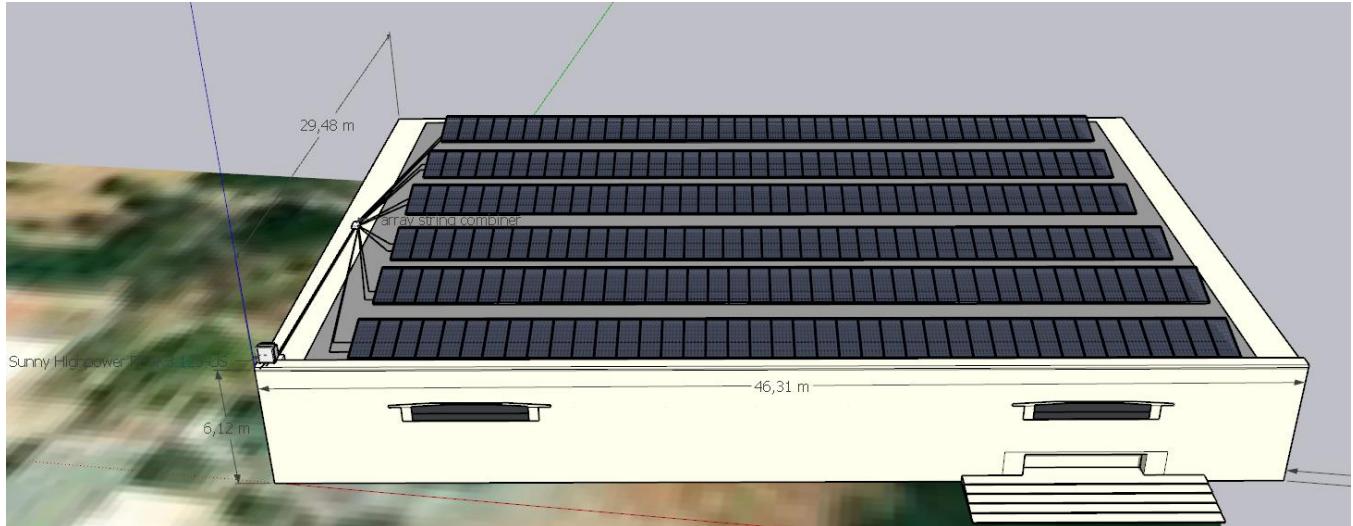


Figura 5 - Vista aproximada da instalação com representação do inversor, cabos das fileiras e cabo principal DC obtida a partir do SketchUp

Na figura anterior observa-se o array dos módulos, os cabos das fileiras, DC e AC e no canto mais a Sul o inversor.

As figuras seguintes representam a instalação e o edifício adjacente juntamente com o percurso solar, vista de diferentes perspetivas.

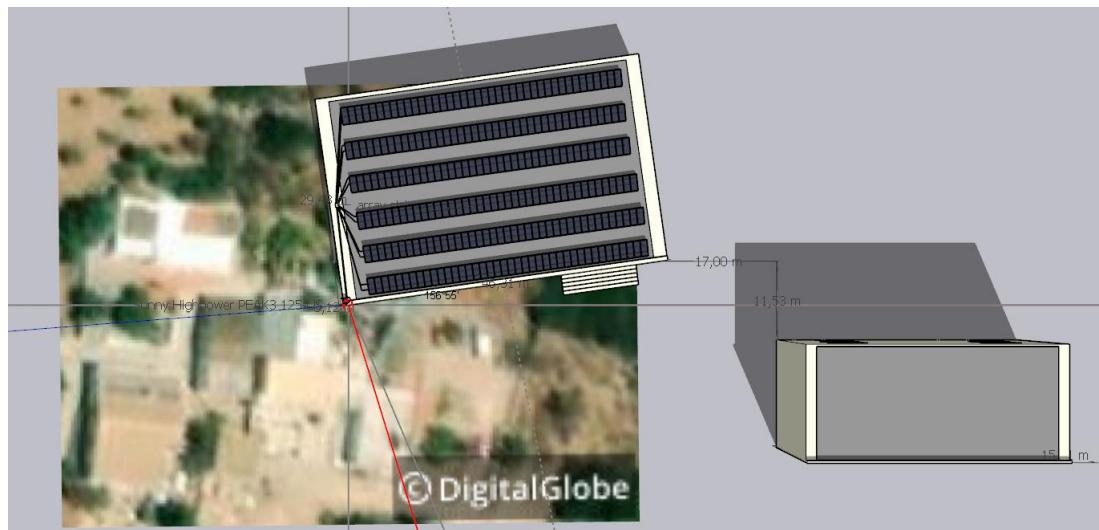


Figura 6 - Vista de cima da instalação e edifícios em redor obtida a partir do SketchUp

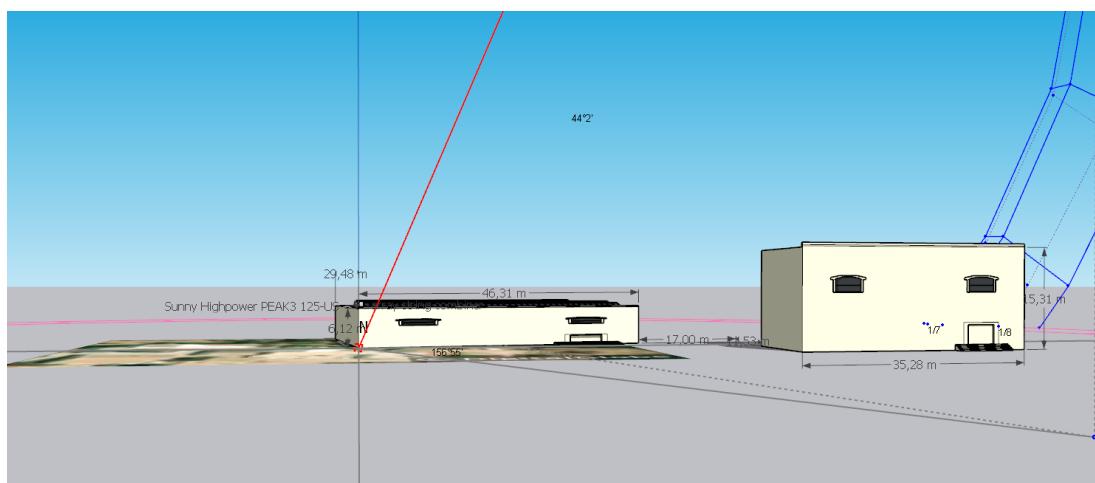


Figura 7 - Vista Sul da instalação e edifícios em redor obtida a partir do SketchUp

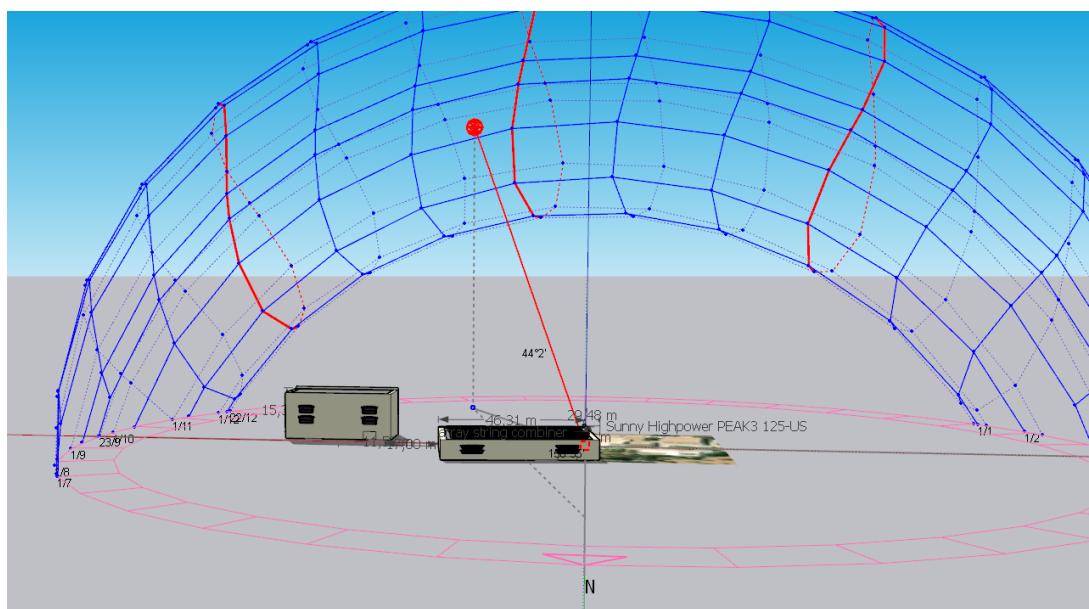


Figura 8 - Vista Norte da instalação e edifícios em redor conjuntamente com o percurso solar obtida a partir do SketchUp  
DEEC / NOVA-FCT

## 4. Análise Energética

Com o sistema dimensionado, obtiveram-se os valores de irradiação e temperatura em cada hora de um dia médio de cada mês (inserindo os parâmetros representados na figura 9 no PVGIS) para que, tendo as estimativas de consumo do cliente, se pudesse construir uma tabela com os valores de temperatura dos painéis, potência DC máxima, potência DC, perdas, potência à saída do inversor e potência AC. Com esses valores também se obteve a energia que seria poupada e a produção excedente para dias de semana, sábados e domingos.

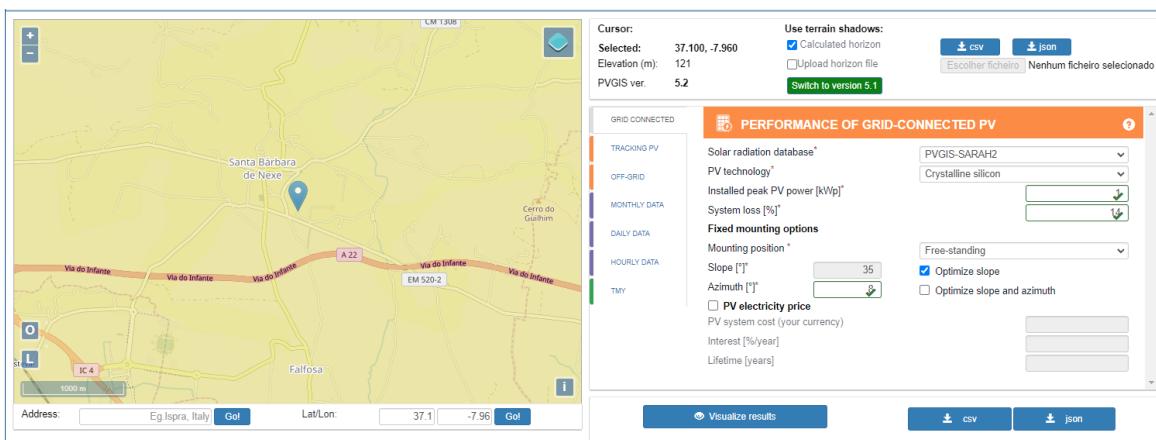


Figura 9 - Parâmetros utilizados no PVGIS para obtenção da irradiação (fonte: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/))

Horas	Pcons dias úteis (kW)	Pcons sábados (kW)	Pcons domingos (kW)	G (W/m²)	Temperatura (°C)
00:00	32,2	32,6	33,6	0,00	18,83
01:00	31,7	31,0	32,8	0,00	18,60
02:00	30,8	30,3	32,9	0,00	18,42
03:00	30,4	30,3	31,1	0,00	18,26
04:00	30,2	30,0	30,4	0,00	18,13
05:00	30,3	30,7	30,5	0,00	18,03
06:00	34,0	37,0	35,3	0,00	17,93
07:00	41,3	45,3	46,2	47,07	17,85
08:00	45,2	48,3	52,7	129,16	18,45
09:00	49,1	51,1	55,2	162,10	19,49
10:00	42,9	43,8	52,6	569,89	20,37
11:00	40,6	46,0	48,9	596,43	21,05
12:00	41,5	48,1	47,3	607,75	21,50
13:00	47,1	53,5	52,8	607,09	21,73
14:00	46,4	58,9	59,3	579,20	21,81
15:00	44,0	50,6	52,8	547,87	21,77
16:00	42,6	46,9	51,1	464,04	21,61
17:00	41,0	41,6	46,2	273,18	21,27
18:00	41,5	43,3	41,9	0,00	20,73
19:00	44,5	48,6	48,1	0,00	20,23
20:00	46,6	48,4	49,0	0,00	19,83
21:00	45,4	47,2	49,9	0,00	19,51
22:00	40,9	41,5	45,9	0,00	19,22
23:00	36,3	36,8	36,2	0,0	19,0

Tabela 2 - Valores de consumo (a verde estão representadas as horas de vazio e a amarelo o período fora de vazio ), irradiação e temperatura de dias médios do mês de outubro

Tcél(°C)	Pdc,máx(kW)	Pdc(kW)	Plosses (kW)	PoutInv (kW)	Pac (kW)	Pexcess úteis	Psave úteis	Pexcess sábados	Psave sábados	Pexcess domingos	Psave domingos	Prede úteis(kW)	Prede sábados(kW)	Prede domingos(kW)
18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,2	32,6	33,6
18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	31,0	32,8
18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	30,3	32,9
18,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4	30,3	31,1
18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,2	30,0	30,4
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3	30,7	30,5
17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	37,0	35,9
19,3	6,2	6,3	5,8	5,5	5,4	0,0	5,4	0,0	5,4	0,0	5,4	35,9	39,9	40,8
22,3	17,0	17,2	15,7	15,3	15,1	0,0	15,1	0,0	15,1	0,0	15,1	30,1	33,2	37,6
24,4	21,4	21,4	19,5	19,1	18,9	0,0	18,9	0,0	18,9	0,0	18,9	30,2	32,2	36,3
37,5	75,2	72,0	65,6	64,5	63,9	21,0	42,9	20,1	43,8	11,3	52,6	0,0	0,0	0,0
38,9	78,7	75,0	68,3	67,2	66,5	25,9	40,6	20,5	46,0	17,6	48,9	0,0	0,0	0,0
39,7	80,2	76,2	69,4	68,3	67,6	26,1	41,5	19,5	48,1	20,3	47,3	0,0	0,0	0,0
39,9	80,1	76,1	69,3	68,1	67,5	20,4	47,1	14,0	53,5	14,7	52,8	0,0	0,0	0,0
39,2	76,5	72,8	66,3	65,2	64,5	18,1	46,4	5,6	58,9	5,2	59,3	0,0	0,0	0,0
38,2	72,3	69,1	62,9	61,9	61,3	17,3	44,0	10,7	50,6	8,5	52,8	0,0	0,0	0,0
35,5	61,3	59,1	53,8	52,9	52,4	9,8	42,6	5,5	46,9	1,3	51,1	0,0	0,0	0,0
29,5	36,1	35,5	32,4	31,8	31,5	0,0	31,5	0,0	31,5	0,0	31,5	9,5	10,1	14,7
20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,5	43,3	41,9
20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,3	48,6	48,1
19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	48,4	49,0
19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,4	47,2	49,9
19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,9	41,5	45,9
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	36,8	36,2

Tabela 3 - Valores de temperatura, potências e perdas de dias médios do mês de outubro

Com esses valores foi possível obter os gráficos contendo as informações de geração e consumo para ilustrar o comportamento do sistema. Os exemplos a seguir representam os gráficos para as potências nos meses de outubro e junho.

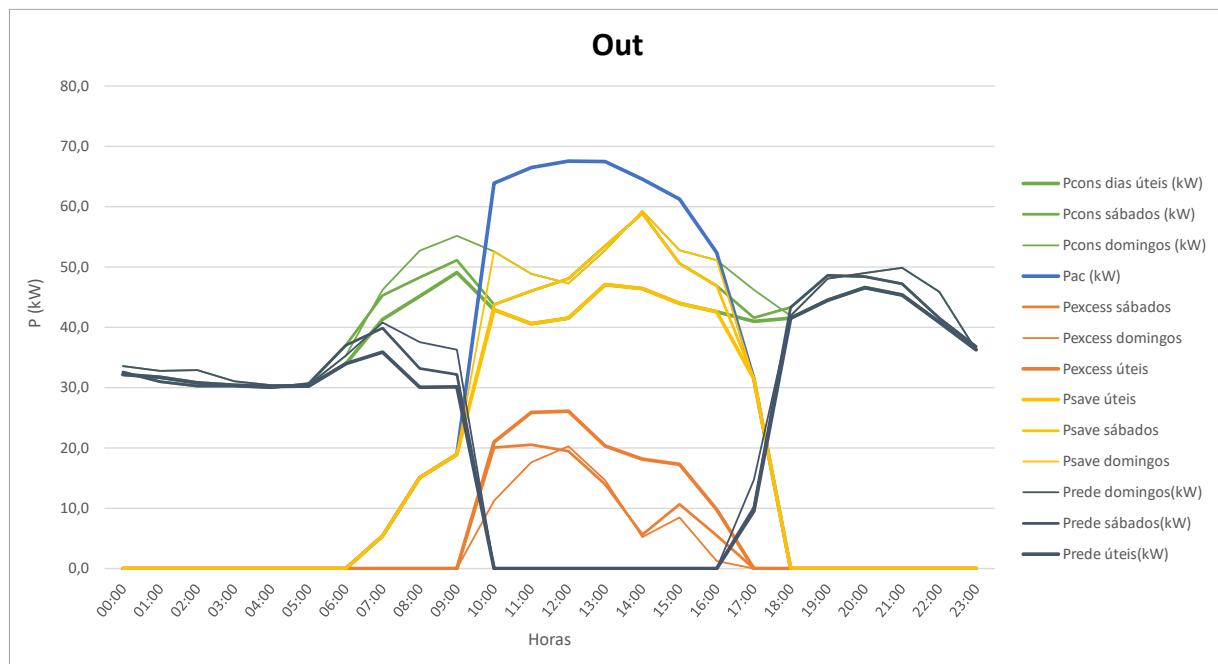


Tabela 4 - Potência consumida, produzida, injetada na rede em outubro

Analizando os gráficos de ambos os meses conclui-se que a potência AC, ou seja, a potência produzida pelos módulos retirando as perdas, é menor em outubro do que em junho devendo-se esta diferença aos valores da irradiação.

Repara-se também que a potência contratada para estes dois casos poderia ser inferior a 50 kW (caso ideal, na realidade teria de se maior de maneira a prever algum problema), dado que a potência consumida da rede (representada por Prede) nunca é superior a este valor. Nota-se também que toda a potência que não for consumida, potência injetada na rede (representada por Pexcess) será transacionada com uma instalação vizinha a 0,13 €/kWh. Observa-se por último a potência poupada (representada por Psave), que representa toda a potência que não será consumida da rede caso seja implementada a instalação fotovoltaica dimensionada no presente documento.

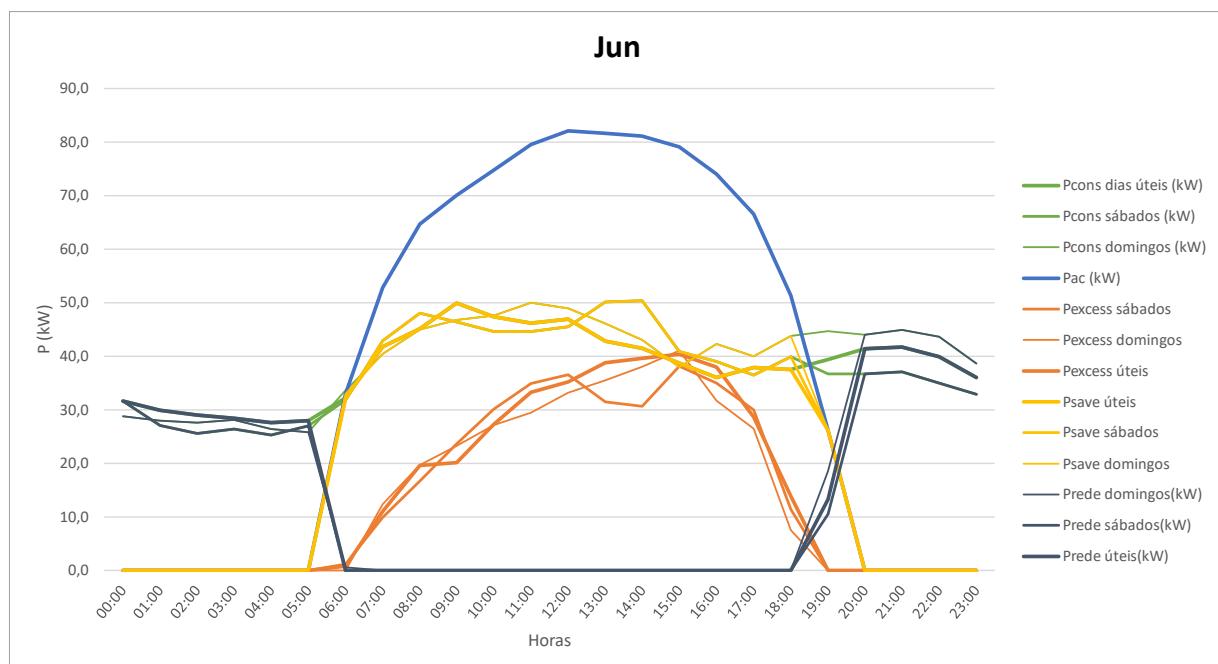


Tabela 5 - Potência consumida, produzida, injetada na rede em junho

Também é interessante observar a potência AC obtida em dias médios de cada mês do ano, dessa forma podemos perceber as diferenças causadas pelo movimento do planeta em relação ao sol, o clima e o sombreamento.

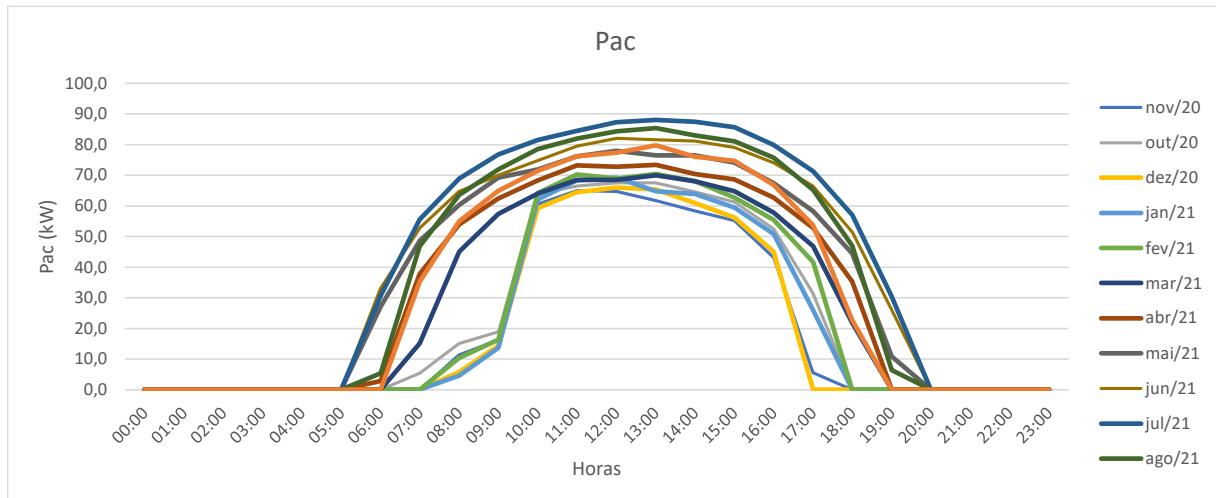


Tabela 6 - Potência AC em cada mês

Finalmente demonstra-se no gráfico abaixo a energia mensal para o primeiro ano e como visto anteriormente, a energia produzida aumenta nos meses de verão e a consumida nos meses de inverno e vice-versa, isto justifica-se pelo facto de que nos meses de inverno provavelmente o cliente terá mais equipamentos ligados e os valores de irradiação são mais baixos.

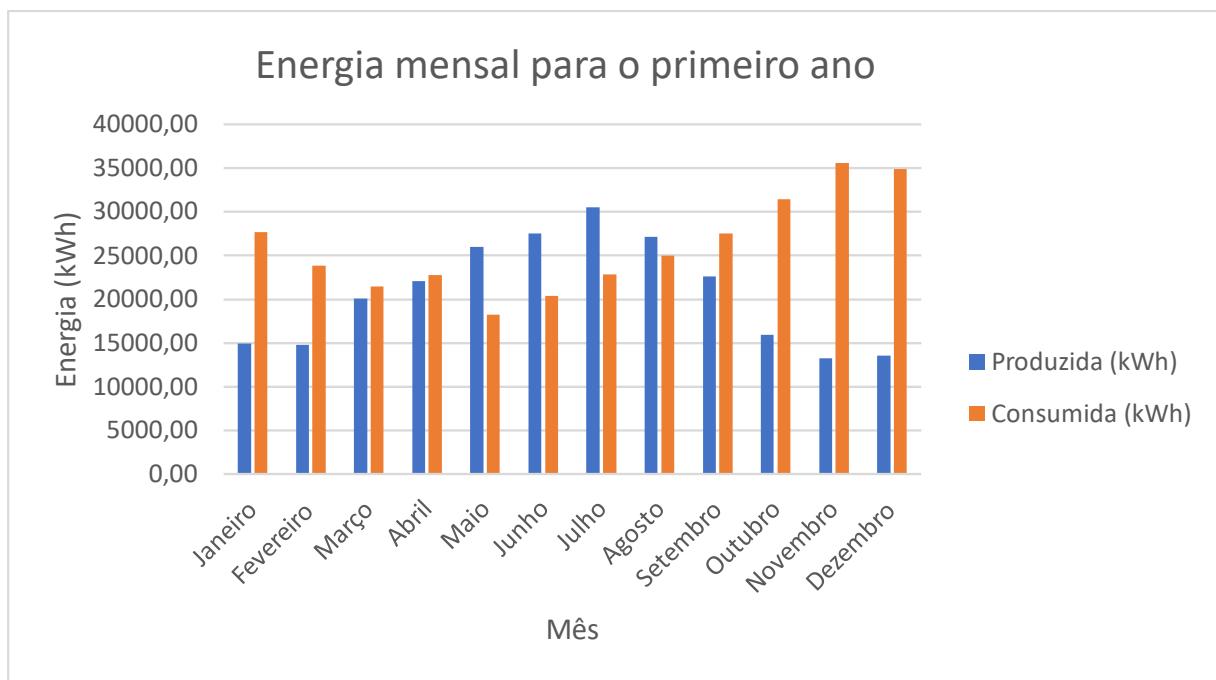


Tabela 7 - Energia Mensal para o primeiro ano

## 5. Análise Económica

Com o objetivo de determinar a viabilidade económica do projeto, utilizamos os dados obtidos na análise energética em conjunto com os dados económicos relevantes - por exemplo, os custos da energia nos diferentes períodos, a remuneração obtida com a produção excedente e o custo inicial do projeto – para assim construir uma tabela com o fluxo de caixa esperado.

Com o intuito de apresentar uma proposta robusta, a considerar possíveis imprevistos na instalação e a volatilidade da economia, utilizamos uma taxa de atualização de 6% ao ano.

Foram também considerados parâmetros como os custos de operação e manutenção anuais (cerca de 1,5% do investimento inicial), o aumento do preço da energia elétrica (cerca de 2% ao ano) e a degradação anual dos módulos (0,55%). Deste modo obteve-se os seguintes valores considerando um período de 6 anos e um investimento inicial de 143 106,93€ este valor consiste na soma dos custos associados aos painéis (53 529,17 €), dos custos associados ao inversor (7 199,00 €), dos custos da estrutura (18 775,68 €) e do orçamento para a montagem dos módulos e equipamentos e execução da instalação elétrica (63 603,08 €).

Ano	Investimento	Cash in PV	Cash out PV	Cash in S/PV	Cash out S/PV	Cash Flow com Fotovoltaico (€)
0		0,00 €	143 106,93 €	0,00 €	0,00 €	-143 106,93 €
1		33 985,38 €	10 339,86 €	0,00 €	42 178,63 €	23 645,52 €
2		34 252,44 €	10 916,37 €	0,00 €	43 022,21 €	23 336,07 €
3		34 526,93 €	11 501,95 €	0,00 €	43 882,27 €	23 024,98 €
4		34 810,21 €	12 094,33 €	0,00 €	44 757,94 €	22 715,87 €
5		35 109,14 €	12 703,15 €	0,00 €	45 665,68 €	22 406,00 €
6		35 407,79 €	13 312,24 €	0,00 €	46 573,43 €	22 095,55 €

Tabela 8 - Cash Flows com e sem fotovoltaico e poupanças

Cash Flow sem Fotovoltaico (€)	Poupança (€)	Poupança atualizada (€)	Poupanças acumuladas atualizadas (€)
0,00 €	-143 106,93 €	-143 106,93 €	-143 106,93 €
-42 178,63 €	65 824,16 €	62 098,26 €	-81 008,66 €
-43 022,21 €	66 358,28 €	59 058,63 €	-21 950,03 €
-43 882,27 €	66 907,25 €	56 176,62 €	34 226,59 €
-44 757,94 €	67 473,81 €	53 445,58 €	87 672,17 €
-45 665,68 €	68 071,68 €	50 867,12 €	138 539,28 €
-46 573,43 €	68 668,98 €	48 408,92 €	186 948,21 €

Tabela 9 - Cash Flows com e sem fotovoltaico e poupanças

A partir das tabelas expostas acima (tabelas 2 e 3) é possível extrair uma das informações mais importantes para o investidor, o Período de Retorno do Investimento (*PRI* ou *payback*). Vemos claramente no gráfico abaixo que o custo inicial é inteiramente pago com os retornos a partir de 3 anos de geração.

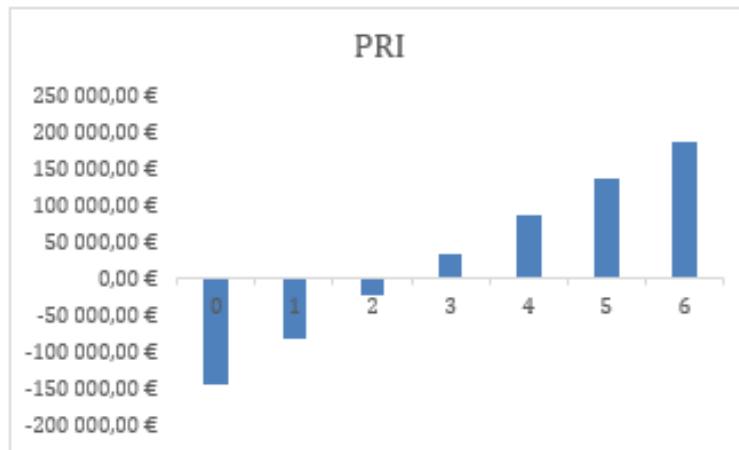


Tabela 10 - Gráfico do PRI

A partir dos dados obtidos da tabela de fluxo de caixa determinamos o valor de outros indicadores financeiros importantes para o processo de decisão, o Valor Atual Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR), o LCOE (*Levelised Cost of Energy*), o PR (*Performance Ratio*), o SCR (*Self-Consumption Ratio*) e o SSR (*Self-Sufficiency Ratio*). É de notar que o valor da poupança foi maximizado utilizando a ferramenta solver do excel, este corresponde ao valor obtido no final do horizonte de investimento sendo mais favorável caso o cliente tenha a possibilidade de fazer o investimento.

VAL	186 948,21 €
TIR	40,6%
LCOE	0,155 €/kWh
PR	85,0%
SCR	63,7%
SSR	79,0%

Tabela 11 - Indicadores Financeiros

Admitindo que existe uma aplicação com a mesma taxa de atualização anual, obtém-se a tabela representada em baixo. Como se observa, para o mesmo período, esta aplicação oferece uma melhor solução que a instalação proposta. Porém, tendo em consideração apenas os ganhos de cada investimento, ou seja, subtraindo do valor final o montante que foi investido, temos na instalação um investimento muito superior.

Ano Investimento	Aplicação com $r$
0	143 106,93 €
1	151 693,34 €
2	160 794,94 €
3	170 442,64 €
4	180 669,20 €
5	191 509,35 €
6	202 999,91 €

Tabela 12 - Possível aplicação com  $r=6\%$

Por fim, encontram-se representados os gráficos para o PRI e os resultados da TIR em função da potência, quando esta varia entre +20% e -20% da potência anterior.

Para +20%, ou seja, 158,40 kWp.

TIR	50,8%
-----	-------

Tabela 13 – TIR para +20%

PRI para 158,40 kWp

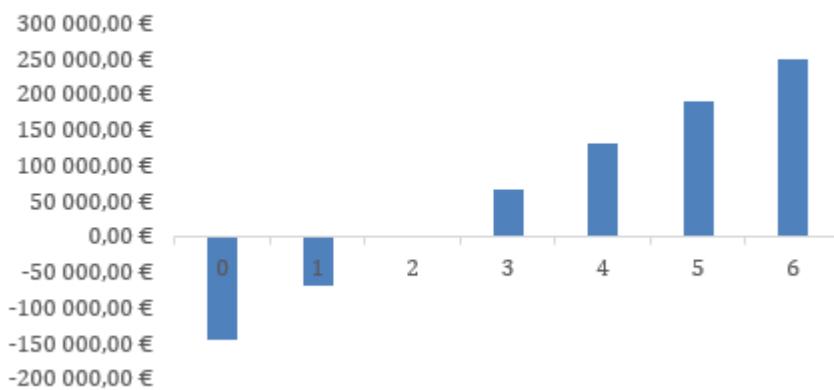


Tabela 14 - Gráfico PRI para +20%

Para -20%, ou seja, 105,60 kWp.

TIR	29,9%
-----	-------

Tabela 15 - TIR para -20%

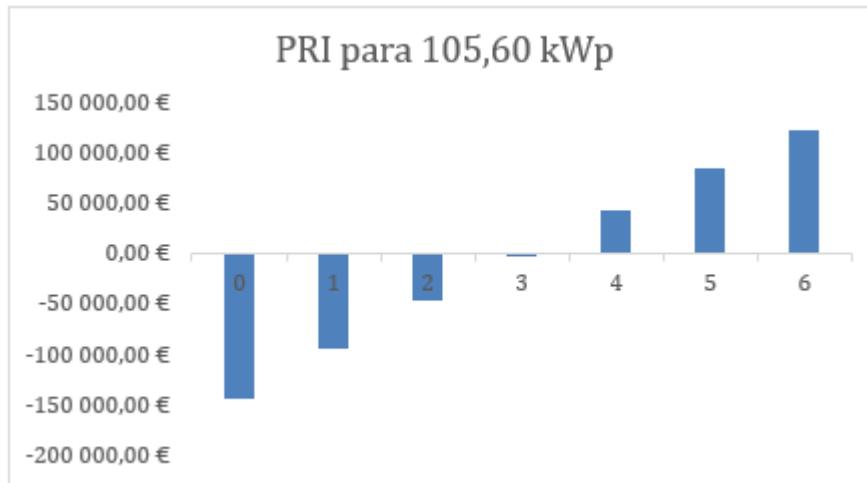


Tabela 16 - Gráfico PRI para -20%

Conclui-se assim que para +20% da potência anterior o PRI diminui para 2 anos enquanto para -20% da potência aumenta para 4 anos.

## 6. Comparação com o PVsyst

Nesta fase serão comparados os resultados obtidos no primeiro ano, utilizando o modelo demonstrado anteriormente, com os do PVsyst, sendo este um software profissional.

No PVsyst foram utilizados os mesmos dados que nos modelos previamente definidos, porém visto que o módulo fotovoltaico utilizado não existia no PVsyst foi escolhido um módulo similar onde se alteraram os parâmetros de modo a tentar aproximar ao máximo com o módulo escolhido anteriormente. Assim sendo no PVsyst são utilizados 232 módulos em vez dos 240 anteriormente definidos, resultando numa potência de 128kWp em vez dos 132kWp.

Tendo isto em conta obtém-se os resultados demonstrados de seguida.

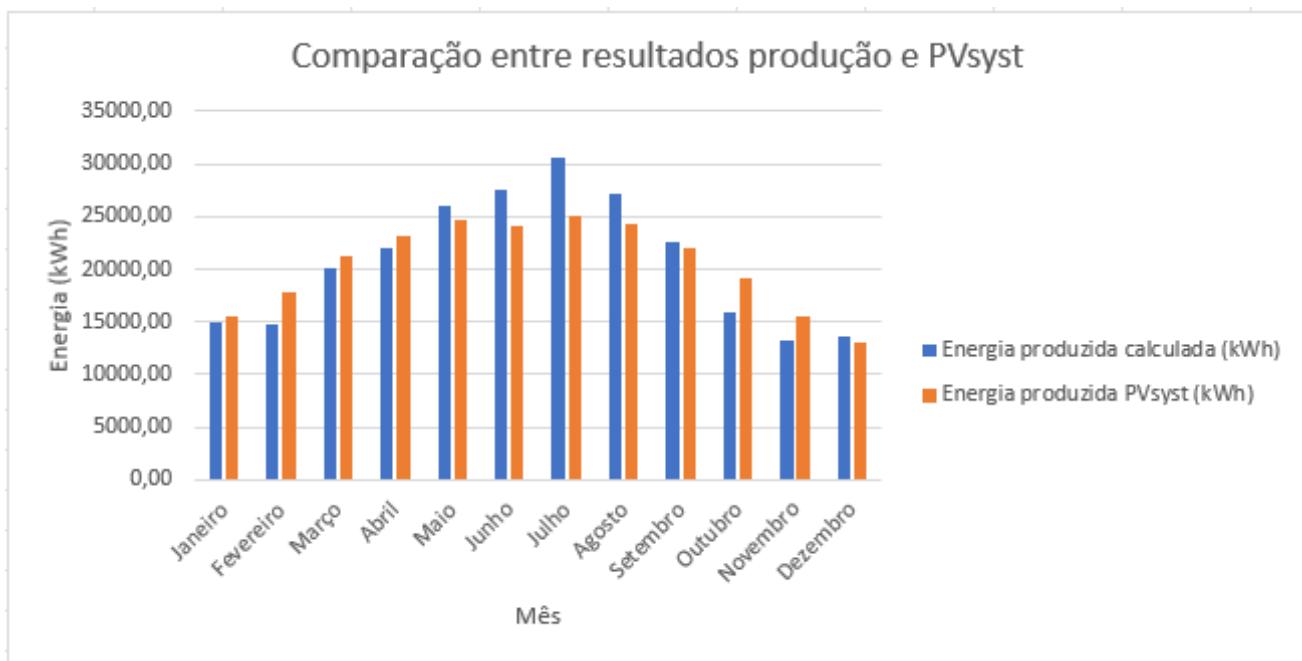


Tabela 17 - Gráfico de barras comparando a energia mensal produzida

Como se observa no gráfico de barras representado anteriormente a energia produzida calculada encontra-se muito perto da energia produzida obtida a partir do PVsyst, sendo por vezes superior. Embora que a potência da primeira seja maior esta diferença não é muito evidente no gráfico.

Para além da razão mencionada anteriormente a diferença entre os resultados pode ser explicada em parte pelo método como foram obtidos os valores de irradiância para o mesmo local, sendo que no primeiro caso (Energia produzida calculada) os valores foram obtidos pelo pvgsi enquanto no segundo (Energia produzida PVsyst) os dados foram obtidos através do Meteonorm.

Tendo por base estes valores, de seguida fez-se a comparação entre a produção total de energia.

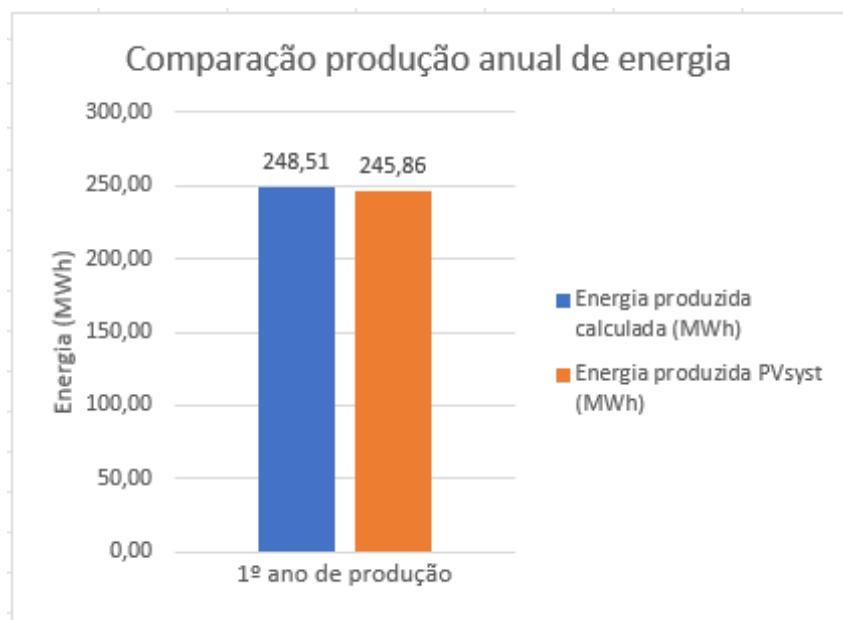


Tabela 18 - Gráfico de barras comparando a produção anual de energia

Obtém-se assim uma produção anual segundo o PVsyst de 245,86 MWh e de 248,51 MWh para o modelo calculado, sendo este mais elevado, visto que a potência instalada também é um pouco maior.

A tabela 13 apresenta o desvio percentual da energia produzida anualmente considerando como o ideal o valor do PVsyst, como também o valor dos PR anuais.

<b>Desvio Energia produzida anualmente</b>	1%
<b>PR anual obtido</b>	85%
<b>PR anual PVsyst</b>	86%

Tabela 19 - Desvio percentual de energia produzida e valores de PR

Assim observa-se um desvio entre a energia produzida anualmente pelo PVsyst e pelo sistema dimensionado de 1%, sendo que este desvio se deve às razões previamente mencionadas.

Comparando os valores do PR observa-se apenas uma diferença de 1% o que leva a concluir que em termos de performance tanto o modelado como o pelo PVsyst são semelhantes.

## 7. Conclusões

Em suma, foi dimensionado um sistema de autoconsumo fotovoltaico com uma potência instalada de 132 kWp constituído por 240 módulos representando um custo de 143 106,96 €. Porém através da análise económica conclui-se que a instalação começa a dar lucro a partir do seu terceiro ano em funcionamento, tendo sido comparada a um possível investimento que garantisse um retorno anual de 6%, dando este apenas 8% mais lucro.

Dado que os componentes mais dispendiosos da instalação como os módulos e o inversor, têm uma garantia de 12 anos para os módulos e 5 para o inversor, podendo esta ser estendida, e considerando apenas o aumento do preço da energia é possível concluir que a instalação modelada no presente documento seria um bom investimento a longo prazo (nesta análise não são considerados os possíveis juros associados ao pagamento, a taxa de inflação monetária nem a variação do valor pago pela potência injetada na rede).

Por último pode-se afirmar que o modelo obtido da instalação de autoconsumo encontra-se muito perto de um modelo real dado que se obtiveram valores muito próximos ao simulado quando utilizado um software profissional (PVsyst).

## Referências

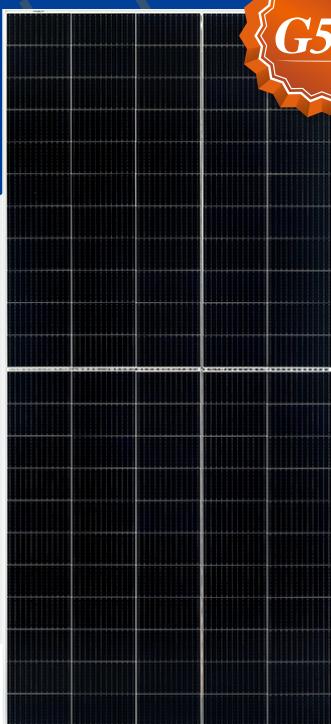
[1] – GREENPRO, “Energia Fotovoltaica – manual sobre tecnologias, projeto e instalação”,

## Anexos

Encontra-se em anexo as folhas de Excel e os datasheets utilizados bem como a análise obtida com o PVsyst.



## HIGH PERFORMANCE MONOCRYSTALLINE PERC MODULE



888

### RSM110-8-530M-550M

**110 CELL**

Mono PERC Module

**530-550Wp**

Power Output Range

**1500VDC**

Maximum System Voltage

**21.0%**

Maximum Efficiency

### KEY SALIENT FEATURES



Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing



Industry leading lowest thermal co-efficient of power



Industry leading 12 years product warranty



Excellent low irradiance performance



Excellent PID resistance



Positive tight power tolerance



Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product



Module Imp binning radically reduces string mismatch losses



Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements



Certified to withstand severe environmental conditions

- ◆ Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
- ◆ Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
- ◆ Excellent mechanical resistance: wind load 2400Pa & snow load 5400Pa

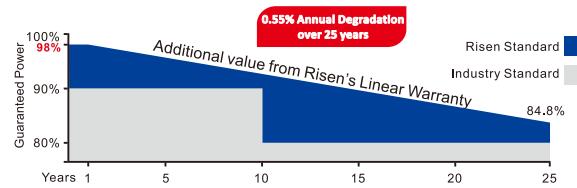


#### RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC  
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599  
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

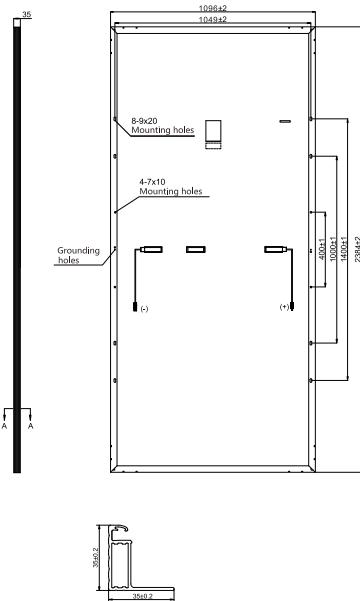
### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

**12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty**

\* Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd.



THE POWER OF RISING VALUE

**Dimensions of PV Module** Unit: mm

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM110-8-530M	RSM110-8-535M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-550M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	<b>530</b>	<b>535</b>	<b>540</b>	<b>545</b>	<b>550</b>
Open Circuit Voltage-Voc(V)	37.38	37.58	37.78	38.02	38.24
Short Circuit Current-Isc(A)	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	31.06	31.26	31.46	31.66	31.86
Maximum Power Current-Impp(A)	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) ★	20.3	20.5	20.7	20.9	21.0

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

\* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Model Number	RSM110-8-530M	RSM110-8-535M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-550M
Maximum Power-Pmax (Wp)	401.5	405.3	409.0	412.8	416.7
Open Circuit Voltage-Voc (V)	34.76	34.95	35.14	35.36	35.56
Short Circuit Current-Isc (A)	14.83	14.87	14.91	14.95	14.99
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	28.82	29.01	29.19	29.38	29.57
Maximum Power Current-Impp (A)	13.93	13.97	14.01	14.05	14.09

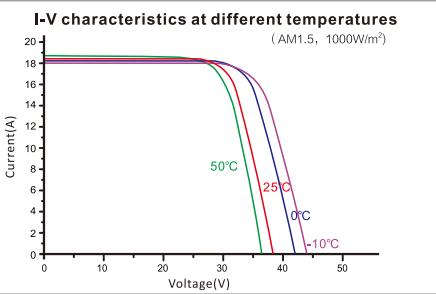
NMOT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	110 cells (5×11+5×11)
Module dimensions	2384×1096×35mm
Weight	29kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A


**Our Partners:**
**PACKAGING CONFIGURATION**

	40ft(HQ)
Number of modules per container	620
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	20
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2401×1115×1235
Box gross weight[kg]	950

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2021 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE

# SUNNY HIGHPOWER PEAK3 125-US / 150-US

SHP 125-US-20 / SHP 150-US-20



## Cost effective

- Modular architecture reduces BOS and maximizes system uptime
- Compact design and high power density maximize transportation and logistical efficiency

## Maximum flexibility

- Scalable 1,500 VDC building block with best-in-class performance
- Flexible architecture creates scalability while maximizing land usage

## Simple install, commissioning

- Ergonomic handling and simple connections enable quick installation
- Centralized commissioning and control with SMA Data Manager

## Highly innovative

- SMA Smart Connected reduces O&M costs and simplifies field-service
- Powered by award winning ennexOS cross sector energy management platform

## SUNNY HIGHPOWER PEAK3 125-US / 150-US

A superior modular solution for large-scale power plants

The PEAK3 1,500 VDC inverter offers high power density in a modular architecture that achieves a cost-optimized solution for large-scale PV integrators. With fast, simple installation and commissioning, the Sunny Highpower PEAK3 is accelerating the path to energization. SMA has also brought its field-proven Smart Connected technology to the PEAK3, which simplifies O&M and contributes to lower lifetime service costs. The PEAK3 power plant solution is powered by the ennexOS cross sector energy management platform, 2018 winner of the Intersolar smarter E AWARD.

Technical Data	Sunny Highpower PEAK3 125-US	Sunny Highpower PEAK3 150-US
<b>Input (DC)</b>		
Maximum array power	187500 Wp STC	225000 Wp STC
Maximum system voltage		1500 VDC
Rated MPP voltage range	705 V ... 1450 V	880 V ... 1450 V
MPPT operating voltage range	684 V ... 1500 V	855 V ... 1500 V
MPP trackers	1	
Maximum operating input current		180 A
Maximum input short-circuit current		325 A
<b>Output (AC)</b>		
Nominal AC power	125000 W	150000 W
Maximum apparent power	125000 VA	150000 VA
Output phases / line connections		3 / 3-PE
Nominal AC voltage	480 V	600 V
Compatible transformer winding configuration		Wye-grounded
Maximum output current		151 A
Rated grid frequency		60 Hz
Grid frequency / range		50 Hz, 60 Hz / -6 Hz ... +6 Hz
Power factor at rated power / adjustable displacement		1 / 0.0 leading ... 0.0 lagging
Harmonics (THD)		<3%
<b>Efficiency</b>		
CEC efficiency	98.5 %	99.0 %
<b>Protection and safety features</b>		
Ground fault monitoring: Riso / Differential current	• / •	
DC reverse polarity protection	•	
AC short circuit protection	•	
Monitored surge protection (Type 2): DC / AC	• / •	
Protection class / overvoltage category (as per UL 840)	I / IV	
<b>General data</b>		
Device dimensions (W / H / D)	770 / 830 / 444 mm (30.3 / 32.7 / 17.5 in.)	
Device weight	98 kg (216 lbs)	
Operating temperature range	-25°C ... +60°C (-13°F ... +140°F)	
Storage temperature range	-40°C ... +70°C (-40°F ... +158°F)	
Audible noise emission (full power @ 1m and 25°C)	< 69 dB(A)	
Internal consumption at night	< 5 W	
Topology	Transformerless	
Cooling concept	OptiCool (forced convection, variable speed fans)	
Enclosure protection rating	Type 4X (as per UL 50E)	
Maximum permissible relative humidity (non-condensing)	100%	
<b>Additional information</b>		
Mounting	Rack mount	
DC connection	Terminal lugs - up to 600 kcmil CU/AL	
AC connection	Screw terminals - up to 300 kcmil CU/AL	
LED indicators (Status/Fault/Communication)	•	
SMA Speedwire (Ethernet network interface)	• (2 x RJ45 ports)	
Data protocols: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Webconnect	• / • / •	
Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	• / •	
Off-grid capable / SMA Hybrid Controller compatible	- / •	
SMA Smart Connected (proactive monitoring and service)	•	
<b>Certifications</b>		
Certifications and approvals	UL 62109, UL 1998, CAN/CSA-C22.2 No.62109	
FCC compliance	FCC Part 15, Class A	
Grid interconnection standards	IEEE 1547, UL 1741 SA - CA Rule 21, HECO Rule 14H	
Advanced grid support capabilities	L/HVRT, L/HVRT, Volt-VA, Volt-Watt, Frequency-Watt, Ramp Rate Control, Fixed Power Factor	
<b>Warranty</b>		
Standard	5 years	
Optional extensions	10 / 15 / 20 years	
Type designation	SHP 125-US-20	SHP 150-US-20
Technical data as of April 2019	• Standard features	○ Optional features
		- Not available

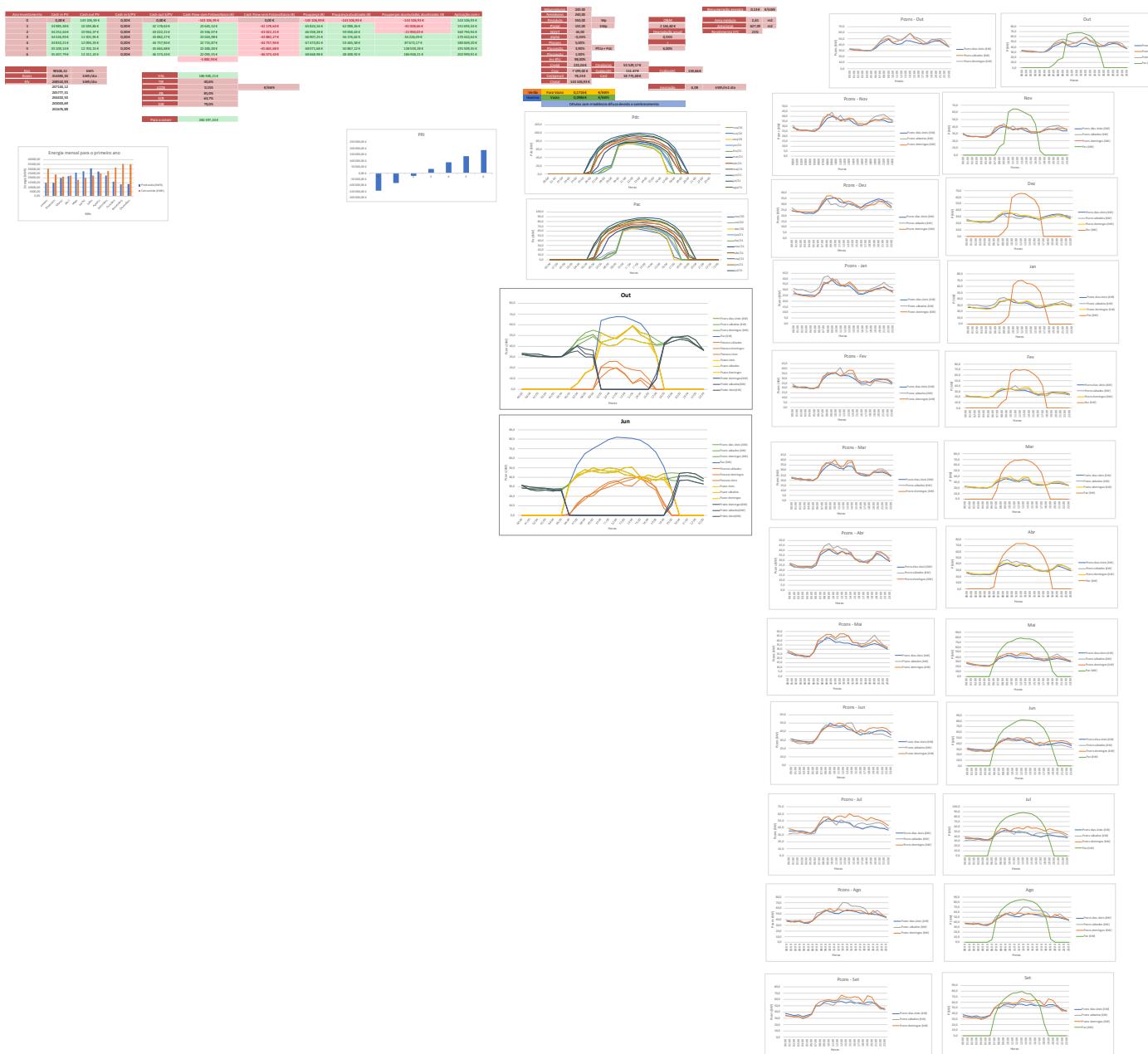
out/20																					
Horas	Pcons dias úteis (kW)	Pcons sábados (kW)	Pcons domingos (kW)	G (W/m^2)	Temperatura (°C)	Tcél(°C)	Pdc,máx(kW)	Pdc(kW)	Plosses (kW)	Poutinv (kW)	Pac (kW)	Pexcess úteis	Psave úteis	Pexcess sábados	Psave sábados	Pexcess domingos	Psave domingos	Recebido dias úteis	Gasto dias úteis	Total úteis PV	Total úteis s/PV
00:00	32,2	32,6	33,6	0,00	18,83	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	3,17 €	-3,17 €	-3,17 €	
01:00	31,7	31,0	32,8	0,00	18,60	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	3,13 €	-3,13 €	-3,13 €	
02:00	30,8	30,3	32,9	0,00	18,42	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	3,04 €	-3,04 €	-3,04 €	
03:00	30,4	30,3	31,1	0,00	18,26	18,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	3,00 €	-3,00 €	-3,00 €	
04:00	30,2	30,0	30,4	0,00	18,13	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	2,98 €	-2,98 €	-2,98 €	
05:00	30,3	30,7	30,5	0,00	18,03	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	2,99 €	-2,99 €	-2,99 €	
06:00	34,0	37,0	35,3	0,00	17,93	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	3,35 €	-3,35 €	-3,35 €	
07:00	41,3	45,3	46,2	47,07	17,85	19,3	6,2	6,3	5,8	5,5	5,4	0,0	5,4	0,0	5,4	0,0	0,00 €	6,16 €	-6,16 €	-7,09 €	
08:00	45,2	48,3	52,7	129,16	18,45	22,3	17,0	17,2	15,7	15,3	15,1	0,0	15,1	0,0	15,1	0,0	0,00 €	5,16 €	-5,16 €	-7,76 €	
09:00	49,1	51,1	55,2	162,10	19,49	24,4	21,4	21,4	19,5	19,1	18,9	0,0	18,9	0,0	18,9	0,0	0,00 €	5,18 €	-5,18 €	-8,43 €	
10:00	42,9	43,8	52,6	569,89	20,37	37,5	7,5	7,2	65,6	64,5	63,9	21,0	42,9	20,1	43,8	11,3	52,6	2,73 €	0,00 €	2,73 €	-7,36 €
11:00	40,6	46,0	48,9	596,43	21,05	38,9	78,7	75,0	68,3	67,2	66,5	25,9	40,6	20,5	46,0	17,6	48,9	3,37 €	0,00 €	3,37 €	-6,97 €
12:00	41,5	48,1	47,3	607,75	21,50	39,7	80,2	76,2	69,4	68,3	67,6	26,1	41,5	19,5	48,1	20,3	47,3	3,39 €	0,00 €	3,39 €	-7,12 €
13:00	47,1	53,5	52,8	607,09	21,73	39,9	80,1	76,1	69,3	68,1	67,5	20,4	47,1	14,0	53,5	14,7	52,8	2,65 €	0,00 €	2,65 €	-8,08 €
14:00	46,4	58,9	59,3	579,20	21,81	39,2	76,5	72,8	66,3	65,2	64,5	18,1	46,4	5,6	58,9	5,2	59,3	2,36 €	0,00 €	2,36 €	-7,96 €
15:00	44,0	50,6	52,8	547,87	21,77	38,2	72,3	69,1	61,9	61,3	17,3	44,0	10,7	50,6	8,5	52,8	2,25 €	0,00 €	2,25 €	-7,55 €	
16:00	42,6	46,9	51,1	464,04	21,61	35,5	61,3	59,1	53,8	52,9	52,4	9,8	42,6	5,5	46,9	1,3	51,1	1,27 €	0,00 €	1,27 €	-7,31 €
17:00	41,0	41,6	46,2	273,18	21,27	29,5	36,1	35,5	32,4	31,8	31,5	0,0	31,5	0,0	31,5	0,0	31,5	0,00 €	1,63 €	-1,63 €	-7,04 €
18:00	41,5	43,3	41,9	0,00	20,73	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	7,12 €	-7,12 €	-7,12 €	
19:00	44,5	48,6	48,1	0,00	20,23	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	7,64 €	-7,64 €	-7,64 €	
20:00	46,6	48,4	49,0	0,00	19,83	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	8,00 €	-8,00 €	-8,00 €	
22:00	40,9	41,5	45,9	0,00	19,22	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	7,02 €	-7,02 €	-7,02 €	
23:00	36,3	36,8	36,2	0,0	19,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 €	6,23 €	-6,23 €	-6,23 €	
Total	911,10	974,60	1012,80	4583,78														-65,55 €	-148,10 €		

nov/20																					
Horas	Pcons dias úteis (kW)	Pcons sábados (kW)	Pcons domingos (kW)	G (W/m^2)	Temperatura (°C)	Tcél(°C)	Pdc,máx(kW)	Pdc(kW)	Plosses (kW)	Poutinv (kW)	Pac (kW)	Pexcess úteis	Psave úteis	Pexcess sábados	Psave sábados	Pexcess domingos	Psave domingos	Recebido dias úteis	Gasto dias úteis	Total úteis PV	Total úteis s/PV
00:00	28,9	30,8	28,9	0,00	15,31	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,85 €	-2,85 €	-2,85 €	
01:00	27,1	26,0	26,3	0,00	15,15	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,67 €	-2,67 €	-2,67 €	
02:00	25,8	26,3	25,9	0,00	15,02	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,54 €	-2,54 €	-2,54 €	
03:00	26,1	26,4	25,9	0,00	14,90	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,57 €	-2,57 €	-2,57 €	
04:00	25,3	25,1	25,8	0,00	14,79	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,49 €	-2,49 €	-2,49 €	
05:00	25,1	26,8	24,8	0,00	14,68	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,47 €	-2,47 €	-2,47 €	
06:00	27,8	27,9	27,5	0,00	14,60	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,74 €	-2,74 €	-2,74 €	
07:00	32,9	38,3	35,9	0,00	14,53	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,65 €	-5,65 €	-5,65 €	
08:00	38,0	40,5	41,7	96,59	14,67	17,6	12,7	13,1	11,9	11,6	11,4	0,0	11,4	0,0	11,4	0,0	0,0	4,56 €	-4,56 €	-6,52 €	
09:00	39,8	43,9	40,8	137,70	15,39	19,5	18,2	18,5	16,9	16,5	16,3	0,0	16,3	0,0	16,3	0,0	0,0	4,03 €	-4,03 €	-6,83 €	
10:00	38,4	36,6	39,0	529,91	16,22	32,1	69,9	68,3	62,2	61,2	60,6	22,2	38,4	24,0	36,6	21,6	39,0	2,88 €	-6,59 €		
11:00	36,3	41,0	35,1	573,58	16,92	34,1	73,4	66,8	65,7	65,1	28,8	36,3	24,1	41,0	30,0	35,1	3,7	0,00 €	3,74 €	-6,23 €	
12:00	37,0	34,9	36,9	571,01	17,46	34,6	75,4	66,4	65,3	64,7	27,7	37,0	29,8	34,9	27,8	36,9	3,6	0,00 €	3,60 €	-6,35 €	
13:00	36,7	37,5	38,3	543,84	17,81	34,1	71,8	69,6	63,4	62,3	25,0	36,7	24,2	37,5	23,4	38,3	3,3	0,00 €	3,25 €	-6,30 €	
14:00	33,4	37,7	36,7	512,86	17,99	33,4	67,7	65,8	59,9	58,9	25,0	33,4	20,7	37,7	21,7	36,7	3,2	0,00 €	3,24 €	-5,73 €	
15:00	31,1	30,7	32,7	483,45	18,02	32,5	63,8	62,2	56,6	55,7	24,1	31,1	24,5	30,7	22,5	32,7	3,1	0,00 €	3,13 €	-5,34 €	
16:00	31,0	31,2	32,8	373,10	17,87	29,1	49,2	48,6	44,2	43,5	43,1	12,1	31,0	11,9	31,2	10,3	32,8	1,6	0,00 €	1,57 €	-5,32 €
17:00	32,8	32,1	31,8	49,04	17,51	19,0	6,5	6,6	6,0	5,7	5,7	0,0	5,7	0,0	5,7	0,0	0,0	4,66 €	-6,53 €	-6,53 €	
18:00	34,6	36,6	35,5	0,00	16,95	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,94 €	-5,94 €	-5,94 €	
19:00	36,6	39,8	36,3	0,00	16,52	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,31 €	-6,31 €	-6,31 €	
20:00	36,3	41,0	36,1	0,00	16,14	16,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,23 €	-6,23 €	-6,23 €	
21:00	36,3	41,8	38,3	0,00	15,81	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,23 €	-6,23 €	-6,23 €	
22:00	34,0	38,9	37,1	0,00	15,56	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,83 €	-5,83 €	-5,83 €	
23:00	34,0	35,1	36,5	0,00	15,34	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,18 €	-6,18 €	-6,18 €	
Total	785,50	826,90	806,60	3871,08													325,5				

Recebido sábados	Gasto sábados	Total sábados PV	Total sábados s/PV	Recebido domingos	Gasto domingos	Total domingos PV	Total domingos s/PV	Prede úteis(kW)	Prede sábados(kW)	Prede domingos(kW)
0,00 €	3,21 €	-3,21 €	-3,21 €	0,00 €	3,31 €	-3,31 €	-3,31 €	32,2	32,6	33,6
0,00 €	3,06 €	-3,06 €	-3,06 €	0,00 €	3,23 €	-3,23 €	-3,23 €	31,7	31,0	32,8
0,00 €	2,99 €	-2,99 €	-2,99 €	0,00 €	3,24 €	-3,24 €	-3,24 €	30,8	30,3	32,9
0,00 €	2,99 €	-2,99 €	-2,99 €	0,00 €	3,07 €	-3,07 €	-3,07 €	30,4	30,3	31,1
0,00 €	2,96 €	-2,96 €	-2,96 €	0,00 €	3,00 €	-3,00 €	-3,00 €	30,2	30,0	30,4
0,00 €	3,03 €	-3,03 €	-3,03 €	0,00 €	3,01 €	-3,01 €	-3,01 €	30,3	30,7	30,5
0,00 €	3,65 €	-3,65 €	-3,65 €	0,00 €	3,48 €	-3,48 €	-3,48 €	34,0	37,0	35,3
0,00 €	3,93 €	-3,93 €	-4,47 €	0,00 €	4,02 €	-4,02 €	-4,56 €	35,9	39,9	40,8
0,00 €	3,27 €	-3,27 €	-4,76 €	0,00 €	3,70 €	-3,70 €	-5,20 €	30,1	33,2	37,6
0,00 €	3,17 €	-3,17 €	-8,77 €	0,00 €	3,58 €	-3,58 €	-5,44 €	30,2	32,2	36,3
2,61 €	0,00 €	2,61 €	-7,52 €	1,47 €	0,00 €	1,47 €	-5,19 €	0,0	0,0	0,0
2,67 €	0,00 €	2,67 €	-7,89 €	2,29 €	0,00 €	2,29 €	-4,82 €	0,0	0,0	0,0
2,53 €	0,00 €	2,53 €	-8,25 €	2,64 €	0,00 €	2,64 €	-4,66 €	0,0	0,0	0,0
1,82 €	0,00 €	1,82 €	-5,28 €	1,91 €	0,00 €	1,91 €	-5,21 €	0,0	0,0	0,0
0,73 €	0,00 €	0,73 €	-5,81 €	0,68 €	0,00 €	0,68 €	-5,85 €	0,0	0,0	0,0
1,39 €	0,00 €	1,39 €	-4,99 €	1,10 €	0,00 €	1,10 €	-5,21 €	0,0	0,0	0,0
0,72 €	0,00 €	0,72 €	-4,62 €	0,17 €	0,00 €	0,17 €	-5,04 €	0,0	0,0	0,0
0,00 €	1,00 €	-1,00 €	-4,10 €	0,00 €	1,45 €	-1,45 €	-4,56 €	9,5	10,1	14,7
0,00 €	4,27 €	-4,27 €	-4,27 €	0,00 €	4,13 €	-4,13 €	-4,13 €	41,5	43,3	41,9
0,00 €	4,79 €	-4,79 €	-8,34 €	0,00 €	4,74 €	-4,74 €	-4,74 €	44,5	48,6	48,1
0,00 €	8,31 €	-8,31 €	-8,31 €	0,00 €	4,83 €	-4,83 €	-4,83 €	46,6	48,4	49,0
0,00 €	7,12 €	-7,12 €	-4,09 €	0,00 €	4,53 €	-4,53 €	-4,53 €	40,9	41,5	45,9
0,00 €	3,63 €	-3,63 €	-3,63 €	0,00 €	3,57 €	-3,57 €	-3,57 €	36,3	36,8	36,2
		-57,00 €	-125,07 €		-51,56 €	-104,78 €				

Recebido sábados	Gasto sábados	Total sábados PV	Total sábados s/PV	Recebido domingos	Gasto domingos	Total domingos PV	Total domingos s/PV	Prede úteis(kW)	Prede sábados(kW)	Prede domingos(kW)
0,00 €	3,04 €	-3,04 €	-3,04 €	0,00 €	2,85 €	-2,85 €	-2,85 €	28,9	30,8	28,9
0,00 €	2,56 €	-2,56 €	-2,56 €	0,00 €	2,59 €	-2,59 €	-2,59 €	27,1	30,8	26,3
0,00 €	2,59 €	-2,59 €	-2,59 €	0,00 €	2,55 €	-2,55 €	-2,55 €	25,8	30,8	25,9
0,00 €	2,60 €	-2,60 €	-2,60 €	0,00 €	2,55 €	-2,55 €	-2,55 €	26,1	30,8	25,9
0,00 €	2,47 €	-2,47 €	-2,47 €	0,00 €	2,54 €	-2,54 €	-2,54 €	25,3	30,8	25,8
0,00 €	2,64 €	-2,64 €	-2,64 €	0,00 €	2,45 €	-2,45 €	-2,45 €	25,1	30,8	24,8
0,00 €	2,75 €	-2,75 €	-2,75 €	0,00 €	2,71 €	-2,71 €	-2,71 €	27,8	30,8	27,5
0,00 €	3,78 €	-3,78 €	-3,78 €	0,00 €	3,54 €	-3,54 €	-3,54 €	32,9	30,8	35,9
0,00 €	2,86 €	-2,86 €	-3,99 €	0,00 €	2,98 €	-2,98 €	-4,11 €	26,6	30,8	30,3
0,00 €	4,73 €	-4,73 €	-7,53 €	0,00 €	2,41 €	-2,41 €	-4,02 €	23,5	30,8	24,5
3,11 €	0,00 €	3,11 €	-6,28 €	2,80 €	0,00 €	2,80 €	-3,85 €	0,0	30,8	0,0
3,13 €	0,00 €	3,13 €	-7,04 €	3,90 €	0,00 €	3,90 €	-3,46 €	0,0	30,8	0,0
3,87 €	0,00 €	3,87 €	-5,99 €	3,61 €	0,00 €	3,61 €	-3,64 €	0,0	30,8	0,0
3,15 €	0,00 €	3,15 €	-3,70 €	3,04 €	0,00 €	3,04 €	-3,78 €	0,0	30,8	0,0
2,68 €	0,00 €	2,68 €	-3,72 €	2,81 €	0,00 €	2,81 €	-3,62 €	0,0	30,8	0,0
3,18 €	0,00 €	3,18 €	-3,03 €	2,92 €	0,00 €	2,92 €	-3,22 €	0,0	30,8	0,0
1,55 €	0,00 €	1,55 €	-3,08 €	1,34 €	0,00 €	1,34 €	-3,23 €	0,0	30,8	0,0
0,00 €	2,61 €	-2,61 €	-3,17 €	0,00 €	2,58 €	-2,58 €	-3,14 €	27,1	30,8	26,1
3,61 €	0,00 €	3,61 €	-3,61 €	0,00 €	2,50 €	-2,50 €	-3,50 €	24,6	30,8	35,5
0,00 €	6,83 €	-6,83 €	-6,83 €	0,00 €	3,58 €	-3,58 €	-3,58 €	36,8	30,8	36,3
0,00 €	7,04 €	-7,04 €	-7,04 €	0,00 €	3,56 €	-3,56 €	-3,56 €	36,3	30,8	36,1
0,00 €	7,17 €	-7,17 €	-7,17 €	0,00 €	3,78 €	-3,78 €	-3,78 €	36,3	30,8	38,3
0,00 €	3,84 €	-3,84 €	-3,84 €	0,00 €	3,66 €	-3,66 €	-3,66 €	34,0	30,8	37,1
0,00 €	3,46 €	-3,46 €	-3,46 €	0,00 €	3,60 €	-3,60 €	-3,60 €	34,0	30,8	36,5
		-43,92 €	-101,90 €		-31,01 €	-79,53 €				

Recebido sábados	Gasto sábados	Total sábados PV	Total sábados s/PV	Recebido domingos	Gasto domingos	Total domingos PV	Total domingos s/PV	Prede úteis(kW)	Prede sábados(kW)	Prede domingos(kW)
0,00 €	3,12 €	-3,12 €	-3,12 €	0,00 €	2,84 €	-2,84 €	-2,84 €	31,6	31,6	28,8
0,00 €	2,67 €	-2,67 €	-2,67 €	0,00 €	2,76 €	-2,76 €	-2,76 €	29,9	27,1	28,0
0,00 €	2,52 €	-2,52 €	-2,52 €	0,00 €	2,72 €	-2,72 €	-2,72 €	29,0	25,6	27,6
0,00 €	2,60 €	-2,60 €	-2,60 €	0,00 €	2,77 €	-2,77 €	-2,77 €	28,4	26,4	28,1
0,00 €	2,49 €	-2,49 €	-2,49 €	0,00 €	2,60 €	-2,60 €	-2,60 €	27,6	25,3	26,4
0,00 €	2,66 €	-2,66 €	-2,66 €	0,00 €	2,54 €	-2,54 €	-2,54 €	28,0	27,0	25,8
0,16 €	0,00 €	0,16 €	-3,14 €	0,00 €	0,06 €	-0,06 €	-3,31 €	0,0	0,0	0,6
1,29 €	0,00 €	1,29 €	-4,23 €	1,61 €	0,00 €	1,61 €	-3,98 €	0,0	0,0	0,0
2,17 €	0,00 €	2,17 €	-4,73 €	2,56 €	0,00 €	2,56 €	-4,44 €	0,0	0,0	0,0
3,08 €	0,00 €	3,08 €	-4,58 €	3,02 €	0,00 €	3,02 €	-4,61 €	0,0	0,0	0,0
3,92 €	0,00 €	3,92 €	-7,65 €	3,53 €	0,00 €	3,53 €	-4,69 €	0,0	0,0	0,0
4,53 €	0,00 €	4,53 €	-7,65 €	3,83 €	0,00 €	3,83 €	-4,93 €	0,0	0,0	0,0
4,75 €	0,00 €	4,75 €	-7,81 €	4,31 €	0,00 €	4,31 €	-4,82 €	0,0	0,0	0,0
4,09 €	0,00 €	4,09 €	-8,60 €	4,61 €	0,00 €	4,61 €	-4,55 €	0,0	0,0	0,0
3,99 €	0,00 €	3,99 €	-4,97 €	4,95 €	0,00 €	4,95 €	-4,24 €	0,0	0,0	0,0
4,96 €	0,00 €	4,96 €	-4,03 €	5,34 €	0,00 €	5,34 €	-3,75 €	0,0	0,0	0,0
4,55 €	0,00 €	4,55 €	-3,85 €	4,12 €	0,00 €	4,12 €	-4,17 €	0,0	0,0	0,0
3,90 €	0,00 €	3,90 €	-3,60 €	3,45 €	0,00 €	3,45 €	-3,94 €	0,0	0,0	0,0
1,49 €	0,00 €	1,49 €	-3,93 €	0,98 €	0,00 €	0,98 €	-4,32 €	0,0	0,0	0,0
0,00 €	1,04 €	-1,04 €	-3,62 €	0,00 €	1,83 €	-1,83 €	-4,41 €	13,2	10,5	18,5
0,00 €	6,30 €	-6,30 €	-6,30 €	0,00 €	4,34 €	-4,34 €	-4,34 €	41,4	36,7	44,0
0,00 €	6,37 €	-6,37 €	-6,37 €	0,00 €	4,43 €	-4,43 €	-4,43 €	41,7	37,1	44,9
0,00 €	6,01 €	-6,01 €	-6,01 €	0,00 €	4,30 €	-4,30 €	-4,30 €	39,9	35,0	43,6
0,00 €	3,24 €	-3,24 €	-3,24 €	0,00 €	3,81 €	-3,81 €	-3,81 €	36,0	32,9	38,6
		3,84 €	-110,37 €		7,31 €	-93,28 €				



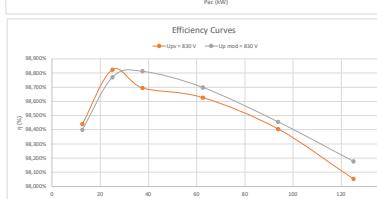
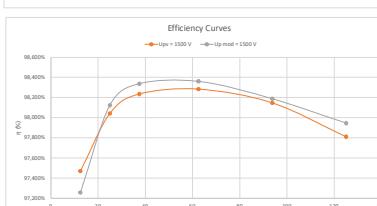
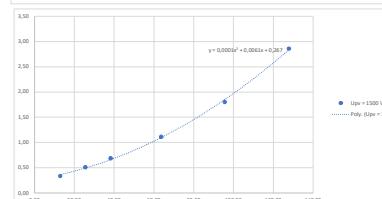
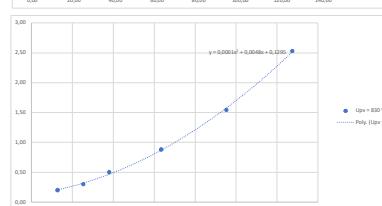
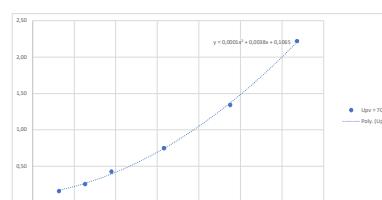
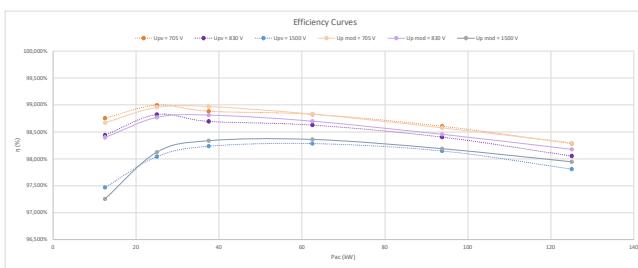
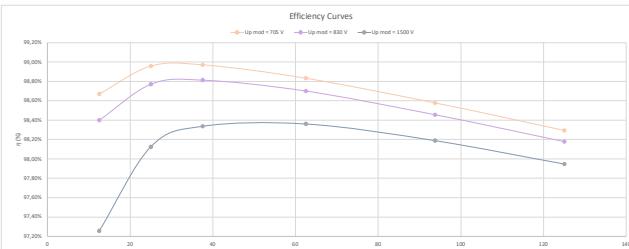
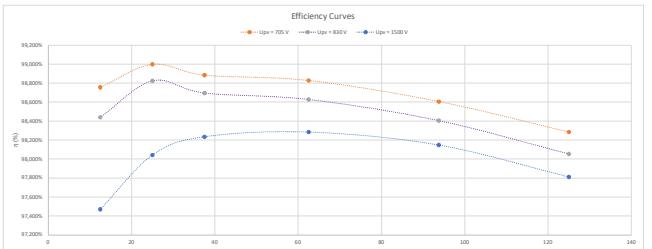
Manufacturer Name	Model Number	Description	Maximum Continuous Output Power Factor	Nominal Voltage	Weighted Efficiency	Built-in Meter	Microwave	Night Time Loss	Voltage Minimum	Voltage Nominal	Voltage Maximum	Power Level 1	Power Level 2	Power Level 3	Power Level 4	Power Level 5	Efficiency @Vmin	Efficiency @Vmax														
			[kW]	[VAC]	[%]			[W]	[VAC]	[VAC]	[VAC]	10% [W]	20% [W]	30% [W]	40% [W]	50% [W]	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)	20% Per Lat (%)	30% Per Lat (%)		
Solar America	SMF 120-010-210 (480)	Sunray Highpower FEM42, 125 kW 1500 Vdc, 480 Vac, 3-phase, IP65, CE, RoHS, UL, FCC, ETL, CSA Intelligent control	120	480	98,1	N	N	5,37	705	840	1050	12,50	25,00	37,50	50,00	62,50	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007	91,512	122,007

η (%)			Pac (kW)			Pdc (kW)		
Upv = 705 V	Upv = 830 V	Upv = 1500 V	Upv = 705 V	Upv = 830 V	Upv = 1500 V	Upv = 705 V	Upv = 830 V	Upv = 1500 V
98,75%	98,44%	97,47%	12,50	12,50	12,66	12,70	12,81	12,85
98,80%	98,49%	97,52%	25,00	25,00	25,20	25,20	25,20	25,20
98,88%	98,69%	98,23%	37,50	37,50	37,93	38,00	38,18	38,18
98,82%	98,62%	98,24%	62,50	62,50	63,24	63,37	63,59	63,59
98,56%	98,40%	98,14%	95,76	95,76	95,98	95,28	95,28	95,28
98,28%	98,09%	98,81%	125,00	125,00	127,10	127,49	127,80	127,80

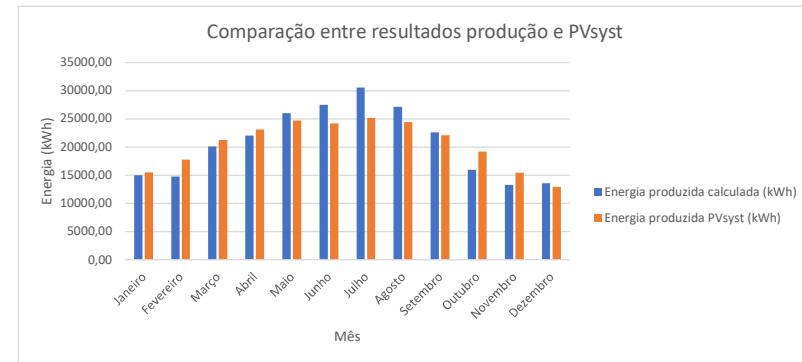
onde Upv representa o modelo europeu  
onde Up mod representa o modelo considerado

Up mod = 705 V	Up mod = 830 V	Up mod = 1500 V	Up mod = 705 V	Up mod = 830 V	Up mod = 1500 V	Up mod = 705 V	Up mod = 830 V	Up mod = 1500 V
0,16	0,20	0,33	0,26	0,30	0,51	0,42	0,50	0,69
0,26	0,30	0,51	0,25	0,30	0,50	0,35	0,45	0,69
0,42	0,50	0,69	0,35	0,45	0,70	0,42	0,52	0,81
0,75	0,88	1,11	0,75	0,88	1,11	0,75	0,88	1,11
1,34	1,54	1,80	1,22	1,51	1,86	1,22	1,51	1,86
2,22	2,51	2,86						

η (%) Inv		
Up mod = 705 V	Up mod = 830 V	Up mod = 1500 V
98,77%	98,47%	97,26%
98,90%	98,77%	98,32%
98,97%	98,81%	98,34%
98,83%	98,70%	98,36%
98,53%	98,46%	98,39%
98,29%	98,18%	97,95%

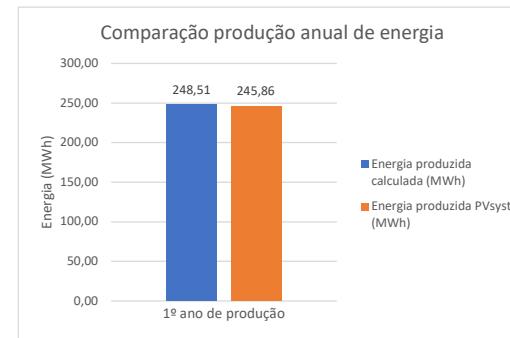


Mês	Energia produzida calculada (kWh)	Energia produzida PVsyst (kWh)
Janeiro	14977,43	15535,79
Fevereiro	14793,23	17800,07
Março	20083,24	21237,97
Abril	22043,12	23092,64
Maio	26023,01	24730,19
Junho	27495,47	24187,96
Julho	30535,04	25146,39
Agosto	27164,01	24390,01
Setembro	22618,84	22111,86
Outubro	15954,64	19184,41
Novembro	13261,72	15460,79
Dezembro	13561,17	12978,05
<b>Total</b>	<b>248,51</b>	<b>245,86</b>



Energia produzida calculada (MWh)  
Energia produzida PVsyst (MWh)

Desvio Energia produzida anualmente	1%
PR anual obtido	85%
PR anual PVsyst	86%





# Project: Tecrn

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.16

VCO, Simulation date:  
18/06/22 18:08  
with v7.2.16

## Main results

### System Production

Produced Energy 245.9 MWh/year

Specific production

1927 kWh/kWp/year

Performance Ratio PR

85.94 %

### Economic evaluation

#### Investment

Global 91843.63 EUR

#### Yearly cost

Specific 0.72 EUR/Wp

Annuities

0.00 EUR/yr

#### LCOE

Run. costs

2244.22 EUR/yr

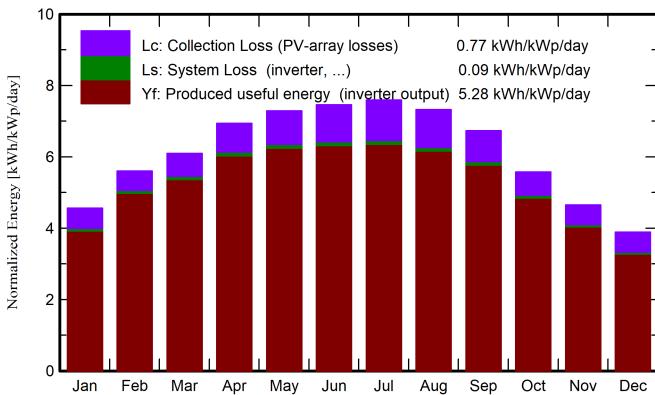
Energy cost

Payback period

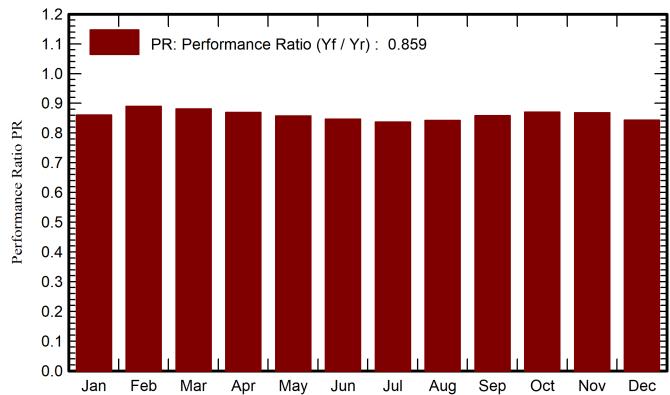
3.5 years

0.08 EUR/kWh

### Normalized productions (per installed kWp)



### Performance Ratio PR



### Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	85.6	26.66	10.86	141.4	129.0	15.79	15.54	0.861
February	108.0	31.15	11.82	156.8	149.9	18.10	17.80	0.890
March	153.1	48.78	14.80	188.8	182.1	21.60	21.24	0.881
April	192.2	56.41	16.89	208.2	200.5	23.49	23.09	0.869
May	230.6	65.56	20.20	225.9	216.7	25.15	24.73	0.858
June	239.9	60.85	22.93	223.8	214.6	24.60	24.19	0.847
July	248.4	55.00	24.90	235.4	226.0	25.57	25.15	0.837
August	217.6	58.95	24.96	227.0	218.7	24.80	24.39	0.842
September	170.6	47.14	21.88	201.9	195.0	22.48	22.11	0.858
October	127.5	44.63	19.29	172.7	165.4	19.50	19.18	0.870
November	89.6	28.33	14.60	139.5	130.8	15.72	15.46	0.868
December	72.5	28.13	12.07	120.5	107.6	13.19	12.98	0.844
Year	1935.5	551.59	17.97	2242.1	2136.3	250.00	245.86	0.859

### Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

EArray Effective energy at the output of the array

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

E\_Grid Energy injected into grid

T\_Amb Ambient Temperature

PR Performance Ratio

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings