



Instituto Politécnico  
de Castelo Branco  
Escola Superior  
de Tecnologia

# Implementação de um sistema de autonomização energética nos edifícios públicos do concelho de Vila Pouca de Aguiar - Energia elétrica

João Miguel Pereira Coelho

20170910

## **Orientadora**

Professor Adjunto Doutor Paula Cristina Alves Pereira

## **Co-Orientador**

Professor Adjunto Doutor Nuno Cláudio da Rocha Meses Pedro

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Engenharia das Energias Renováveis (Engenheiro), realizada sob a orientação científica Professor Adjunto Doutor Nuno Rocha Pedro e da Professora Doutora Paula Cristina Pereira, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

**Outubro 2024**



## Composição do júri

### Presidente do júri e arguente

Professor Doutor, Luís Paulo Coelho Neto

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Arguente

Professor Doutor, Pedro Miguel Baptista Torres

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Orientadora

Professor Doutora, Paula Cristina Alves Pereira

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Co-Orientador

Professor Doutor, Nuno Cláudio da Rocha Meses Pedro

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco





## Agradecimentos

Queria agradecer aos meus pais e irmão, pois sempre me motivaram e fizeram grandes sacrifícios por mim para que eu chegasse a esta última etapa da Licenciatura.

Agradecer a minha namorada que sempre me apoiou e me deu muita força e que me fez tornar melhor pessoa.

Aos meus professores, o meu agradecimento por terem contribuído para o meu crescimento como pessoa e por transmitirem o seu conhecimento.

A minha orientadora, Professora Doutora, Paula Cristina Alves Pereira e ao Co-orientador Professor Doutor Nuno Cláudio da Rocha Meses Pedro.

Aos meus colegas de turma pelas memórias criadas e pela entreaajuda nos momentos de maior aperto.

Aos meus amigos e colegas pelas noitadas e pelos jantares.

E por fim agradecer ao IPCB, muito obrigado.



## **Resumo**

Neste presente trabalho, pretende-se conceber e projetar um sistema para autonomizar os consumos de energia dos edifícios públicos no concelho de Vila Pouca de Aguiar.

Este trabalho visa efetuar o dimensionamento de um sistema fotovoltaico para a alimentação energética desses mesmos edifícios, com o intuito de reduzir o valor da fatura energética mensal de eletricidade, para a obtenção de um sistema autossustentável e com elevada eficiência energética contribuindo assim para a descarbonização energética, descentralização da produção de energia e quiçá caso haja excedentes de energia a mesma ser vendida ou consumida por outros consumidores.

## **Palavras chave**

Energias Renováveis, Eficiência energética, Energia, Descentralização de energia, Descarbonização energética



## **Abstract**

In this current work, the aim is to design and develop a system to autonomize the energy consumption of public buildings in the municipality of Vila Pouca de Aguiar. This project intends to size a photovoltaic system to supply energy to these buildings, with the goal of reducing the monthly electricity bill and achieving a self-sustaining, highly energy-efficient system, thereby contributing to energy decarbonization, decentralization of energy production, and potentially, if there is excess energy, allowing it to be sold or consumed by other users.

## **Keywords**

Renewable Energy, Energy efficiency, Energy, Energy decentralization, Energy decarbonization



## Conteúdo

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento .....	2
1.2. Objetivos .....	3
2. Aspetos Teóricos .....	4
2.1- Célula Fotovoltaica.....	4
2.2. Painéis Solares monocristalinos e policristalinos.....	4
2.3. Geometria Solar .....	5
2.4. Radiação Solar .....	7
2.5. Estações do Ano .....	7
3. Descrição da área em estudo .....	7
3.1. Caracterização da área em estudo.....	7
3.2. Clima.....	8
3.3. Temperatura média.....	8
3.4. Radiação média diária .....	9
3.5. Irradiação Solar mensal e temperatura média mensal .....	14
3.6. Caracterização dos edifícios .....	16
Freguesia de Alfarela de Jales .....	16
Freguesia de Bornes de Aguiar.....	17
Freguesia de Bragado .....	19
Freguesia de Capeludos .....	19
Freguesia de Soutelo de Aguiar.....	20
Freguesia de Telões.....	20
Freguesia de Valoura.....	21
Freguesia de Vila Pouca de Aguiar .....	21
Freguesia de Vreia de Bornes.....	25
Freguesia de Vreia de Jales .....	25
União das Freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros .....	26
4. Dimensionamento do sistema .....	27
4.1. Sistema centralizado de produção.....	30
4.2. Sistema distribuído de produção .....	32
Freguesia de Alfarela de Jales .....	33

Freguesia de Bornes de Aguiar .....	35
Freguesia de Bragado.....	41
Freguesia de Capeludos .....	42
Freguesia de Soutelo de Aguiar .....	43
Freguesia de Telões .....	44
Freguesia de Valoura .....	45
Freguesia de Vila Pouca de Aguiar .....	46
Vreia de Bornes .....	56
Vreia de Jales.....	57
União de Freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros.....	58
5. Análise Financeira .....	59
5.1. Sistema centralizado de produção .....	61
5.2. Sistema distribuído de produção .....	63
Riscos e considerações .....	64
5.3. Análise de resultados .....	65
4. Conclusões Finais.....	66
Bibliografia.....	67
Anexos.....	69



## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Rotação da terra em torno do sol .....	6
<b>Figura 2</b> Condições meteorológicas por mês de Vila Pouca de Aguiar .....	8
<b>Figura 3</b> Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias .....	9
<b>Figura 4</b> Radiação diária mês de dezembro .....	10
<b>Figura 5</b> Radiação global direta e difusa relativa ao mês de dezembro .....	10
<b>Figura 6</b> Radiação diária mês de março.....	11
<b>Figura 7</b> Radiação global direta e difusa relativa ao mês de março.....	11
<b>Figura 8</b> Radiação diária mês de junho.....	12
<b>Figura 9</b> Radiação global direta e difusa relativa ao mês de junho.....	12
<b>Figura 10</b> Radiação diária mês de setembro .....	13
<b>Figura 11</b> Radiação global direta e difusa relativa ao mês de setembro .....	13
<b>Figura 12</b> Estimativa mensal de irradiação solar .....	14
<b>Figura 13</b> Média da temperatura mensal.....	15
<b>Figura 14</b> Escola Básica do 1º Ciclo de Alfarela.....	16
<b>Figura 15</b> Junta de Freguesia de Alfarela de Jales.....	16
<b>Figura 16</b> Junta de freguesia de Bornes de Aguiar Pavilhão desportivo e Escola básica Integrada de Pedras Salgadas .....	17
<b>Figura 17</b> Museu Pedras Salgadas .....	18
<b>Figura 18</b> Loja Interativa de turismo.....	18
<b>Figura 19</b> Junta de freguesia de Bragado .....	19
<b>Figura 20</b> Junta de freguesia de Capeludos.....	19
<b>Figura 21</b> Junta de freguesia de Soutelo de Aguiar .....	20
<b>Figura 22</b> Junta de freguesia de Telões.....	20
<b>Figura 23</b> Junta de freguesia de Valoura .....	21
<b>Figura 24</b> Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar.....	21
<b>Figura 25</b> Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar.....	22
<b>Figura 26</b> Museu municipal Padre José Rafael Rodrigues .....	22
<b>Figura 27</b> Escola secundária Pavilhão desportivo e Piscinas de Vila pouca de Aguiar .....	23
<b>Figura 28</b> Câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar .....	23
<b>Figura 29</b> Associação empresarial do Corgo.....	24
<b>Figura 30</b> Associação Florestal Vila Pouca de Aguiar.....	24
<b>Figura 31</b> Estádio 1º de Maio.....	24
<b>Figura 32</b> Junta de freguesia de Vreia de Bornes.....	25
<b>Figura 33</b> Junta de freguesia de Vreia de Jales.....	25
<b>Figura 34</b> Junta de freguesia de Pensalvos.....	26



## Índice de símbolos

$\eta$  -Rendimento

$\sigma$  -Condutividade

$\Omega$  -Impedância

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b> Vantagens e Desvantagens Painéis Solares mono e policristalino.....	5
<b>Tabela 2</b> Potência média a instalar por unidade de área segundo o tipo de edifício .....	27
<b>Tabela 3</b> Edifícios área potência e potencia a instalar por edifício e potência total .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
<b>Tabela 4</b> Potência necessária a instalar e nº de painéis .....	30
<b>Tabela 5</b> Inversor nº1 .....	30
<b>Tabela 6</b> Inversor nº2 .....	31
<b>Tabela 7</b> Inversor nº3 .....	31
<b>Tabela 8</b> Cabo DC .....	32
<b>Tabela 9</b> Especificações da instalação Escola Básica do 1º Ciclo de Alfarela .....	33
<b>Tabela 10</b> Características do cabo DC escola básica do 1º ciclo de Alfarela de Jales .....	33
<b>Tabela 11</b> Características do Inversor escola básica do 1º ciclo de Alfarela de Jales .....	33
<b>Tabela 12</b> Especificações da instalação da Junta de Freguesia de Alfarela de Jales .....	34
<b>Tabela 13</b> Características do cabo DC junta de freguesia Alfarela de Jales.....	34
<b>Tabela 14</b> Características do Inversor junta de freguesia Alfarela de Jales.....	35
<b>Tabela 15</b> Especificações da instalação da Junta de Freguesia de Bornes de Aguiar .....	35
<b>Tabela 16</b> Características do cabo DC junta de freguesia de Bornes de Aguiar .....	36
<b>Tabela 17</b> Características do inversor junta de freguesia de Bornes de Aguiar ....	36
<b>Tabela 18</b> Especificações da instalação Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar .....	37
<b>Tabela 19</b> Características do cabo DC do Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar .....	37
<b>Tabela 20</b> Características do inversor do Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar .....	37
<b>Tabela 21</b> Especificações da instalação escola básica integrada de Pedras Salgadas .....	38
<b>Tabela 22</b> Características do cabo DC da escola básica integrada de Pedras Salgadas .....	38
<b>Tabela 23</b> Características do inversor da escola básica integrada de Pedras Salgadas .....	38
<b>Tabela 24</b> Especificações da instalação Museu de Pedras Salgadas .....	39
<b>Tabela 25</b> Cabo DC para o Museu de Pedras Salgadas .....	39
<b>Tabela 26</b> Características dos inversores Museu de Pedras Salgadas .....	39
<b>Tabela 27</b> Especificações da instalação loja de turismo de Vila Pouca de Aguiar .	40

<b>Tabela 28</b> Cabo DC loja de turismo de Vila Pouca de Aguiar .....	40
<b>Tabela 29</b> Características inversor loja de turismo Vila Pouca de Aguiar .....	40
<b>Tabela 30</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Bragado.....	41
<b>Tabela 31</b> Características do cabo DC .....	41
<b>Tabela 32</b> Características do inversor .....	41
<b>Tabela 33</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Capeludos .....	42
<b>Tabela 34</b> Características do cabo DC .....	42
<b>Tabela 35</b> Características do inversor .....	42
<b>Tabela 36</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Soutelo de Aguiar ..	43
<b>Tabela 37</b> Características do cabo DC .....	43
<b>Tabela 38</b> Características do inversor .....	43
<b>Tabela 39</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Telões .....	44
<b>Tabela 40</b> Características do cabo DC junta de freguesia de Telões .....	44
<b>Tabela 41</b> Características do inversor junta de freguesia de Telões.....	44
<b>Tabela 42</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Valoura.....	45
<b>Tabela 43</b> Características do cabo DC junta de freguesia de Valoura.....	45
<b>Tabela 44</b> Características do inversor junta de freguesia de Valoura .....	45
<b>Tabela 45</b> Especificações da instalação bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar .....	46
<b>Tabela 46</b> Características do cabo DC bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar .....	46
<b>Tabela 47</b> Características do inversor bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar .....	46
<b>Tabela 48</b> Especificações da instalação agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar .....	47
<b>Tabela 49</b> Características do cabo DC do agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar .....	47
<b>Tabela 50</b> Características dos inversores agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar .....	47
<b>Tabela 51</b> Especificações da instalação museu municipal padre José Rafael Rodrigues.....	48
<b>Tabela 52</b> Características de DC museu municipal padre José Rafael Rodrigues ..	48
<b>Tabela 53</b> Características do inversor museu municipal padre José Rafael Rodrigues.....	48
<b>Tabela 54</b> Especificações da instalação piscinas de Vila Pouca de Aguiar .....	49
<b>Tabela 55</b> Características do cabo DC piscinas de Vila Pouca de Aguiar .....	49
<b>Tabela 56</b> Características dos inversores piscinas Vila Pouca de Aguiar.....	49
<b>Tabela 57</b> Especificações da instalação Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa	50
<b>Tabela 58</b> Características do cabo DC Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa ..	50
<b>Tabela 59</b> Características do inversor Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa...50	
<b>Tabela 60</b> Especificações da instalação escola secundária de Vila Pouca de Aguiar .....	51

<b>Tabela 61</b> Características do cabo DC escola secundária de Vila Pouca de Aguiar .....	51
<b>Tabela 62</b> Características do inversor escola secundária de Vila Pouca de Aguiar .....	51
<b>Tabela 63</b> Especificações da instalação câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar .....	52
<b>Tabela 64</b> Características do cabo DC câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar .....	52
<b>Tabela 65</b> Características do inversor câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar .....	52
<b>Tabela 66</b> Especificações da instalação associação empresarial do Corgo .....	53
<b>Tabela 67</b> Características do cabo DC associação empresarial do Corgo .....	53
<b>Tabela 68</b> Características do inversor associação empresarial do Corgo .....	53
<b>Tabela 69</b> Especificações da instalação associação florestal Vila Pouca de Aguiar .....	54
<b>Tabela 70</b> Características do cabo DC Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar .....	54
<b>Tabela 71</b> Características do inversor Associação florestal e ambiental de Vila Pouca de Aguiar .....	54
<b>Tabela 72</b> Especificações da instalação estádio 1º de maio .....	55
<b>Tabela 73</b> Características do cabo DC estádio 1º maio .....	55
<b>Tabela 74</b> Características do inversor estádio 1º de maio .....	55
<b>Tabela 75</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Vreia de Bornes .....	56
<b>Tabela 76</b> Características do cabo DC junta de freguesia de Vreia de Bornes .....	56
<b>Tabela 77</b> Características do inversor junta de freguesia de Vreia de Bornes .....	56
<b>Tabela 78</b> Especificações da instalação junta de freguesia de Vreia de Jales .....	57
<b>Tabela 79</b> Características do cabo DC junta de freguesia de Vreia de Jales .....	57
<b>Tabela 80</b> Características do inversor junta de freguesia de Vreia de Jales .....	57
<b>Tabela 81</b> Características do cabo DC união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros .....	58
<b>Tabela 82</b> Características do cabo DC união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros .....	58
<b>Tabela 83</b> Características do inversor união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros .....	58
<b>Tabela 84</b> Custo total da instalação sistema centralizado <b>Erro! Marcador não definido.</b>	
<b>Tabela 85</b> Custo total da instalação sistema distribuído .....	63
<b>Tabela 86</b> Poupança com autoconsumo .....	63
<b>Tabela 87</b> Cash Flow e VLA .....	64



## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

### Unidades

W- Watt

W/m<sup>2</sup> – Watt por metro quadrado

kW- kilowatt

kWp- Kilowatt pico

kW/h – Kilowatt hora

A - Ampere

V- Volt

m- Metro

mm<sup>2</sup> – Milímetro quadrado

m<sup>2</sup> – Metro quadrado

km<sup>2</sup> – Quilómetro quadrado

°C- Grau celsius

° -Graus

€ - Euro

### Elementos Químicos

CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono

### Energias Renováveis

PNEC- Plano Nacional Energia

GEE - Gases com Efeito Estufa

EU - União Europeia

PVGIS - *Photovoltaic Geographical Information System*

### Financeiras

ROI - Retorno sobre o investimento

TIR - Taxa interna de Retorno



# 1. Introdução

O combate às alterações climáticas é um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta nos dias de hoje. Os combustíveis fósseis são o maior contribuidor para o aquecimento global com mais de 75% das emissões globais de GEE (Gases com Efeito Estufa) e quase 90% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono). (United Nations, s.d.) (Climate Change Resources, 2024) (eia.org, 2023)

A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento das florestas e a criação de gado tem cada vez mais influencia no clima e provoca um aumento da temperatura Terrestre.

Estas ações emitem enormes quantidades de gases com efeito de estufa aos que ocorrem naturalmente na atmosfera, aumentando assim o efeito de estufa e o aquecimento global. (European Commission, s.d.)

Devido às altas concentrações de gases com efeito estufa emitidos para a atmosfera, o calor que é emitido pelo sol fica retido na superfície terrestre, aumentando assim a temperatura média do planeta. (University Corporation for Atmospheric Research, 2023)

Com o impacto das alterações climáticas, como a subida do nível do mar, o degelo dos glaciares e as condições meteorológicas extremas aumentaram durante 2015 e 2019 este período foi o mais quente alguma vez registado a temperatura média global aumentou 1,1 °C desde o período pré-industrial, e 0,2 °C em comparação com o período pré-industrial 2011-2015. (World Meteorological Organization, 2019) (Fang Guo, 2020) (James Derbyshire, 2022)

Para conter esta agravante do efeito de estufa, é necessário rever os hábitos de consumo da sociedade e adotar uma postura mais sustentável. Em que isto se reflete no uso de energias provenientes de fontes renováveis, na contenção do desmatamento, na prática da reflorestação, a diminuição da produção de lixo e no desenvolvimento de materiais mais ecológicos para o nosso quotidiano. (Nunes, 2023)

Para que seja possível no futuro reduzir os gases de efeito estufa e combater as alterações climáticas é necessário apostar nas energias renováveis. No caso da energia solar fotovoltaica esta é considerada uma energia limpa, ou seja, não emite gases de efeito estufa. Também possui custos operacionais e de manutenção baixos, comparativamente com outras fontes de produção de energia, proporcionando dessa forma um sistema de fornecimento de energia mais estável e previsível. (Lizica Simona Paraschiv, 2023) (Krishna Kumar Jaiswal, 2022)

A redução da dependência energética face ao exterior é um dos principais objetivos da política energética nacional para 2030 no Plano Nacional Energia Clima (PNEC). (Diário da República, 2020)

Para que Portugal consiga fazer a transição energética terá de existir um maior investimento em fontes de energias renováveis que permita uma redução substancial da importação de combustíveis fósseis, permitindo uma estabilização dos preços de energia. (López-Dóriga, 2022)

Contudo para que seja possível fazer a transição para um sistema energético sustentável todo o sistema energético requer vias inovadoras de o operar e projetar afastando-se assim do modelo de produção centralizado tradicional no qual os cidadãos são consumidores passivos da energia gerada e colocada nos pontos de consumo. Neste paradigma, é importante o desenvolvimento e a criação de comunidades de energia não apenas a flexibilização no recurso a fontes de energia renovável, mas igualmente das necessidades coletivas de energia resultando em compromissos coletivos segundo face as oportunidades e desafios oferecidos pelo contexto em que se inserem, e a que se colocam a nível ambiental económico e social na produção e uso local da energia (Decreto-Lei 162/2019). (dgeg.gov, 2019)

A Diretiva 2018/2001 estabelece um sistema comum para a promoção e utilização de energia de fontes renováveis e em particular estabelece uma meta vinculativa da UE (União Europeia) para a quota no cabaz energético para 2030, ou seja com as comunidades energéticas e a descentralização de energia este tipo de solução, a produção desta energia renovável é feita no local e pode ser consumida nas proximidades, podendo ainda, em caso de se gerarem excedentes estes poderem ser comercializados gerando uma fonte de receita adicional. (EUR-Lex Direito da UE, 2024)

Posto isto, é importante apoiar as comunidades de energia renovável e reconhecer o seu potencial e valorizar a sua participação ativa, fazendo isto estamos a contribuir para um futuro energético mais sustentável, para que estas comunidades prosperem é essencial o apoio contínuo das entidades reguladoras e do governo, através de incentivos financeiros e da agilização e simplificação de procedimentos.

## 1.1. Enquadramento

No contexto das energias renováveis e das alterações climáticas e da natureza limitada do uso dos combustíveis fósseis, as fontes de produção de energia limpa sem a produção de gases de efeito de estufa, são de grande importância para o futuro visando assim as normas e objetivos que a União Europeia definiu como meta atingir a neutralidade carbónica em 2050.

A energia solar fotovoltaica é o destaque deste estudo, que visa a fazer um dimensionamento e análise de consumo dos edifícios públicos do concelho de Vila Pouca de Aguiar e implementar sistemas solares fotovoltaicos tirando partido do elevado número de horas de sol diárias bem como da radiação solar incidente sobre o concelho.

Com uma maior implementação desta energia Portugal e nos seus distritos e concelhos não só estamos a caminhar para diminuir a dependência dos combustíveis fósseis assim promovendo um futuro energético mais sustentável criando assim pequenas comunidades energéticas promovendo também a descentralização energética em Portugal.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo deste estudo visa fazer o dimensionamento e análise de consumos dos edifícios públicos no concelho de Vila Pouca de Aguiar em que se pretende implementar sistemas solares fotovoltaicos visando assim a redução de custos na fatura de eletricidade e, autonomizar os consumos dos edifícios públicos do concelho implementando um sistema autossustentável e de elevada eficiência energética. Apresenta-se também uma análise comparativa entre um sistema de produção centralizado para todo o concelho e um sistema distribuído pelas diferentes aldeias. E por fim uma análise financeira do investimento para que haja redução dos custos mensais e anuais no consumo de energia.

## **2. Aspetos Teóricos**

### **2.1- Célula Fotovoltaica**

Quando a luz do sol incide sobre a célula fotovoltaica esta pode ser refletida absorvida ou pode passar apenas pela célula. Estas células fotovoltaicas são compostas por um material semicondutor silício.

Se um semicondutor com uma junção PN (célula solar) é exposto à luz, os fótons serão absorvidos pelos elétrons. As ligações entre elétrons são separadas por este fornecimento de energia. Os elétrons libertados são conduzidos através de um campo elétrico para a área N. As lacunas assim criadas seguem na direção contrária para a área P. Todo este processo é denominado por efeito fotovoltaico.

### **2.2. Painéis Solares monocristalinos e policristalinos**

Os painéis solares monocristalinos são feitos de células solares desenvolvidas em laboratório em que o cristal é desenvolvido com um formato cilíndrico denominado lingote e, de seguida, este cristal é cortado em discos finos em forma de octógonos. Estas células formam um painel solar, as formas octogonais ajudam a encaixar um maior número de células solares no painel. Estes painéis são distintos pela sua cor preta, a sua eficiência varia de 15% a 20% embora existindo já alguns modelos experimentais com a sua eficiência a chegar perto dos 50%.

Os painéis solares policristalinos são feitos também de cristais de silício e a grande diferença para os painéis monocristalinos é que este em vez de ser extrudido como um lingote único e puro o cristal de silício é arrefecido e ao arrefecer acaba por se fragmentar, e de seguida esses fragmentos são derretidos e transformados em cubos. Executando este processo o cristal de silício não será puro logo terá uma eficiência entre os 13% e os 16% e é um processo de fabrico mais económico e é produzido em maior número comparando com os painéis com células monocristalinas.

**Tabela 1** Vantagens e Desvantagens Painéis Solares mono e policristalino

Painel Solar Monocristalino	<p><b>Vantagens:</b></p> <p>Altamente eficiente na produção de energia  Requerem menos área de instalação  Melhor tolerância ao calor</p> <p><b>Desvantagens:</b></p> <p>Mais dispendioso  Métodos de produção menos sustentáveis</p>
Painel Solar Policristalino	<p><b>Vantagens:</b></p> <p>Menos dispendioso  Vida útil semelhante dos painéis monocristalinos</p> <p><b>Desvantagens:</b></p> <p>Requerem uma maior área de instalação  Menos eficientes na produção de energia  Produção menos sustentável  Menor tolerância ao calor</p>

### 2.3. Geometria Solar

A geometria solar é essencial para compreender como e de que forma a radiação solar incide sobre a terra ao longo de um ano, tendo assim influencia no clima, nas estações do ano e na disponibilidade da energia solar. A geometria solar é relativa ao estudo das posições relativas do Sol e da Terra, tendo em consideração o movimento de translação da terra bem como a sua própria rotação e inclinação do eixo do planeta Terra.

Teoricamente a terra está sob um plano imaginário Plano da Eclíptica em que o planeta Terra orbita em redor do sol. A Terra move-se em redor do Sol numa órbita quase circular e que leva 365 dias e 6 horas para dar uma volta completa em volta do Sol.

O eixo Polar da terra encontra-se inclinado cerca de 23,5 graus em relação ao plano da eclíptica. Esta inclinação é fundamental e daí surgiu as estações do ano, pois esta inclinação tem influência de como a radiação solar incide sobre a superfície terrestre nas diferentes partes do planeta Terra e em momentos diferentes do ano.

A declinação solar é o ângulo entre os raios solares e o plano do equador terrestre, que varia ao longo do ano  $+23,5^\circ$  no solstício de verão no Hemisfério Norte e chega aos  $-23,5^\circ$  no solstício de inverno no hemisfério norte, com este movimento irá existir variações na quantidade de luz solar recebida nas diferentes latitudes.

O azimute solar é o ângulo horizontal que define a direção do Sol em relação ao Norte. Este valor varia ao longo do dia e depende da localização e da época do ano.

O Ângulo de Elevação Solar ou Altura Solar é o ângulo entre o Sol e o horizonte. No meio-dia solar, o Sol estará mais alto no céu, e esse ângulo depende da latitude e da época do ano.

Os equinócios ocorrem duas vezes por ano, em março e em setembro, quando o sol está alinhado com o equador e tem  $0^\circ$ . Nestes dias, o dia e a noite têm duração aproximadamente igual em toda a Terra. No hemisfério norte, o equinócio ocorre no dia 20/21 de março e marca assim o início da primavera, enquanto o equinócio que ocorre no 22/23 de setembro marca o início do outono.

Os solstícios ocorrem quando o Sol atinge a sua máxima declinação em relação ao equador. O solstício de verão que ocorre a cerca de 21 de junho no hemisfério norte é o dia mais longo do ano, enquanto no solstício de inverno dia 21 de dezembro no hemisfério norte é o dia mais curto.

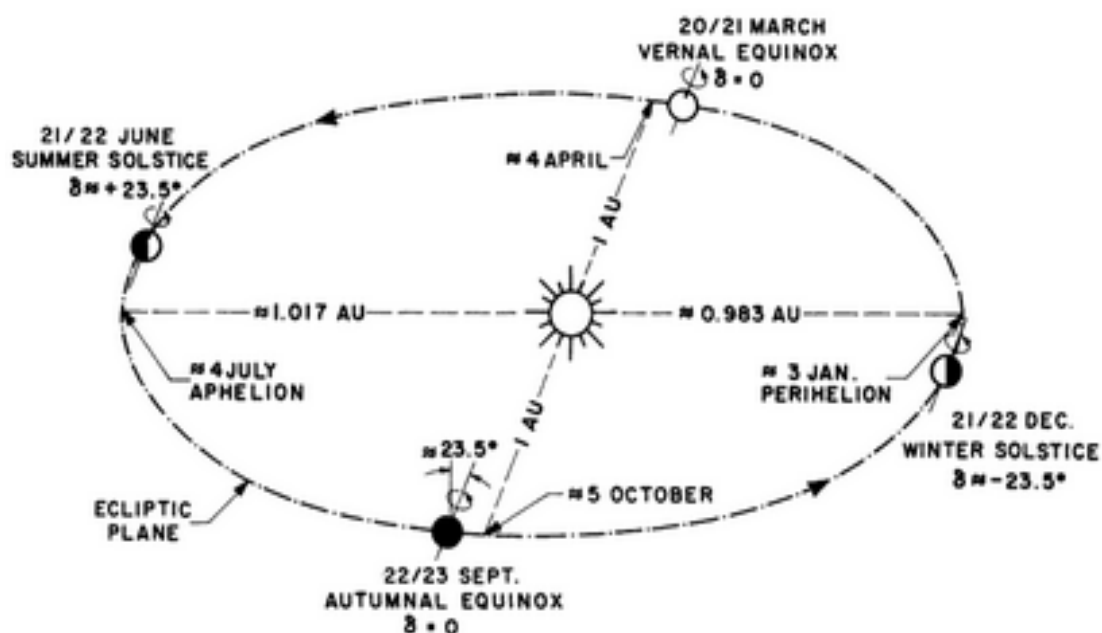


Figura 1 Rotação da terra em torno do sol

## **2.4. Radiação Solar**

A geometria solar ajuda a entender a proporção de radiação direta (quando o sol incide diretamente nos painéis) e radiação difusa (luz dispersa pelo céu nos dias nublados). Os painéis fotovoltaicos captam ambos os tipos de radiação, mas a radiação é muito mais eficiente para produzir eletricidade. Para obter um melhor proveito dos painéis solares fotovoltaicos é muito importante perceber a geometria solar bem como o ângulo e trajetória do sol para maximizar o aproveitamento da radiação solar.

## **2.5. Estações do Ano**

A inclinação da Terra e a sua órbita em redor do sol são os fatores responsáveis pelas estações do ano:

**Verão:** Durante o solstício de verão (21 de junho), o Hemisfério que está inclinado em direção do sol recebe diretamente uma maior quantidade de luz solar e os dias são mais longos e o sol atinge uma altura maior no céu ao meio-dia.

**Inverno:** No solstício de Inverno (21 de dezembro), o Hemisfério que está inclinado para na direção contrária do sol recebe menos luz solar direta, com isto resulta em dias mais curtos e noites mais longas. O ângulo de incidência solar é menor o que origina que a radiação solar seja menos intensa.

**Primavera e Outono:** Nos equinócios (20 de março e 23 de setembro), os dois hemisférios recebem quantidades iguais de luz solar, pois o sol está alinhado com o equador terrestre e a duração da noite e do dia são aproximadamente iguais em todo o planeta. (Iqbal, 1983)

## **3. Descrição da área em estudo**

### **3.1. Caracterização da área em estudo**

O concelho de Vila Pouca de Aguiar, situa-se no distrito de Vila Real, NUT I, Portugal Continental, na Região Norte (NUT II), no Alto de Trás-os-Montes (NUT III). É uma região predominada por relevos elevados e acidentados, com planaltos com vales encaixados. Esta região usufrui ainda de três rios que delimitam e recortam o município, sendo eles os rios Corgo, Avelames e Tâmega.

Com uma extensão territorial com aproximadamente 437,1 km<sup>2</sup> (quilómetro quadrado), em conformidade com a Lei n.º 11-A/2013, de 23 de janeiro, que procede à reorganização administrativa do território das freguesias, o concelho de Vila Pouca de Aguiar é composto por 11 813 (2021) habitantes distribuídos pelas suas 14 freguesias.

### 3.2. Clima

O clima no município em geral é bastante frio e húmido no Inverno, com ventos fortes e neves esporádicas nas serras, sobretudo acima dos 900 m (metros) de altitude. O Verão é quente e com uma pluviosidade reduzida.

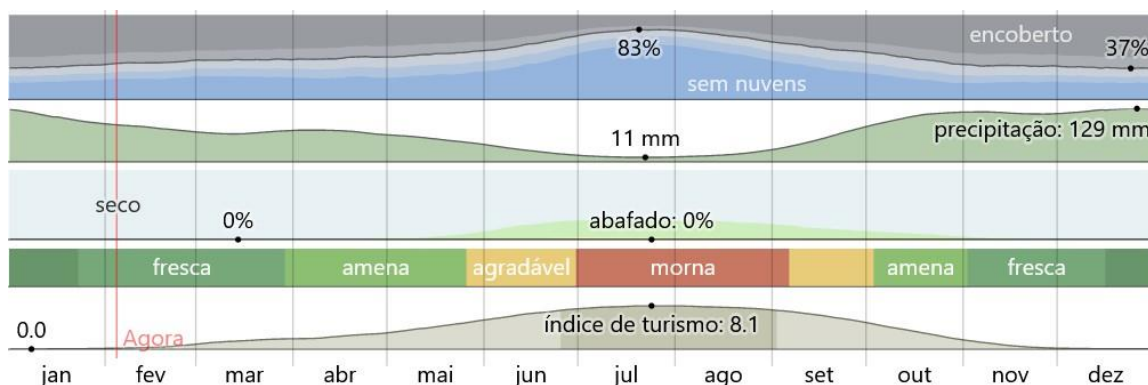


Figura 2 Condições meteorológicas por mês de Vila Pouca de Aguiar

### 3.3. Temperatura média

A temperatura média da estação morna, situada entre 23 de junho a 14 de setembro, atinge uma temperatura máxima média diária acima dos 23°C. O mês mais quente é agosto que pode atingir os 26°C e uma mínima de 13°C em média.

A estação fresca situa-se entre 15 de novembro e 1 de março, com uma temperatura máxima diária em média abaixo dos 10°C, o mês mais frio é janeiro com a mínima de 0°C e a máxima de 7°C, em média.

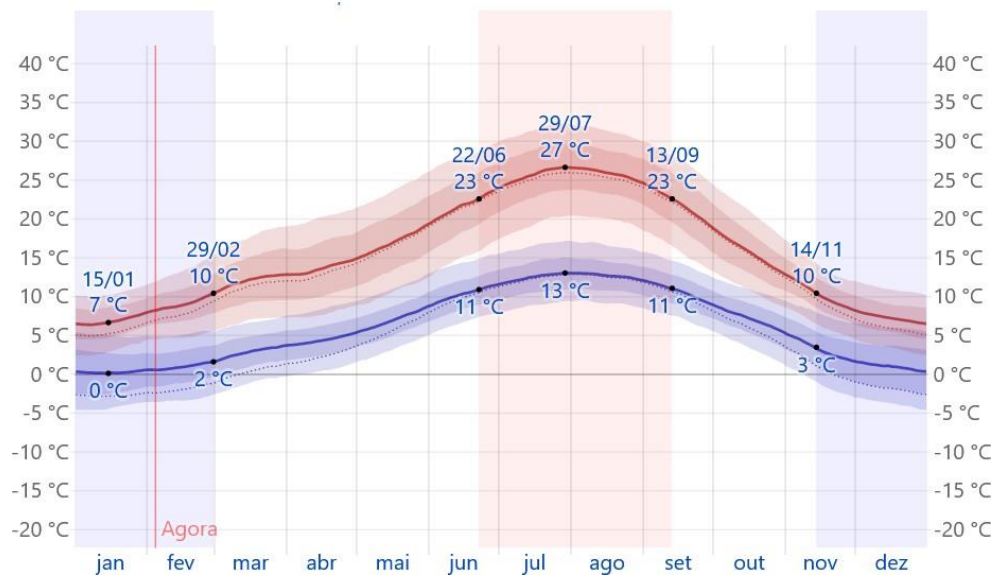


Figura 3 Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias

### 3.4. Radiação média diária

Com o auxílio do PVGIS foi possível obter os gráficos de radiação média diária retirei quatro gráficos (Figuras 4, 6, 8 e 10), cujos valores de cada gráfico são apresentados nas tabelas das figuras 5, 7, 9 e 11. O primeiro gráfico é referente ao mês de dezembro, Figura 4, neste gráfico é de notar que a radiação diária é a mais baixa quando comparada com todos os outros meses devido a inclinação do eixo da terra e a sua órbita em volta do Sol e também porque ocorre o solstício de inverno o que resulta em menor incidência de luz solar e os dias são mais curtos.

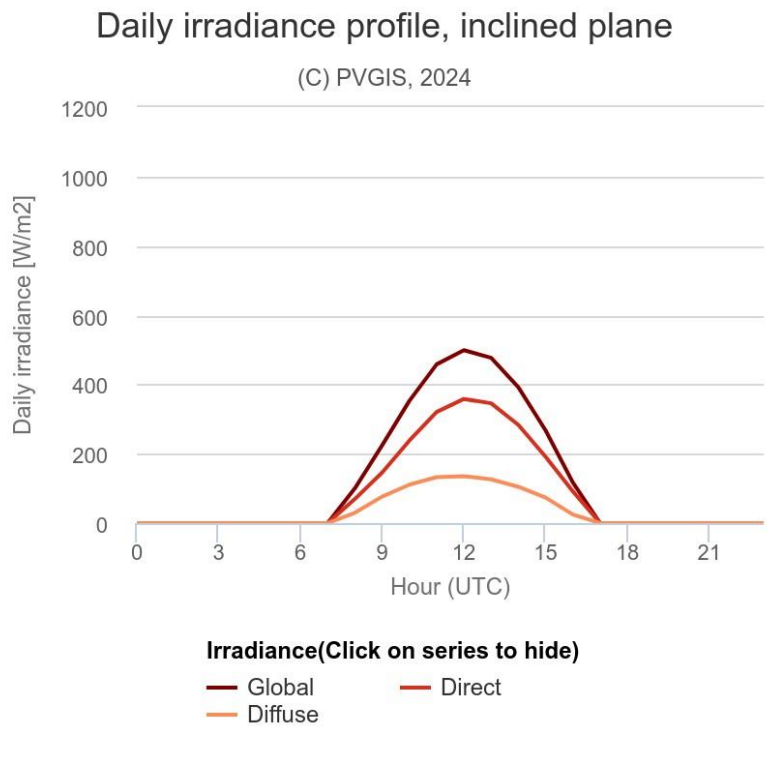


Figura 4 Radiação diária mês de dezembro

**Irradiance on a fixed plane**

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	14	166	369	576	740	836	855	812	697	533	340	144	7	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	3	103	263	439	584	667	681	641	540	401	242	91	1	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	11	60	101	128	146	157	162	159	146	124	92	51	6	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].

Figura 5 Radiação global direta e difusa relativa ao mês de dezembro

Em março (Figura 6) há um aumento da radiação solar devido à mudança da posição da Terra em sua órbita em redor do Sol. Este aumento da radiação está relacionado com o equinócio de primavera quando o dia e a noite têm aproximadamente a mesma duração e a partir daí os dias começam a ser mais longo com mais horas de luz solar por dia.

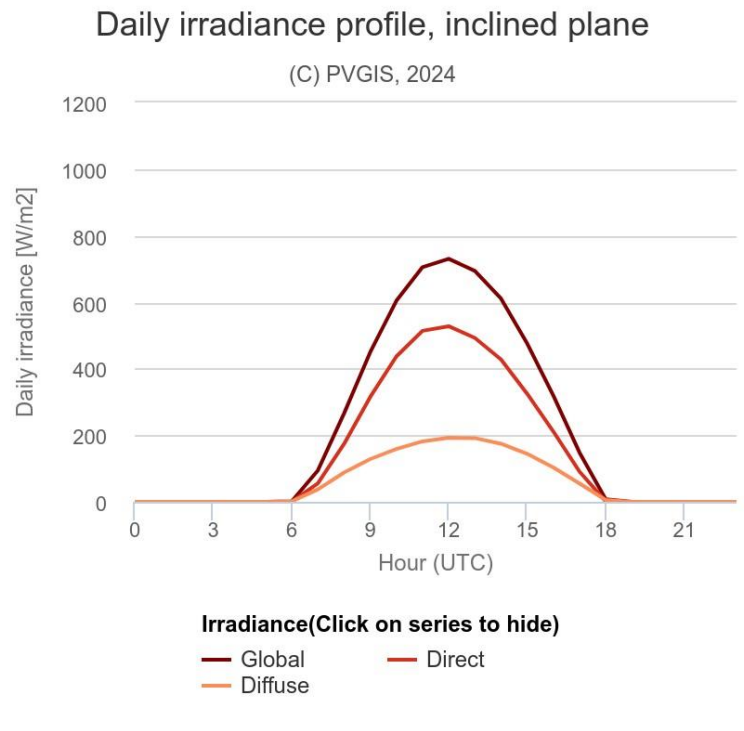


Figura 6 Radiação diária mês de março

**Irradiance on a fixed plane**

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	1	94	265	450	604	705	730	694	611	476	319	148	8	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	56	174	315	437	514	528	493	428	325	211	91	2	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	1	37	88	128	159	182	192	191	174	144	103	55	6	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].

Figura 7 Radiação global direta e difusa relativa ao mês de março

Em junho (Figura 8) a radiação solar diária é bastante elevada porque em junho ocorre o solstício de verão em que marca o dia mais longo do ano e o seu pico de radiação e também referir que as perdas atmosféricas são menores devido a luz solar percorrer uma distância menor antes de atingir a superfície da terra.

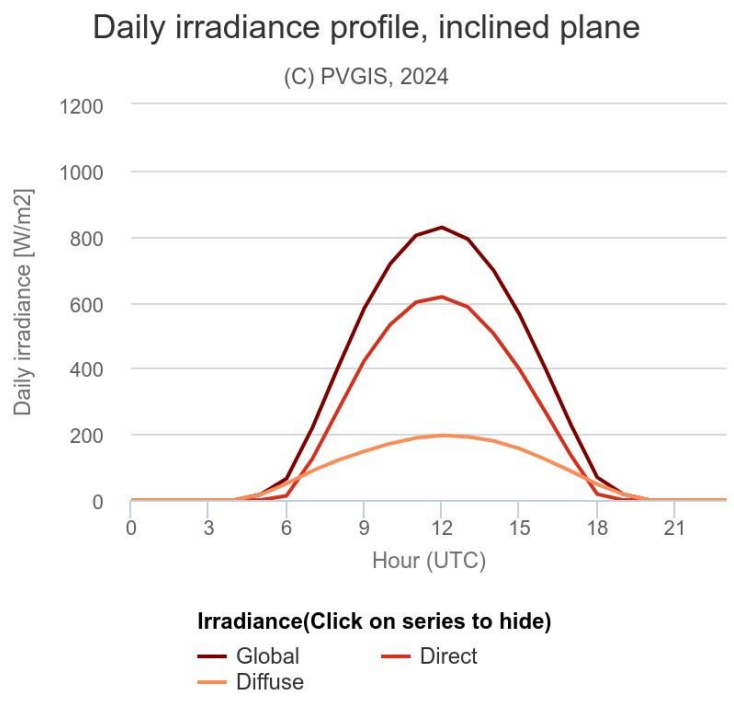


Figura 8 Radiação diária mês de junho

**Irradiance on a fixed plane**

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	17	65	219	404	581	716	803	827	792	696	563	398	226	69	18	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	13	125	275	422	532	600	616	586	504	396	267	133	18	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	17	50	89	121	148	171	188	196	192	179	156	123	87	48	18	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].

Figura 9 Radiação global direta e difusa relativa ao mês de junho

Em termos de geometria solar a radiação solar diária é maior no mês de junho que em setembro pois o sol está mais alto no céu bem como os dias são mais longos e os raios solares atingem a superfície da terra com maior intensidade no entanto para explicar esta discrepância nos dados do mês de setembro estes podem ser justificados devido a fatores meteorológicos como a nebulosidade, padrões meteorológicos e a temperatura do solo e do mar só assim é que o mês de setembro tem os valores de radiação solar superiores aos do mês de junho. E no mês de setembro ocorre o equinócio de outono e os dias começam a encurtar e reduz o número de horas de exposição solar.

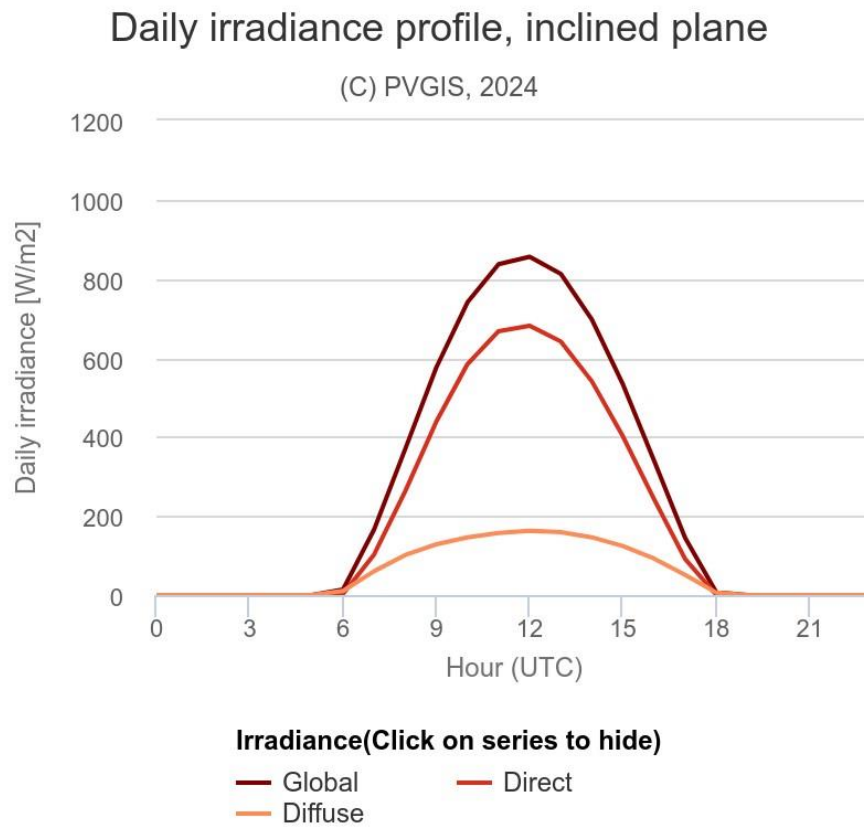


Figura 10 Radiação diária mês de setembro

Irradiance on a fixed plane

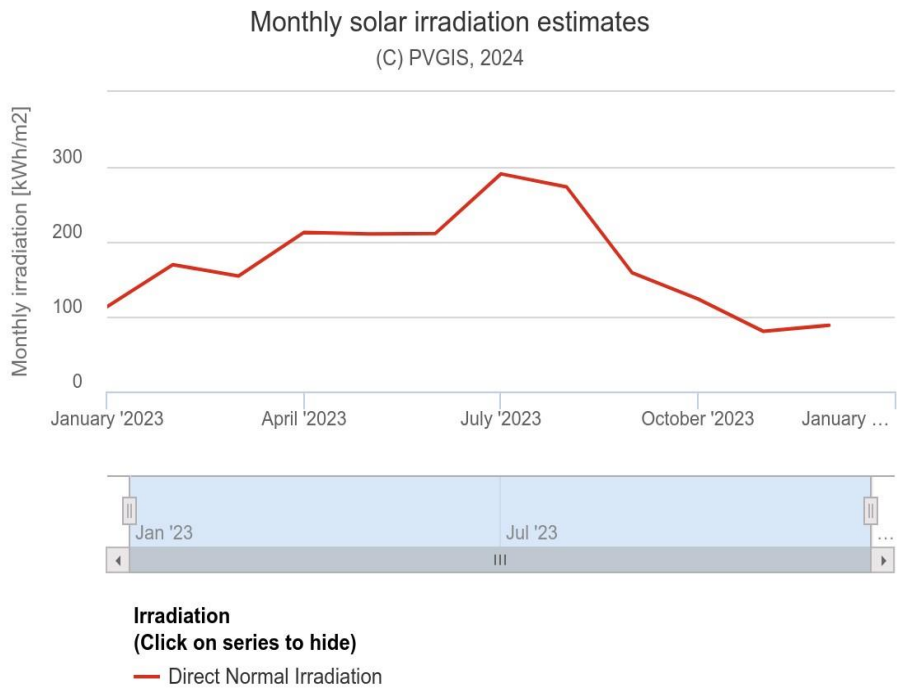
Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	14	166	369	576	740	836	855	812	697	533	340	144	7	0	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	3	103	263	439	584	667	681	641	540	401	242	91	1	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	11	60	101	128	146	157	162	159	146	124	92	51	6	0	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].  
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m<sup>2</sup>].

Figura 11 Radiação global direta e difusa relativa ao mês de setembro

### 3.5. Irradiação Solar mensal e temperatura média mensal

A ferramenta PVGIS fornece-nos uma estimativa da irradiação solar mensal de janeiro de 2023 a janeiro de 2024 e com base na **figura 12** podemos observar que a irradiação solar o seu pico foi no mês de julho com 290.66 kWh/m<sup>2</sup> e o mês com menor irradiação solar foi o mês de novembro com apenas 80.25 kWh/m<sup>2</sup>.



**Figura 12** Estimativa mensal de irradiação solar

Na **figura 13** podemos observar que o mês com maior temperatura média foi o mês de agosto com uma temperatura média de 21.3 °C e o mês com a menor temperatura média foi janeiro com 4.9 °C.

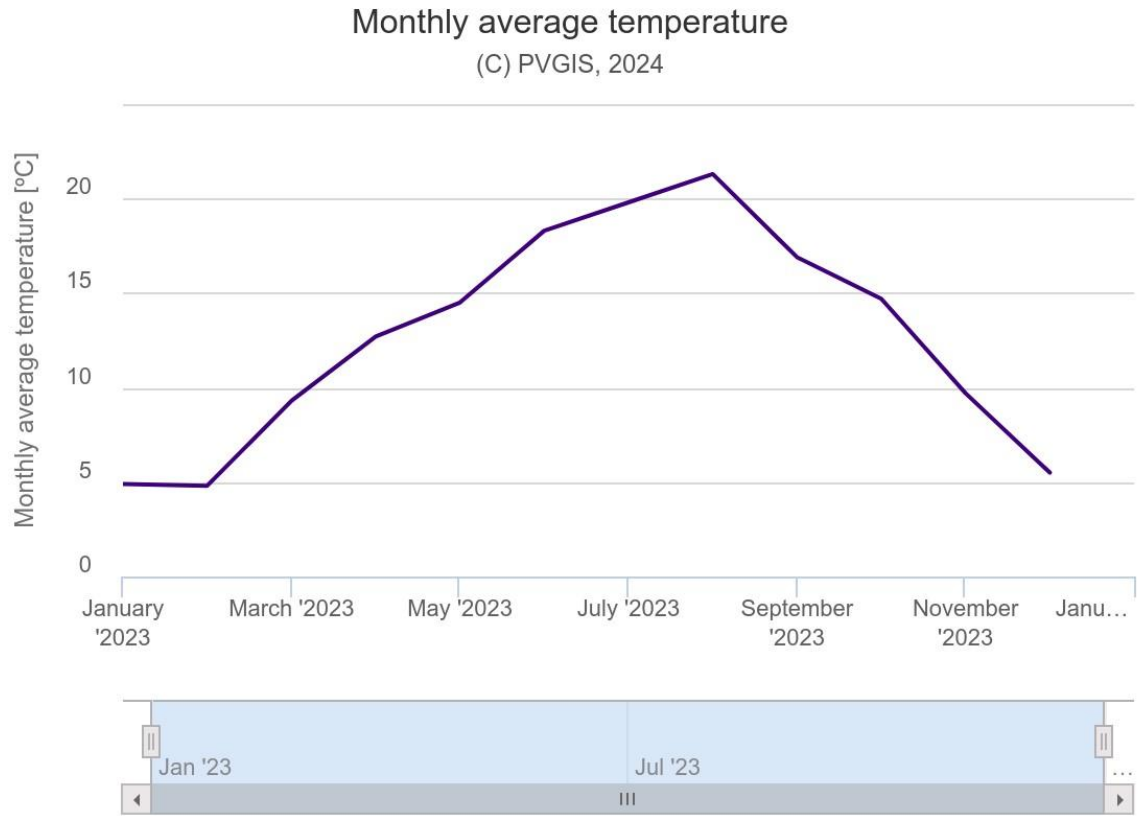


Figura 13 Média da temperatura mensal

### 3.6. Caracterização dos edifícios

Nesta secção apresentam-se os diversos edifícios públicos das freguesias do concelho em estudo.

#### Freguesia de Alfarela de Jales

##### Escola Básica do 1.º Ciclo de Alfarela

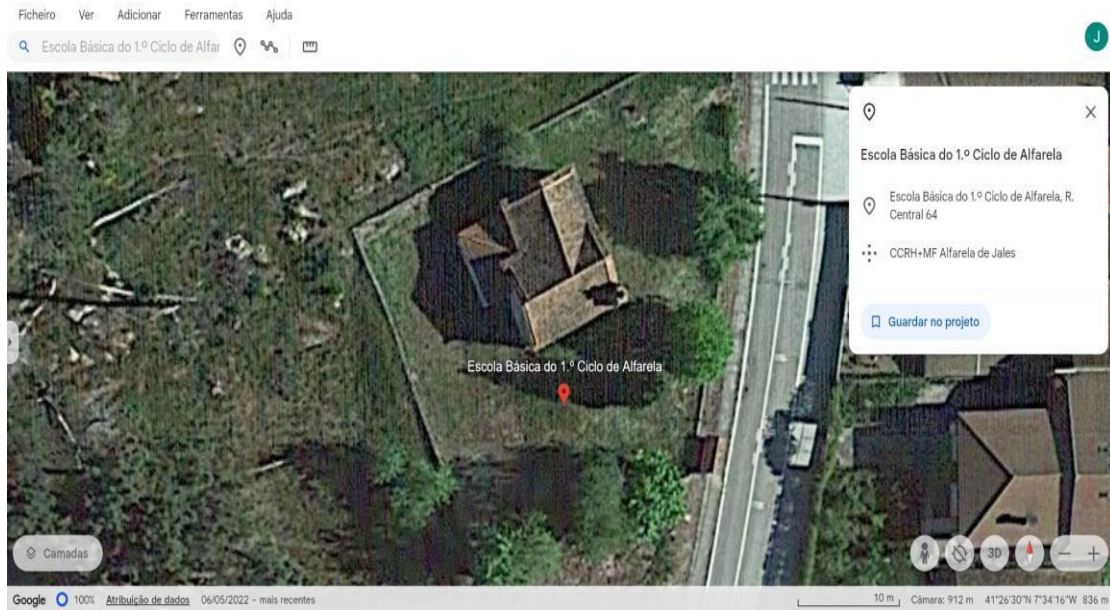


Figura 14 Escola Básica do 1º Ciclo de Alfarela

A Escola Básica do 1.º Ciclo de Alfarela tem uma área de 135.75 ( $m^2$ )

##### Junta de Freguesia de Alfarela de Jales

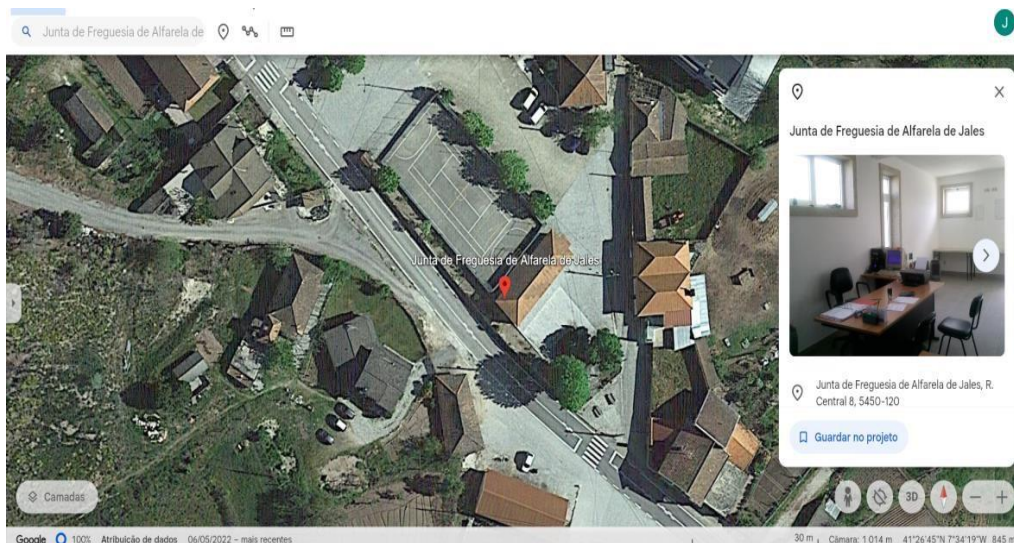


Figura 15 Junta de Freguesia de Alfarela de Jales

A Junta de Freguesia de Alfarela de Jales tem uma área de 149.12 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Bornes de Aguiar

Junta de Freguesia/ Pavilhão Desportivo e Escola básica Integrada de Pedras Salgadas



**Figura 16** Junta de freguesia de Bornes de Aguiar Pavilhão desportivo e Escola básica Integrada de Pedras Salgadas

A junta de freguesia de Bornes de Aguiar tem uma área de 99.85 ( $m^2$ ).

O pavilhão desportivo tem uma área de 2530.24 ( $m^2$ ).

A escola básica integrada de Pedras Salgadas tem uma área de 2530.24 ( $m^2$ ).

## Museu Pedras Salgadas Experiences



Figura 17 Museu Pedras Salgadas

O museu tem uma área de 714.67 ( $m^2$ ).

## Loja Interativa de Turismo



Figura 18 Loja Interativa de turismo

A loja Interativa de Turismo de Vila Pouca de Aguiar tem uma área de 315.28 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Bragado

### Junta de freguesia de Bragado



Figura 19 Junta de freguesia de Bragado

A junta de freguesia do Bragado tem uma área de 200 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Capeludos

### Junta de freguesia de Capeludos



Figura 20 Junta de freguesia de Capeludos

A junta de freguesia de Capeludos tem uma área de 160.20 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Soutelo de Aguiar

Junta de freguesia de Soutelo de Aguiar



Figura 21 Junta de freguesia de Soutelo de Aguiar

A junta de freguesia de Soutelo de Aguiar tem uma área de 141,80 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Telões

Junta de freguesia de Telões



Figura 22 Junta de freguesia de Telões

A junta de freguesia de Telões tem uma área de 195,91 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Valoura

### Junta de Freguesia de Valoura



Figura 23 Junta de freguesia de Valoura

A junta de freguesia de Valoura tem uma área de 162.55 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Vila Pouca de Aguiar

### Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar

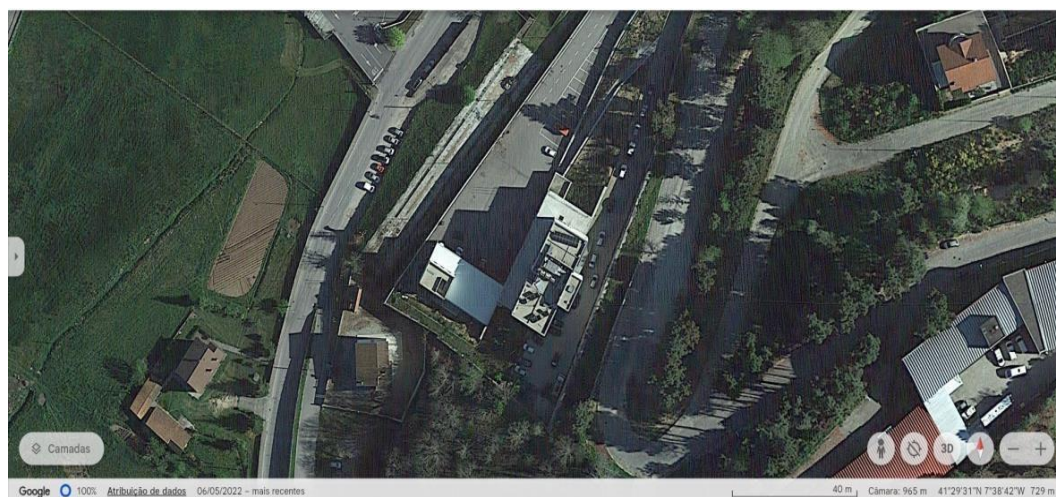
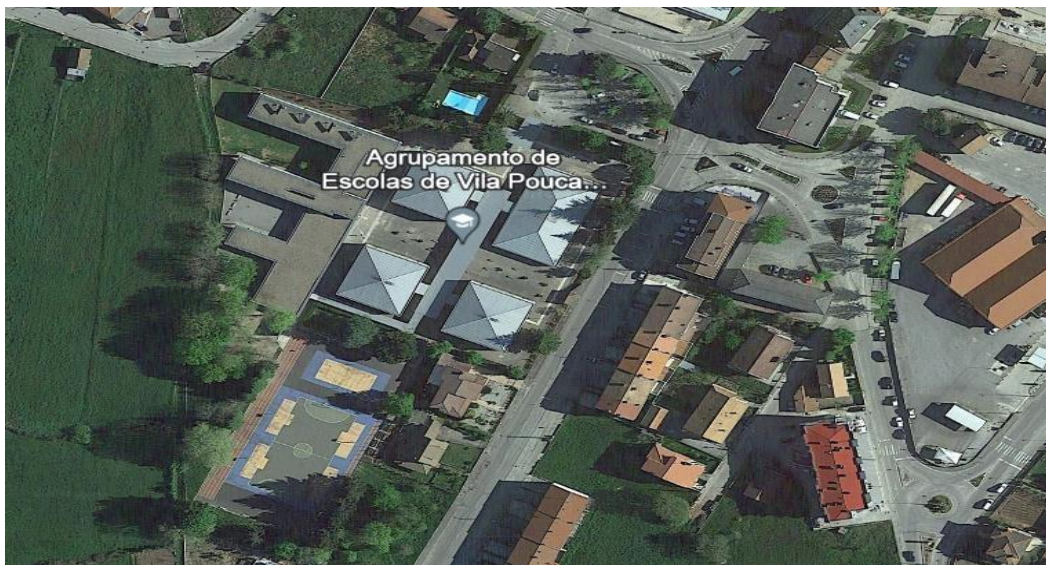


Figura 24 Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar

Os Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar têm uma área de 420.52 ( $m^2$ ).

### Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar



**Figura 25** Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar

O agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar tem uma área de 4160.75 ( $m^2$ ).

### Museu municipal Padre José Rafael Rodrigues



**Figura 26** Museu municipal Padre José Rafael Rodrigues

O museu municipal padre José Rafael Rodrigues tem uma área de 335.19 ( $m^2$ ).

Escola secundária, pavilhão e piscina



**Figura 27** Escola secundária Pavilhão desportivo e Piscinas de Vila pouca de Aguiar

A escola secundária de Vila Pouca de Aguiar tem 1937.01 ( $m^2$ ).

O pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa tem uma área de 1649.96 ( $m^2$ ).

A Piscina de Vila Pouca de Aguiar tem uma área de 1430.89 ( $m^2$ ).

#### Câmara Municipal de Vila Pouca de Aguiar



**Figura 28** Câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar

A câmara municipal tem uma área de 459.08 ( $m^2$ ).

#### Associação Empresarial do Corgo



Figura 29 Associação empresarial do Corgo

A associação empresarial do corgo tem uma área de 89.64 (m<sup>2</sup>).  
Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar

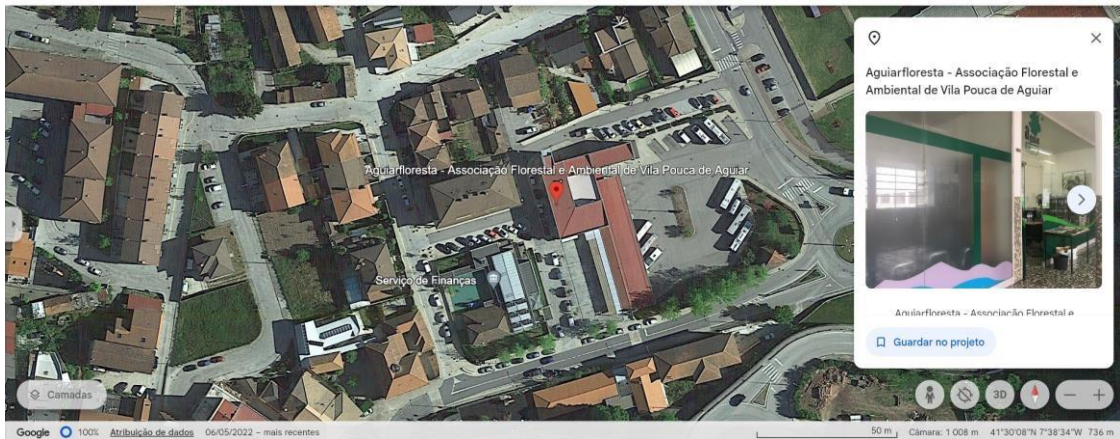


Figura 30 Associação Florestal Vila Pouca de Aguiar

A associação florestal e ambiental de Vila Pouca de Aguiar tem uma área de 64.49 (m<sup>2</sup>).

Estádio 1º de Maio



Figura 31 Estádio 1º de Maio

O complexo desportivo de Vila Pouca de Aguiar (estádio) tem uma área de 889.93 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Vreia de Bornes

### Junta de Freguesia de Vreia de Bornes



Figura 32 Junta de freguesia de Vreia de Bornes

A junta de freguesia de Vreia de Bornes tem uma área de 85.20 ( $m^2$ ).

## Freguesia de Vreia de Jales

### Junta de Freguesia de Vreia de Jales



Figura 33 Junta de freguesia de Vreia de Jales

A junta de freguesia de Vreia de Jales tem uma área de 81.54 ( $m^2$ ).

## União das Freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros



Figura 34 Junta de freguesia de Pensalvos

O edifício da junta de freguesia de Pensalvos tem uma área de 278.47 ( $m^2$ ).

## 4. Dimensionamento do sistema

Para determinar a potência necessária total para cada edifício, com o auxílio da ferramenta Google Earth conseguimos obter uma área total dos mesmos e multiplicando pela altura e número de piso, obtivemos a potencia média necessária por  $m^2$ .

A potência média a instalar por unidade de área foi considerada de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2** Potência média a instalar por unidade de área segundo o tipo de edifício

Escolas	6 W/m <sup>2</sup>
Pavilhões municipais	6 Wm <sup>2</sup>
Camara; Bibliotecas e Junta de freguesia	15 W/m <sup>2</sup>
Piscinas	45 W/m <sup>2</sup>

A tabela 3 apresenta os valores de potência média necessária para cada edifício da área em estudo, de acordo com a área e o tipo de edifício.

Após o cálculo da Potência necessária calculamos a potência a instalar, tendo em conta as perdas nos cabos e nos inversores pela seguinte formula:

$$P_{Instalar} [kW] = \frac{P_{necessária}}{\eta_{Cabos} * \eta_{Inversor}} \div 1000$$

Foi considerado o rendimento dos cabos de 97% e o do Inversor de 95%.

Com a potência a instalar fizemos um acerto nessa mesma potência para dar um número inteiro de painéis a instalar, com está potência calculamos a área necessária de painéis a instalar ( $m^2$ ). A potência a total a instalar é de 222,3, ajustada à potência dos painéis.

$$\begin{aligned} \text{Área necessária } [m^2] &= P_{Inst} * 9m^2/kWp \\ 1 kW &= 9m^2 \end{aligned}$$

Tabela 3 Edifícios área potência e potencia a instalar por edifício e potência total

Freguesias	Edifícios	Área (m2)	Potência (kW)	Potência Necessária (kW)	Nº horas de Funcionamento	Dias por semana
Alfarela de Jales	Escola Básica do 1.º Ciclo de Alfarela	135,8	0,815	0,884	10	5
	Junta de Freguesia de Alfarela de Jales	149,1	2,237	2,427	8	5
Bornes de Aguiar	Junta de Freguesia de Bornes de aguiar	99,85	1,498	1,625	8	5
	Pavilhão Desportivo	2530	15,181	16,475	10	6
	Escola Básica Integrada de Pedras Salgadas	2259	13,554	14,709	10	5
	Museu (Pedras Salgadas Experience)	714,7	10,720	11,633	8	5
	Loja Interativa de Turismo de Vila Pouca de Aguiar	315,3	4,729	5,132	8	5
Bragado	Junta de Freguesia de Bragado	200,4	3,006	3,262	8	5
Capeludos	Junta de Freguesia de Capeludos	160,2	2,403	2,608	8	5
Soutelo de Aguiar	Junta de Freguesia de Soutelo de Aguiar	141,8	2,127	2,308	8	5
Telões	Junta de Freguesia de Telões	195,9	2,939	3,189	8	5
Valoura	Junta de Freguesia de Valoura	132,6	1,988	2,158	8	5
Vila Pouca de Aguiar	Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar	420,5	6,308	6,845	24	7
	Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar	4161	24,965	27,091	10	5
	Museu Municipal Padre José Rafael Rodrigues	335,2	5,028	5,456	8	5
	Piscinas de Vila Pouca de Aguiar	1431	64,390	69,875	10	7
	Pavilhão Desportivo Dr Gomes da Costa	1650	9,900	10,743	10	6
	Escola Secundária de Vila Pouca de Aguiar	1937	11,622	12,612	10	5
	Câmara Municipal de Vila Pouca de Aguiar	459,1	6,886	7,473	8	5
	Associação Empresarial do Corgo	89,64	1,345	1,459	8	5
	Aguiarfloresta - Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar	64,49	0,967	1,050	8	5
	Estádio 1º de Maio	889,9	5,340	5,794	8	5
Vreia de Bornes	Junta de Freguesia de Vreia de Bornes	85,2	1,278	1,387	8	5
Vreia de Jales	Junta de Freguesia de Vreia de Jales	81,54	1,223	1,327	8	5
União de Freguesias de Pensalvos e	União das Freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros	278,5	4,177	4,533	8	5
Potência Total a Instalar (kW)				222,056		

Após escolher o painel a utilizar, e para descobrir o número de painéis total foi usada a seguinte formula:

$$N^{\circ}_{\text{Painéis}} = \frac{P_{Tinst}}{P_{pv}}$$

$P_{pv}$  = Potência do painel (W)

$$P_{Tinst} = \text{Potência total a instalar}$$

O painel escolhido é da marca Trina modelo Honey M TSM-380 e é um painel que têm uma potência de 380 W e cuja sua ficha técnica está em anexo. **(Anexo I)** São necessários 585 painéis.

Tabela 4 Características Painel Solar para o sistema centralizado

Painel Solar Características	Trina
Marca	Trina
Modelo:	Honey M TSM - 380
Tipo de célula	Monocristalina
Potência (W)	380
Vmpp (V)	34,7
Impp (A)	10,96
Voc (V)	41,9
Isc (A)	11,52

Após termos a potência a instalar e saber o número de painéis a instalar optei por escolher 3 inversores da marca SMA de diferentes potências para a instalação, em que o primeiro inversor tem uma potência de 51 kW o segundo com uma potência de 165 kW e um terceiro de 22,5 kW.

Como foi usado apenas 3 inversores de elevada potência tivemos que ter em conta os seguintes aspetos, a potência do inversor, a tensão (V) e a corrente (A) por *string* para que esta não seja ultrapassada pelos valores fornecidos pelo fabricante no *datasheet* de cada inversor que seguem em anexo.

Para calcular as perdas e a secção do Cabo DC a usar foi usada a seguinte fórmula:

$$S_{fileira}(mm^2) = \frac{2 * L_{fileira} * I_{fileira}}{1\%V_{mpp} * \sigma}$$

Em que:

- $S_{fileira}$  – Secção do cabo da fileira DC em  $mm^2$ ;
- $L_{fileira}$  – Comprimento da cablagem da fileira em m;
- $I_{fileira}$  – Corrente nominal proveniente da fileira em A;
- $\sigma$  – Condutividade do Condutor ( $\sigma_{cobre} = \frac{56m}{\Omega} mm^2$ )
- $V_{MPP}$  – Valor da tensão proveniente da fileira em V;

## 4.1. Sistema centralizado de produção

O sistema centralizado de produção consiste em criar um parque solar para o abastecimento dos edifícios do município em que será instalada uma potência de 222,3 kW, 585 painéis de 380 W e que será necessária uma área de instalação de 5265 m<sup>2</sup>.

**Tabela 5** Potência necessária a instalar e nº de painéis

Potência total necessária a instalar (kW)	222,056
Potência a instalar PV (kW)	222,3
Nº de Painéis	585

O primeiro inversor que tem uma potência de 51 kW em que irá ser ligado a 5 strings em cada string terá 22 painéis em série cada string terá uma potência de 8360 W a tensão será de 763,4 V e 10,96 A.

**Tabela 6** Inversor nº1

Inversor Nº 1	Potência por String (W)	Tensão String (V)	Corrente String (A)	Nº de paineis
String 1	8360	763,4	10,96	22
String 2	8360	763,4	10,96	22
String 3	8360	763,4	10,96	22
String 4	8360	763,4	10,96	22
String 5	8360	763,4	10,96	22
Potência Total instalada (W)	41800	Total de painéis		110

O inversor nº2 tem uma potência de 165 kW em que irá ser instalado no total 19 *strings* com o mesmo número de painéis, tensão e corrente e terá um total de 418 painéis.

Tabela 7 Inversor nº2

Inversor Nº 2	Potência por String (W)	Tensão String (V)	Corrente String (A)	Nº de painéis
String 6	8360	763,4	10,96	22
String 7	8360	763,4	10,96	22
String 8	8360	763,4	10,96	22
String 9	8360	763,4	10,96	22
String 10	8360	763,4	10,96	22
String 11	8360	763,4	10,96	22
String 12	8360	763,4	10,96	22
String 13	8360	763,4	10,96	22
String 14	8360	763,4	10,96	22
String 15	8360	763,4	10,96	22
String 16	8360	763,4	10,96	22
String 17	8360	763,4	10,96	22
String 18	8360	763,4	10,96	22
String 19	8360	763,4	10,96	22
String 20	8360	763,4	10,96	22
String 21	8360	763,4	10,96	22
String 22	8360	763,4	10,96	22
String 23	8360	763,4	10,96	22
String 24	8360	763,4	10,96	22
Potência Total instalada (W)	158840	Total de painéis		418

O inversor nº 3 tem uma potência de 22,5 kW e que terá apenas 3 *strings* de 19 painéis a tensão por cada *string* será de 659,3 V e uma corrente de 10,96 A, no total este inversor tem no total 57 painéis conectados.

Tabela 8 Inversor nº3

Inversor Nº 3	Potência por String	Tensão String	Corrente String	Nº de painéis
String 25	7220	659,3	10,96	19
String 26	7220	659,3	10,96	19
String 27	7220	659,3	10,96	19
Potência Total instalada (W)	21660	Total de painéis		57

O cabo DC (corrente contínua) que liga do painel ao inversor será de secção de 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre e o comprimento de cabo por condutor é 20 metros, ou seja, cada *string* irá necessitar de 40 metros de cabo.

Tabela 9 Cabo DC

Cabo DC	
Condutividade do cobre ( $\sigma$ )	56
Lfileira	20
Secção do cabo (mm <sup>2</sup> )	2,5
Perdas	0,00410195

O cabo AC (corrente alternada) vai depender da tensão e da corrente de saída de cada inversor e da distância percorrida até ao quadro elétrico.

O cabo AC para o inversor nº1 é um cabo de 25 mm<sup>2</sup> por condutor devido ao inversor produzir na sua saída 72,5 A.

O cabo AC para o inversor nº2 é um cabo de 50 mm<sup>2</sup> por condutor devido ao inversor produzir na sua saída 159 A.

O cabo AC para o inversor nº3 é um cabo de 16 mm<sup>2</sup> por condutor devido ao inversor produzir na sua saída 36.6 A.

O cabo AC foi com base em valores tabelados em (Eurocabos, 2006)

## 4.2. Sistema distribuído de produção

Nesta secção apresentam-se as tabelas com as características da instalação para cada edifício das freguesias do concelho em estudo. Para o dimensionamento de cada edifício realizamos todos os cálculos em excel. Todos os datasheet utilizados estão em anexo.

## Freguesia de Alfarela de Jales

- Escola Básica do 1.º Ciclo de Alfarela

**Tabela 10** Especificações da instalação Escola Básica do 1º Ciclo de Alfarela

Edifícios	Escola Básica do 1.º Ciclo de Alfarela
Potência com perdas	0,96
Potência arredondada	1050
Nº de Painéis	3
Área de Instalação	9,45
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	1300
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	105,9
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 11** Características do cabo DC escola básica do 1º ciclo de Alfarela de Jales

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,004015
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 12** Características do Inversor escola básica do 1º ciclo de Alfarela de Jales

Inversor:	
Marca:	GoodWe
Modelo:	GW1000-XS
Potência	1300 W
Mppt (V)	40 a 450
Ic (A)	12,5
Preço (€)	306

- Junta de Freguesia de Alfarela de Jales

**Tabela 13** Especificações da instalação da Junta de Freguesia de Alfarela de Jales

Edifício	Junta de Freguesia de Alfarela de Jales
Potência com perdas	2,63
Potência arredondada	2800
Nº de Painéis	8
Área de Instalação	25,2
Nº de Inversores	1
Potencia do Inversor (Wp)	3000
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	282,4
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 14** Características do cabo DC junta de freguesia Alfarela de Jales

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001505463
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 15** Características do Inversor junta de freguesia Alfarela de Jales

Inversor:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 1,5
Potência	3000
V <sub>mpp</sub> (V)	160 a 500
I <sub>c</sub> (A)	10
Preço (€)	683

## Freguesia de Bornes de Aguiar

Junta de Freguesia de Bornes de aguiar

**Tabela 16** Especificações da instalação da Junta de Freguesia de Bornes de Aguiar

Edifício	Junta de Freguesia de Bornes de aguiar
Potencia com perdas	1,763797
Potencia arredondada	2000
Nº de Painéis	5
Área de Instalação	18
Nº de Inversores	1
Potencia do Inversor (Wp)	3200
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	155,05
Corrente por String (A)	12,9

**Tabela 17** Características do cabo DC junta de freguesia de Bornes de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,00.566
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 18** Características do inversor junta de freguesia de Bornes de Aguiar

Inversor:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,0
Potência	3200
Mppt (V)	130 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Pavilhão Desportivo

**Tabela 19** Especificações da instalação Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar

Edifícios	Pavilhão Desportivo	
Potência com perdas	17,87813813	
Potência arredondada	20000	
Nº de Painéis	50	
Área de Instalação	180	
Nº de Inversores	2	
Potência do Inversor (Wp)	9000	
Nº de Strings	2	2
Tensão por String (V)	372,12	403,13
Corrente por String (A)	12,9	12,9

**Tabela 20** Características do cabo DC do Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,004114
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	72

**Tabela 21** Características do inversor do Pavilhão Desportivo de Bornes de Aguiar

Inversor:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 6,0
Potência	9000
Mppt (V)	210 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	5260

## Escola Básica Integrada de Pedras Salgadas

**Tabela 22** Especificações da instalação escola básica integrada de Pedras Salgadas

Edifícios	Escola Básica Integrada de Pedras Salgadas	
Potência com perdas	15,96210854	
Potência arredondada	18000	
Nº de Painéis	45	
Área de Instalação	162	
Nº de Inversores	2	
Potência do Inversor (Wp)	9000	
Nº de Strings	2	2
Tensão por String (V)	3	3
Corrente por String (A)	12,9	12,9

**Tabela 23** Características do cabo DC da escola básica integrada de Pedras Salgadas

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,004457
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	72

**Tabela 24** Características do inversor da escola básica integrada de Pedras Salgadas

Inversor:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 6,0
Potência	9000
Mppt (V)	210 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	5260

Museu (Pedras Salgadas Experience)

**Tabela 25** Especificações da instalação Museu de Pedras Salgadas

Edifícios	Museu (Pedras Salgadas Experience)	
Potência com perdas	12,62426586	
Potência arredondada	15200	
Nº de Painéis	38	
Área de Instalação	136,8	
Nº de Inversores	1	1
Potência do Inversor (Wp)	7500	9000
Nº de Strings	2	2
Tensão por String (V)	248,08	341,11
Corrente por String (A)	12,9	12,9

**Tabela 26** Cabo DC para o Museu de Pedras Salgadas

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001621
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	24

**Tabela 27** Características dos inversores Museu de Pedras Salgadas

Inversor:		Inversor:	
Marca:	SMA	Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 6,0	Modelo:	Sunny Boy 4,0
Potência	9000	Potência	7500
Mppt (V)	210 a 500	Mppt (V)	140 a 500
Ic (A)	15	Ic (A)	15
Preço (€)	5260	Preço (€)	1315

## Loja Interativa de Turismo de Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 28** Especificações da instalação loja de turismo de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Loja Interativa de Turismo de Vila Pouca de Aguiar	
Potência com perdas	5,569253697	
Potência arredondada	7600	
Nº de Painéis	19	
Área de Instalação	68,4	
Nº de Inversores	1	
Potência do Inversor (Wp)	9000	
Nº de Strings	1	1
Tensão por String (V)	279,09	248,08
Corrente por String (A)	12,9	12,9

**Tabela 29** Cabo DC loja de turismo de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001980928
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	12

**Tabela 30** Características inversor loja de turismo Vila Pouca de Aguiar

Inversor:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 6,0
Potência	9000
Mppt (V)	210 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	5260

## Freguesia de Bragado

### Junta de Freguesia de Bragado

**Tabela 31** Especificações da instalação junta de freguesia de Bragado

Edifícios	Junta de Freguesia de Bragado
Potência com perdas	3,53996
Potência arredondada	3600
Nº de Painéis	9
Área de Instalação	32,4
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	3880
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	279,09
Corrente por String (A)	12,9

**Tabela 32** Características do cabo DC

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001288427
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 33** Características do inversor

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,6
Potência (W)	3880
Mppt (V)	130 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Freguesia de Capeludos

**Tabela 34** Especificações da instalação junta de freguesia de Capeludos

Edifícios	Junta de Freguesia de Capeludos
Potência com perdas	2,82984789
Potência arredondada	3000
Nº de Painéis	10
Área de Instalação	27
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	3200
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	316
Corrente por String (A)	9,5

**Tabela 35** Características do cabo DC

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001288427
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 36** Características do inversor

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,0
Potência (W)	3200
Mppt (V)	110 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Freguesia de Soutelo de Aguiar

**Tabela 37** Especificações da instalação junta de freguesia de Soutelo de Aguiar

Edifícios	Junta de Freguesia de Soutelo de Aguiar
Potência com perdas	2,50482166
Potência arredondada	2700
Nº de Painéis	9
Área de Instalação	24,3
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	3200
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	284,4
Corrente por String (A)	9,5

**Tabela 38** Características do cabo DC

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001431585
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 39** Características do inversor

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,0
Potência (W)	3200
Mppt (V)	110 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Freguesia de Telões

**Tabela 40** Especificações da instalação junta de freguesia de Telões

Edifícios	Junta de Freguesia de Telões
Potência com perdas	3,460646066
Potência arredondada	3600
Nº de Painéis	12
Área de Instalação	32,4
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	3880
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	379,2
Corrente por String (A)	9,5

**Tabela 41** Características do cabo DC junta de freguesia de Telões

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001073689
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 42** Características do inversor junta de freguesia de Telões

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,6
Potência (W)	3880
Mppt (V)	130 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Freguesia de Valoura

**Tabela 43** Especificações da instalação junta de freguesia de Valoura

Edifícios	Junta de Freguesia de Valoura
Potência com perdas	2,34142533
Potência arredondada	2700
Nº de Painéis	9
Área de Instalação	24,3
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	3200
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	284,4
Corrente por String (A)	9,5

**Tabela 44** Características do cabo DC junta de freguesia de Valoura

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001431585
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 45** Características do inversor junta de freguesia de Valoura

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 3,0
Potencia (W)	3200
Mppt (V)	110 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1020

## Freguesia de Vila Pouca de Aguiar

### Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 46** Especificações da instalação bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Bombeiros Voluntários de Vila Pouca de Aguiar
Potência com perdas	7,428262
Potência arredondada	7700
Nº de Painéis	22
Área de Instalação	69,3
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (W <sub>p</sub> )	8000
Nº de Strings	2
Tensão por String (V)	388,3
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 47** Características do cabo DC bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,003285
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	36

**Tabela 48** Características do inversor bombeiros voluntários de Vila Pouca de Aguiar

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower 4.0
Potência (W)	8000
Mp <sub>p</sub> t (V)	175 a 800
I <sub>c</sub> (A)	12
Preço (€)	1699

## Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 49** Especificações da instalação agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Agrupamento de Escolas de Vila Pouca de Aguiar		
Potência com perdas	29,39897528		
Potência arredondada	30100		
Nº de Painéis	86		
Área de Instalação	270,9		
Nº de Inversores	2		
Potência do Inversor (Wp)	18000		15000
Nº de Strings	2	1	3
Tensão por String (V)	494,2	564,8	494,2
Corrente por String (A)	9,92	9,92	9,92

**Tabela 50** Características do cabo DC do agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,002258
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	108

**Tabela 51** Características dos inversores agrupamento de escolas de Vila Pouca de Aguiar

Inversores:		Inversores:	
Marca:	SMA	Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower X 12	Modelo:	Sunny Tripower 8.0
Potência (W)	18000	Potência (W)	15000
Mppt (V)	206 a 800	Mppt (V)	260 a 800
Ic (A)	24	Ic (A)	20
Preço (€)	2542	Preço (€)	1975

## Museu Municipal Padre José Rafael Rodrigues

**Tabela 52** Especificações da instalação museu municipal padre José Rafael Rodrigues

Edifícios	Museu Municipal Padre José Rafael Rodrigues
Potência com perdas	5,920953
Potência arredondada	7000
Nº de Painéis	20
Área de Instalação	63
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	8000
Nº de Strings	2
Tensão por String (V)	353
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 53** Características de DC museu municipal padre José Rafael Rodrigues

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,001902
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	216

**Tabela 54** Características do inversor museu municipal padre José Rafael Rodrigues

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower 4.0
Potência (W)	8000
Mp <sub>p</sub> t (V)	175 a 800
I <sub>c</sub> (A)	12
Preço (€)	3398

## Piscinas de Vila Pouca de Aguiar

Tabela 55 Especificações da instalação piscinas de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Piscinas de Vila Pouca de Aguiar	
Potência com perdas	75,82773492	
Potência arredondada	77000	
Nº de Painéis	220	
Área de Instalação	693	
Nº de Inversores	1	1
Potência do Inversor (Wp)	51000	30000
Nº de Strings	8	4
Tensão por String (V)	635,4	670,7
Corrente por String (A)	9,92	9,92

Tabela 56 Características do cabo DC piscinas de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,001902
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	216

Tabela 57 Características dos inversores piscinas Vila Pouca de Aguiar

Inversores:		Inversores:	
Marca:	SMA	Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower Core 1	Modelo:	Sunny Tripower X 20
Potência (W)	51000	Potência (W)	30000
Mppt (V)	500 a 800	Mppt (V)	340 a 800
Ic (A)	120	Ic (A)	35
Preço (€)	5749	Preço (€)	2543

## Pavilhão Desportivo Dr. Gomes da Costa

**Tabela 58** Especificações da instalação Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa

Edifícios	Pavilhão Desportivo Dr. Gomes da Costa	
Potência com perdas	11,65826672	
Potência arredondada	12250	
Nº de Painéis	35	
Área de Instalação	110,25	
Nº de Inversores	1	
Potência do Inversor (Wp)	15000	
Nº de Strings	1	1
Tensão por String (V)	600,1	635,4
Corrente por String (A)	9,92	9,92

**Tabela 59** Características do cabo DC Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,002007
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	36

**Tabela 60** Características do inversor Pavilhão desportivo Dr. Gomes da Costa

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower 8.0
Potência (W)	15000
Mppt (V)	260 a 800
Ic (A)	20
Preço (€)	1975

## Escola Secundária de Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 61** Especificações da instalação escola secundária de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Escola Secundária de Vila Pouca de Aguiar	
Potência com perdas	13,68650102	
Potência arredondada	14350	
Nº de Painéis	41	
Área de Instalação	129,15	
Nº de Inversores	1	
Potência do Inversor (Wp)	15000	
Nº de Strings	1	1
Tensão por String (V)	706	741,3
Corrente por String (A)	9,92	9,92

**Tabela 62** Características do cabo DC escola secundária de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,001721
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	36

**Tabela 63** Características do inversor escola secundária de Vila Pouca de Aguiar

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower 8.0
Potência (W)	15000
Mppt (V)	260 a 800
Ic (A)	20
Preço (€)	1975

## Câmara Municipal de Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 64** Especificações da instalação câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Câmara Municipal de Vila Pouca de Aguiar	
Potência com perdas	8,109404298	
Potência arredondada	8750	
Nº de Painéis	25	
Área de Instalação	78,75	
Nº de Inversores	1	
Potência do Inversor (Wp)	9000	
Nº de Strings	1	1
Tensão por String (V)	423,6	458,9
Corrente por String (A)	9,92	9,92

**Tabela 65** Características do cabo DC câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,000926
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	12

**Tabela 66** Características do inversor câmara municipal de Vila Pouca de Aguiar

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Tripower 5.0
Potência (W)	9000
Mppt (V)	175 a 800
Ic (A)	12
Preço (€)	1299

## Associação empresarial do Corgo

**Tabela 67** Especificações da instalação associação empresarial do Corgo

Edifícios	Associação Empresarial do Corgo
Potência com perdas	1,583443
Potência arredondada	1750
Nº de Painéis	5
Área de Instalação	15,75
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	2600
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	176,5
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 68** Características do cabo DC associação empresarial do Corgo

Cabo DC	
Condutividade	56
Fileira	3
Perdas	0,002409
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 69** Características do inversor associação empresarial do Corgo

Inversores:	
Marca:	Good We
Modelo:	GW2000-XS
Potência (W)	2600
Mppt (V)	50 a 450
Ic (A)	12,5
Preço (€)	329

## Associação Florestal Vila Pouca de Aguiar

**Tabela 70** Especificações da instalação associação florestal Vila Pouca de Aguiar

Edifícios	Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar
Potência com perdas	1,139182
Potência arredondada	1400
Nº de Painéis	4
Área de Instalação	12,6
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	1950
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	141,2
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 71** Características do cabo DC Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,003011
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 72** Características do inversor Associação florestal e ambiental de Vila Pouca de Aguiar

Inversores:	
Marca:	Good We
Modelo:	GW1500-XS
Potência (W)	1950
Mppt (V)	50 a 450
Ic (A)	12.5
Preço (€)	329

## Estádio 1º de maio

**Tabela 73** Especificações da instalação estádio 1º de maio

Edifícios	Estádio 1º de Maio
Potência com perdas	6,288056
Potência arredondada	7000
Nº de Painéis	20
Área de Instalação	63
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	7500
Nº de Strings	2
Tensão por String (V)	353
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 74** Características do cabo DC estádio 1º maio

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	9
Perdas	0,003613112
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	36

**Tabela 75** Características do inversor estádio 1º de maio

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 4.0
Potência (W)	7500
Mppt (V)	140 a 500
Ic (A)	15
Preço (€)	1315

## Vreia de Bornes

**Tabela 76** Especificações da instalação junta de freguesia de Vreia de Bornes

Edifícios	Junta de Freguesia de Vreia de Bornes
Potência com perdas	1,505012735
Potência arredondada	1750
Nº de Painéis	5
Área de Instalação	15,75
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	1950
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	176,5
Corrente por String (A)	9,92

**Tabela 77** Características do cabo DC junta de freguesia de Vreia de Bornes

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,002408741
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Cumprimento da String	6

**Tabela 78** Características do inversor junta de freguesia de Vreia de Bornes

Inversores:	
Marca:	Good We
Modelo:	GW1500-XS
Potência (W)	1950
Mppt (V)	50 a 450
Ic (A)	12,5
Preço (€)	329

## Vreia de Jales

**Tabela 79** Especificações da instalação junta de freguesia de Vreia de Jales

Edifícios	Junta de Freguesia de Vreia de Jales
Potência com perdas	1,440360779
Potência arredondada	1500
Nº de Painéis	5
Área de Instalação	13,5
Nº de Inversores	1
Potência do Inversor (Wp)	1950
Nº de Strings	1
Tensão por String (V)	158
Corrente por String (A)	9,5

**Tabela 80** Características do cabo DC junta de freguesia de Vreia de Jales

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,00257685
Secção do cabo(mm <sup>2</sup> )	2,5
Comprimento de cabo em (m)	6

**Tabela 81** Características do inversor junta de freguesia de Vreia de Jales

Inversores:	
Marca:	Good We
Modelo:	GW1500-XS
Potência (W)	1950
Mppt (V)	50 a 450
Ic (A)	12,5
Preço (€)	329

## União de Freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros

**Tabela 82** Características do cabo DC união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros

Edifícios	Junta de Freguesia de Pensalvos	
Potência com perdas	4,919024603	
Potência arredondada	5100	
Nº de Painéis	17	
Área de Instalação	45,9	
Nº de Inversores	1	
Potência do Inversor (Wp)	5250	
Nº de Strings	1	1
Tensão por String (V)	252,8	284,4
Corrente por String (A)	9,5	9,5

**Tabela 83** Características do cabo DC união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros

Cabo DC	
Condutividade	56
Lfileira	3
Perdas	0,001431585
Secção do cabo(mm2)	2,5
Comprimento de cabo em (m)	12

**Tabela 84** Características do inversor união de freguesias de Pensalvos e Parada de Monteiros

Inversores:	
Marca:	SMA
Modelo:	Sunny Boy 5.0
Potência (W)	5250
Mppt (V)	175 a 500
Ic (A)	12
Preço (€)	1020

## 5. Análise Financeira

A análise financeira deste projeto envolve a avaliação dos custos e benefícios da instalação de um sistema solar fotovoltaico para gerar energia para os edifícios públicos do concelho de Vila Pouca de Aguiar. Este tipo de análise irá ajudar a determinar se o investimento é viável, e qual será o ROI (retorno sobre o investimento) se existe e em quanto tempo será.

Como em todas as instalações solares fotovoltaicas esta terá um custo inicial que inclui a compra dos painéis solares, os inversores as estruturas de suporte e a cablagem e por fim a mão de obra e outros materiais auxiliares a instalação.

Com a instalação de painéis solares vai existir um consumo de energia da rede elétrica parcial devido a implementação deste sistema e a energia produzida ser logo injetada nos edifícios públicos.

O custo de manutenção de um sistema solar fotovoltaico é bastante baixo, geralmente sempre que ocorrem manutenções são para proceder a limpeza dos painéis ou uma manutenção preventiva dos inversores ou da cablagem.

A grande parte dos fornecedores dos sistemas solares fotovoltaicos tem uma garantia de pelo menos 25 para os painéis solares segundo o *datasheet* (ficha técnica) fornecido pelo fabricante, já os inversores têm uma garantia que varia entre os 10 e os 15 anos segundo o fabricante.

Portugal como é um país que está próximo do equador tem um grande número de horas de sol anual é mais um dos aspetos positivos para a implementação dos sistemas solares fotovoltaicos.

Devido ao facto de ter sido implementado este sistema o preço da fatura da eletricidade irá descer de seguida iremos analisar se a implementação deste sistema se é rentável e se o sistema fica pago e em quanto tempo.

O *payback* é o número de anos necessários para que o que foi poupado ou gerado cubra o custo do investimento inicial, o *payback* é crucial para avaliar a viabilidade financeira a longo prazo.

A Taxa interna de Retorno (TIR) reflete a taxa de rentabilidade do projeto, considerando todos os fluxos de caixa futuros.

No fim de calcular a energia necessária diária, mensal e anual, considerando uma produção de 100% e condições perfeitas para a produção de energia utilizando os painéis solares fotovoltaicos da instalação.

$$Energia\ diária\ (kWh) = P_{Instalar} * 8_{horas}$$

$$Energia\ mensal\ (kWh) = P_{diária} * 30_{dias}$$

$$Energia\ anual\ (kWh) = P_{mensal} * 12_{meses}$$

Com o auxílio da ferramenta PVGIS (Photovoltaic Geographical information system) coloquei a potência instalada (kW), preenchendo também as perdas de rendimento do sistema inserindo a latitude e a longitude do local e colocar no programa que os painéis vão ser colocados em posição fixa o programa irá fazer uma simulação e estimativa da energia produzida mensalmente e anualmente.

No fim de realizar a simulação calculei a energia que irá faltar produzir mensal para que o sistema fosse autossustentável bem como o que se iria gastar mensalmente a comprar a restante energia e calcular o custo anual do da instalação para o município com e sem o sistema solar fotovoltaico.

$$Energia\ a\ comprar\ (kWh) = E_{PVGIS\ (kW)} - E_{Necessária\ produzir\ por\ mês\ (kW)}$$

O cálculo acima descrito fi-lo para todos os meses do ano e somando a potência necessária a comprar total anual obtive o total de eletricidade a comprar.

Consultando e tendo o preço do kW/h (kilowatt hora), 0,185 € (GOLDENERGY Tarifa simples) multipliquei pela potência a comprar anual para saber o quanto iria a pagar anualmente de eletricidade.

Tendo o preço do kW/h multipliquei pela potência necessária anual para saber o custo do abastecimento de energia dos edifícios públicos do conselho e por fim acabei por subtrair o custo da compra da energia sem o sistema com o custo com o sistema implementado sabendo assim se monetariamente é rentável e quanto se irá poupar com a implementação do sistema.

## 5.1. Sistema centralizado de produção

Nesta secção apresentamos a análise do sistema centralizado de produção.

No investimento inicial consideraram-se todos os custos como a compra de painéis foto- voltaicos, estruturas metálicas inversores cabos e mão de obra que esta foi considerada + 20% do total.

Na despesa anual foi considerado o custo de energia antes e depois da instalação, este último menos um terço do anterior, e um outro custo que é o de uma manutenção anual estabelecida no valor de 6250€.

**Tabela 85** Custo total da instalação sistema centralizado

Custo painéis	127 296,00 €
Custo Inversores	18 503,44 €
Custo Cabos AC	3 347,11 €
Custo Cabos DC	1 752,28 €
Custo estruturas	96 103,80 €
Total	247 002,63 €
Total + 20% mão de obra	296 403,16 €

**Tabela 86** Poupança com autoconsumo sistema centralizado

Poupança autoconsumo de Eletricidade	
Período	Custo
Diário	328,64 €
Mensal	9 859,30 €
Anual	118 311,64 €

**Tabela 87** Cash Flow e Vla Sistema Centralizado

Custo painéis	Custo Inversores	Custo Cabos AC	Custo Cabos DC	Custo estruturas	Total	Total + 20% mão de obra
127 296,00 €	18 503,44 €	3 347,11 €	1 752,28 €	96 103,80 €	247 002,63 €	296 403,16 €

Manutenção	6 250,00 €
------------	------------

Taxa de atualização
0,15

Ano	Cash Flow	Cash Flow Atualizado	VLA
0	118311,6426		- 296403,156
1		118311,643	- 184341,513
2		102879,689	-87711,824
3		89460,599	-4501,225
4		77791,826	67040,601
5		67645,066	128435,666
6		58821,796	181007,463
7		51149,388	225906,851
8		44477,729	264134,579
9		38676,286	296560,865
10		33631,553	323942,418

Ano	Mês	Dia
4	0,7550087	6,82

## 5.2. Sistema distribuído de produção

Nesta secção apresentamos a análise para o sistema distribuído de produção. No investimento inicial consideraram-se todos os custos como a compra de painéis fotovoltaicos, estruturas metálicas inversores cabos e mão de obra que esta foi considerada + 20% do total.

Na despesa anual foi considerado o custo de energia antes e depois da instalação, este último menos um terço do anterior, e um outro custo que é o de uma manutenção anual estabelecida no valor de 6250€ em que consiste em 250€ por edifício.

**Tabela 88** Custo total da instalação sistema distribuído

Custo painéis (€)	172334
Custo Inversores (€)	36086
Custo Cabos AC (€)	1747,986
Custo Cabos DC (€)	748
Custo estruturas (€)	62339,68
Total (€)	273255,7
Total + 20% mão de obra (€)	327906,8

**Tabela 89** Poupança com autoconsumo sistema distribuído de produção

Poupança autoconsumo de Eletricidade	
Período	Custo
Diário	360,50 €
Mensal	8 291,39 €
Anual	99 496,68 €

**Tabela 90** Cash Flow e VLA sistema distribuído

Manutenção( n <sup>o</sup> de instalações*250€)=		€	6 250,00
--	--	---	----------

Taxa de atualização
0,15

Ano	Cash Flow	Cash Flow Atualizado	VLA
0			- 327 906,80 €
1		99 496,68 €	- 234 660,12 €
2		86 518,86 €	- 154 391,26 €
3		75 233,79 €	- 85 407,47 €
4		65 420,68 €	- 26 236,79 €
5	99 496,68 €	56 887,55 €	24 400,76 €
6		49 467,44 €	67 618,20 €
7		43 015,16 €	104 383,36 €
8		37 404,49 €	135 537,85 €
9		32 525,64 €	161 813,49 €
10		28 283,17 €	183 846,66 €

Ano	Mês	Dia
6	6,22	7

### Riscos e considerações

Onde existe investimento existe risco nestes sistemas os painéis solares vão se degradando ao longo dos anos o que resulta numa pequena diminuição da produção ao longo do tempo.

O preço e as tarifas de eletricidade se porventura subirem após a instalação ser feita torna este sistema ainda mais vantajoso e aí irá ser mais rápido o retorno do investimento.

Para que o retorno não fique comprometido é de grande importância ter atenção se após a instalação e ao longo dos anos verificar se os painéis não ficam com qualquer tipo de sombreamento para não comprometer os retornos esperados.

### 5.3. Análise de resultados

Nesta secção iremos fazer uma análise de resultados comparando o custo do sistema centralizado com o sistema em que as instalações estão distribuídas por edifício. **Tabela 91**

**Tabela 91** Comparação Sistema centralizado com sistema distribuído

Comparação de sistemas		
	Sistema Centralizado	Sistema distribuído
Custo painéis	127 296,00 €	172 334,00 €
Custo Inversores	18 503,44 €	36 086,00 €
Custo Cabos AC	3 347,11 €	1 747,99 €
Custo Cabos DC	1 752,28 €	748,00 €
Custo estruturas	96 103,80 €	62 339,68 €
Total	247 002,63 €	273 255,67 €
Total + 20% mão de obra	296 403,16 €	327 906,80 €
Payback	4 Anos	6 Anos
ROI	9 Anos	+10 Anos

O sistema centralizado é mais vantajoso em termos monetários devido aos módulos fotovoltaicos serem todos iguais não necessitando de recorrer a várias marcas e diferentes potências de módulos fotovoltaicos.

Os inversores são mais caros para o sistema de produção distribuída por edifício apesar de terem uma potência inferior aos do sistema centralizado devido ao sistema distribuído necessitar de vários inversores e de diferente potência consoante o edifício.

Para o sistema centralizado os cabos DC e AC são mais caros comparada mente com o sistema distribuído devido ao facto de na produção centralizada ser um vasto campo com módulos fotovoltaicos é necessário mais cabo para ligar do painel ao inversor no caso do cabo DC e no cabo AC como os inversores produzem e fornecem grandes quantidades de energia são necessários cabos com um maior diâmetro interno de cobre para fornecerem a energia elétrica.

O custo das estruturas no sistema centralizado é mais caro, porém o do sistema distribuído também tem um valor bastante elevado devido ao facto deste sistema

necessitar de acessórios e peças para fazer a correção e ajustes para que o painel esteja implementado nos telhados dos edifícios para que esteja numa posição mais vantajosa para tirar partido da radiação solar.

O sistema mais barato e viável é o sistema centralizado em que será necessário um orçamento mais baixo para a implementação do sistema terá um *payback* de 4 anos e um ROI (retorno sobre o investimento) de 9 anos.

Sem este sistema o concelho de Vila Pouca de Aguiar tem um gasto anual de eletricidade de cerca de 118 mil euros e com a implementação deste sistema o concelho iria poupar cerca de 61 mil euros anualmente em eletricidade.

## 4. Conclusões Finais

No âmbito da Engenharia das Energias Renováveis, o combate às alterações climáticas, a diminuição dos GEE e a redução da dependência energética é um tema bastante relevante. A implementação e a procura de soluções eficientes e economicamente viáveis são necessárias para a produção de energia limpa.

Neste caso presente em que foi elaborado um estudo sobre o consumo de energia elétrica dos edifícios públicos do concelho de Vila Pouca de Aguiar visando como objetivo a diminuição do valor da fatura de eletricidade bem como produzir energia limpa para consumo.

Com o auxílio da ferramenta PVGIS com simulações e bases de dados do programa consegui ter valores estimados de produção de energia mensal e anual no concelho.

Através de cálculos sem a implementação deste sistema o concelho paga anualmente de eletricidade cerca de 118 311 euros somente em edifícios públicos, com a implementação deste sistema poder se a poupar cerca de 61 100 apenas pagando assim anualmente apenas 57 200 euros em eletricidade.

Contudo fiz uma comparação entre um sistema central de produção de energia com um sistema em que era implementado por edifício publico, concluindo que o sistema de produção central é o mais viável e ter um *payback* de 4 anos e um Retorno do investimento ao fim de 9 anos.

Apesar de a implementação deste sistema ter um elevado custo financeiro é importante referir que estes sistemas têm uma duração de cerca de 25 anos.

Posso concluir que esta alternativa parece se bastante viável para ser implementada e sendo previamente elaborado um estudo pode vir a ser ainda mais vantajoso ao ser implementado em locais mais a sul do país com uma melhor radiação solar, bem como em concelhos de maior dimensão e com grande despesas na fatura da eletricidade.

## Bibliografia

(9) Painéis solares monocristalinos vs policristalinos: qual é a diferença? | LinkedIn. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.linkedin.com/pulse/pain%C3%A9is-solares-monocristalinos-vs-policristalinos-qual-botteon/>

Andreas, J. J., Burns, C., & Touza, J. (2019). Portugal under austerity: From financial to renewable crisis? *Environmental Research Communications*, 1(9). <https://doi.org/10.1088/2515-7620/AB3CB0>

Causes of climate change - European Commission. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_en](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_en)

Comunidades de Energia. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/>

Construction And Manufacturing | Climate Change Resources. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://climatechangeresources.org/learn-more/science/construction-and-manufacturing/>

Derbyshire, J., & Morgan, J. (2022). Is seeking certainty in climate sensitivity measures counterproductive in the context of climate emergency? The case for scenario planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121811. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2022.121811>

ELECTRICAL DATA (NOCT) ELECTRICAL DATA (STC) I-V CURVES OF PV MODULE(370W) P-V CURVES OF PV MODULE(370W). (2020). [www.trinasolar.com](http://www.trinasolar.com)

Energias renováveis | EUR-Lex. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/summary/renewable-energy.html>

Global Climate in 2015-2019: Climate change accelerates. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://wmo.int/news/media-centre/global-climate-2015-2019-climate-change-accelerates>

Guo, F., Do, V., Cooper, R., Huang, Y., Zhang, P., Ran, J., Zhang, Q., Tian, L., & Fu, Z. (2021). Trends of temperature variability: Which variability and what health implications? *Science of The Total Environment*, 768, 144487. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.144487>

Jaiswal, K. K., Chowdhury, C. R., Yadav, D., Verma, R., Dutta, S., Jaiswal, K. S., SangmeshB, & Karuppasamy, K. S. K. (2022). Renewable and sustainable clean energy development and impact on social, economic, and environmental health. *Energy Nexus*, 7, 100118. <https://doi.org/10.1016/J.NEXUS.2022.100118>

KIT1 Estrutura Aerocompact Sul Compactflat S-PLUS Cobertura Plana. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.solarshop.pt/kit1-estrutura-aerocompact-sul-compactflat-s-plus-cobertura-plana>

Lyon, T. P., & Maxwell, J. W. (2011). Greenwash: Corporate environmental disclosure under threat of audit. *Journal of Economics and Management Strategy*, 20(1), 3–41. <https://doi.org/10.1111/J.1530-9134.2010.00282.X>

Monocrystalline vs. Polycrystalline Solar Panels – Forbes Home. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.forbes.com/home-improvement/solar/monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels/>

Nations, U. (n.d.). Causes and Effects of Climate Change | United Nations. Retrieved October 4, 2024, from <https://www.un.org/en/climatechange/science/causes-effects-climate-change>

Nunes, L. J. R. (2023). The Rising Threat of Atmospheric CO<sub>2</sub>: A Review on the Causes, Impacts, and Mitigation Strategies. *Environments 2023*, Vol. 10, Page 66, 10(4), 66. <https://doi.org/10.3390/ENVIRONMENTS10040066>

Paraschiv, L. S., & Paraschiv, S. (2023). Contribution of renewable energy (hydro, wind, solar and biomass) to decarbonization and transformation of the electricity generation sector for sustainable development. *Energy Reports*, 9, 535–544. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2023.07.024>

Perda de cabo: Calculadora Online. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://our.electricianexp.com/pt/poteri-napryazheniya.html>

Resolução do Conselho de Ministros n.o 53/2020 | DR. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>

Solar Technology, S. A. (n.d.-a). SUNNY TRIPOWER CORE1. [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com).

Solar Technology, S. A. (n.d.-b). SUNNY TRIPOWER CORE2 - Flexible system design and highest yields thanks to integrated features. [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)

The Greenhouse Effect | Center for Science Education. (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://scied.ucar.edu/learning-zone/how-climate-works/greenhouse-effect>

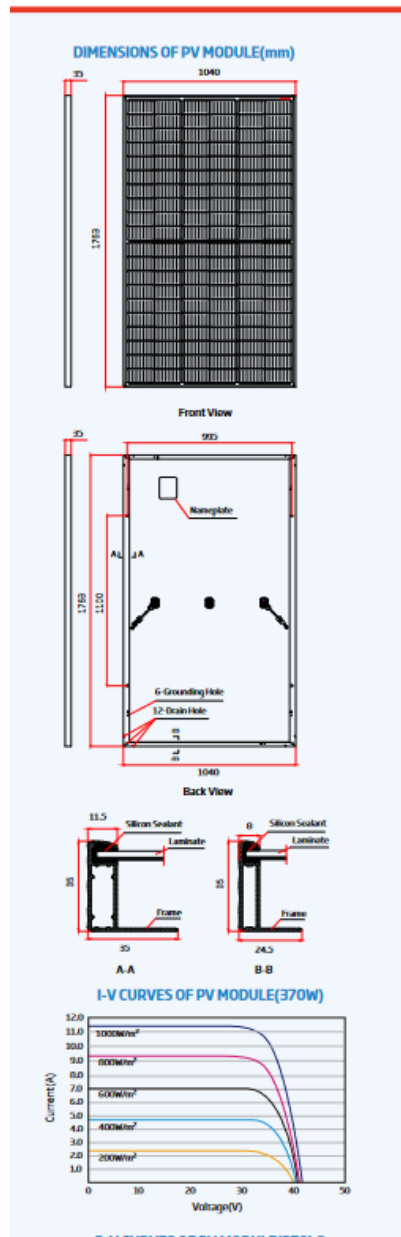
Where greenhouse gases come from - U.S. Energy Information Administration (EIA). (n.d.). Retrieved October 4, 2024, from <https://www.eia.gov/energyexplained/energy-and-the-environment/where-greenhouse-gases-come-from.php>

## Anexos

## Anexo I – Pannel solar fotovoltaico Trina 380 W sistema



### 120 LAYOUT MODULE



#### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{max}$ (Wp)*	360	365	370	375	380
Power Tolerance- $P_{max}$ (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	10.70	10.76	10.82	10.89	10.96
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	40.7	41.0	41.3	41.6	41.9
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	11.24	11.30	11.37	11.45	11.52
Module Efficiency $\eta$ (%)	19.6	19.9	20.2	20.5	20.7

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.  
\*Measuring tolerance: ±3%.

#### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- $P_{max}$ (Wp)	271	275	279	283	287
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	31.5	31.8	32.0	32.2	32.5
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	8.60	8.65	8.71	8.77	8.83
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	38.3	38.6	38.9	39.2	39.4
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	9.06	9.10	9.16	9.23	9.28

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

#### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	120 cells (6 × 20)
Module Dimensions	1763 × 1040 × 35 mm (69.41 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	20.0 kg (44.1 lb)
Glass	3.2mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ). Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1200 mm/P 1200 mm (47.24/47.24 inches)
Connector	MC4 EV02/TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

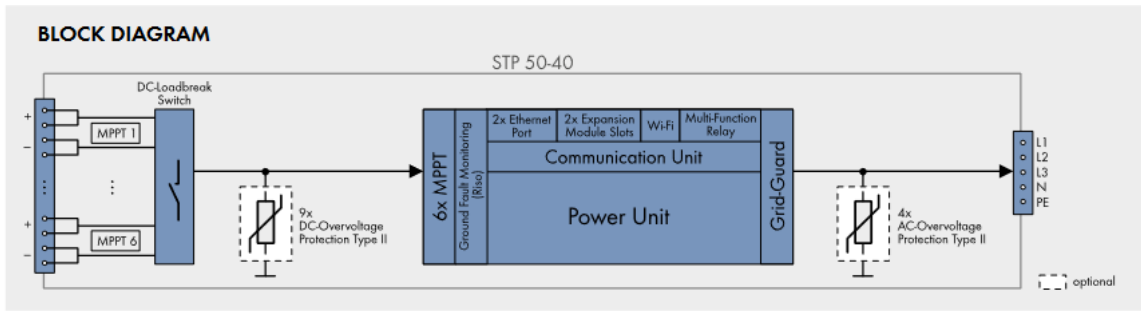
#### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{max}$	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of $V_{oc}$	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of $I_{sc}$	0.04%/°C

#### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

## Anexo II – Inversor SMA 51 kW



Technical Data (preliminary)	Sunny Tripower CORE1	Technical Data (preliminary)	Sunny Tripower CORE1
<b>Input (DC)</b>		<b>Efficiency</b>	
Max. DC power (at $\cos \varphi = 1$ ) / DC rated power	51000 W / 51000 W	Max. efficiency / European efficiency	>98.0% / >98.0%
Max. input voltage	1000 V	<b>General data</b>	
MPP voltage range / rated input voltage	150 V to 1000 V / 500 V to 800 V	Dimensions (W/H/D)	621 mm / 733 mm / 569 mm (24.4 in / 28.8 in / 22.4 in)
Min. input voltage / start input voltage	150 V / 188 V	Weight	82 kg (180 lb)
Max. operating input current / per MPPT	120 A / 20 A	Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)
Max. short circuit current per MPPT / per string input	30A / 30A	Noise emission (typical)	<60 dB(A)
Number of independent MPPT inputs / strings per MPP input	6 / 2	Self-consumption (at night)	<5 W
<b>Output (AC)</b>		Topology / Cooling concept	Transformerless / OptiCool
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	50000 W	Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65
Max. apparent AC power	50000 VA	Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H
AC nominal voltage	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V	Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%
AC voltage range	180 V to 280 V	<b>Features / functions / accessories</b>	
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz	DC connection / AC connection	SUNCLIX / screw terminal
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	LED indicators (status / fault / communication)	●
Max. output current / Rated output current	72.5 A / 72.5 A	Interface: Ethernet / WLAN / RS485	● (2 ports) / ● / ○
Output phases / line connections	3 / 3	Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	● / ● / ●
Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor	1 / 0.0 leading ... 0.0 lagging	Multi-Function relay / Expansion Module Slots	● / ● (2 ports)
THD	3%	OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●
<b>Protective devices</b>		Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	● / ●
Inputs-side disconnection device	●	Guarantee: 5/10/15/20 years	● / ○ / ○ / ○
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●	Certificates and permits (more available on request)	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60088-2*, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 091-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n.º 7-2013, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-ARN 4105, VFR 2014, P.Q.12.3, NTCO-NTCS, GC 8.9H, FR20, DEWA
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -	* Does not apply to all national appendices of EN 50438	
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●		● Standard features ○ Optional – Not available
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II		Data at nominal conditions - preliminary version: 11/2016
AC/DC surge arrester (Type II)	○ / ○	Type designation	STP 50-40

## Anexo III – Inversor SMA 165 kW Sistema Centralizado

Technical data	Sunny Tripower CORE2
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV array power	165000 W <sub>p</sub> STC
Max. input voltage	1100 V
MPP voltage range	500 V to 800 V
Rated input voltage	585 V
Min. input voltage / Start input voltage	200 V / 250 V
Max. input current per MPP tracker / Max. short-circuit current per MPP tracker	26 A / 40 A
Number of independent MPP trackers / Strings per MPP tracker	12 / 2
<b>Output (AC)</b>	
Rated power at nominal voltage	110000 W
Max. apparent AC power	110000 VA
Nominal AC voltage	400 V
AC voltage range	320 V to 460 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 45 Hz to 55 Hz 60 Hz / 55 Hz to 65 Hz
Rated grid frequency	50 Hz
Max. output current	159 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Harmonic (THD)	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency / European efficiency	98.6% / 98.4%
<b>Protective devices</b>	
Input-side disconnection device	●
Ground fault monitoring / grid monitoring / DC reverse polarity protection	● / ● / ●
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / -
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●
Monitored surge arrester (type II) AC / DC	● / ●
Protection class (according to IEC 62109-1) / surge category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
<b>General data</b>	
Dimensions (W / H / D)	1117 mm / 682 mm / 363 mm (44.0 in / 26.9 in / 14.3 in)
Weight	93.5 kg (206.1 lbs)
Operating temperature range	-30 °C to +60 °C (-22 °F to +140 °F)
Noise emission, typical	< 65 db(A)
Self-consumption (at night)	< 5 W
Topology / cooling concept	Transformerless / active cooling
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP66
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%
<b>Features / functions / accessories</b>	
DC connection / AC connection	Sunclix / terminal lug (up to 240 mm <sup>2</sup> )
LED display (Status / Fault / Communication)	●
Ethernet interface	● (2 ports)
Data interface	Web Interface / Modbus SunSpec
Mounting type	Wall mounting / rack mounting
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○
Certificates and approvals (selection)	IEC 62109-1/-2, EN50549-1/-2:2018, VDE-AR-N 4105/4110/4120:2018, IEC 62116, IEC 61727, C10/C11 LV2/MV1:2018, CEI 0-16:2019, AS/ NZS 4777.2, SI 4777, TOR Generator Typ A/B
● Standard features ○ Optional features - not available Data at nominal conditions Status 03/2020	
Type designation	STP 110-60

**ANEXO IV – Inversor SMA 22,5 kW Sistema Centralizado**

Technical Data	Sunny Tripower X 12	Sunny Tripower X 15	Sunny Tripower X 20	Sunny Tripower X 25
<b>Input (DC)</b>				
Max. PV array power	18000 Wp, STC	22500 Wp, STC	30000 Wp, STC	37500 Wp, STC
Max. input voltage	1000 V			
MPP voltage range	206 V to 800 V	275 V to 800 V	340 V to 800 V	430 V to 800 V
Rated input voltage	570 V			
Min. input voltage / initial input voltage	150 V / 188 V			
Max. input current per MPP tracker	24 A			
Max. short-circuit current per MPP tracker	35 A			
Number of independent MPP trackers / strings per MPP tracker	3 / 2			
<b>Output (AC)</b>				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	12000 W	15000 W	20000 W	25000 W
Rated apparent power / max. apparent power	12000 VA / 12000 VA	15000 VA / 15000 VA	20000 VA / 20000 VA	25000 VA / 25000 VA
Nominal AC voltage	220 V / 380 V; <b>230 V / 400 V</b> ; 240 V / 415 V			
Voltage range	176 V to 275 V / 304 V to 477 V			
Grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 56 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz			
Rated grid frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Rated output current / max. output current	17.4 A / 36.6 A	21.7 A / 36.6 A	29 A / 36.6 A	36.2 A / 36.6 A
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-[N]-PE			
Power factor at rated power / adjustable displacement power factor	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Harmonic (THD)	< 3 %			
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency / European efficiency*	98.3 % / 97.7 %*	98.3 % / 97.7 %*	98.3 % / 97.9 %*	98.3 % / 98.0 %*
<b>Protective devices</b>				
Input-side disconnection point	●			
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●			
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability	● / ●			
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●			
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II			
Arc-fault circuit interrupter (AFCI) / HV generator diagnostics	● / ●**			
DC surge arrester (type 2, type 1/2)	○			
<b>General data</b>				
Dimensions (W/H/D)	728 mm / 762 mm / 266 mm (28.7 in / 30.0 in / 10.5 in)			
Weight	35 kg (77 lbs)			
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)			
Noise emission, maximum (1 m)	< 65 db(A)			
Self-consumption (night)	< 5 W			
Topology / cooling concept	No galvanic isolation / OptiCool			
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65			
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K26			
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %			
<b>Features / functions / accessories</b>				
DC connection / AC connection	SUNCLIX / spring-cage terminal			
LED display (Status / Fault / Communication)	●			
Interface: Ethernet / Wi-Fi / RS485	● (2 ports) / ● / ○**			
Data protocols: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire	● / ● / ●			
Multi-function relay / slot for expansion module	● / ● (1 port)			
Number of digital inputs	6			
Mounting type	Wall mounting			
SMA ShadeFix / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●			
Off-grid capable / SMA Hybrid Controller compatible	● / ●			
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○			
Certificates and approvals (more available upon request)	VDE AR-N 4105/4110:2018, EN 50549-1/-2:2018, CE, UKCA			

## Anexo V – Ficha Técnica Pannel Fotovoltaico 300 W

**LG MonoX<sup>®</sup> Plus**

LG300S1C-A5    LG295S1C-A5    LG290S1C-A5

### Mechanical Properties

Cells	6 x 10
Cell Vendor	LG
Cell Type	Monocrystalline / P-type
Cell Dimensions	161.7 x 161.7 mm / 6 inches
n of Busbar	4
Dimensions (L x W x H)	1686 x 1016 x 40 mm 66.38 x 40 x 1.57 inch
Front Load	6000Pa
Rear Load	5400Pa
Weight	18 kg
Connector Type	MCA
Junction Box	IP67 with 3 Bypass Diodes
Cables	1000 mm x 2 ea / 39.37 in x 2 ea
Glass	High Transmission Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium

### Certifications and Warranty

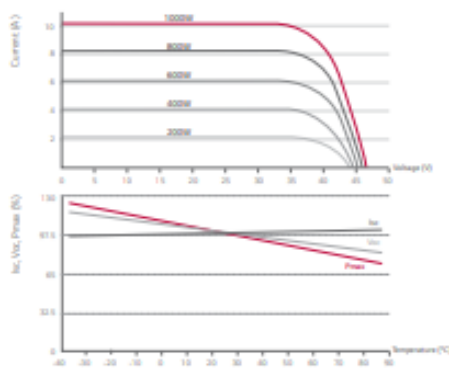
Certifications	IEC 61215, IEC 61730-1/-2 UL 1703 IEC 61701 (Salt mist corrosion test) IEC 62716 (Ammonia corrosion test) ISO 9001
Module Fire Performance (USA)	Type 1
Fire Rating (CANADA)	Class C (ULC / ORD C1703)
Product Warranty	12 years
Output Warranty of Pmax	Linear warranty**

\*\* 1) 1st year - 88%, 2) After 2nd year - 0.55% annual degradation, @ 25 years - 84.8%

### Temperature Characteristics

NOCT	45 ± 3 °C
Pmpp	-0.41%/°C
Voc	-0.30%/°C
Isc	0.03%/°C

### Characteristic Curves



### Electrical Properties (STC \*)

Module	300W	295W	290W
Maximum Power (Pmax)	300	295	290
MPP Voltage (Vmpp)	31.6	31.3	31.0
MPP Current (Impp)	9.50	9.43	9.36
Open Circuit Voltage (Voc)	38.9	38.6	38.3
Short Circuit Current (Isc)	10.07	10.02	9.97
Module Efficiency	17.5	17.2	16.9
Operating Temperature	-40 ~ +90		
Maximum System Voltage	1000		
Maximum Series Fuse Rating	20		
Power Tolerance (%)	0 ~ +3		

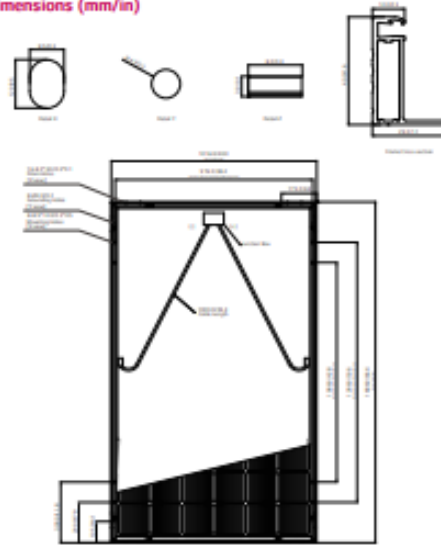
\* STC (Standard Test Condition) Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 25 °C, AM 1.5  
\* The nominal power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.

### Electrical Properties (NOCT\*)

Module	300W	295W	290W
Maximum Power (Pmax)	220	216	212
MPP Voltage (Vmpp)	29.1	28.7	28.4
MPP Current (Impp)	7.56	7.53	7.47
Open Circuit Voltage (Voc)	36.0	35.7	35.4
Short Circuit Current (Isc)	8.10	8.06	8.02

\* NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 20 °C, wind speed 1m/s

### Dimensions (mm/in)



\* The distance between the center of the mounting/grounding holes.



North America Solar Business Team  
LG Electronics U.S.A. Inc.  
1000 Sylvan Ave, Englewood Cliffs, NJ 07632

Contact: lg\_solar@lge.com  
www.lgsolarusa.com

Product specifications are subject to change without notice.

Copyright © 2017 LG Electronics. All rights reserved.  
01/01/2017

Innovation for a Better Life



## Anexo VI – Ficha Técnica Painel Fotovoltaico 350 W

LG345N1C-V5 | LG350N1C-V5  
**LG NeON<sup>®</sup>2**

### Mechanical Properties

Cells	6 x 10
Cell Vendor	LG
Cell Type	Monocrystalline / N-type
Cell Dimensions	161.7 x 161.7 mm
# of Busbar	12 (Multi-Wire Busbar)
Dimensions (L x W x H)	1686 x 1016 x 40 mm
Front Load (test)	5400 Pa
Rear Load (test)	4000 Pa
Weight	17.1 kg
Connector Type	Genius MCA, IP68 (Male PV-KST4) (Female PV-KBT4)
Junction Box	IP68 with 3 bypass diodes
Length of Cables	2 x 1000 mm
Front cover	High transmission tempered glass
Frame	Anodized aluminum with protective matt black coating

### Certifications and Warranty

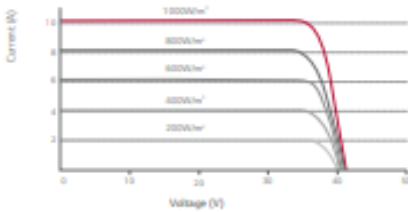
Certifications	ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001
	IEC 61215-1/-1-1/2-2016, IEC 61730-1/2-2016, UL 1703
	CNSAS 18001
Module Fire Performance	Type 1 (UL 1703), Class C (UL 790, ULG/ORD C 1703)
Product Warranty	25 Years
Output Warranty of Pmax (Measurement Tolerance ± 3%)	Linear Warranty <sup>1</sup>

<sup>1</sup> 1) 1st year 98%, 2) After 1st year 0.33% annual degradation, 2) 93.08% for 25 years.

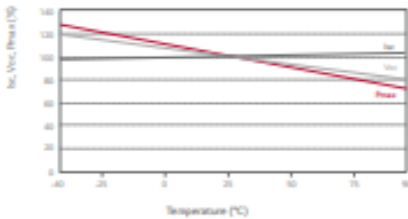
### Temperature Characteristics

NMOT	42 ± 3 °C
Pmax	-0.36 %/°C
Voc	-0.27 %/°C
Isc	0.03 %/°C

### Current – Voltage characteristics at various irradiance levels



### Current – Voltage characteristics at various cell temperatures



### Electrical Properties (STC)<sup>2</sup>

Module Type	345 W	350 W
Maximum Power Pmax (W)	345	350
MPP Voltage Vmp (V)	34.9	35.3
MPP Current Imp (A)	9.89	9.92
Open Circuit Voltage Voc (V)	41.2	41.3
Short Circuit Current Isc (A)	10.57	10.61
Module Efficiency (%)	20.1	20.4
Operating Temperature (°C)	-40 ~ +90	
Maximum System Voltage (V)	1000	
Maximum Series Fuse Rating (A)	20	
Power Tolerance (%)	0 ~ +3	

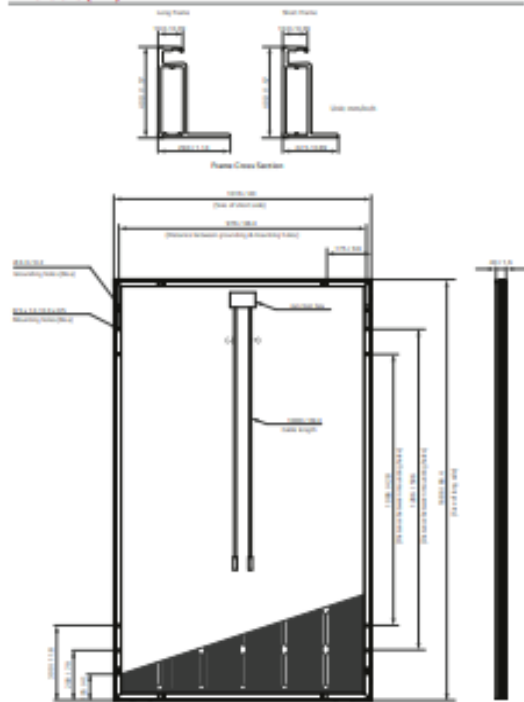
<sup>2</sup> STC (Standard Test Condition) Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Module Temperature 25 °C, AM 1.5. The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its site and absolute discretion.

### Electrical Properties (NMOT)<sup>3</sup>

Module Type	345 W	350 W
Maximum Power Pmax (W)	259	262
MPP Voltage Vmp (V)	32.8	33.2
MPP Current Imp (A)	7.89	7.91
Open Circuit Voltage Voc (V)	38.9	38.9
Short Circuit Current Isc (A)	8.49	8.52

<sup>3</sup> NMOT (Nominal Module Operating Temperature) Irradiance 800 W/m<sup>2</sup>, ambient temperature 20 °C, wind speed 1 m/s, Spectrum AM 1.5.

### Dimensions (mm)



LG Electronics Australia Pty Ltd  
 Solar Business Group  
 2 Wonderland Drive, Eastern Creek, NSW 2766  
 Ph: 1300 152 179  
 E-Mail: solar@lg.com.au  
 Web: lgenergy.com.au

LG Electronics Inc.  
 Solar Business Division  
 Twin Building, Western Tower 11E,  
 128, Yeou-dae-ro, Yeongdeungpo-gu,  
 Seoul, 07236, Korea  
 www.lg.com/global/business

Product specifications are subject to change without prior notice.  
 Date: 06/2019

Copyright © 2019 LG Electronics.  
 All rights reserved.



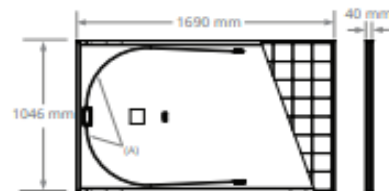
## Anexo VII – Ficha Técnica Painel Fotovoltaico 400 W

### MAXEON<sup>®</sup> 3 | 400 W Residential Solar Panel

Electrical Data			
	SPR-MAX3-400	SPR-MAX3-390	SPR-MAX3-370
Nominal Power (P <sub>nom</sub> ) <sup>7</sup>	400 W	390 W	370 W
Power Tolerance	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Panel Efficiency	22.6%	22.1%	20.9%
Rated Voltage (V <sub>mpp</sub> )	65.8 V	64.5 V	61.8 V
Rated Current (I <sub>mpp</sub> )	6.08 A	6.05 A	5.99 A
Open-Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> )	75.6 V	75.3 V	74.7 V
Short-Circuit Current (I <sub>sc</sub> )	6.58 A	6.55 A	6.52 A
Max. System Voltage	1000 V IEC		
Maximum Series Fuse	15 A		
Power Temp. Coef.	-0.29% / °C		
Voltage Temp. Coef.	-176.8 mV / °C		
Current Temp. Coef.	2.9 mA / °C		

Operating Condition And Mechanical Data	
Temperature	-40° C to +85° C
Impact Resistance	25 mm diameter hail at 23 m/s
Solar Cells	104 Monocrystalline Maxeon Gen III
Tempered Glass	High-transmission tempered anti-reflective
Junction Box	IP-65, Stäubli (MC4), 3 bypass diodes
Weight	19 kg
Design Load	Wind: 2660 Pa, 274 kg/m <sup>2</sup> front & back Snow: 4000 Pa, 408 kg/m <sup>2</sup> front
Max. Load <sup>10</sup>	Wind: 4000 Pa, 408 kg/m <sup>2</sup> front & back Snow: 6000 Pa, 611 kg/m <sup>2</sup> front
Frame	Class 1 black anodized (highest AAMA rating)

Tests And Certifications	
Standard Tests <sup>8</sup>	IEC 61215, IEC 61730 Class 1 fire rated per UNI 9177
Quality Management Certs	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
EHS Compliance	RoHS (Pending), OHSAS 18001:2007, lead free, REACH SWHC-163 (Pending)
Sustainability	Cradle to Cradle Certified™ (Pending)
Ammonia Test	IEC 62716
Desert Test	10, 1109/PVSC.2013.6744437
Salt Spray Test	IEC 61701 (maximum severity)
PID Test	1000 V, IEC 62804, PVEL 600 for duration
Available Listings	TUV <sup>9</sup>



FRAME PROFILE



A. Cable Length: 1200 mm +/- 10 mm  
B. LONG SIDE: 32 mm  
SHORT SIDE: 24 mm

Please read the safety and installation guide.

1 SunPower 400 W, 22.6% efficient, compared to a Conventional Panel on same-sized arrays (200 W, 10% efficient, approx. 1.6 m<sup>2</sup>), 7% more energy per watt (based on PV Syst pan files for avg EU climate), 0.5%/yr slower degradation rate (Jordan, et. al. "Robust PV Degradation Methodology and Application." PVSC 2018).  
2 DNV "SunPower Shading Study," 2013. Compared to a conventional front contact panel.  
3 #1 rank in "Fraunhofer PV Durability Initiative for Solar Modules: Part 3". PV Tech Power Magazine, 2015.  
4 SunPower is rated #1 on Silicon Valley Toxics Coalition's Solar Scorecard.  
5 Cradle to Cradle Certified is a multi-attribute certification program that assesses products and materials for safety to human and environmental health, design for future use cycles, and sustainable manufacturing.  
6 Maxeon2 and Maxeon3 panels additionally contribute to LEED Materials and Resources credit categories.  
7 Standard Test Conditions (1000 W/m<sup>2</sup> irradiance, AM 1.5, 25° C), NREL calibration Standard: S0M5 current, LACC5 FF and Voltage.  
8 Class C fire rating per IEC 61730.  
9 Also certified under names SPR-XXX-XXX.  
10 Calculated with a 1.5 Safety Factor.

Designed in USA  
Made in Philippines (Cells)  
Modules Assembled in Mexico

Visit [www.sunpowercorp.co.uk](http://www.sunpowercorp.co.uk) for more information.  
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

©2019 SunPower Corporation. All rights reserved. SUNPOWER, the SUNPOWER logo and MAXEON are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation. Cradle to Cradle Certified™ is a certification mark licensed by the Cradle to Cradle Products Innovation Institute.

**SUNPOWER<sup>®</sup>**  
MAXEON<sup>®</sup>

UK: 0 8082818718 | Other EU: 00 800 855 81111

532418 REV A / A4\_EN

[sunpowercorp.co.uk](http://sunpowercorp.co.uk)

## Anexo VIII – Ficha Técnica Inversores de 1,3 kW e 1,9 kW

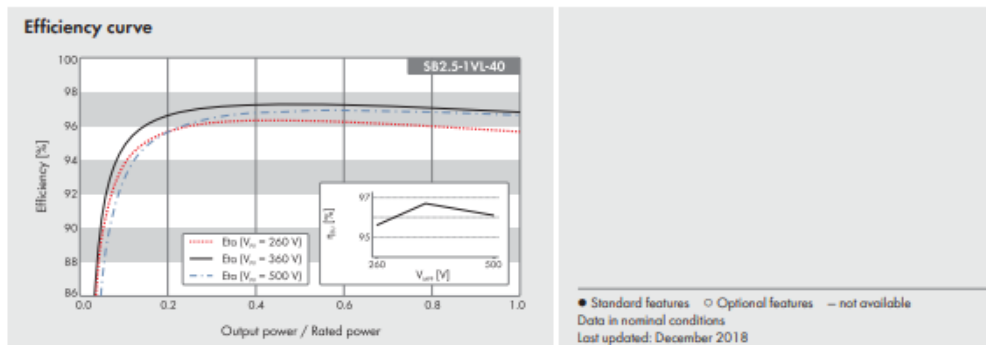
### XS Series

Single MPPT, Single Phase



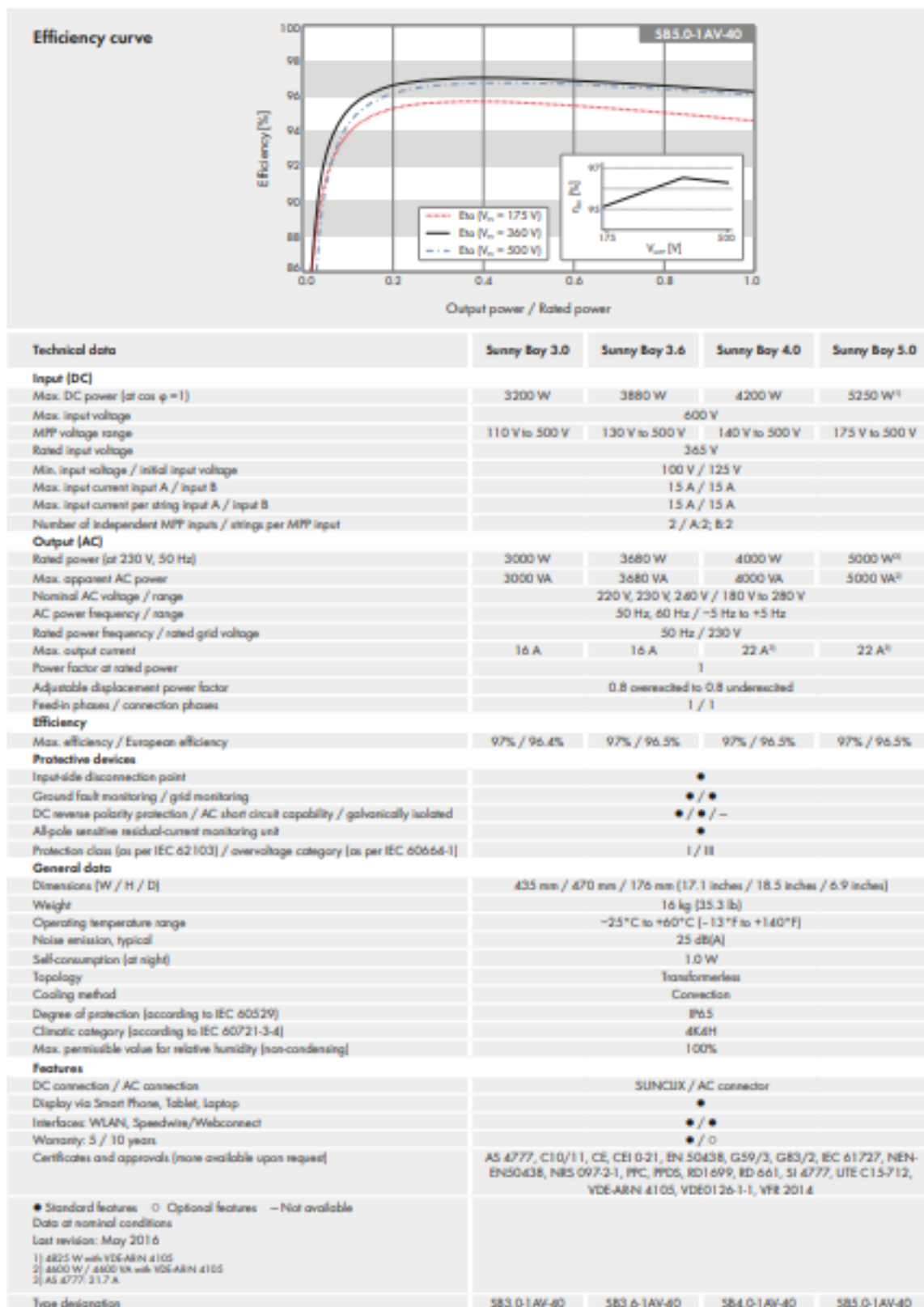
Technical Data	GW700-XS	GW1000-XS	GW1500-XS	GW2000-XS	GW2500-XS	GW3000-XS
<b>PV String Input Data</b>						
Max. DC Input Power (W)	910	1300	1950	2600	3250	3900
Max. DC Input Voltage (V)	500	500	500	500	500	500
MPPT Range (V)	40–450	40–450	50–450	50–450	50–450	50–450
Start-up Voltage (V)	40	40	50	50	50	50
Nominal DC Input Voltage (V)	360	360	360	360	360	360
Max. Input Current (A)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Max. Short Current (A)	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6
No. of MPP Trackers	1	1	1	1	1	1
No. of Input Strings per Tracker	1	1	1	1	1	1
<b>AC Output Data</b>						
Nominal Output Power (W)	700	1000	1500	2000	2500	3000
Max. Output Apparent Power (VA)	770	1100	1650	2200	2750	3300
Nominal Output Voltage (V)	220/230	220/230	220/230	220/230	220/230	220/230
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Max. Output Current (A)	3.5	4.8	7.2	9.6	12	14.3
Output Power Factor	~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)					
Output THDi (@Nominal Output)	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
<b>Efficiency</b>						
Max. Efficiency	97.2%	97.2%	97.3%	97.5%	97.6%	97.6%
European Efficiency	96.0%	96.4%	96.6%	97.0%	97.2%	97.2%
<b>Protection</b>						
Anti-islanding Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Input Reverse Polarity Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Insulation Resistor Detection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
DC SPD Protection	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)
AC SPD Protection	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)	Integrated (Type III)
Residual Current Monitoring Unit	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Output Over Current Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Output Short Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Output Over Voltage Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
<b>General Data</b>						
Operating Temperature Range (°C)	-25~60	-25~60	-25~60	-25~60	-25~60	-25~60
Relative Humidity	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%
Operating Altitude (m)	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000
Cooling	Natural Convection					
User Interface	LCD & LED	LCD & LED	LCD & LED	LCD & LED	LCD & LED	LCD & LED
Communication	WiFi or LAN	WiFi or LAN	WiFi or LAN	WiFi or LAN	WiFi or LAN	WiFi or LAN
Weight (kg)	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Size (Width*Height*Depth mm)	295*230*113	295*230*113	295*230*113	295*230*113	295*230*113	295*230*113
Protection Degree	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Night Self Consumption (W)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Topology	Transformerless					
<b>Certifications &amp; Standards</b>						
Grid Regulation	VDE0126-1-1, EN50438 (PL), VDE4105, G98, AS/NZ 5477.2, CEI 0-21, UTE 15-712-1, RD1699+UNE, EN505049-1, IEC61727, IEC62116, UL1741, IEE1547					
Safety Regulation	IEC62109-1&2					
EMC	EN61000					

## Anexo IX – Ficha Técnica Inversor SMA 3,0 kW



Technical Data	Sunny Boy 1.5	Sunny Boy 2.0	Sunny Boy 2.5
<b>Input (DC)</b>			
Max. PV array power	3000 W <sub>p</sub>	4000 W <sub>p</sub>	5000 W <sub>p</sub>
Max. input voltage	600 V	600 V	600 V
MPP voltage range	160 V to 500 V	210 V to 500 V	260 V to 500 V
Rated input voltage		360 V	
Min. input voltage / initial input voltage		50 V / 80 V	
Max. input current per string		10 A	
Max. short-circuit current per string		18 A	
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input		1 / 1	
<b>Output (AC)</b>			
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	1500 W	2000 W	2500 W
Max. apparent power AC	1500 VA	2000 VA	2500 VA
Nominal AC voltage		220 V / 230 V / 240 V	
Nominal AC voltage range		180 V to 280 V	
AC grid frequency / range		50 Hz, 60 Hz / -5 Hz to +5 Hz	
Rated grid frequency / rated grid voltage		50 Hz / 230 V	
Max. output current	7 A	9 A	11 A
Power factor at rated power		1	
Adjustable displacement power factor		0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Feed-in phases / connection phases		1 / 1	
<b>Efficiency</b>			
Max. efficiency / Euro-eta	97.2 % / 96.1 %	97.2 % / 96.4 %	97.2 % / 96.7 %
<b>Protective Devices</b>			
DC side disconnection point		●	
Ground fault monitoring / grid monitoring		● / ●	
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated		● / ● / –	
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit		●	
Protection class (according to IEC 62103) / surge category (according to IEC 60664-1)		1 / III	
Reverse current protection		Not required	
<b>General Data</b>			
Dimensions (W / H / D)	460 / 357 / 122 mm [18.1 / 14.1 / 4.8 inches]		
Weight	9.2 kg [20.3 lbs]		
Operating temperature range	-40 °C to +60 °C [-40 °F to +140 °F]		
Noise emission, typical	< 25 dB		
Selfconsumption (at night)	2.0 W		
Topology	Transformerless		
Cooling concept	Convection		
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65		
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H		
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %		
<b>Features</b>			
DC connection / AC connection	SUNCLIX / connector		
Display via smartphone, tablet, laptop	●		
Interfaces: WLAN / Ethernet	● / ●		
Communication protocols	Modbus [SMA, Sunspec], Webconnect		
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○		
Certificates and permits (more available upon request)	AS4777, C10/11, CE, CE10-21, DIN EN 62109-1/IEC 62109-1, DIN EN 62109-2/IEC 62109-2, EN50438, G83/2, IEC61727, IEC62116, NBR16149, NEN-EN50438, NRS097-2-1, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, VFR2014		
Country availability of SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK		
Type designation	SB 1.5-1VL40	SB2.0-1VL40	SB2.5-1VL40

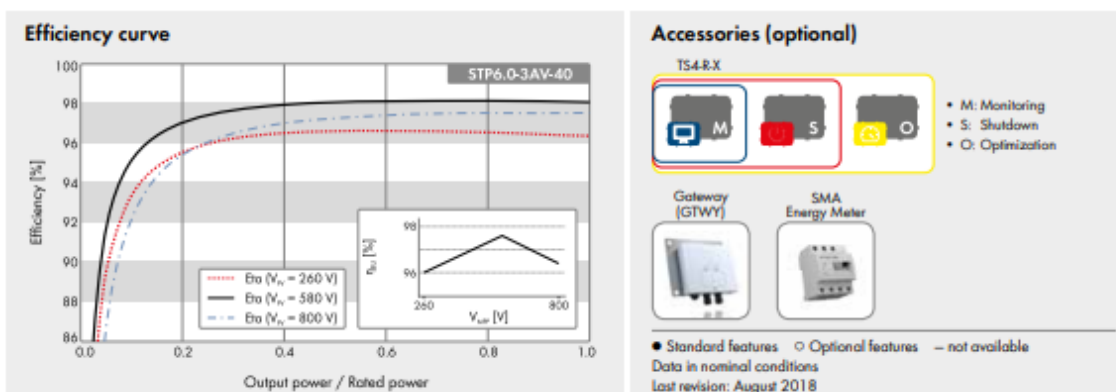
## Anexo X – Ficha Técnica Inversores SMA 3,2 kW 3,88 kW e 5,25 kW



## Anexo XI – Ficha Técnica dos inversores SMA 7,5 kW e 9,0 kW

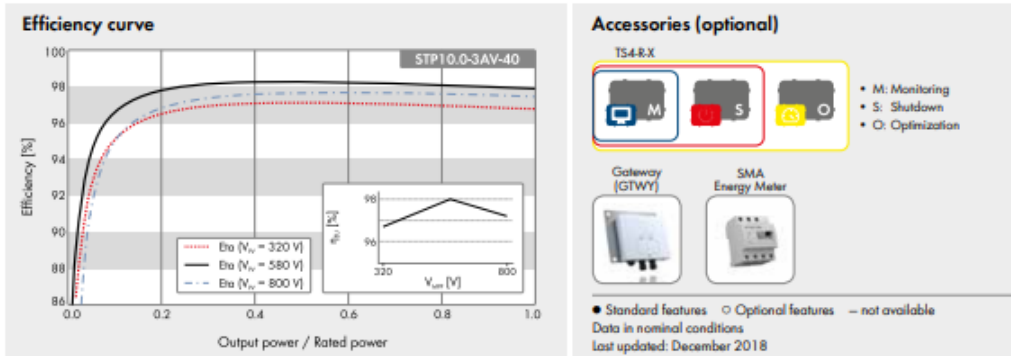
Technical data	Sunny Boy 3.0	Sunny Boy 3.6	Sunny Boy 4.0	Sunny Boy 5.0	Sunny Boy 6.0
<b>Input (DC)</b>					
Max. generator power	5500 Wp	5500 Wp	7500 Wp	7500 Wp	9000 Wp
Max. input voltage	600 V				
MPP voltage range	110 V to 500 V	130 V to 500 V	140 V to 500 V	175 V to 500 V	210 V to 500 V
Rated input voltage	365 V				
Min. input voltage / initial input voltage	100 V / 125 V				
Max. input current input A / input B	15 A / 15 A				
Max. input current per string input A / input B	15 A / 15 A				
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:2; B:2				
<b>Output (AC)</b>					
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	3000 W	3680 W	4000 W	5000 W <sup>1)</sup>	6000 W
Max. apparent power AC	3000 VA	3680 VA	4000 VA	5000 VA <sup>2)</sup>	6000 W
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V to 280 V				
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz to +5 Hz				
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V				
Max. output current	16 A	16 A	22 A <sup>2)</sup>	22 A <sup>2)</sup>	26.1 A
Power factor at rated power	1				
Adjustable displacement power factor	0.8 overexcited to 0.8 underexcited				
Feed-in phases / connection phases	1 / 1				
<b>Efficiency</b>					
Max. efficiency / European Efficiency	97.0% / 96.4%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.5%	97.0% / 96.6%
<b>Protective devices</b>					
Input-side disconnection point	●				
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●				
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -				
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●				
Protection class (as per IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III				
<b>General data</b>					
Dimensions (W / H / D)	435 mm / 470 mm / 176 mm (17.1 inches / 18.5 inches / 6.9 inches)				
Weight	17.5 kg (38.5 lb)				
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)				
Noise emission, typical	25 dB(A)				
Self-consumption (at night)	1.0 W				
Topology	Transformerless				
Cooling method	Convection				
Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65				
Climatic category (as per IEC 60721-3-4)	4K4H				
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%				
<b>Equipment</b>					
DC connection / AC connection	SUNCLIX / AC connector				
Display via smartphone, tablet, laptop	●				
Interfaces: WLAN / Ethernet / RS485	● / ● / ●				
Communication protocols	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R				
Shade management: OptiTrac Global Peak / TS4-R	● / ○				
Warranty: 5 / 10 / 15 years	● / ○ / ○				
Certificates and approvals (more available upon request)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, IEC 62103, IEC 62109, IEC 62116, IEC 62117, IEC 62118, IEC 62119, IEC 62120, IEC 62121, IEC 62122, IEC 62123, IEC 62124, IEC 62125, IEC 62126, IEC 62127, IEC 62128, IEC 62129, IEC 62130, IEC 62131, IEC 62132, IEC 62133, IEC 62134, IEC 62135, IEC 62136, IEC 62137, IEC 62138, IEC 62139, IEC 62140, IEC 62141, IEC 62142, IEC 62143, IEC 62144, IEC 62145, IEC 62146, IEC 62147, IEC 62148, IEC 62149, IEC 62150, IEC 62151, IEC 62152, IEC 62153, IEC 62154, IEC 62155, IEC 62156, IEC 62157, IEC 62158, IEC 62159, IEC 62160, IEC 62161, IEC 62162, IEC 62163, IEC 62164, IEC 62165, IEC 62166, IEC 62167, IEC 62168, IEC 62169, IEC 62170, IEC 62171, IEC 62172, IEC 62173, IEC 62174, IEC 62175, IEC 62176, IEC 62177, IEC 62178, IEC 62179, IEC 62180, IEC 62181, IEC 62182, IEC 62183, IEC 62184, IEC 62185, IEC 62186, IEC 62187, IEC 62188, IEC 62189, IEC 62190, IEC 62191, IEC 62192, IEC 62193, IEC 62194, IEC 62195, IEC 62196, IEC 62197, IEC 62198, IEC 62199, IEC 62200, IEC 62201, IEC 62202, IEC 62203, IEC 62204, IEC 62205, IEC 62206, IEC 62207, IEC 62208, IEC 62209, IEC 62210, IEC 62211, IEC 62212, IEC 62213, IEC 62214, IEC 62215, IEC 62216, IEC 62217, IEC 62218, IEC 62219, IEC 62220, IEC 62221, IEC 62222, IEC 62223, IEC 62224, IEC 62225, IEC 62226, IEC 62227, IEC 62228, IEC 62229, IEC 62230, IEC 62231, IEC 62232, IEC 62233, IEC 62234, IEC 62235, IEC 62236, IEC 62237, IEC 62238, IEC 62239, IEC 62240, IEC 62241, IEC 62242, IEC 62243, IEC 62244, IEC 62245, IEC 62246, IEC 62247, IEC 62248, IEC 62249, IEC 62250, IEC 62251, IEC 62252, IEC 62253, IEC 62254, IEC 62255, IEC 62256, IEC 62257, IEC 62258, IEC 62259, IEC 62260, IEC 62261, IEC 62262, IEC 62263, IEC 62264, IEC 62265, IEC 62266, IEC 62267, IEC 62268, IEC 62269, IEC 62270, IEC 62271, IEC 62272, IEC 62273, IEC 62274, IEC 62275, IEC 62276, IEC 62277, IEC 62278, IEC 62279, IEC 62280, IEC 62281, IEC 62282, IEC 62283, IEC 62284, IEC 62285, IEC 62286, IEC 62287, IEC 62288, IEC 62289, IEC 62290, IEC 62291, IEC 62292, IEC 62293, IEC 62294, IEC 62295, IEC 62296, IEC 62297, IEC 62298, IEC 62299, IEC 62300, IEC 62301, IEC 62302, IEC 62303, IEC 62304, IEC 62305, IEC 62306, IEC 62307, IEC 62308, IEC 62309, IEC 62310, IEC 62311, IEC 62312, IEC 62313, IEC 62314, IEC 62315, IEC 62316, IEC 62317, IEC 62318, IEC 62319, IEC 62320, IEC 62321, IEC 62322, IEC 62323, IEC 62324, IEC 62325, IEC 62326, IEC 62327, IEC 62328, IEC 62329, IEC 62330, IEC 62331, IEC 62332, IEC 62333, IEC 62334, IEC 62335, IEC 62336, IEC 62337, IEC 62338, IEC 62339, IEC 62340, IEC 62341, IEC 62342, IEC 62343, IEC 62344, IEC 62345, IEC 62346, IEC 62347, IEC 62348, IEC 62349, IEC 62350, IEC 62351, IEC 62352, IEC 62353, IEC 62354, IEC 62355, IEC 62356, IEC 62357, IEC 62358, IEC 62359, IEC 62360, IEC 62361, IEC 62362, IEC 62363, IEC 62364, IEC 62365, IEC 62366, IEC 62367, IEC 62368, IEC 62369, IEC 62370, IEC 62371, IEC 62372, IEC 62373, IEC 62374, IEC 62375, IEC 62376, IEC 62377, IEC 62378, IEC 62379, IEC 62380, IEC 62381, IEC 62382, IEC 62383, IEC 62384, IEC 62385, IEC 62386, IEC 62387, IEC 62388, IEC 62389, IEC 62390, IEC 62391, IEC 62392, IEC 62393, IEC 62394, IEC 62395, IEC 62396, IEC 62397, IEC 62398, IEC 62399, IEC 62400, IEC 62401, IEC 62402, IEC 62403, IEC 62404, IEC 62405, IEC 62406, IEC 62407, IEC 62408, IEC 62409, IEC 62410, IEC 62411, IEC 62412, IEC 62413, IEC 62414, IEC 62415, IEC 62416, IEC 62417, IEC 62418, IEC 62419, IEC 62420, IEC 62421, IEC 62422, IEC 62423, IEC 62424, IEC 62425, IEC 62426, IEC 62427, IEC 62428, IEC 62429, IEC 62430, IEC 62431, IEC 62432, IEC 62433, IEC 62434, IEC 62435, IEC 62436, IEC 62437, IEC 62438, IEC 62439, IEC 62440, IEC 62441, IEC 62442, IEC 62443, IEC 62444, IEC 62445, IEC 62446, IEC 62447, IEC 62448, IEC 62449, IEC 62450, IEC 62451, IEC 62452, IEC 62453, IEC 62454, IEC 62455, IEC 62456, IEC 62457, IEC 62458, IEC 62459, IEC 62460, IEC 62461, IEC 62462, IEC 62463, IEC 62464, IEC 62465, IEC 62466, IEC 62467, IEC 62468, IEC 62469, IEC 62470, IEC 62471, IEC 62472, IEC 62473, IEC 62474, IEC 62475, IEC 62476, IEC 62477, IEC 62478, IEC 62479, IEC 62480, IEC 62481, IEC 62482, IEC 62483, IEC 62484, IEC 62485, IEC 62486, IEC 62487, IEC 62488, IEC 62489, IEC 62490, IEC 62491, IEC 62492, IEC 62493, IEC 62494, IEC 62495, IEC 62496, IEC 62497, IEC 62498, IEC 62499, IEC 62500, IEC 62501, IEC 62502, IEC 62503, IEC 62504, IEC 62505, IEC 62506, IEC 62507, IEC 62508, IEC 62509, IEC 62510, IEC 62511, IEC 62512, IEC 62513, IEC 62514, IEC 62515, IEC 62516, IEC 62517, IEC 62518, IEC 62519, IEC 62520, IEC 62521, IEC 62522, IEC 62523, IEC 62524, IEC 62525, IEC 62526, IEC 62527, IEC 62528, IEC 62529, IEC 62530, IEC 62531, IEC 62532, IEC 62533, IEC 62534, IEC 62535, IEC 62536, IEC 62537, IEC 62538, IEC 62539, IEC 62540, IEC 62541, IEC 62542, IEC 62543, IEC 62544, IEC 62545, IEC 62546, IEC 62547, IEC 62548, IEC 62549, IEC 62550, IEC 62551, IEC 62552, IEC 62553, IEC 62554, IEC 62555, IEC 62556, IEC 62557, IEC 62558, IEC 62559, IEC 62560, IEC 62561, IEC 62562, IEC 62563, IEC 62564, IEC 62565, IEC 62566, IEC 62567, IEC 62568, IEC 62569, IEC 62570, IEC 62571, IEC 62572, IEC 62573, IEC 62574, IEC 62575, IEC 62576, IEC 62577, IEC 62578, IEC 62579, IEC 62580, IEC 62581, IEC 62582, IEC 62583, IEC 62584, IEC 62585, IEC 62586, IEC 62587, IEC 62588, IEC 62589, IEC 62590, IEC 62591, IEC 62592, IEC 62593, IEC 62594, IEC 62595, IEC 62596, IEC 62597, IEC 62598, IEC 62599, IEC 62600, IEC 62601, IEC 62602, IEC 62603, IEC 62604, IEC 62605, IEC 62606, IEC 62607, IEC 62608, IEC 62609, IEC 62610, IEC 62611, IEC 62612, IEC 62613, IEC 62614, IEC 62615, IEC 62616, IEC 62617, IEC 62618, IEC 62619, IEC 62620, IEC 62621, IEC 62622, IEC 62623, IEC 62624, IEC 62625, IEC 62626, IEC 62627, IEC 62628, IEC 62629, IEC 62630, IEC 62631, IEC 62632, IEC 62633, IEC 62634, IEC 62635, IEC 62636, IEC 62637, IEC 62638, IEC 62639, IEC 62640, IEC 62641, IEC 62642, IEC 62643, IEC 62644, IEC 62645, IEC 62646, IEC 62647, IEC 62648, IEC 62649, IEC 62650, IEC 62651, IEC 62652, IEC 62653, IEC 62654, IEC 62655, IEC 62656, IEC 62657, IEC 62658, IEC 62659, IEC 62660, IEC 62661, IEC 62662, IEC 62663, IEC 62664, IEC 62665, IEC 62666, IEC 62667, IEC 62668, IEC 62669, IEC 62670, IEC 62671, IEC 62672, IEC 62673, IEC 62674, IEC 62675, IEC 62676, IEC 62677, IEC 62678, IEC 62679, IEC 62680, IEC 62681, IEC 62682, IEC 62683, IEC 62684, IEC 62685, IEC 62686, IEC 62687, IEC 62688, IEC 62689, IEC 62690, IEC 62691, IEC 62692, IEC 62693, IEC 62694, IEC 62695, IEC 62696, IEC 62697, IEC 62698, IEC 62699, IEC 62700, IEC 62701, IEC 62702, IEC 62703, IEC 62704, IEC 62705, IEC 62706, IEC 62707, IEC 62708, IEC 62709, IEC 62710, IEC 62711, IEC 62712, IEC 62713, IEC 62714, IEC 62715, IEC 62716, IEC 62717, IEC 62718, IEC 62719, IEC 62720, IEC 62721, IEC 62722, IEC 62723, IEC 62724, IEC 62725, IEC 62726, IEC 62727, IEC 62728, IEC 62729, IEC 62730, IEC 62731, IEC 62732, IEC 62733, IEC 62734, IEC 62735, IEC 62736, IEC 62737, IEC 62738, IEC 62739, IEC 62740, IEC 62741, IEC 62742, IEC 62743, IEC 62744, IEC 62745, IEC 62746, IEC 62747, IEC 62748, IEC 62749, IEC 62750, IEC 62751, IEC 62752, IEC 62753, IEC 62754, IEC 62755, IEC 62756, IEC 62757, IEC 62758, IEC 62759, IEC 62760, IEC 62761, IEC 62762, IEC 62763, IEC 62764, IEC 62765, IEC 62766, IEC 62767, IEC 62768, IEC 62769, IEC 62770, IEC 62771, IEC 62772, IEC 62773, IEC 62774, IEC 62775, IEC 62776, IEC 62777, IEC 62778, IEC 62779, IEC 62780, IEC 62781, IEC 62782, IEC 62783, IEC 62784, IEC 62785, IEC 62786, IEC 62787, IEC 62788, IEC 62789, IEC 62790, IEC 62791, IEC 62792, IEC 62793, IEC 62794, IEC 62795, IEC 62796, IEC 62797, IEC 62798, IEC 62799, IEC 62800, IEC 62801, IEC 62802, IEC 62803, IEC 62804, IEC 62805, IEC 62806, IEC 62807, IEC 62808, IEC 62809, IEC 62810, IEC 62811, IEC 62812, IEC 62813, IEC 62814, IEC 62815, IEC 62816, IEC 62817, IEC 62818, IEC 62819, IEC 62820, IEC 62821, IEC 62822, IEC 62823, IEC 62824, IEC 62825, IEC 62826, IEC 62827, IEC 62828, IEC 62829, IEC 62830, IEC 62831, IEC 62832, IEC 62833, IEC 62834, IEC 62835, IEC 62836, IEC 62837, IEC 62838, IEC 62839, IEC 62840, IEC 62841, IEC 62842, IEC 62843, IEC 62844, IEC 62845, IEC 62846, IEC 62847, IEC 62848, IEC 62849, IEC 62850, IEC 62851, IEC 62852, IEC 62853, IEC 62854, IEC 62855, IEC 62856, IEC 62857, IEC 62858, IEC 62859, IEC 62860, IEC 62861, IEC 62862, IEC 62863, IEC 62864, IEC 62865, IEC 62866, IEC 62867, IEC 62868, IEC 62869, IEC 62870, IEC 62871, IEC 62872, IEC 62873, IEC 62874, IEC 62875, IEC 62876, IEC 62877, IEC 62878, IEC 62879, IEC 62880, IEC 62881, IEC 62882, IEC 62883, IEC 62884, IEC 62885, IEC 62886, IEC 62887, IEC 62888, IEC 62889, IEC 62890, IEC 62891, IEC 62892, IEC 62893, IEC 62894, IEC 62895, IEC 62896, IEC 62897, IEC 62898, IEC 62899, IEC 62900, IEC 62901, IEC 62902, IEC 62903, IEC 62904, IEC 62905, IEC 62906, IEC 62907, IEC 62908, IEC 62909, IEC 62910, IEC 62911, IEC 62912, IEC 62913, IEC 62914, IEC 62915, IEC 62916, IEC 62917, IEC 62918, IEC 62919, IEC 62920, IEC 62921, IEC 62922, IEC 62923, IEC 62924, IEC 62925, IEC 62926, IEC 62927, IEC 62928, IEC 62929, IEC 62930, IEC 62931, IEC 62932, IEC 62933, IEC 62934, IEC 62935, IEC 62936, IEC 62937, IEC 62938, IEC 62939, IEC 62940, IEC 62941, IEC 62942, IEC 62943, IEC 62944, IEC 62945, IEC 62946, IEC 62947, IEC 62948, IEC 62949, IEC 62950, IEC 62951, IEC 62952, IEC 62953, IEC 62954, IEC 62955, IEC 62956, IEC 62957, IEC 62958, IEC 62959, IEC 62960, IEC 62961, IEC 62962, IEC 62963, IEC 62964, IEC 62965, IEC 62966, IEC 62967, IEC 62968, IEC 62969, IEC 62970, IEC 62971, IEC 62972, IEC 62973, IEC 62974, IEC 62975, IEC 62976, IEC 62977, IEC 62978, IEC 62979, IEC 62980, IEC 62981, IEC 62982, IEC 62983, IEC 62984, IEC 62985, IEC 62986, IEC 62987, IEC 62988, IEC 62989, IEC 62990, IEC 62991, IEC 62992, IEC 62993, IEC 62994, IEC 62995, IEC 62996, IEC 62997, IEC 62998, IEC 62999, IEC 63000, IEC 63001, IEC 63002, IEC 63003, IEC 63004, IEC 63005, IEC 63006, IEC 63007, IEC 63008, IEC 63009, IEC 63010, IEC 63011, IEC 63012, IEC 63013, IEC 63014, IEC 63015, IEC 63016, IEC 63017, IEC 63018, IEC 63019, IEC 63020, IEC 63021, IEC 63022, IEC 63023, IEC 63024, IEC 63025, IEC 63026, IEC 63027, IEC 63028, IEC 63029, IEC 63030, IEC 63031, IEC 63032, IEC 63033, IEC 63034, IEC 63035, IEC 63036, IEC 63037, IEC 63038, IEC 63039, IEC 63040, IEC 63041, IEC 63042, IEC 63043, IEC 63044, IEC 63045, IEC 63046, IEC 63047, IEC 63048, IEC 63049, IEC 63050, IEC 63051, IEC 63052, IEC 63053, IEC 63054, IEC 63055, IEC 63056, IEC 63057, IEC 63058, IEC 63059, IEC 63060, IEC 63061, IEC 63062, IEC 63063, IEC 63064, IEC 63065, IEC 63066, IEC 63067, IEC 63068, IEC 63069, IEC 63070, IEC 63071, IEC 63072, IEC 63073, IEC 63074, IEC 63075, IEC 63076, IEC 63077, IEC 63078, IEC 63079, IEC 63080, IEC 63081, IEC 63082, IEC 63083, IEC 63084, IEC 63085, IEC 63086, IEC 63087, IEC 63088, IEC 63089, IEC 63090, IEC 63091, IEC 63092, IEC 63093, IEC 63094, IEC 63095, IEC 63096, IEC 63097, IEC 63098, IEC 63099, IEC 63100, IEC 63101, IEC 63102, IEC 63103, IEC 63104, IEC 63105, IEC 63106, IEC 63107, IEC 63108, IEC 63109, IEC 63110, IEC 63111, IEC 63112, IEC 63113, IEC 63114, IEC 63115, IEC 63116, IEC 63117, IEC 63118, IEC 63119, IEC 63120, IEC 63121, IEC 63122, IEC 63123, IEC 63124, IEC 63125, IEC 63126, IEC 63127, IEC 63128, IEC 63129, IEC 63130, IEC 63131, IEC 63132, IEC 63133, IEC 63134, IEC 63135, IEC 63136, IEC 63137, IEC 63138, IEC 63139, IEC 63140, IEC 63141, IEC 63142, IEC 63143, IEC 63144, IEC 63145, IEC 63146, IEC 63147, IEC 63148, IEC 63149, IEC 63150, IEC 63151, IEC 63152, IEC 63153, IEC 63154, IEC 63155, IEC 63156, IEC 63157, IEC 63158, IEC 63159, IEC 63160, IEC 63161, IEC 63162, IEC 63163, IEC 63164, IEC 63165, IEC 63166, IEC 63167, IEC 63168, IEC 63169, IEC 63170, IEC 63171, IEC 63172, IEC 63173, IEC 63174, IEC 63175, IEC 63176, IEC 63177, IEC 63178, IEC 63179, IEC 63180, IEC 63181, IEC 63182, IEC 63183, IEC 63184, IEC 63185, IEC 63186, IEC 63187, IEC 63188, IEC 63189, IEC 63190, IEC 63191, IEC 63192, IEC 63193, IEC 63194, IEC 63195, IEC 63196, IEC 63197, IEC 63198, IEC 63199, IEC 63200, IEC 63201, IEC 63202, IEC 63203, IEC 63204, IEC 63205, IEC 63206, IEC 63207, IEC 63208, IEC 63209, IEC 63210, IEC 63211, IEC 63212, IEC 63213, IEC 63214, IEC 63215, IEC 63216, IEC 63217, IEC 63218, IEC 63219, IEC 63220, IEC 63221, IEC 63222, IEC 63223, IEC 63224, IEC 63225, IEC 63226, IEC 63227, IEC 63228, IEC 63229, IEC 63230, IEC 63231, IEC 63232, IEC 63233, IEC 63234, IEC 63235, IEC 63236, IEC 63237, IEC 63238, IEC 63239, IEC 63240, IEC 63241, IEC 63242, IEC				

## Anexo XII – Ficha Técnica Inversor SMA 8,0 kW



Technical data	Sunny Tripower 3.0	Sunny Tripower 4.0	Sunny Tripower 5.0	Sunny Tripower 6.0
<b>Input (DC)</b>				
Max. PV array power	6000 Wp	8000 Wp	9000 Wp	9000 Wp
Max. input voltage	850 V	850 V	850 V	850 V
MPP voltage range	140 V to 800 V	175 V to 800 V	215 V to 800 V	260 V to 800 V
Rated input voltage	580 V			
Min. input voltage / initial input voltage	125 V / 150 V			
Max. input current input A / input B	12 A / 12 A			
Max. DC short-circuit current input A/input B	18 A / 18 A			
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2/A; 1; B: 1			
<b>Output (AC)</b>				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	3000 W	4000 W	5000 W	6000 W
Max. apparent power AC	3000 VA	4000 VA	5000 VA	6000 VA
Nominal AC voltage	3/N/PE; 220 V / 380 V 3/N/PE; 230 V / 400 V 3/N/PE; 240 V / 415 V			
AC voltage range	180 V to 280 V			
AC grid frequency / range	50 Hz / 45 Hz to 55 Hz 60 Hz / 55 Hz to 65 Hz			
Rated grid frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Max. output current	3 x 4.5 A	3 x 5.8 A	3 x 7.6 A	3 x 9.1 A
Power factor at rated power / Displacement power factor, adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Feed-in phases / connection phases	3 / 3			
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency / European efficiency	98.2% / 96.5%	98.2% / 97.1%	98.2% / 97.4%	98.2% / 97.6%
<b>Protective devices</b>				
Input-side disconnection point	●			
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●			
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -			
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●			
Protection class (according to IEC 62103) / surge category (according to IEC 60564-1)	I / III			
<b>General data</b>				
Dimensions (W / H / D)	435 mm / 470 mm / 176 mm (17.1 inches / 18.5 inches / 6.9 inches)			
Weight	17 kg (37.4 lbs)			
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)			
Noise emission, typical	30 dB(A)			
Self-consumption (at night)	5.0 W			
Topology / Cooling concept	Transformerless / Convection			
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65			
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H			
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%			
<b>Equipment</b>				
DC connection / AC connection	SUNCLIX / AC connector			
Display via smartphone, tablet, laptop	●			
Interfaces: WLAN / Ethernet / RS485	● / ● / ●			
Communication protocols	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R			
Shade management: OptiTrac Global Peak / TS4-R	● / ○			
Warranty: 5 / 10 / 15 years	● / ○ / ○			
Certificates and permits (more available upon request)	AS 4777, C10/11, CE, CEB 0-21, DIN EN 62109-1/IEC 62109-1, DIN EN 62109-2/IEC 62109-2, EN 50438, G59/3, G83/2, NEN-EN 50438, ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, PPDS, PPC, RD 1699, SI 4777, TR 3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE-0126-1-1, VFR 2014 DEWA 2016, EN 62116, IEC 61727, IECEN 50438, NBR 16149, NRS 097-2-1			
Certificates and approvals (currently being planned)				
Country availability of SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK			
Type designation	STP3.0-3AV-40	STP4.0-3AV-40	STP5.0-3AV-40	STP6.0-3AV-40

## Anexo XIII- Ficha Técnica Inversor SMA de 15,0 kW



Technical data	Sunny Tripower 8.0	Sunny Tripower 10.0
<b>Input (DC)</b>		
Max. PV array power	15000 Wp	15000 Wp
Max. input voltage	1000 V	1000 V
MPP voltage range	260 V to 800 V	320 V to 800 V
Rated input voltage		580 V
Min. input voltage / initial input voltage		125 V / 150 V
Max. input current input A / input B		20 A / 12 A
Max. DC short-circuit current input A / input B		30 A / 18 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input		2 / A;2; B:1
<b>Output (AC)</b>		
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	8000 W	10000 W
Max. apparent AC power	8000 VA	10000 VA
Nominal AC voltage		3 / N / PE, 220 V / 380 V 3 / N / PE, 230 V / 400 V 3 / N / PE, 240 V / 415 V
AC voltage range		180 V to 280 V
AC grid frequency / range		50 Hz / 45 Hz to 55 Hz 60 Hz / 55 Hz to 65 Hz
Rated grid frequency / rated grid voltage		50 Hz / 230 V
Max. output current	3 x 12.1 A	3 x 14.5 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable		1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Feed-in phases / connection phases		3 / 3
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency / European efficiency	98.3 % / 97.7 %	98.3 % / 98.0 %
<b>Protective devices</b>		
Input-side disconnection point		●
Ground fault monitoring / grid monitoring		● / ●
DC reverse polarity protection / AC short circuit current capability / galvanically isolated		● / ● / -
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit		●
Protection class (according to IEC 62103) / surge category (according to IEC 60664-1)		I / III
<b>General data</b>		
Dimensions (W / H / D)	460 mm / 497 mm / 176 mm (18.1 inches / 19.6 inches / 6.9 inches)	
Weight	20.5 kg (45.2 lbs)	
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	
Noise emission, typical	30 dB(A)	
Self-consumption (at night)	5.0 W	
Topology / cooling method	Transformerless / convection	
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H	
Max. permissible value for relative humidity ( non-condensing )	100%	
<b>Features</b>		
DC connection / AC connection	SUNCLIX / AC connector	
Display via smartphone, tablet, laptop	●	
Interfaces: WLAN / Ethernet / RS485	● / ● / ●	
Communication protocols	Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect, SMA Data, TS4-R	
Shade management: OptiTrac Global Peak / TS4-R	● / ○	
Warranty: 5 / 10 / 15 years	● / ○ / ○	
Certificates and permits (more available upon request)	AS 4777.2, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438, G59/3-4, G83/2-1, DIN EN 62109 / IEC 62109, NEN-EN50438, OVE/CINORM E 8001-4-712 & ICR D4, PPC, PFD5, RD1699, S14777, TR3.2.1, UTE C15-712, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, VFR 2014	
Certificates and approvals (planned)	DEWA, IEC 61727, IEC 62116, IEC-EN50438, MEA, NBR16149, NT_Lay20.571, PEA, TR3.2.2	
Country availability of SMA Smart Connected	AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK	
Type designation	STP8.0-3AV-40	STP10.0-3AV-40

## Anexo XIV – Ficha Técnica Inversor SMA 18 kW e 30 kW

Technical Data	Sunny Tripower X 12	Sunny Tripower X 15	Sunny Tripower X 20	Sunny Tripower X 25
<b>Input (DC)</b>				
Max. PV array power	18000 Wp, STC	22500 Wp, STC	30000 Wp, STC	37500 Wp, STC
Max. input voltage	1000 V			
MPP voltage range	206 V to 800 V	275 V to 800 V	340 V to 800 V	430 V to 800 V
Rated input voltage	570 V			
Min. input voltage / initial input voltage	150 V / 188 V			
Max. input current per MPP tracker	24 A			
Max. short-circuit current per MPP tracker	35 A			
Number of independent MPP trackers / strings per MPP tracker	3 / 2			
<b>Output (AC)</b>				
Rated power (at 230 V, 50 Hz)	12000 W	15000 W	20000 W	25000 W
Rated apparent power / max. apparent power	12000 VA / 12000 VA	15000 VA / 15000 VA	20000 VA / 20000 VA	25000 VA / 25000 VA
Nominal AC voltage	220 V / 380 V; <b>230 V / 400 V</b> ; 240 V / 415 V			
Voltage range	176 V to 275 V / 304 V to 477 V			
Grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 56 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz			
Rated grid frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V			
Rated output current / max. output current	17.4 A / 36.6 A	21.7 A / 36.6 A	29 A / 36.6 A	36.2 A / 36.6 A
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-[N]-PE			
Power factor at rated power / adjustable displacement power factor	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited			
Harmonic (THD)	< 3 %			
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency / European efficiency*	98.3 % / 97.7 %*	98.3 % / 97.7 %*	98.3 % / 97.9 %*	98.3 % / 98.0 %*
<b>Protective devices</b>				
Input-side disconnection point	●			
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●			
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability	● / ●			
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●			
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II			
Arc-fault circuit interrupter (AFCI) / I-V generator diagnostics	● / ●**			
DC surge arrester (type 2, type 1/2)	○			
<b>General data</b>				
Dimensions (W/H/D)	728 mm / 762 mm / 266 mm [28.7 in / 30.0 in / 10.5 in]			
Weight	35 kg [77 lbs]			
Operating temperature range	-25°C to +60°C [-13°F to +140°F]			
Noise emission, maximum (1 m)	< 65 db(A)			
Self-consumption (night)	< 5 W			
Topology / cooling concept	No galvanic isolation / OptiCool			
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65			
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K26			
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %			
<b>Features / functions / accessories</b>				
DC connection / AC connection	SUNCLIX / spring-cage terminal			
LED display (Status / Fault / Communication)	●			
Interface: Ethernet / WiFi / RS485	● [2 ports] / ● / ○**			
Data protocols: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire	● / ● / ●			
Multi-function relay / slot for expansion module	● / ● [1 port]			
Number of digital inputs	6			
Mounting type	Wall mounting			
SMA ShadeFix / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●			
Off-grid capable / SMA Hybrid Controller compatible	● / ●			
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○			
Certificates and approvals (more available upon request)	VDE AR-N 4105/4110:2018, EN 50549-1/-2:2018, CE, UKCA			
<b>System manager function</b>				
Total number of supported devices – of which:	6			
Maximum number of supported SMA inverters	5			
Maximum number of supported energy meters	1			
Maximum nominal system power of PV inverters (nominal AC power)	135 kVA			
Centralized commissioning of all devices in the system	●			
Remote parameterization of SMA devices with Sunny Portal powered by ennexOS	●			
Direct selling via SMA SPOT (Germany)	●			
SMA Dynamic Power Control (e.g., zero export / Q[U])	○			
Type designation	STP 12-50	STP 15-50	STP 20-50	STP 25-50

● Standard features ○ Optional – Not available \*STC\* Standard test conditions Data in nominal conditions Last revision: 03/2022 \*) Preliminary \*\*) Support from Q3 of 2022