

# **UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERIA Y DISEÑO**

**ÁREA INGENIERIA INDUSTRIAL**

## **MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
PLAN DE EMPRESA FOTOVOLTAICA.  
AUTOCONSUMO INDUSTRIAL.**

**Alumno: D. Víctor García Mora**

**Director: D. Luis Perezagua Pérez**

**Julio 2022**

**TÍTULO:** PLAN DE EMPRESA FOTOVOLTAICA. AUTOCONSUMO INDUSTRIAL.

**AUTOR:** VICTOR GARCÍA MORA

**DIRECTOR DEL PROYECTO:** LUIS PEREZAGUA PÉREZ

**FECHA:** 22/07/2022

## **ÍNDICE:**

<b>INDICE DE TABLAS:</b>	<b>6</b>
<b>INDICE DE ILUSTRACIONES:</b>	<b>8</b>
<b>INDICE DE FÓRMULAS:</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
Planteamiento del problema	15
objetivos del trabajo	15
estructura del trabajo	15
<b>MEMORIA</b>	<b>17</b>
<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>18</b>
<b>1.1.- HISTORIA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA</b>	<b>18</b>
<b>1.2.- DEBILIDADES Y OPORTUNIDAD DE MERCADO</b>	<b>21</b>
1.2.1.- Factor social/medioambiental	21
1.2.2.- Factor político	23
1.2.3.- Factor tecnológico	23
1.2.4.- Factor económico.	24
<b>1.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</b>	<b>27</b>
1.3.1.- Generación	27
1.3.2.- Autoconsumo	27
1.3.2.1.- Sistemas aislados	28
1.3.2.2.- Sistemas conectados a red	29
1.3.2.3.- Sistemas híbridos	31
1.3.3.- Decisión basada en potenciales clientes	31
<b>1.4.- ANÁLISIS DEL ENTORNO</b>	<b>33</b>
1.4.1.- Tipo de negocio	33
1.4.2.- Tipo de mercado	33
1.4.2.1.- Tamaño del mercado	33
1.4.2.2.- Localización del negocio	34
1.4.2.3.- Clientes objetivo	39
1.4.3.- Funcionamiento del mercado	40
1.4.3.1.- Viabilidad económica del negocio	41
1.4.3.2.- Rentabilidad a largo plazo. Modelo de Porter	43
1.4.4.- Análisis DAFO	44

1.5.-	¿QUÉ OFRECEMOS?	47
<b>2.</b>	<b>PROPUESTA DE VALOR</b>	<b>49</b>
2.1.-	SEGMENTACIÓN DE CLIENTES	49
2.1.1.-	Clientes de más valor	49
2.1.2.-	Clientes estratégicos	49
2.1.3.-	Clientes socios	49
2.1.4.-	Clientes orientados a precio	49
2.1.5.-	Perfil ideal	50
2.2.-	ATRIBUTOS DIFERENCIALES	50
2.3.-	DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA	51
2.3.1.-	Resumen de la oferta realizada	52
2.4.-	PLAN DE LANZAMIENTO DEL SERVICIO	53
<b>3.</b>	<b>PLAN COMERCIAL</b>	<b>54</b>
3.1.-	PLAN DE COMUNICACIÓN	54
3.1.1.-	Valores de empresa	54
3.1.2.-	Identidad de la empresa	54
3.1.2.1.-	Búsqueda de nombre de marca y logotipo	54
3.1.2.2.-	Eslogan	56
3.1.2.3.-	Decisión final	57
3.1.3.-	Medios de comunicación y canales de venta	58
<b>4.</b>	<b>MODELO DE RELACIÓN CON CLIENTES.</b>	<b>59</b>
4.1.-	NPS	59
4.1.1.-	Detractores (D)	59
4.1.2.-	Pasivos (P)	60
4.1.3.-	Promotores (P)	60
4.1.4.-	Ejemplo de encuesta de satisfacción NPS.	60
4.2.-	COMPROMISOS CON EL CLIENTE	62
4.3.-	PROMOCIONES	62
<b>5.</b>	<b>MODELO DE OPERACIONES</b>	<b>63</b>
5.1.-	CADENA DE VALOR	66
5.2.-	MATERIAL NECESARIO	66
5.2.1.-	Módulos fotovoltaicos	67
5.2.1.1.-	Introducción	67



5.2.1.2.-	Efecto CTM _____	69
5.2.1.3.-	Tipos de celdas _____	69
5.2.1.4.-	Fabricantes _____	71
5.2.1.5.-	Tipos de módulos _____	72
5.2.2.-	Inversor _____	75
5.2.2.1.-	Tipos de inversores _____	76
5.2.2.2.-	Criterios de elección _____	76
5.2.2.3.-	Marcas relevantes _____	76
5.2.3.-	Algoritmo MPPT, <i>elemento fundamental</i> _____	77
5.2.4.-	Optimizadores _____	77
5.2.4.1.-	Microinversores _____	78
5.2.4.2.-	Optimizadores DC _____	79
5.2.5.-	ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA _____	79
5.2.6.-	Monitorización _____	80
5.2.7.-	Aparamenta _____	81
5.2.8.-	Elementos extra _____	82
5.2.8.1.-	Supresor de pico AC – DC y Seccionador DC _____	82
5.2.9.-	Costes de los materiales a emplear: _____	83
<b>6.</b>	<b>PARTNERS Y ALIANZAS _____</b>	<b>84</b>
6.1.-	PARTNERS _____	84
6.2.-	ALIANZAS _____	86
6.2.1.-	Económicas _____	86
6.2.2.-	Por proyecto _____	86
6.2.2.1.-	Montadores _____	86
6.2.2.2.-	Material _____	86
6.2.2.3.-	Consultoría _____	86
6.2.3.-	Formación _____	86
<b>7.</b>	<b>GESTIÓN DE TALENTO _____</b>	<b>87</b>
7.1.-	ORGANIGRAMA _____	87
7.2.-	CULTURA Y VALORES DE PERSONAL _____	90
7.3.-	COSTES DE PERSONAL _____	91
<b>8.</b>	<b>MODELO ECONÓMICO _____</b>	<b>92</b>
8.1.-	PLAN DE INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN _____	92
8.1.1.-	Inversiones _____	92
8.1.2.-	Gasto de establecimiento _____	92

8.1.3.-	Financiación _____	92
8.1.4.-	Resumen _____	92
<b>8.2.-</b>	<b>PLAN DE VENTAS INSTALACIONES FV _____</b>	<b>93</b>
8.2.1.-	Fuentes de ingreso _____	93
8.2.2.-	Ventas año 1 y 2 consolidado. _____	93
8.2.3.-	Ventas año 3 consolidado. _____	93
	_____	<b>94</b>
<b>8.3.-</b>	<b>CUENTA DE RESULTADOS _____</b>	<b>94</b>
<b>9.</b>	<b>PROYECTO: Contratas Mota _____</b>	<b>95</b>
<b>9.1.-</b>	<b>CONTRATAS MOTA _____</b>	<b>95</b>
9.1.1.-	Referencia catastral _____	95
<b>9.2.-</b>	<b>FÓRMULAS DE CÁLCULO _____</b>	<b>96</b>
9.2.1.-	Recopilación nomenclatura _____	96
9.2.2.-	Factor de escala _____	97
9.2.3.-	Ángulo de inclinación óptimo _____	97
9.2.4.-	Pérdidas por orientación e inclinación _____	97
9.2.5.-	Distancia entre filas "X" y hueco de pasillos "d" _____	98
9.2.6.-	Cálculos de número de módulos en serie y paralelo _____	99
9.2.7.-	Cálculo de cableado DC _____	101
9.2.8.-	Cálculo de cableado AC _____	102
9.2.9.-	Cálculo de pérdidas _____	104
9.2.10.-	Cálculo de la producción anual estimada _____	105
<b>9.3.-</b>	<b>TRAMITACIÓN _____</b>	<b>106</b>
<b>9.4.-</b>	<b>DISEÑO _____</b>	<b>106</b>
9.4.1.-	Tipología _____	106
9.4.1.1.-	Generación _____	107
9.4.2.-	Combiner Box _____	108
9.4.2.1.-	Diseño propio _____	109
9.4.2.2.-	Conclusión _____	109
9.4.3.-	Inversores _____	109
9.4.3.1.-	Inversor string _____	109
9.4.3.2.-	Inversor estación virtual _____	109
9.4.3.1.-	Inversor central _____	109
9.4.3.2.-	Conclusión _____	109

---

9.4.4.-	Conexión del cableado DC	110
9.4.4.1.-	Conclusión	110
9.4.5.-	Balance Of System "BOS"	110
9.4.6.-	Estructuras	110
9.4.6.1.-	Autoconsumo	110
<b>9.5.-</b>	<b>RESULTADO DE CÁLCULOS</b>	<b>111</b>
<b>9.6.-</b>	<b>DISEÑO DE LA INSTALACIÓN MEDIANTE HELIOSCOPE</b>	<b>117</b>
<b>9.7.-</b>	<b>ESQUEMA UNIFILAR</b>	<b>120</b>
<b>9.8.-</b>	<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	<b>122</b>
<b>9.9.-</b>	<b>PROPUESTA DE AUTOCONSUMO MEDIANTE SUNTROPY</b>	<b>123</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO</b>	<b>131</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXO</b>	<b>132</b>
11.1.-	PLANOS	132
11.2.-	FICHAS TÉCNICAS	135
11.3.-	EXCEL DE CÁLCULOS	140
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>150</b>

## **INDICE DE TABLAS:**

TABLA 1.- PRECIO FINAL MEDIO DE LA ENERGÍA 2020 Y 2021.....	24
TABLA 2.-POTENCIA FINAL DEL PANEL TRAS PÉRDIDA POR TEMPERATURA. ....	36
TABLA 3.-POTENCIA PERDIDA POR TEMPERATURA EN BASE A INSTALACIONES CON PANELES DE 640 W.....	36
TABLA 4.- RESULTADOS HORAS DE SOL E IRRADIACIÓN SOLAR EN ASTURIAS SIMPLIFICADO. .....	37
TABLA 5.-CONTRATOS DE INSTALACIONES AUTOCONSUMO ESPAÑA. ....	39
TABLA 6.- ESTIMACIÓN INGRESO POR VENTA DE ENERGÍA EN INSTALACIÓN FV. ....	42
TABLA 7.- PRECIO MEDIO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL FV.....	42
TABLA 8.-FACTORES COMPETITIVOS EN RELACIÓN CON LA EMPRESA. ....	50
TABLA 9.-LISTADO FABRICANTES DE MÓDULOS FV. ....	72
TABLA 10.-COSTE PERSONAL TRES PRIMEROS AÑOS DE LA ORGANIZACIÓN.....	91
TABLA 11.-RESUMEN PLAN DE INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN.....	92
TABLA 12.-PLAN DE VENTAS AÑO 1 Y 2 CONSOLIDADOS.....	93
TABLA 13.-PLAN DE VENTAS AÑO 3 CONSOLIDADO.....	94
TABLA 14.-PÉRDIDAS Y GANANCIAS DURANTE LOS 3 PRIMEROS AÑOS. ....	94
TABLA 15.- RECOPIACIÓN DE NOMENCLATURA.....	96
TABLA 16.-CRITERIO DE MÁXIMA TEMPERATURA ADMISIBLE PARA CABLE DC. ....	101
TABLA 17.-VALOR DE LA CONSTANTE PARA EL CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CABLE DC DEPENDIENDO DEL MATERIAL Y TEMPERATURA. ....	102
TABLA.18.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE, EN AMPERIOS, PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE Y SERVICIO PERMANENTE. ....	103
TABLA 19.-FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CÁLCULO DE CABLE AC. ....	104
TABLA 20.- NORMATIVA BÁSICA PARA LA LEGALIZACIÓN DE INSTALACIONES FV EN ESPAÑA. ....	106
TABLA 21.- TIPOS DE DISEÑO PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS. ....	106
TABLA 22.- PASOS RECOMENDABLES PARA OPTIMIZAR EL ESPACIO. ....	107
TABLA 23.- IRRADIANCIA MEDIA EN LOCALIZACIÓN DE ESTUDIO.....	113
TABLA 24.- CONSUMO ENERGÉTICO DEL ÚLTIMO AÑO DE LA EMPRESA CONTRATAS MOTA S.A.....	113
TABLA 25.- CONSUMO MENSUAL ENERGÉTICO DE CONTRATAS MOTA. ....	113
TABLA 26.-CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO E INVERSOR SELECCIONADOS.....	114
TABLA 27.-DISTANCIA ENTRE FILAS DE MÓDULOS EN LA INSTALACIÓN.....	115
TABLA 28.-DATOS IRRADIANCIA Y HSP EN AVILÉS. ....	115
TABLA 28.-DATOS IRRADIANCIA Y HSP EN AVILÉS. ....	115

---

TABLA 29.-PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	116
TABLA 30.-CÁLCULO DE SECCIONES NECESARIAS DE CABLE EN DC Y AC. ....	116
TABLA 30.-CÁLCULO DE SECCIONES NECESARIAS DE CABLE EN DC Y AC. ....	116
TABLA 31.-PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA. ....	116
TABLA 32.-RESULTADOS DE CAPACIDAD DE CONEXIÓN DE MÓDULOS EN SERIE Y PARALELO. .....	117
TABLA 33.- DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS POR STRING, INVERSOR Y MPPT.....	117

## **INDICE DE ILUSTRACIONES:**

ILUSTRACIÓN 1.-EMPRESAS CONTAMINANTES ESPAÑOLAS 2018..	21
ILUSTRACIÓN 2.-EMPRESAS CONTAMINANTES ESPAÑOLAS 2021.	22
ILUSTRACIÓN 3.- EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN ESPAÑA.	22
ILUSTRACIÓN 4.- EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA Y POTENCIA ESTÁNDAR POR MÓDULO FOTOVOLTAICO.	23
ILUSTRACIÓN 5.-EVOLUCIÓN MENSUAL DEL PRECIO DEL MWH EN ESPAÑA EN 2021 Y PRONÓSTICO PARA 2025..	25
ILUSTRACIÓN 6.- PRECIO DIARIO A 22/12/2021, RÉCORD HISTÓRICO HASTA ESA FECHA.	25
ILUSTRACIÓN 7.- EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE PANEL FOTOVOLTAICO POR WP.	26
ILUSTRACIÓN 8.- SISTEMA FOTOVOLTAICO DE GENERACIÓN..	27
ILUSTRACIÓN 9.- TIPOS DE AUTOCONSUMO.	27
ILUSTRACIÓN 10.- INSTALACIÓN SFA.	28
ILUSTRACIÓN 11.- INSTALACIÓN SFCR SIN EXCEDENTES E INSTALACIÓN SFCR CON EXCEDENTES.	29
ILUSTRACIÓN 12.- SISTEMA HÍBRIDO DE AUTOCONSUMO.	31
ILUSTRACIÓN 13.- RATIO DE INTERCONEXIÓN 2020.	32
ILUSTRACIÓN 14.- VISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL COSTE DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA POR MEDIO DE SFV.	32
ILUSTRACIÓN 15.- EVOLUCIÓN DEL AUTOCONSUMO EN ESPAÑA.	33
ILUSTRACIÓN 16.- LICENCIAS DE OBRAS PARA LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO POR CCAA.	34
ILUSTRACIÓN 17.- MW INSTALADOS POR CCAA.	34
ILUSTRACIÓN 18.- MAPA DE LA TEMPERATURA MEDIA Y HORAS SOLARES EN ESPAÑA.	35
ILUSTRACIÓN 19.- IRRADIACIÓN EUROPEA Y RANKING MUNDIAL DE POTENCIA FV INSTALADA A FECHA DE 2020.	35
ILUSTRACIÓN 20.- TEMPERATURA MEDIA ESPAÑA MES DE JULIO Y EFECTO TEMPERATURA EN UN PANEL FOTOVOLTAICO.	37
ILUSTRACIÓN 21.- IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL SOBRE EL PLANO HORIZONTAL EN ASTURIAS.	38
ILUSTRACIÓN 22.- ESQUEMA DE OPERACIÓN CONTRATO PPA.	41
ILUSTRACIÓN 23.- FUERZAS DE PORTER.	43
ILUSTRACIÓN 25.- ESTRATEGIAS DEFINIDAS POR ORDEN DE PRIORIDAD.	47
ILUSTRACIÓN 26.- ESQUEMA DEL NEGOCIO.	48
ILUSTRACIÓN 27.- MATRIZ DE BENEFICIO.	51
ILUSTRACIÓN 29.-PLAN DE LANZAMIENTO DEL SERVICIO.	53
ILUSTRACIÓN 30.- PROPUESTA LOGOTIPO SOLTODAY	55
ILUSTRACIÓN 31.- PROPUESTAS LOGOTIPO GENERATE.	55

ILUSTRACIÓN 32.- PROTOTIPO LOGOTIPO ASTURSOL.....	56
ILUSTRACIÓN 33.- PROTOTIPO LOGOTIPO VIGAMO SOLAR.....	56
ILUSTRACIÓN 34.- VALORACIONES DE NOMBRE Y LOGOTIPO DE LA ORGANIZACIÓN EN REDES SOCIALES.....	57
ILUSTRACIÓN 35.- ESTADO DE LIBERTAD DEL NOMBRE DE MARCA “ASTURSOL” A 25/04/2022.....	57
ILUSTRACIÓN 36.- TIPO DE CLIENTES.....	59
ILUSTRACIÓN 37.- FORMULARIO DE SATISFACCIÓN.....	61
ILUSTRACIÓN 38.- MODELO DE OPERACIONES.....	63
ILUSTRACIÓN 39.- CADENA DE VALOR.....	66
ILUSTRACIÓN 40.- MATERIAL NECESARIO PARA LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	66
ILUSTRACIÓN 41.- EFECTO FOTOELÉCTRICO + UNIÓN PN.....	67
ILUSTRACIÓN 42.- FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA FV.....	68
ILUSTRACIÓN 43.- BUSBARS Y FINGERS DE UN MÓDULO.....	68
ILUSTRACIÓN 44.- PRINCIPALES TIPOS DE MÓDULOS DEL MERCADO SEGÚN SU MATERIAL Y COMPOSICIÓN MEDIA.....	70
ILUSTRACIÓN 45.- COMPARACIÓN TECNOLOGÍA CONVENCIONAL VS TECNOLOGÍA PERC...	73
ILUSTRACIÓN 46.- ESTUDIO DE POTENCIA ENTRE UN MÓDULO DE CELDA PARTIDA VS CONVENCIONAL.....	73
ILUSTRACIÓN 47.- EXPLICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS POR CALOR EN EL MÓDULO DE CELDA PARTIDA.....	74
ILUSTRACIÓN 48.- FACTOR DE RADIACIÓN RECIBIDA POR ALBEDO SEGÚN SU SUPERFICIE.....	75
ILUSTRACIÓN 49.- ESQUEMA DE UN MICROINVERSOR.....	78
ILUSTRACIÓN 50.- ESQUEMA FUNCIONAMIENTO OPTIMIZADOR DC.....	79
ILUSTRACIÓN 51.- EJEMPLO CABLE DC.....	81
ILUSTRACIÓN 52.- EJEMPLO CABLE AC.....	81
ILUSTRACIÓN 53.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN DC, (1.- FUSIBLE;2.- COMBINER BOX).....	81
ILUSTRACIÓN 54.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS AC (1.-DIFERENCIAL;2.- MAGNETOTÉRMICO).....	81
ILUSTRACIÓN 55.- CONECTOR MC4.....	82
ILUSTRACIÓN 56.- EJEMPLO SUPRESOR DE PICO.....	82
ILUSTRACIÓN 57.- EJEMPLO SECCIONADOR DC.....	83
ILUSTRACIÓN 58.- MAPA ORGANIZACIÓN SECTOR FOTOVOLTAICO EN ESPAÑA.....	85
ILUSTRACIÓN 68.- MAPA INFORMACIÓN SECTOR INDUSTRIAL FV ESPAÑOL.....	86
ILUSTRACIÓN 60.- ORGANIGRAMA EMPRESARIAL FASE CONCEPCIÓN, CREACIÓN Y ARRANQUE, 1ER AÑO.....	87
ILUSTRACIÓN 61.- ORGANIGRAMA EMPRESARIAL FASE ARRANQUE, 2º AÑO.....	88
ILUSTRACIÓN 62.- ORGANIGRAMA EMPRESARIAL FASE ARRANQUE, 3ER AÑO.....	89
ILUSTRACIÓN 63.- REFERENCIA CATASTRAL DE CONTRATAS MOTA.....	95

ILUSTRACIÓN 64.- RESUMEN DIFERENTES ÁNGULOS SOLARES.....	98
ILUSTRACIÓN 65.-ESQUEMA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN TERRENO.....	98
ILUSTRACIÓN 66.- CONDICIONES PARA EL CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y PARALELO. .....	99
ILUSTRACIÓN 67.- SECCIÓN NORMALIZADA PARA LA SECCIÓN DE CABLE DC EN COBRE Y SU CONVERSIÓN A ALUMINIO. ....	102
ILUSTRACIÓN 68.- EJEMPLO DE HORAS SOLARES PICO EN UN DÍA SEGÚN LA RADIACIÓN RECIBIDA. ....	105
ILUSTRACIÓN 69.-PASOS OPERACIÓN INSTALACIÓN GENERACIÓN. ....	108
ILUSTRACIÓN 70.- TIPOS CONEXIÓN CABLEADO DC.....	108
ILUSTRACIÓN 71.- DIFERENTES BASES DE DATOS DEL PROGRAMA PVGIS. ....	111
ILUSTRACIÓN 72.- BASE DE DATOS A UTILIZAR EN PVGIS. ....	112
ILUSTRACIÓN 73.- CONFIGURACIÓN DEL PVGIS PARA EL CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA..	112
ILUSTRACIÓN 74.- CURVA DE CONSUMO HORARIA GENERADA POR EL SOFTWARE DE SUNTROPY.....	114
ILUSTRACIÓN 75.- SUPERFICIE DISPONIBLE DIBUJADA EN HELIOESCOPE.....	118
ILUSTRACIÓN 76.- DISTRIBUCIÓN FINAL DE INVERSORES Y MÓDULOS FOTOVOLTAICOS..	118
ILUSTRACIÓN 77.- SOMBREADO DE MÓDULOS EN EL CAMPO GENERADOR AL AMANECER. .....	118
ILUSTRACIÓN 78.- ESQUEMA UNIFILAR.....	120
ILUSTRACIÓN 79.- CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	121



## **INDICE DE FÓRMULAS:**

ECUACIÓN 1.- ECUACIÓN DEL VALOR PERCIBIDO. ....	52
ECUACIÓN 2.- FACTOR DE ESCALA. ....	97
ECUACIÓN 3.- ÁNGULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMO. ....	97
ECUACIÓN 4.- PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN PARA $B < 15^\circ$ . ....	97
ECUACIÓN 5.- PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN PARA $15^\circ < \beta < 90^\circ$ . ....	97
ECUACIÓN 6.- DISTANCIA ENTRE FILAS. ....	98
ECUACIÓN 7.- ALTURA SOLAR. ....	99
ECUACIÓN 8.- HUECO ENTRE PASILLOS. ....	99
ECUACIÓN 9.- PRIMERA CONDICIÓN PARA EL CÁLCULO NÚMERO MÓDULOS EN SERIE. ....	99
ECUACIÓN 10.- VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO A TEMPERATURA DE LA CELDA MÍNIMA. ....	99
ECUACIÓN 11.- TEMPERATURA DE LA CELDA MÍNIMA. ....	100
ECUACIÓN 12.-SEGUNDA CONDICIÓN PARA EL CÁLCULO NÚMERO MÓDULOS EN SERIE. ....	100
ECUACIÓN 13.-VOLTAJE EN EL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA. ....	100
ECUACIÓN 14.-VOLTAJE EN CIRCUITO ABIERTO A TEMPERATURA DE LA CELDA MÁXIMA. .....	100
ECUACIÓN 15.-TEMPERATURA DE LA CELDA MÁXIMA. ....	100
ECUACIÓN 16.-TERCERA CONDICIÓN PARA EL CÁLCULO NÚMERO MÓDULOS EN SERIE. ....	100
ECUACIÓN 17.-NÚMERO DE STRINGS EN PARALELO. ....	100
ECUACIÓN 18.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO. ....	101
ECUACIÓN 19.-CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD PERMANENTE ADMISIBLE PARA CABLE DC. ....	101
ECUACIÓN 20.-SECCIÓN DE CABLE DC. ....	101
ECUACIÓN 21.-CABLE AC EN RED MONOFÁSICA. ....	102
ECUACIÓN 22.-CABLE AC EN RED TRIFÁSICA. ....	102
ECUACIÓN 23.-HORAS SOLARES PICO. ....	105
ECUACIÓN 24.-ENERGÍA FOTOVOLTAICA GENERADA, FÓRMULA SIMPLIFICADA. ....	105
ECUACIÓN 25.-ENERGÍA FOTOVOLTAICA GENERADA, FÓRMULA PRECISA. ....	105

## GLOSARIO

- 1) **G.E.I.** → *Gases de Efecto Invernadero*
- 2) **M.I.T.E.C.O.** → *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*
- 3) **P.V.P.C.** → *Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor*
- 4) **O.M.I.E.** → *Operador del Mercado Ibérico de la Energía*
- 5) **S.F.V.** → *Sector Fotovoltaico*
- 6) **L.O.** → *Licencia de Obra*
- 7) **U.E.F.** → *Unión Española Fotovoltaica*
- 8) **S.F.A.** → *Sistemas Fotovoltaicos Aislados*
- 9) **S.F.C.R.** → *Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red*
- 10) **R.E.E.** → *Red Eléctrica Española*
- 11) **P.P.A.** → *Power Purchase Agreement* (acuerdo de compraventa de energía)
- 12) **P.N.I.E.C.** → *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*
- 13) **I.R.E.N.A.** → *Internal Renewable Energy Agency*
- 14) **L.C.O.E.** → *Levelized Cost Of Energy*
- 15) **H.S.P.** → *Hora Solar Pico*
- 16) **R.A.I.P.R.E** → *Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica*
- 17) **C.T.M.** → *Cell To Module*
- 18) **E.T.T.** → *Empresa de Trabajo Temporal*

## RESUMEN EJECUTIVO

Durante la realización de este documento se han conseguido adquirir los conocimientos necesarios para poder realizar una **propuesta de autoconsumo**, tanto residencial como industrial.

El trabajo presenta información suficiente para **entender la cadena de valor de la fotovoltaica**, desde su pasado hasta una previsión realista del futuro, pasando por el modelo actual de mercado. Se ofrece información que capacita al lector a disponer una visión completa de la evolución de la tecnología solar fotovoltaica y comprender la necesidad de su expansión, teniendo a disposición datos de todos los componentes que puede incorporar una instalación y sus diferentes tecnologías, como de los factores influyentes en el dimensionamiento y diseño de la instalación.

Para la realización del documento se ha tenido la primera complejidad de **compaginarlo con mi anterior puesto de trabajo**, técnico de instalaciones en la construcción de una clínica dermatológica y técnico de postventa de los hospitales del grupo Quirón en Torrejón y Alcalá. Ya que el sector de la construcción se debe a los plazos establecidos en obra y la jornada laboral se debe ajustar a lo exigido para cumplir las fechas marcadas.

La realización de este documento me ha llevado a la **inquietud de darle un giro a mi carrera profesional** buscando un puesto de trabajo relacionado con la FV, el cual he podido conseguir en las últimas semanas en "Garuda Solar".

Por último, para poder realizar el documento de la mejor manera he cumplimentado mi formación con un curso online llamado **The MPV Solar Reference**, con la realización de un curso de montaje de instalaciones para conocer la realidad del diseño y con un sinfín de video tutoriales para aprender los máximos conocimientos y escoger los mejores softwares posibles.

## ABSTRACT

During the fulfilling of the present document, the necessary knowledge has been acquired in order to make a proposal for a **self-consumption installation**, both residential and industrial.

This project covers sufficient information **to understand the photovoltaic value chain**, from its beginning to a realistic forecast of its future, including the current market model. It provides information that enables the reader to have a complete vision of the evolution of solar photovoltaic technology and to understand the need for its expansion nowadays, It also contains data of all the components that can constitute an installation and its different technologies, as well as the main factors involved in the design of the installation.

One of the main challenges to overcome during the realization of this project was **to make it compatible with my previous work** position as construction technician specialized in bio-sanitary installations and after-sales engineering for Quirón group.

The completion of this document has led me to the concern to give a **change in my career** looking for a job related to photovoltaic technology, which I was able to get in the past weeks in "Garuda Solar".

Finally, in order to make the document in the best way I have completed a training course called **The MPV Solar Reference** and a course of installation assembly to know the reality of the design and different online courses to learn the maximum knowledge and choose the best possible software.

# INTRODUCCIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la realización de este trabajo se pretende dar una solución a la empresa Contratas Mota que reduzca el gran gasto energético que tienen derivado de su actividad industrial.

Se plantea la creación de una empresa encargada de la realización de sistemas fotovoltaicos de generación / autoconsumo llave en mano o en “alquiler” y la realización de un proyecto ubicado en sus instalaciones que acometa dicha reducción económica a medio/largo plazo.

Además, se dará solución los miedos del cliente: “¿Saldrá rentable la instalación en nuestra ubicación?” “¿Tiene lógica este tipo de instalación para nuestro caso?” “¿Cuánto podríamos llegar a ahorrar?”. Todas estas cuestiones se abordarán y se ofrecerán datos irrefutables, sinceros y transparentes.

## OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del proyecto a grandes rasgos son varios, y surgen de la inquietud personal por el emprendimiento en el mundo de las renovables, en especial de la solar fotovoltaica:

- Conocer profundamente el sector de la fotovoltaica, con toda su **cadena de valor**.
- Ser capaz de realizar **valoraciones económicas y productivas** sobre instalaciones generadoras por módulos fotovoltaicos.
- Entender la complejidad de crear un **plan de marketing/comunicación** relacionada a una empresa incipiente.

## ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El proyecto se basa principalmente en una memoria que recopila todo el trabajo, y está dividida en diez apartados:

- 1) *Consideraciones generales*, se profundizará en el conocimiento del sector fotovoltaico, analizando su historia y viabilidad, junta a la actividad destino asignada al plan de negocio. Analizando en el siguiente orden: mundial, español y asturiano.
- 2) *Propuesta de valor*, se analizarán los clientes objetivo y la idea de oferta realizada por la organización.
- 3) *Plan comercial*, se estudiará la imagen de la empresa al exterior, tanto el técnicas y tácticas de venta como de logo y nombre de marca.
- 4) *Modelo de relación con los clientes*, se ejecutará un modelo de relación con el cliente que sea capaz de medir la satisfacción del susodicho de una manera simple y rápida.

- 5) *Modelo de operaciones*, se indicará los pasos a seguir en la organización para realizar la venta de cualquier proyecto junto a una explicación detallada de todos los factores tecnológicos de los mismos.
- 6) *Partners y alianzas*, figurarán las mejores opciones de subcontratación y proveedores de material junto a las alianzas necesarias para alzar la organización.
- 7) *Gestión de talento*, se representará el organigrama de la empresa en sus diferentes fases junto a los valores requeridos y sueldos del personal.
- 8) *Modelo económico*, se contemplará la viabilidad económica del negocio.
- 9) *Proyecto: Contratas Mota*, se realizará un proyecto fotovoltaico en las instalaciones del cliente que permita disminuir el gasto energético a medio/largo plazo.
- 10) *Conclusiones*, se reflexionará sobre los resultados obtenidos a nivel general a lo largo de toda la memoria.

---

# MEMORIA

# 1. Consideraciones generales

Cualquier decisión que pretenda solucionar un problema e introducir cambios en los modelos de negocio exige un preciso conocimiento y análisis del sector, lo que implica comprender y tener en cuenta su pasado, su historia, y la situación actual.

Una información vital que se debe entender y aclarar en su concepto y significado, y que será analizada y nombrada en numerosas ocasiones a lo largo del documento es:

- *Irradiancia*: **Potencia** o radiación incidente por unidad de superficie. Indica la intensidad de la radiación solar ( $W/m^2$ , para nosotros superficie terrestre) y se utiliza comúnmente para conocer el comportamiento de una instalación FV ante distintas variables climáticas.
- *Irradiación*: **Cantidad de energía** solar recibida en un periodo de tiempo (suma de las irradiancias en un periodo de tiempo determinado,  $Wh/m^2$ , se utiliza para intentar medir la producción de nuestro campo generador en un periodo concreto).

Sabiendo que los paneles FV funcionan gracias a la radiación solar, existen diferentes tipos que en su conjunto forman la **radiación solar global**:

- 1) **Radiación directa**: No sufre desviación alguna al pasar por la atmosfera, se trata del valor más interesante y el que se utiliza para realizar los estudios de producción del campo generador).
- 2) *Radiación difusa*: Sufre cambios en la dirección al pasar por la atmosfera, principalmente por difusión y reflexión, este tipo permite producir energía en momentos nublados.
- 3) *Albedo*: Radiación directa y difusa que se ve reflejado por superficies próximas.

## 1.1.- HISTORIA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Los primeros pasos en materia fotovoltaica se dieron en el siglo XIX, con 3 nombres propios como principales protagonistas (TheMPVSolarReference, 2022):

- 1) Alexandre Edmond Becquerel, 1838, descubre el **efecto fotoeléctrico**, el cual consiste en la liberación de electrones en un material denominado “fotoemisor” generando una corriente eléctrica. La liberación de electrones es debida a la radiación electromagnética recibida. El descubrimiento se realizó mientras se experimentaba con una pila electrolítica con electrodos de platino.
- 2) Willoughby Smith, 1873, descubre el **efecto fotovoltaico** en sólidos, que realmente es la conjunción entre el *efecto fotoeléctrico* y la *unión PN*, que genera una diferencia de potencial capaz de “dirigir” a los electrones.
- 3) William Grylls Adams, 1877, quien inventa la primera **célula fotovoltaica de Selenio**.



Hasta este momento, debido a la escasa eficiencia del selenio para producir electricidad por medio del efecto fotovoltaico, la aplicación práctica quedaba imposibilitada y se reducía simplemente a una demostración teórica. Por aquel momento, científicos de la época como Albert Einstein seguían investigando el fenómeno fotoeléctrico, incluso obteniendo un premio nobel, en 1921, con la publicación de un artículo relacionado con la materia. Pero no fue hasta 1953 cuando, Gerald Pearson, casi por casualidad, inventaría una nueva célula fotovoltaica fabricada de selenio que permitiría, en un futuro, obtener aplicaciones realmente prácticas.

Una vez obtenida la eficiencia necesaria para poder implantar las células en aplicaciones reales, se encontraba un nuevo escollo por el camino, su coste: el coste del vatio de electricidad producido por centrales convencionales en 1956 era de 50 cent de dólar y en cambio el producido por los paneles solares era de 300 dólares, lo que impedía destinar la tecnología a generar grandes o medianas cantidades de energía.

En aquel momento no existía necesidad alguna para la realización de grandes inversiones que propiciasen el desarrollo e investigación de esta tecnología, de extrema complejidad.

La oportunidad perfecta para las células fotovoltaicas, que permitió avanzar hasta el punto de innovación que tenemos hoy en día, surgió como consecuencia de la necesidad de inversión consecuencia de la carrera espacial entre EEUU y la Unión Soviética (1955 y 1975). Durante estas épocas, los paneles fotovoltaicos vencieron rápidamente a las alternativas existentes, convirtiéndose en la fuente principal de alimentación de los satélites en ambos bandos y permitiendo un desarrollo exponencial de la tecnología. Tanto es así, que la empresa americana Hoffman Electronic incrementó la eficiencia de sus paneles de un 3% a un 8% en tan solo dos años.

Debido al aumento de la eficiencia del producto en la carrera espacial y a la drástica reducción de costes, durante las décadas de los 70/80s se hizo posible una implantación comercial de paneles fotovoltaicos para particulares y empresas en zonas rurales y urbanas, aunque principalmente se destinaban a sistemas aislados. (Hogarsense, 2021)

Por otra parte, la historia actual y futura de las energías renovables, y, por tanto, de la energía solar fotovoltaica no puede explicarse sin mencionar la contaminación y los compromisos gubernamentales de los países por proteger nuestro planeta del aumento del nivel de emisión de gases de efecto invernadero (G.E.I.) que propician el cambio climático debido a nuestra actividad. Los países desarrollados llevan desde 1972 preocupados por temas medioambientales, siendo la cumbre de la Tierra de Estocolmo, la primera gran conferencia sobre este tema, celebrándose en 1979 la conferencia global del clima en Ginebra y firmándose en 1987, en la ONU, el protocolo de Montreal, que constituyó un exitoso gran acuerdo medioambiental que perseguía paliar la destrucción de la capa de ozono.

Posteriormente, siguieron alcanzándose acuerdos como el tan conocido Protocolo de Kioto, que incentivaba el uso de tecnologías renovables, tratando de disminuir el calentamiento global reduciendo los GEI en determinados plazos individuales. A su vez, este acuerdo firmado por la Unión Europea y 37 países industrializados, compromete jurídicamente y de una forma vinculante a sus integrantes a reducir o limitar sus emisiones.

El acuerdo se redactó en la Conferencia de las Partes en Berlín, 1997, pero debido a su

complejidad no entró en vigor hasta 2005 con la ratificación rusa. Encontramos tres periodos:

- 1) 2008/2012.- El acuerdo establecía que se deben reducir los niveles de gases al menos un 5% por debajo de los niveles de 1990. Durante este periodo se firma el acuerdo de Copenhague, 2009, donde los países que no han firmado el Protocolo de Kioto reconocen el cambio climático como un problema universal, lo cual es un hito relevante por su involucración en políticas renovables. Además, se ratifican, revisan y modifican algunos de los requisitos acordados inicialmente.
- 2) 2013/2020.- En la Cumbre de Doha, los países firmantes se comprometen en este periodo a reducir sus emisiones de GEI en un 18% respecto a los niveles de emisión de 1990, es decir, reducir un 13% más de lo acordado inicialmente. Países contaminantes como EEUU, Rusia o Canadá deciden no continuar siendo participes.

En este segundo periodo se celebró la Cumbre del Clima de París, 2015, jurídicamente vinculante, que incluye también a países menos desarrollados y busca limitar el incremento de la temperatura global en 2 °C. Se activa en 2016 y es de enorme importancia porque está cerca del vencimiento del segundo periodo y del análisis de sus resultados.

- 3) 2021/a la actualidad. En la actualidad, y a partir de la Cumbre de Glasgow, en 2021, se están debatiendo los próximos objetivos mundiales en materia paliativa del cambio climático. Sobre todo, se está tratando de resolver problemas económicos, de transparencia y plazos. Se están uniendo más países escépticos como India y se nota que el concienciamiento mundial está creciendo.

Además, se están debatiendo grandes inversiones económicas, tal y como manifiesta John Kerry, enviado especial por Joe Biden: “Nunca he contado tantas iniciativas y tanto dinero real sobre la mesa”. (Albisu, 2021)

Los países integrantes barajan un planeta con cero emisiones netas para 2070, es decir, seguir fomentando las energías renovables y realizando campañas de visibilidad para estas “nuevas” tecnologías. Atendiendo a toda esta información y progreso del sector, la experiencia ha hablado: **Las energías renovables no son solo una opción de presente, sino también de futuro.**

No obstante, durante la realización del trabajo ha entrado en el panorama internacional la guerra entre Ucrania y Rusia que puede afectar a algunos de los datos recopilados. Este conflicto está creando otra crisis energética, aumentando aún más los precios de la electricidad debido a la dependencia energética que tenemos de Rusia, por el suministro de gas. Este hecho sin duda va a producir un aumento en la velocidad de proliferación de las energías renovables con el objetivo de deslocalizar la producción energética de países inestables. Actualmente están apareciendo campañas agresivas y desinformadoras de esta tecnología, la fotovoltaica, con el objetivo de conseguir cuantas más ventas posibles que antes, hace unos meses, no existían y que generan un mercado irreal y corrupto que busca únicamente el beneficio empresarial y no el “Win To Win” tan buscado por nuestra organización. Por último, se concluye que la transición disminuirá en duración, pero con más competitividad, lo que implicará la necesidad de empezar la actividad con “pies de plomo” para protegernos frente a imprevistos del sector.

## 1.2.- DEBILIDADES Y OPORTUNIDAD DE MERCADO

Para que un sector cualquiera se encuentre en un grado deseable de desarrollo se deben de unificar una serie de factores que están directamente relacionados y son dependientes entre sí. Destacando en este sector la necesidad de analizar las debilidades y oportunidades de los siguientes factores (análisis PEST→Político, Económico, Social, Tecnológico):

- 1) Político.
- 2) Económico
- 3) Social / medioambiental.
- 4) Tecnológico

### 1.2.1.- Factor social/medioambiental

Como ya se ha mencionado, la contaminación es uno de los grandes debates a nivel mundial debido a su incremento e impacto en los diferentes hábitats del planeta. La globalización ha traído consigo un sinfín de aspectos positivos a la sociedad. La industria y la tecnología han avanzado a un ritmo sin precedentes en las últimas décadas trayendo consigo nuevos productos y servicios antes inimaginables, pero esto ha tenido un precio, y ese precio ha sido el dejar de lado la salud del planeta y, por ende, la del conjunto de seres vivos.

El progreso industrial es uno de los principales focos de intervención debido a que se ha realizado de manera incorrecta, sin planificación, políticas de control, eliminación ineficiente de residuos y el uso de tecnologías desactualizadas.

Además, se debe tener en cuenta que las principales empresas contaminantes son principalmente grandes empresas relacionadas con el sector energético (producción, comercialización y distribución, etc...), que no obstante han realizado un importante esfuerzo en materia medioambiental, básicamente como consecuencia de las políticas que han propiciado el ocaso del carbón.

Analizando los datos correspondientes a las principales empresas contaminantes en España se observa la siguiente evolución:



Empresa	Miliones de Toneladas de CO <sub>2</sub>	% Emisiones fijas	% Emisiones totales España
ENDESA	30	23	9,28
REPSOL	10,6	8	3
NATURGY	9	7	2,8
EDP	9	7	2,7
ArcelorMittal	6	5	1,82
CEPSA	4,6	3,55	1,44
VIESGO	3,8	2,88	1,17
IBERDROLA	3,3	2,49	1
CEMEX	3	2,31	0,94
Lafarge-Holcim	2,9	2,19	0,89

*Ilustración 1.-Empresas contaminantes españolas 2018. Fuente: (OS, 2021).*

En la información de la “Ilustración 1.- Empresas contaminantes españolas 2018” se observa que todas ellas emitieron el 62% del total de emisiones fijas y el 25% de las emisiones totales de España.

El principal sector contaminante, es el de la quema de combustibles fósiles; es decir, carbón, fuel y gas con un 53%. A continuación, a bastante distancia, le siguen el cemento y las refinerías (11%), la producción de acero (5%), y por último la aviación (casi un 4%).

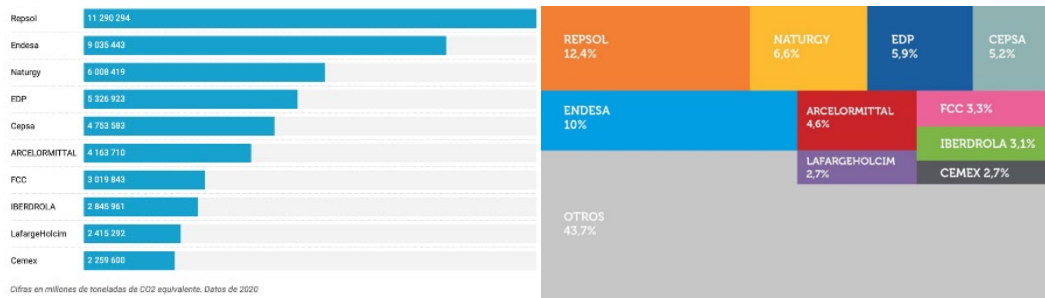


Ilustración 2.-Empresas contaminantes españolas 2021. Fuente: (OS, 2021).

Analizando la anterior figura: “Ilustración 2.-Empresas contaminantes españolas 2021.”, nos damos cuenta de que se mantiene el hecho de que la mayor parte de la contaminación industrial (56,3%), es la producida por los agentes previamente mencionados. Debe tenerse en cuenta que este informe no incluye toda la contaminación producida de clase 1 (emisión directa), y ninguna de las clases 2 y 3 (emisiones indirectas por consumo y distribución de energía y provenientes de empresas o particulares no controlados directamente pero directamente relacionados con la actividad de las empresas contaminantes analizadas) por lo que se les podría incrementar dicho porcentaje.

No obstante, de la comparación entre la “Ilustración 1.-Empresas contaminantes españolas 2018.” y la “Ilustración 2.-Empresas contaminantes españolas 2021.” se observa muy claramente el esfuerzo medioambiental realizado por estas grandes compañías, destacando el ejemplo de ENXESA, que ha reducido su contaminación de CO2 en un 70% entre el 2018 y el 2021. Este hecho nos puede llevar a pensar de una forma errónea que la responsabilidad moral y social de acometer el cambio energético que se quiere realizar deba depender únicamente de unos pocos y no de la mayoría. Al contrario, el hecho de que estas empresas ya están realizando grandes esfuerzos e inversiones en producir dicha transición lo más rápido posible nos demuestra que todos debemos de ser partícipes e intentar, en la medida de posible, realizar pequeños pasos individuales hacia el uso generalizado de las energías renovables y así evitar la quema de combustibles fósiles a gran escala.

Aunque les pertenezca el 56% de contaminación industrial y en ellos resida una capacidad infinitamente superior de maniobra en la transición, lo cierto es que a nivel de contaminación global del país se quedan en un 20% producido, **dejando una gran oportunidad para las energías renovables de autoconsumo.** (Acosta, 2021).

Con esta finalidad debemos analizar la situación del sector con relación la evolución de las emisiones de GEI en España desde 1990 hasta 2018 y los objetivos marcados para 2030/2040.

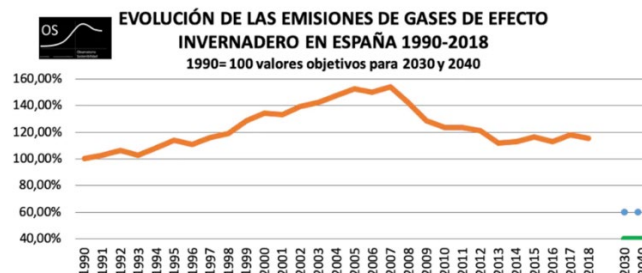


Ilustración 3.- Evolución de las emisiones de GEI en España. Fuente: (REE, 2021).

Mediante la “Ilustración 3.- Evolución de las emisiones de GEI en España.” comprobamos que la situación del mercado energético rompe uno de los factores de sostenibilidad del

sistema. A pesar de la evolución positiva de los últimos años en relación al acercamiento de los objetivos marcados, se nos antoja muy complicado cumplirlos si no se incorporan más agentes intervinientes a la causa. **Aquí es donde aparece la energía fotovoltaica, principalmente de autoconsumo**, para ayudar a reducir la emisión de GEI en toda España. (OS, 2021).

De esta forma, mediante las energías renovables y en especial de la solar fotovoltaica, España puede acercarse a los objetivos de una forma unificada e incluyendo a una gran parte de la población en este cambio y en su mentalización, por lo que entendemos que un modelo de negocio basado en esta tecnología es una realidad imprescindible para mantener, mejorar y evolucionar este sector, agrupando factores sociales y medioambientales antes inexistentes.

### 1.2.2.- Factor político

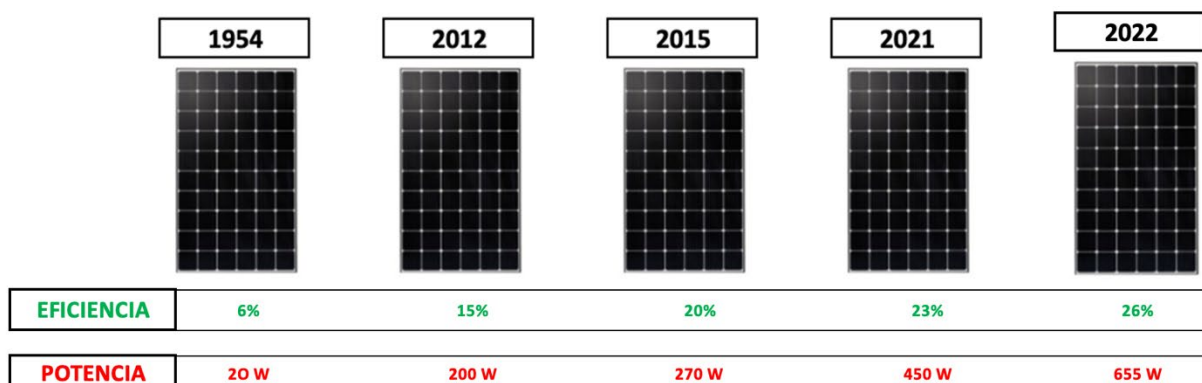
La consecución de los objetivos indicados es apoyado e impulsado por factores políticos. Así, el denominado impuesto al sol (también llamado 'peaje de respaldo' o impuesto al autoconsumo) creado mediante el Real Decreto 900/2015, fue derogado en 2018 mediante Real Decreto-ley 15/2018. Un año antes, el Congreso de los Diputados reconoció el derecho a autoconsumir energía eléctrica sin tener que pagar por ello ningún tipo de impuesto. Al mismo tiempo que eliminó esta tasa, el gobierno anunció una serie de medidas encaminadas a fomentar el autoconsumo:

- Compensación de excedentes a los pequeños consumidores.
- Reducción del proceso administrativo.
- Autoconsumo colectivo en comunidades de propietarios o empresas.

Más recientemente debemos destacar la aprobación Real Decreto-ley 29/2021, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables o la aprobación de la hoja de ruta del autoconsumo 2030, aprobada por El Consejo de Ministros en diciembre 2021 a propuesta del MITECO, siendo su objetivo principal acercarlo a toda clase de consumidor. (IDAE, 2021).

### 1.2.3.- Factor tecnológico

Ilustraremos la evolución de la tecnología a nivel de módulo a lo largo de los años:



*Ilustración 4.- Evolución de la eficiencia y potencia estándar por módulo fotovoltaico.*

Como se puede valorar la eficiencia y potencia del material está en constante crecimiento y debido al incremento de la demanda e investigación se espera seguir incrementando las prestaciones de los módulos con la misma o nuevas y modernas tecnologías. (Mártel, 2018)

#### 1.2.4.- Factor económico.

Actualmente en España se vive un aumento de los precios de la energía sin precedentes y se ha podido valorar la situación de dependencia energética de nuestro país hacia otras regiones. Si comparamos los datos del coste de energía en agosto de 2021 con otros países cercanos de la UE, como Francia y Alemania, que pagan respectivamente 43,83 y 69,19 euros el MW/h, nos encontramos en un panorama que debilita bastante a las industrias españolas y nos proporciona menor fuerza en el mercado, al pagarse en España 102,5 euros MW/h.

Además, estos datos han seguido creciendo durante los últimos meses, alcanzando constantes récords históricos, incluso superando los 340 euros el MW/h en el mercado mayorista. **Según un análisis de Facua-Consumidores en Acción la tarifa media del PVPC en la primera quincena de diciembre de 2021 fue un 94,1% superior a la correspondiente al mismo mes de 2020**, ya que, el aumento de los precios en mercado mayorista está directamente relacionado al valor de esta tarifa .(134,45 euros vs 69,28 euros). (ABC, 2021)

Estos altos precios provocan, como ya se ha mencionado, una debilidad y pérdida de competitividad a medio/largo plazo de nuestro mercado, junto a una inflación que afectará a todos los sectores, y por consiguiente al poder adquisitivo del consumidor. De hecho, en el sector electro intensivo español la factura de la luz puede llegar a suponer un 60% de los costes totales de la empresa y pronósticos fiables del panorama actual en el sector dictaminan que la situación seguirá siendo crítica por lo menos hasta el año 2024. Conociendo la evolución de los mercados españoles se ve necesario realizar una intervención inmediata, tanto económica como tecnológica.

Según OMIE, el precio medio final de la energía, que es similar tanto para el mercado libre como para la comercializadora de referencia (mercado mayorista), ha evolucionado de la siguiente forma (la media de los últimos 5 años se sitúa en 46,2 euros/ MWh):

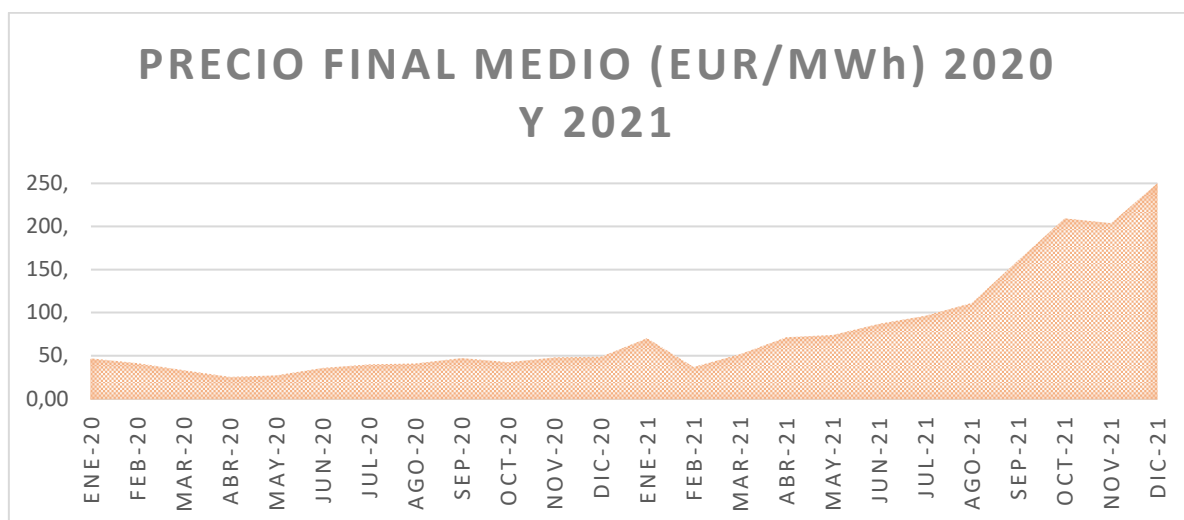


Tabla 1.- Precio final medio de la energía 2020 y 2021.



Momentos críticos del mercado junto a su evolución mensual en 2021 y la estimación para los próximos años:

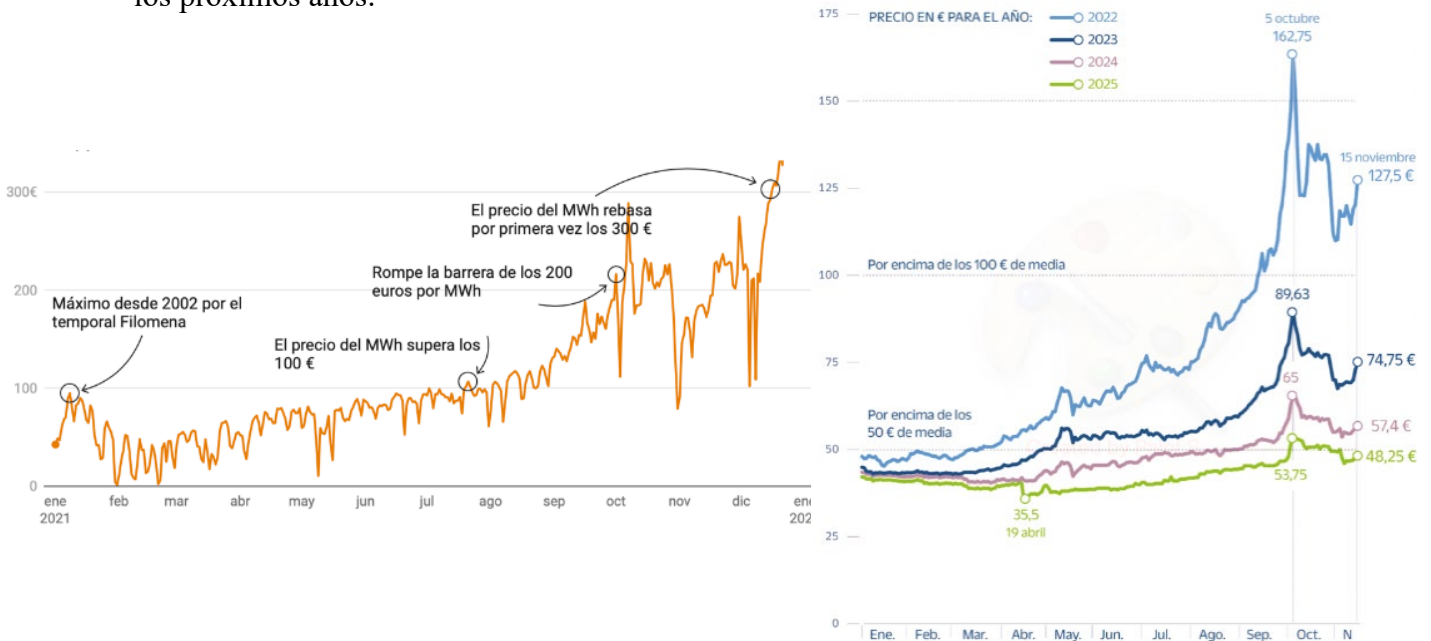


Ilustración 5.-Evolución mensual del precio del MWh en España en 2021 y pronóstico para 2025

Fuente: (Cincodías, 2021).

Además, este precio no se detiene y el récord histórico sigue aumentando semana tras semana, sin saber realmente donde puede llegar a parar:



Ilustración 6.- Precio diario a 22/12/2021, récord histórico hasta esa fecha. Fuente:(OMIE, 2021).

Por lo que se concluye que el uso del autoconsumo fotovoltaico constituye una posibilidad muy real para revertir la situación y minimizar las fluctuaciones factor económico en el sector energético, ya que con los datos actuales la situación puede llegar a ser insostenible para muchas organizaciones. (Patiño M. , 2021)

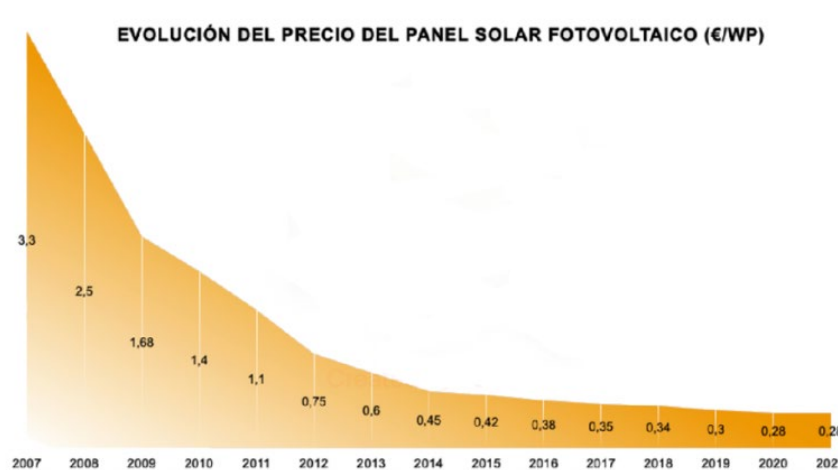
Pasada la crisis energética actual ocasionada por el bloqueo en los puertos y la falta y aumento de los precios en las materias primas de producción de energía, en especial del gas, disminuirá el precio actual de la energía debido a estos factores. Pero no debemos olvidar que los peajes y el precio de los derechos de emisión actual de CO<sub>2</sub> irán en aumento en armonía con las políticas medioambientales contra la producción de GEI, causa que podría hacer irrelevante dicha reducción de precios.

Analizando el conjunto, se observa la necesidad de una reconstrucción del sistema para disponer de una mayor independencia y capacidad de maniobra ya que nos encontramos ante un **sector muy frágil frente a posibles futuras crisis** y de vital importancia al ofrecer un

servicio básico. Por ello, entre otros motivos, la Comisión Europea estudia comenzar a tomar las inversiones en energía nuclear como “energía verde”, paliando así los efectos de una rápida reestructuración ecológica y facilitando económicamente la transición. (funcas, 2021)

Por último, el problema que se está tratando provoca una pérdida de poder adquisitivo estimada en 8.600 millones de euros en las empresas españolas junto a los parones de producción y a la previsión de una reducción del crecimiento de la economía en 5 décimas (6.000 millones de euros) mientras que existía una previsión de un incremento del PIB del 6% en 2021 según Funcas.

Estos altos costes propician la búsqueda de alternativas y el acceso a la financiación de la energía a través de diferentes opciones como pueden ser los paneles fotovoltaicos. (Diago, 2021). De hecho, podemos ver la **reducción del precio de Wp producidos mediante paneles fotovoltaicos** (elemento con mayor coste de la instalación) desde 2007 hasta la actualidad en la siguiente figura:



*Ilustración 7.- Evolución del precio de panel fotovoltaico por Wp. (Carbonel, 2021)*

Por último, durante este **año 2022**, debido a las crisis del covid, falta de materia prima y gran aumento de demanda, **el precio del panel ha aumentado ligeramente hasta 0,32€/Wp**. Además, se junta un factor decisivo de fabricación de los módulos: se fabrican en China y el país tiene una política de autoabastecimiento previo a la exportación. En el momento que se palien estas crisis, se espera que volvamos a una época de reducción de costes, aunque será menos pronunciada.

**CONCLUSIÓN:** teniendo en cuenta todas las cuestiones analizadas en los apartados anteriores, **en el sector fotovoltaico ( SFV ), conseguimos unificar de una forma sostenible los 4 factores de mercado mencionados**, ya que el alto coste actual de la energía proporciona una mayor demanda de alternativas aprovechando que la tecnología es más accesible y provocando un incremento en la eficiencia y variedad de producto (*factor tecnológico*) a un precio asequible para todos los bolsillos (*factor económico*) debido a las políticas en cuestión de compromisos ya mencionados, marco regulatorio o incentivos impulsados por el gobierno como reducciones de IRPF, deducción del IVA (Esteller, 2021), desarrollo con tasas de interés blandas, ect.. (*factor político*) provocadas por el cambio climático y la obligatoriedad a buscar alternativas y soluciones al incremento de demanda energética (*factor medioambiental*).



### 1.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para poder definir bien a quien nos dirigimos debemos realizar un estudio de los potenciales usos de los paneles fotovoltaicos, que principalmente están divididos en dos tipos, que se explicaran resumidamente:

#### 1.3.1.- Generación

Se trata de grandes parques tecnológicos que tienen como función producir energía para comercializar con ella en el mercado mayorista, en definitiva, se produce e inyecta a la red. Este mercado está copado principalmente por grandes comercializadoras y requiere de grandes inversiones iniciales, por lo que existe una gran barrera de entrada.

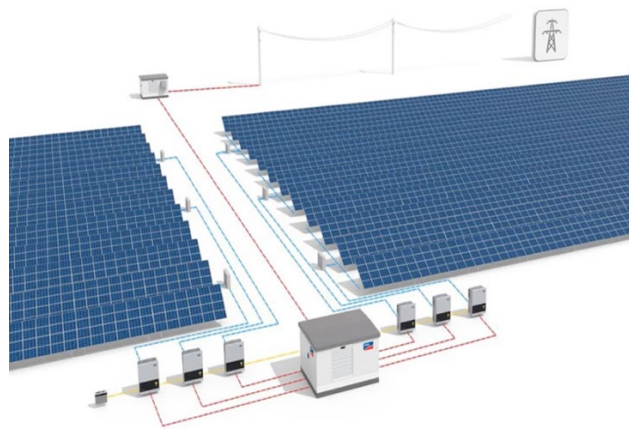


Ilustración 8.- Sistema fotovoltaico de generación. Fuente: (DarlaDimas, 2022).

Tarifa FIT (“Feed In Tariff”) → Proyectos a muy largo plazo.

**Debido a las características mencionadas no será nuestro nicho de mercado.**

#### 1.3.2.- Autoconsumo

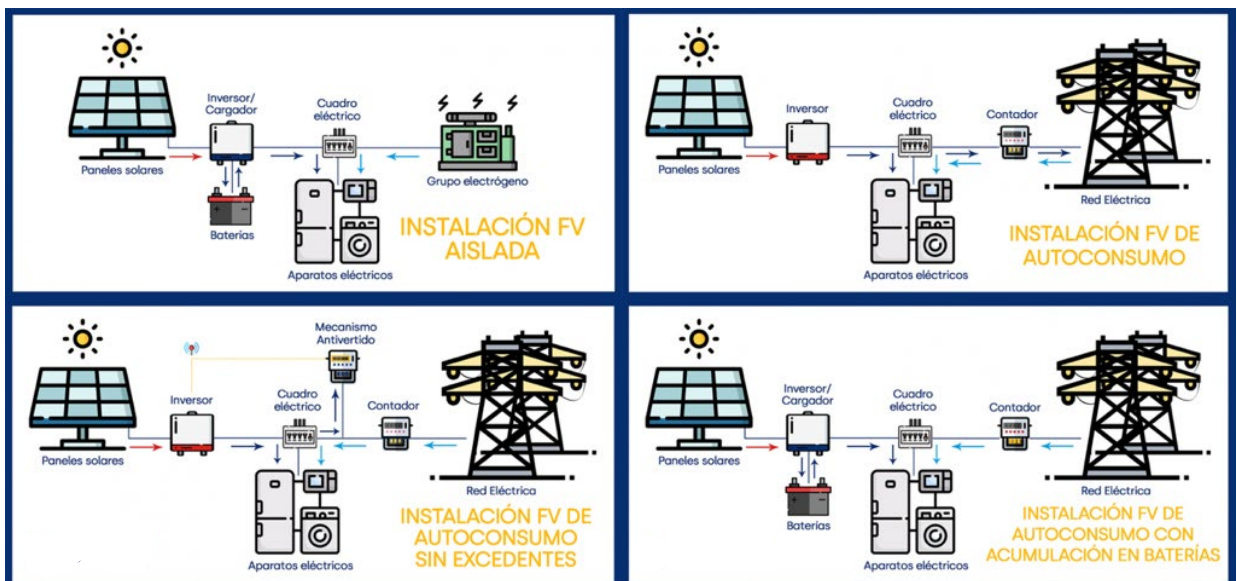


Ilustración 9.- Tipos de autoconsumo. Fuente: (ENDEF, 2022).

Existen dos variantes que se pueden adaptar a los diferentes tipos de instalaciones:

- 1) *Autoconsumo individual*: destinado principalmente a viviendas aisladas y chalets, entran también las pequeñas y medianas empresas, solo existe un consumidor.
- 2) *Autoconsumo colectivo*: permite disminuir gastos de inversión inicial al existir varios consumidores. Este tipo de autoconsumo se habilitó legalmente en 2018, situación que permitió seguir avanzando en la expansión de las placas solares al estimarse que un 70% de los españoles viven en comunidades de vecinos.

Además, esta opción se continúa facilitando mediante nuevos Reales Decretos Ley como el RD 29/2021 , que facilitan la implantación, permitiendo su conexión a red en cualquier tipo de tensión y eximiendo de la obligación de presentar garantías económicas a las instalaciones de generación de electricidad de menos de 100 kW asociadas a cualquiera de las modalidades de autoconsumo con excedentes, entre otras muchas cosas. (WWF, 2021)

*Por motivos de sencillez en materia de captación de clientes trabajaremos en **autoconsumo individual**.*

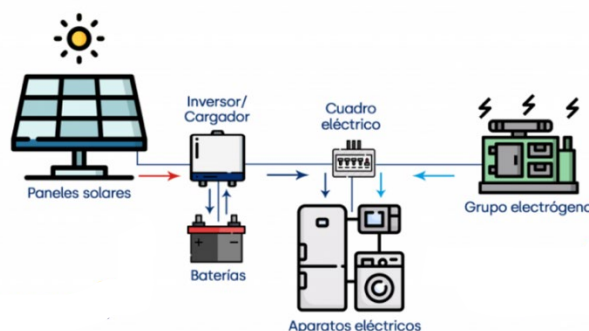
A su vez, el autoconsumo se puede satisfacer mediante distintos sistemas:

### 1.3.2.1.- Sistemas aislados

A estos sistemas se les conoce como SFA o sistemas “Off Grid”. Son sistemas que necesitan de la existencia obligada de una batería para poder otorgar y así consumir energía en las horas en las que no se dispone de radiación solar. Se deberá sobredimensionar la potencia nominal para que la energía generada y la capacidad de almacenamiento permita pasar unos días sin recibir radiación solar. De este modo, en caso de agotarse la energía en la batería o de necesitar una mayor potencia, se dispondrá de un grupo electrógeno a modo de apoyo.

No obstante, como consecuencia de este sobredimensionamiento, la capacidad del inversor deberá de ser mayor, ya que se incrementará en precio.

Estas instalaciones disponen de una menor rentabilidad debido al sobredimensionamiento, existencia de batería y de grupo electrógeno, por lo que serán únicamente aconsejadas cuando no se pueda conectarse a red.



*Ilustración 10.- Instalación SFA. Fuente: (ENDEF, 2022).*

### 1.3.2.2.- Sistemas conectados a red

A estos sistemas se les conoce como sistemas SFCR o sistemas “On Grid” y disponen de dos modelos diferentes reconocidos en el RD 244/2019, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del Real Decreto 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética y la protección a los ciudadanos que habían realizado una inversión en autoconsumo fotovoltaico.

Las dos modalidades son:

#### 1) Sin excedentes:



#### 2) Con excedentes:

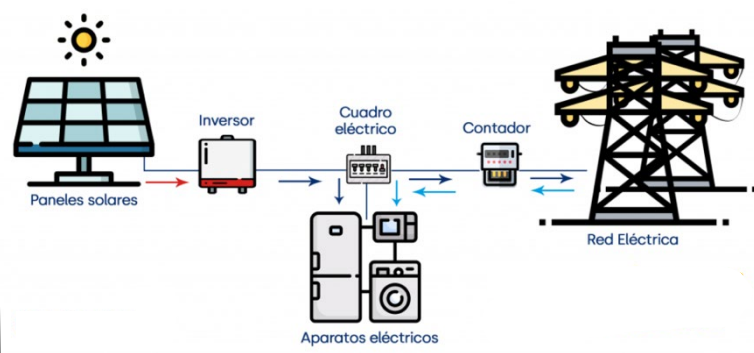
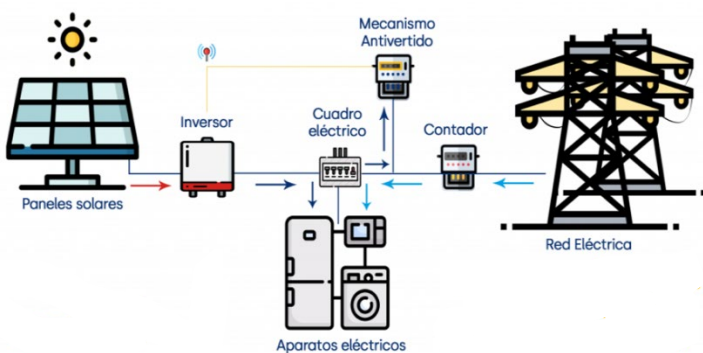
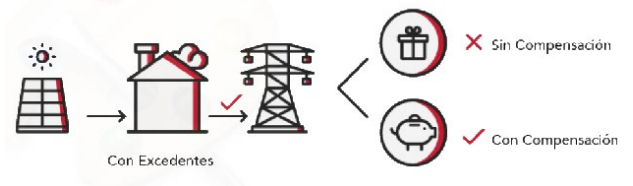


Ilustración 11.- Instalación SFCR sin excedentes e instalación SFCR con excedentes. Fuente: (ENDEF) (TECHNO SUN, 2022)

En primer lugar, tenemos las instalaciones sin excedentes, que se utilizan cuando por legislación no puedas inyectar energía a la red. Este sistema debe de tener un mecanismo antivertido comunicado al inversor y que impedirá que se genere más energía de la demandada.

En segundo lugar, tenemos las instalaciones con excedentes, en las cuales, además de producir autoconsumo, se inyectan los excesos de producción de energía a la red. En estas instalaciones, a su vez, se distinguen en dos opciones diferentes de operar:

- A) **Con compensación simplificada:** los excedentes vertidos a la red serán retribuidos económicamente por parte de la comercializadora. Esta retribución como máximo situará el balance de la factura a cero (no generará beneficios) y el precio obtenido por kW/h de excedentes será inferior al precio por kW/h consumido de la red. *Explicado de otra forma, no es una venta y sí un descuento a la factura final.*

Además, dentro de esta opción existe un par de variedades:

- 1) *Mercado regulado* donde el precio será igual al resultado de restar al precio medio horario (basado en el resultado del mercado diario e intradiario para cada hora del día) el coste de los desvíos (no se tienen

en cuenta los peajes de acceso). Puede consultarse en ESIOS (red de información del operador del sistema).

Por facilitar el conocimiento más profundo sobre la facturación de la energía compensada se comentará que en otros países se puede producir la medición neta o “Net metering” donde usas más o menos la red como una batería personal a coste cero, ya que el coste del kW/h exportado y consumido tienen el mismo valor.

Por otro lado, tenemos la situación española que se denomina facturación neta o “**Net factoring**” que conlleva un cálculo más complejo. Esta situación se justifica técnicamente en la medida en que evita el sobredimensionamiento y económicamente porque trata de autoconsumo y no de generación y por ello nunca se podrán obtener beneficios. Actualmente suele rondar aproximadamente 0,05-0,06 €/kWh.

- 2) *Mercado libre* donde el precio será el acordado con la comercializadora (el poder de negociación de los consumidores es bajo por lo que será fijado mayoritariamente por la comercializadora en cuestión).

Para poder acogerse a estas compensaciones se deben cumplir los requisitos de instalación mencionados en el RD 244/2019, destacando que la instalación no puede superior los 100kW de potencia total instalada. (Selectra, 2021)

- B) **Sin compensación simplificada**: en este tipo entran las instalaciones que no cumplen los requisitos necesarios o no quieren acogerse a la compensación de excedentes simplificada. *Los excedentes se venden al mercado* eléctrico y no se recibe dicha compensación económica: el precio al que se vende la energía es el mismo al que la REE (Operador del sistema) oferta la energía en el mismo momento en su página web. Cabe la pena mencionar que este modo de obtener beneficios mediante los excedentes producidos no es aconsejable para el cliente medio o residencial, ya que, en España, **se debería acordar a través de una comercializadora una representación en el mercado de la electricidad y declarar a hacienda los beneficios producidos por dicha venta**. Además, el Ministerio para la Transición Ecológica aclara que: “*deberá estar acogido a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes no acogida a compensación y le serán de aplicación las mismas normas que a cualquier planta de producción de energía eléctrica*”. (MITECO, 2022)

Para instalaciones que aporten una gran cantidad de energía sí se empieza a considerar rentable y *es aquí donde entrará nuestra organización, mediante **contratos PPA On site*** (Power Purchase Agreement en inglés) que son contratos de suministro de energía eléctrica a largo plazo, desde una instalación fotovoltaica montada específica e integradamente en las instalaciones del cliente, conectada a su red interior, y en el que cliente paga por los kWh consumidos a un precio inferior al del mercado con una tarifa estable ajena a las fluctuaciones del mercado. Este marco se encuentra regulado en el RD 413/2014. (Carrasco, 2021)

### 1.3.2.3.- Sistemas híbridos

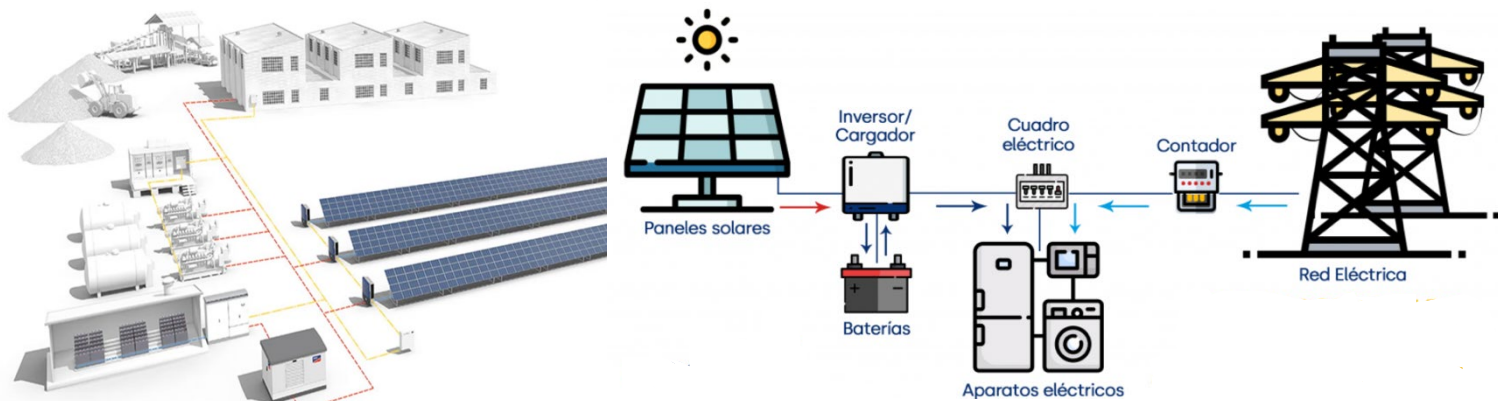


Ilustración 12.- Sistema híbrido de autoconsumo. Fuente: (ENDEF) (TECHNO SUN, 2022)

Estos sistemas se suelen implantar principalmente en sistemas con mala conexión a red o donde no se permita inyectar excedentes. No buscan desconectarse de la red, pero si disminuir las pérdidas en la producción de energía generada. No será nuestro modelo de operación debido al **incremento de inversión inicial** por la existencia de grupos electrógenos y baterías. (ENDEF, 2021)

### 1.3.3.- Decisión basada en potenciales clientes

Como se ha indicado, la opción de autoconsumo mediante sistema conectado a red con excedentes y compensación simplificada será la utilizada para trabajar en viviendas particulares, sector al que vamos a dedicar una especial dedicación en el arranque de la actividad de la organización, para ir dándonos a conocer. Debemos tener en cuenta que el mercado fotovoltaico tradicional de autoconsumo es un mercado marcado por la oferta de productos similares, con un factor de diferenciación muy difícil de encontrar y que se encuentra con un margen de beneficio reducido debido a la lucha de precios entre las diferentes organizaciones por llevarse los clientes objetivo. Por ello, trataremos de reducir los proyectos de menor envergadura como los destinados a viviendas unifamiliares y los de autoconsumo compartido residencial (que no industrial) por su complejidad administrativa y armónica. (SotySolar, 2021)

Nuestro objetivo por tanto será el de enfocarnos principalmente en medianas capacidades energéticas, por lo que atenderemos al sector industrial. Podremos incorporar empresas del sector electrointensivo o con grandes demandas de energía, como hoteles, grandes centros deportivos, supermercados con sus respectivos aparcamientos, hospitales.... (CE1, 2021) (CE, Aparcamiento Solar, 2021)

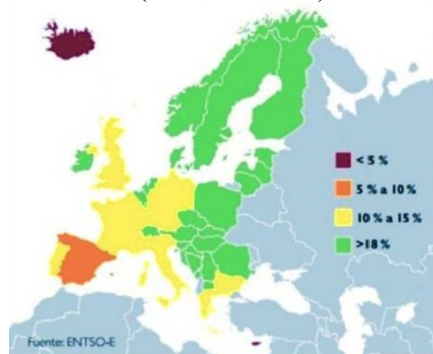
Este sector quiere blindarse frente a los parones de producción que se puedan ocasionar frente a los altos precios de la energía y reducir su factura energética para poder invertir el mayor grueso financiero en su actividad propia. Y, aunque es poco probable que ocurra en España por tratarse de una “isla energética”, las empresas también temen y quieren protegerse frente a posibles apagones derivados de una alta demanda de energía (creciente año tras año) y de la escasez de energía propia. Las interconexiones entre países son favorables porque producen un ahorro económico, pero también pueden darse situaciones



de dependencia durante esta transición energética como la ocurrida en Kosovo el 22/12/2021 que propicio los primeros apagones en Europa. (Roca, 2021).

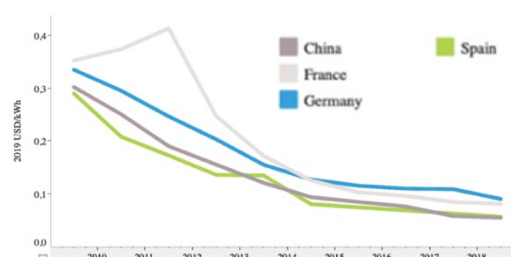
En este sector optaremos por tanto por el autoconsumo mediante sistema conectado a red con excedentes y con/sin compensación simplificada, formalizando con los clientes el contrato PPA On site descrito anteriormente, que está alcanzando cifras de venta de energía limpia en continuo incremento, como refleja el último informe de BloombergNEF (Empresa mundial de información financiera y noticias).

Por otro lado, según la asociación europea para la cooperación de operadores de redes de transporte de electricidad (Entso-E), España es el único país de Europa continental por debajo de la interconexión mínima establecida por la UE para 2020 (10% → mínimo establecido de transmisión de energía entre países). Nos encontramos en un punto muy lejano del objetivo marcado para el año 2030 (15%), por lo que se debe trabajar rápido en aumentar la capacidad de interconexión actual (6% → Interconexión española, con paridad entre Francia y Portugal), por medio de planes gubernamentales con el objetivo de lograr los propósitos de la UE como el PNIEC, que impulsa exponencialmente la producción e interconexión a través de la fotovoltaica: (Brands, 2021)



*Ilustración 13.- Ratio de interconexión 2020. Fuente: (ENTSO-E, 2021)*

En definitiva, se percibe que tarde o temprano, todas las empresas de dichos sectores deberán de estar alimentadas por fuentes de energía renovables, favoreciendo esta opción el sistema de ayudas y penalizaciones otorgadas por el Gobierno de España y la Unión Europea. Por ello, consideramos esta situación como el momento ideal para realizar dicha transformación. Además, la inversión necesaria para la producción de kWh mediante paneles fotovoltaicos en España se encuentra relativamente al mismo nivel que la requerida en China o inferior a la de países vecinos como Francia o Alemania, por lo que nos será más sencillo o accesible iniciar nuestra actividad. Según IRENA, el LCOE (medida del costo neto promedio de la generación de electricidad para una planta generadora durante su vida útil) a escala de servicios públicos por país desde 2010 hasta 201 es:



*Ilustración 14.- Visión de la evolución del coste de la producción de energía por medio de SFV.*

*Fuente: (Solar Costs, 2021)*

## 1.4.- ANÁLISIS DEL ENTORNO

### 1.4.1.- Tipo de negocio

Al inicio de la actividad nos enfocaremos en viviendas particulares, es decir, aplicaremos un modelo de negocio tipo B2C, en el que una empresa vende de forma directa al consumidor final, por lo que las transacciones serán de menor envergadura y existe un solo decisor (el cliente).

Sin embargo, el objetivo de nuestra organización se asemeja a un tipo de negocio B2B, de modo que actuaremos como proveedor a clientes que son empresas de sectores específicos del mercado, con las siguientes características de negocio:

- Pocos clientes y transacciones elevadas.
- Productos a medida y precios negociables.
- Proceso de venta largos y complejos debido a que hay múltiples decisores en el proceso de compra.
- Demanda derivada de sus gastos y el uso determina el valor.

### 1.4.2.- Tipo de mercado

#### 1.4.2.1.- Tamaño del mercado

Nos encontramos ante un mercado que está en clara expansión, ya que, aunque el autoconsumo solar no sea algo ciertamente novedoso, el cambio de políticas ejercidas durante estos últimos años en nuestro país, como la derogación del impuesto al sol en 2018, ha permitido el aumento del número de proyectos e inversiones en la mayor parte del territorio nacional.



*Ilustración 15.- Evolución del autoconsumo en España. Fuente: (UNEF, 2021).*

Además, la tendencia de las administraciones públicas de las distintas comunidades autónomas del país es facilitar el proceso a las empresas o particulares, imponiendo las menores trabas posibles para la implantación de instalaciones solares fotovoltaicas de

autoconsumo (demostrable con la implantación del RD 29/2021, (Selectra, 2021)) eximiendo por ejemplo de la Licencia de Obras (LO), como se puede ver en la siguiente ilustración que refleja los territorios que la eximen. (Ruiz C. G., 2021)



Ilustración 16.- Licencias de obras para la instalación de autoconsumo por CCAA. (UNEF, 2021)

Todo esto indica que el mercado está creciendo a un ritmo sin precedentes, sobre todo en bajos niveles de potencia, y se espera tener una mayor independencia de capacidad de instalación con el transcurso del tiempo. De hecho, los pronósticos indican que el SFV seguirá creciendo un 10% anual aproximadamente.

Por ello, se crea una mayor competitividad y rivalidad entre las empresas pertenecientes, como, por ejemplo, empresas espejo del sector que podrían ser Opengu, SUD Renovables, SotySolar, CambioEnergético o SolarProfit entre otras...

### 1.4.2.2.- Localización del negocio

Como se puede ver en “Ilustración 13.- MW instalados por CCAA.”, el sistema de autoconsumo solar español se encuentra localizado especialmente en el sur de España, territorio que dispone de mejor clima referido a número de horas de luz y una mayor calidad de iluminación solar. Actualmente los megavatios instalados en España siguen la siguiente distribución:

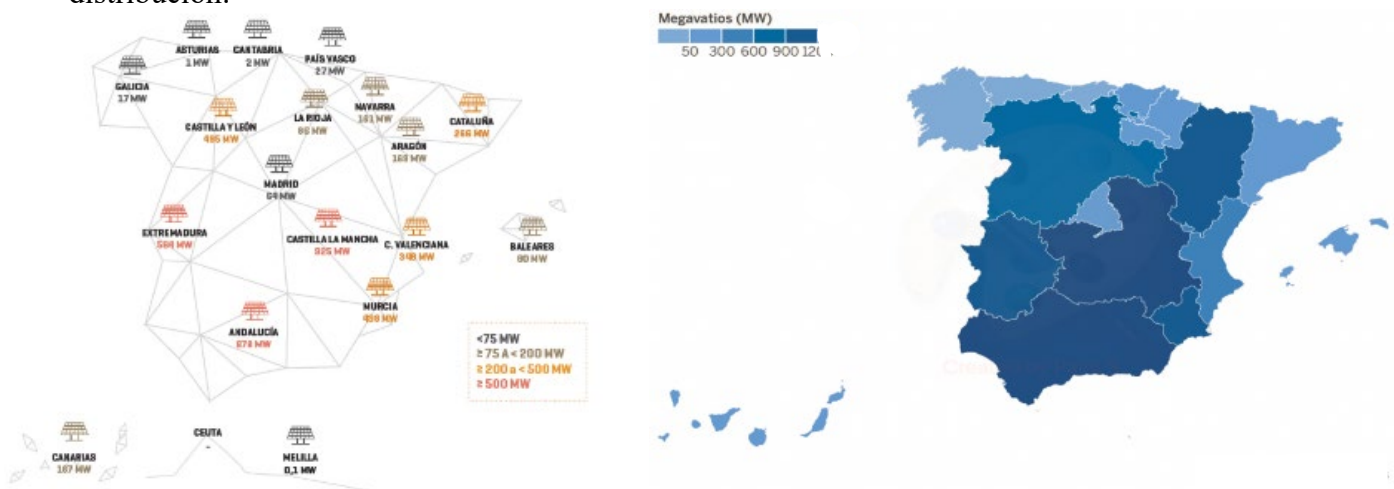


Ilustración 17.- MW instalados por CCAA. Fuente: (UNEF, 2021).



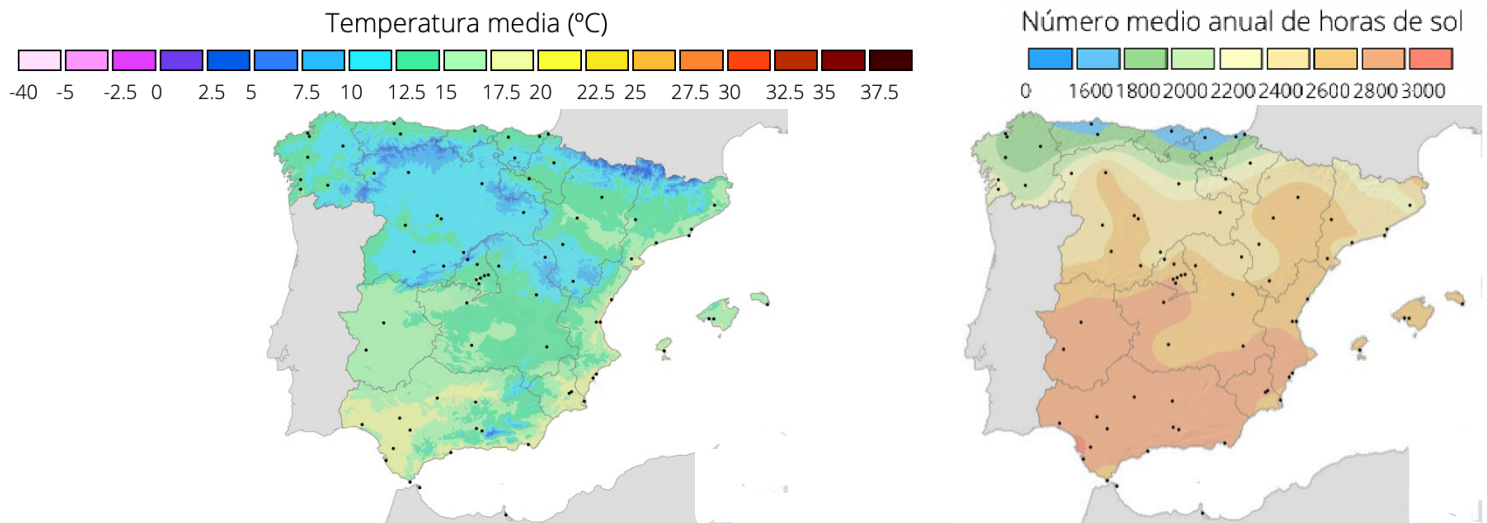


Ilustración 18.- Mapa de la temperatura media y horas solares en España. Fuente: (AEMET, 2022)

Nuestra organización tendrá sede en el norte, en concreto en el Principado de Asturias, que se sitúa última en esta carrera. Precisamente por esta situación entendemos que esta ubicación, por la menor rivalidad y competencia, hacen del lugar una oportunidad con futuro.

Aparentemente el plan de negocio propuesto en nuestra región no tendría demasiada viabilidad económica si únicamente se realizasen las comparaciones realizadas en la “Ilustración 14.- Mapa de la temperatura media y horas solares en España”, debido a las condiciones teóricamente más desfavorables en comparación entre las diferentes zonas geográficas de nuestro país. Por ello, se extrapolará y se atenderá a la irradiación existente en Europa y al ranking mundial de los países con mayor potencia solar fotovoltaica instalada a fecha de 2020: (Orús, 2021), para concluir que la instalación en esta Comunidad autónoma sería totalmente eficaz.

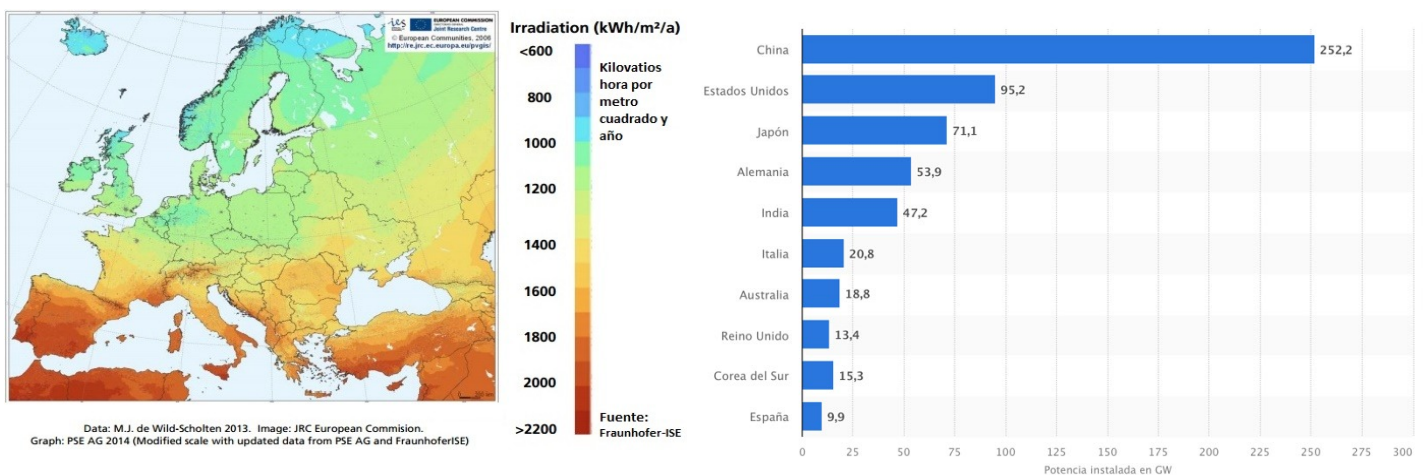


Ilustración 19.- Irradiación Europea y ranking mundial de potencia FV instalada a fecha de 2020. Fuente: (ISE, 2021).

Atendiendo a los datos ofrecidos, se puede ver en primer lugar que la irradiación solar en Europa y en el norte de España es bastante similar. En segundo lugar, se constata que países europeos como Italia o en especial Reino Unido o Alemania tienen una potencia FV instalada superior a la española.

Y ello es debido a que se debe tener en cuenta que el factor de las *altas temperaturas no es un condicionante positivo* para el funcionamiento y eficiencia de los paneles fotovoltaicos, sino que, todo lo contrario:

MÁXIMA POTENCIA DE PANEL (A 25°C)	COEFICIENTE DE PERDIDA DE POTENCIA POR TEMPERATURA	DIFERENCIA DE TEMPERATURA								
		+/- 1	+/- 5	+/- 10	+/- 15	+/- 20	+/- 25	+/- 30	+/- 35	
640W	-0,38%/°C	637,57	627,84	615,68	603,52	591,36	579,20	567,04	554,88	
	-0,26%/°C	638,34	631,68	623,36	615,04	606,72	598,40	590,08	581,76	
550W	-0,38%/°C	547,91	539,55	529,10	518,65	508,20	497,75	487,30	476,85	
	-0,26%/°C	548,57	542,85	535,70	528,55	521,40	514,25	507,10	499,95	
440W	0,38%/°C	438,33	431,44	423,28	414,92	406,56	398,20	389,84	381,48	
	-0,26%/°C	438,86	434,28	428,56	422,84	417,12	411,40	405,68	399,96	
380W	-0,38%/°C	378,56	372,78	365,56	358,34	351,12	343,90	336,68	329,46	
	-0,26%/°C	379,01	375,06	370,12	365,18	360,24	355,30	350,36	345,42	

Tabla 2.-Potencia final del panel tras pérdida por temperatura. Fuente:(EcoInventos, 2021).

En este ejemplo se puede ver la variación de potencia máxima de un panel (obtenida a 25°C y condiciones estándar perfectas) en función de la temperatura real del panel provocada por la temperatura ambiente del lugar. Los coeficientes seleccionados de 0,38%/°C y 0,26%/°C se deben al tipo de resistencia de panel utilizado, siendo actualmente los primeros los menos resistentes y los segundos los más resistentes.

El significado de esta varianza es que por cada grado de diferencia de temperatura se pierde un 0,38% y 0,26% de potencia máxima correspondientemente, por lo que la ubicación de una instalación en Asturias podría resultar incluso más apropiada que en otras regiones más calurosas, si atendemos únicamente a estos parámetros.

Es importante mencionar a estos efectos, que la temperatura del panel suele ser 15-30°C superior a la ambiental, por lo que, aunque rara vez pueda ocurrir, si la temperatura fuese inferior a los 25°C de referencia/operación, la potencia máxima aumentaría ya que, el voltaje aumenta con la temperatura y la potencia es dependiente del producto entre la corriente y la tensión.

Además, a mayor tamaño mayores son las pérdidas de la instalación:




INSTALACIÓN	COEFICIENTE DE PERDIDA DE POTENCIA POR TEMPERATURA	TEMPERATURA								
		+/- 1	+/- 5	+/- 10	+/- 15	+/- 20	+/- 25	+/- 30	+/- 35	
RESIDENCIAL 	5kW	-0,38%/°C	19,00	95,00	190,00	285,00	380,00	475,00	570,00	665,00
	-0,26%/°C	11,17	55,86	111,72	167,58	223,44	279,30	335,16	391,02	
INDUSTRIAL 	40kW	-0,38%/°C	152	760	1.520	2.280	3.040	3.800	4.560	5.320
	-0,26%/°C	104	520	1.040	1.560	2.080	2.600	3.120	3.640	
COMERCIAL 	2mW	-0,38%/°C	7.600	38.000	76.000	114.000	152.000	190.000	228.000	266.000
	-0,26%/°C	5.200	26.000	52.000	78.000	104.000	130.000	156.000	182.000	

Tabla 3.-Potencia perdida por temperatura en base a instalaciones con paneles de 640W.

Por lo que, en este sentido, y teniendo en cuenta las temperaturas existentes en los meses de verano, que son los de mayor número de horas de sol (solsticio de verano: 21 junio), en Asturias se obtendría un punto a favor dentro del modelo de negocio propuesto, sabiendo que las temperaturas en el mes de Julio en España son:

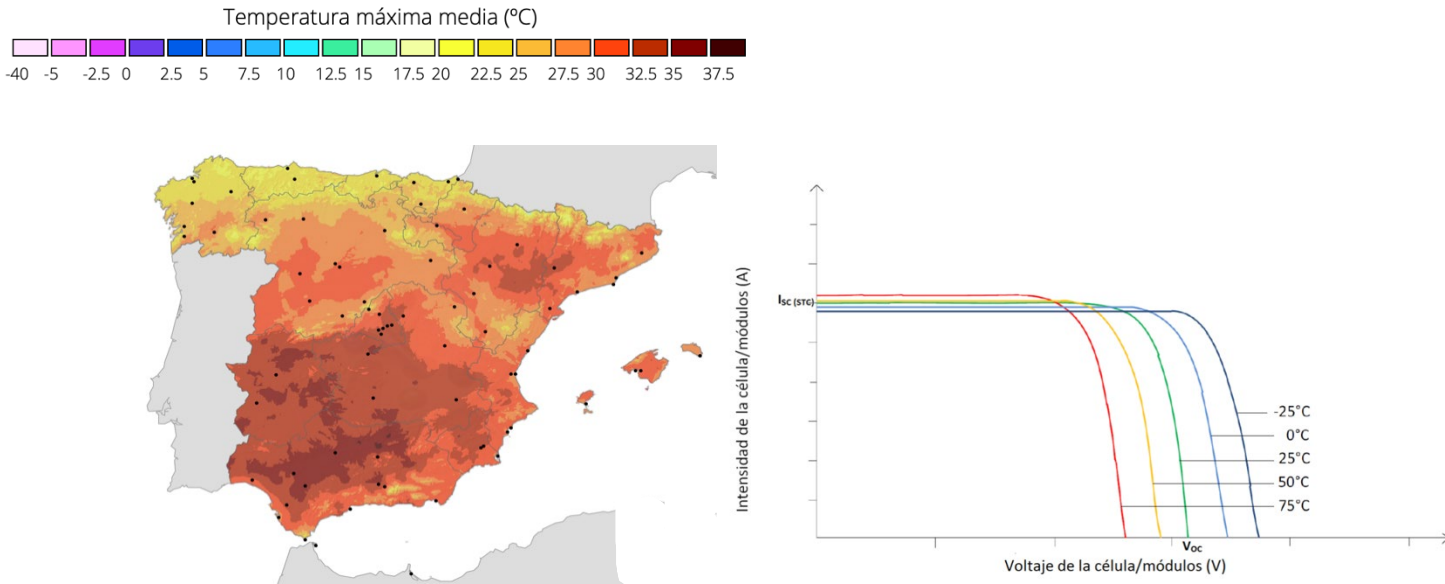


Ilustración 20.- Temperatura media España mes de Julio y efecto temperatura en un panel fotovoltaico.

Fuente: (Ingelibre, 2014)

temperatura es un aspecto que mejora la eficiencia de los paneles fotovoltaicos frente a otras provincias, y en especial en los meses de verano que son los de mayor producción de energía.

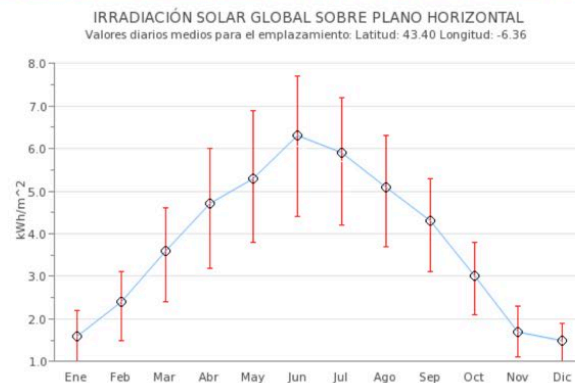
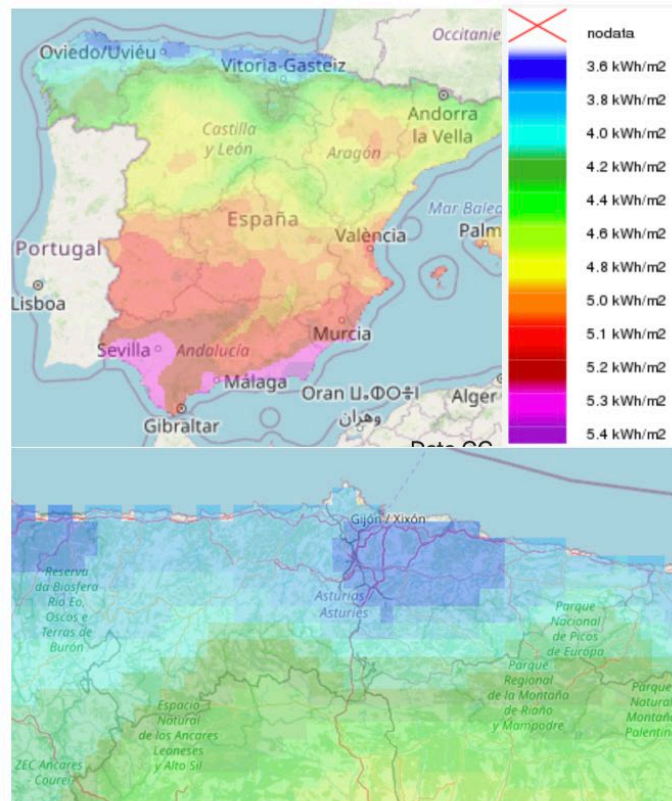
Por otro lado, se comprueba que el número de horas de sol medio al año en Asturias es de 1962 horas y 3,8 son los kWh/m<sup>2</sup> por día obtenidos, que llevado a un dato anual será de 1385 kWh/m<sup>2</sup>.

Ciudad	Horas de sol (año)	Irradiación solar
Oviedo	1.962	3,8 kWh/m <sup>2</sup> día

Tabla 4.- Resultados horas de sol e irradiación solar en Asturias simplificado. Fuente:(ADRASE, 2021)

**Por todo lo anterior, se confirma la viabilidad productiva de energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos para la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias,** aunque se recalca que *la temperatura, a pesar de su importancia a la hora de calcular la producción de un campo generador, no es el determinante, como si lo es valor de la radiación incidente sobre la superficie* de módulos fotovoltaicos. Así, como veremos a continuación en la “Ilustración 25.- Irradiación solar global sobre el plano horizontal en Asturias.”, nuestra región se encuentra en una de las peores zonas geográficas del país en relación al número de kWh/m<sup>2</sup> recibidos.

Una vez justificada la ubicación debemos continuar analizando los datos concretos para nuestra región de horas de sol e irradiación solar:



(kWh/m <sup>2</sup> )	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Percentil 75	2.2	3.1	4.6	6.0	6.9	7.7	7.2	6.3	5.3	3.8	2.3	1.9
Valor medio	1.6	2.4	3.6	4.7	5.3	6.3	5.9	5.1	4.3	3.0	1.7	1.5
Percentil 25	1.0	1.5	2.4	3.2	3.8	4.4	4.2	3.7	3.1	2.1	1.1	1.0

Ilustración 21.- Irradiación solar global sobre el plano horizontal en Asturias. Fuente: (Guijarro, 2021).

Por lo que se diseñarán las instalaciones en la inclinación y orientación necesaria para aprovechar mejor los meses comprendidos entre marzo y septiembre.

Por otro lado, para conocer el número de placas necesarias a implantar en nuestro proyecto obtendremos las **HSP** a partir de la irradiación solar diaria calculada (HSP es un parámetro que define la cantidad de energía solar que recibe una superficie a una radiación de 1kW/m<sup>2</sup> durante 1 hora). Es una unidad importante a la hora de hacer cálculos para determinar el dimensionamiento de una instalación de placas solares. Obtendremos 3,8 HPS al día o 1385 HSP anuales.



### 1.4.2.3.- Clientes objetivo

Como ya hemos mencionado, la organización del sector, respecto a potencia instalada, se encuentra en dos vertientes: por un lado, pequeñas instalaciones que normalmente se realizan en acuerdo con pymes y se enfocan en el sector residencial y, por otro, las grandes operaciones de autoconsumo en el sector industrial (superior a 100kW), que suelen ir de la mano de grandes empresas como pueden ser Iberdrola, EDP, Endesa o El Corte Inglés.

Nuestra organización encontrará su nicho de mercado en el intermedio de ambas. Así, no se afrontará macroproyectos pero tampoco se enfocara primordialmente en el sector residencial, si no que destinará sus esfuerzos a medianas potencias. Por añadir algunos ejemplos de empresas con implantaciones FV recientes:

CLIENTE	CONTRATA	COSTE (obras completa)	POTENCIA INSTALADA
Petroquímica Sabic	Iberdrola	70 M €	100 MW
AENA	-----	110 M €	130 MW
Burguer King	EDP	As a service*	5 MW
San Miguel	SolarProfit	3 M €	7 MW
Bridgestone	Endesa X	6 M €	9 MW
Amazón	Dragados	100 M €	152 MW
<p>*As a service: evita a los clientes tener que invertir en la adquisición de equipos dado que son instalados y gestionados, íntegramente, por el fabricante a cambio de una “cuota de servicio” mensual durante la vida de la instalación. (<b>CONTRATO PPA</b>)</p>			

*Tabla 5.-Contratos de Instalaciones autoconsumo España.*

Mencionamos estas instalaciones porque nuestro modelo de negocio se va a basar en sus experiencias, llevándolas a una dimensión reducida de las mismas, como la realizada por EDP en Burger King, que compite perfectamente en términos de viabilidad económica y contractual a los modos tradicionales.

Además, EDP sigue su evolución y expansión en esta manera de operar para cumplir sus objetivos energéticos renovables. En concreto, durante el 2022, en Asturias se cubrirá la fábrica de ASLA con el mayor parque fotovoltaico de la región, siguiendo esta manera de operar con un global de 5.300 módulos solares en 13.000 metros cuadrados y 2.800kWp (PPA On Site), hazaña que se verá sobrepasada por Amazon en 2024, en Bobes de la mano de filial Spain Fulfillment Birch Southeast S. L. U., con una inversión de 2M €, un total de 10.800 módulos en 48.750 metros cuadrados y 3.996 kWp. (Montañes, 2021) (Tamargo, 2022).

Estos proyectos, por su envergadura, aseguran aún más la viabilidad de nuestro modelo de negocio, en la medida en que constituyen un ejemplo a seguir por otras empresas.

Desde nuestra organización consideramos que esta evolución energética acarreará la vuelta del Estado Español a su huso horario correspondiente por su zona geográfica. Actualmente, España, desde 1940, se encuentra acorde al uso horario de Berlín, cuando Francisco Franco, al igual que otros territorios, como Reino Unido o Portugal, adelantó una hora el horario español para estar en sintonía con la Alemania de Hitler en la segunda guerra mundial. Por ello, no se encuentra en el huso horario que teóricamente le correspondería y que sería el del meridiano de Greenwich, hecho que nos aportaría una hora más de luz por día si se volviese a adoptar.

De ser así, esto influirá a nuestro favor en la determinación del número de placas necesarias a implantar en cada proyecto de autoconsumo al disminuir el consumo energético.

### **1.4.3.- Funcionamiento del mercado**

El mercado en el que estamos dispuesto a entrar dispone de un modo de funcionamiento en el que, mediante la formalización de contratos **PPA “on-site”**, el cliente solo paga por la energía consumida a largo plazo y la empresa instaladora asume todos los gastos.

En definitiva, es como realizar un *contrato de venta de energía renovable a largo plazo*, con un precio fijado donde el proveedor asume los gastos de financiación, mantenimiento e implantación. En estos tipos de transacción se proporciona al cliente la instalación FV llave en mano, exclusivamente para el suministro de energía en suelo próximo a sus instalaciones o en su propio techo, y se conectará a su red interior. Además, una vez consumido el plazo pactado, la instalación se convierte en propiedad del cliente y la energía se convierte automáticamente en gratuita. Una vez llegados a este punto el siguiente paso lógico es convertirse en la empresa mantenedora de la instalación, contratando este servicio con el cliente. (*El precio de venta de la energía y la solución propuesta se hará por negociación “Win to Win”*). (MarketingB2B, 2018)

**Este tipo de contrato y forma de actuar se considera la óptima dada la situación del sector** y por ello siempre que sea factible se optará por esta opción antes que por la tradicional venta llave en mano.

Así, el proveedor (nuestra organización) se encarga de la gestión de los excedentes de producción no consumidos por el cliente, negociando la tarifa de venta a la red (venta/compensación), a la empresa comercializadora de nuestro cliente, y cobrando por esta gestión. La venta de la energía sobrante se podrá gestionar de tres formas:

- 1) Formalizar un acuerdo de representación en el mercado eléctrico con alguna comercializadora en nombre de nuestra organización (necesaria inscripción en el RAIPRE y licencia de actividad).
- 2) Formalizar un acuerdo de representación en el mercado eléctrico con alguna comercializadora en nombre del cliente.
- 3) Formalizar un acuerdo de compensación de excedentes con la comercializadora de referencia.

El esquema de las operaciones a efectuar en el PPA será el siguiente:

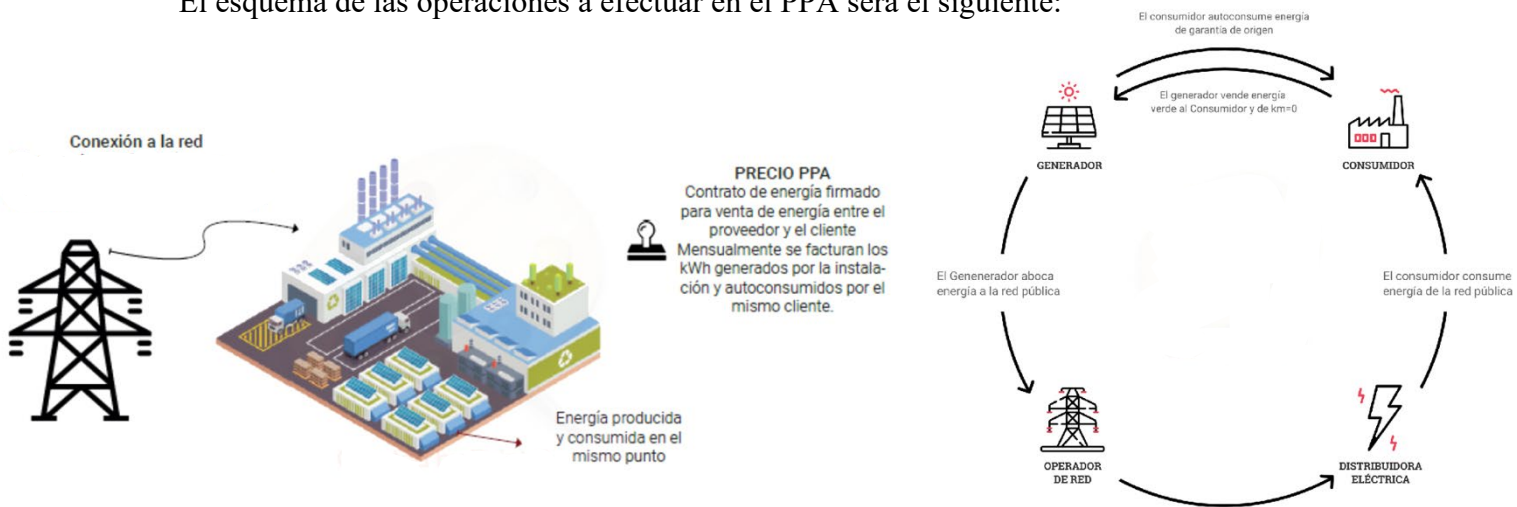


Ilustración 22.- Esquema de operación contrato PPA. Fuente: (TECHNO SUN), (Interempresas, 2022)

Este funcionamiento permite a nuestro cliente destinar sus recursos financieros exclusivamente a su actividad mientras acomete el proyecto-ya que no tiene que realizar una inversión inicial. Además, obtendrá un precio en el coste de la energía más competitivo y estable que otorgue una mayor confianza en las maniobras de la actividad principal del negocio.

**En resumen, el cliente se desentiende de las variaciones de precios de la electricidad junto a una reducción inmediata en el coste de kW/h consumidos.**

Por último, al ser un pago mensual por la energía consumida, en principio la deducción fiscal es superior que si se tratase de una deuda global por la instalación. (Morlanes, 2021) No afecta impuestos patrimoniales como el IBI.

Este modelo de negocio nos proporcionará además un vínculo estrecho con los clientes y nos facilitará, al final del acuerdo, obtener las operaciones de mantenimiento en nuestra propia organización. Además, al ser instalaciones de mayor tamaño que el requerido para una residencia habitual (sector residencial) la amortización del proyecto se produce de una forma más breve como mencionamos en “Ilustración 29.- Precio medio de una instalación industrial FV.”. (Iberdrola, 2021)

#### 1.4.3.1.- Viabilidad económica del negocio

Para analizar la viabilidad del modelo de negocio propuesto se representará de una manera muy general y estimativa del precio medio y capacidad de generación media de la instalación en la región destino (Principado de Asturias).

En primer lugar, se estiman los ingresos por venta de energía de la instalación FV dependiendo de la potencia total instalada en la instalación ( $W_p$ ). Se parte del hecho de que el PPA On site es un sistema que funciona como un alquiler a largo plazo con opción de compra en cualquier momento, donde en vez de pagar una cuota fija por el alquiler, el cliente paga un precio fijo por la energía consumida, siempre inferior al precio actual pagado por el cliente (mediante estos ahorros se autofinancia la instalación fotovoltaica durante el plazo

de amortización). Así, la estimación media del coste a la que se tendría que vender la energía se planteará tomando placas de 350 W, con dimensiones de 1,5 m<sup>2</sup> y una producción unitaria de: 350 W x 1.385 HPS igual a 485 kWh/año en Asturias/Oviedo. Además, se venderá la energía obtenida a un precio medio anual de 0,07 €/kWh: (Invertia, 2021)

Consumo ( kW )	Potencia total de placas FV ( kWp )	Nº placas ( 350 W )	Espacio necesario ( m <sup>2</sup> )	Energía producida ( kWh / año )	Ingreso por venta energía ( € / año )
20	14,4	41	62	20.015	1.401,03
50	36,1	103	155	50.037	3.502,56
75	54,2	155	232	75.055	5.253,85
100	72,2	206	310	100.073	7.005,13
150	108,3	310	464	150.110	10.507,69
200	144,4	413	619	200.146	14.010,25

*Tabla 6.- Estimación ingreso por venta de energía en instalación FV.*

En relación con estos datos debe aclararse que el espacio necesario se trata de la superficie en “bruto”, el final requerido dependerá de las decisiones del instalador sobre el diseño del proyecto (2,3 filas, horizontal, vertical). A parte, la energía producida debería de ser inferior al no considerarse las pérdidas en los paneles y utilizar las HPS brutas (no cuenta pérdidas de la instalación). Al tratarse de un cálculo aproximativo, se aceptará esta desviación.

A continuación, calculamos de una forma no detallada el costo de la instalación para saber el periodo de amortización y a partir del cual se comenzaría a obtener beneficios netos hasta el final del contrato.

Así, comenzamos realizando un cálculo aproximado del coste total de la instalación considerando el precio por las placas FV a 200 € la unidad, teniendo en cuenta que es la partida más relevante por lo que a mayor tamaño de la instalación mayor peso tendrá en el coste final (se estima que para 20 kW es el 45% del coste y que ese porcentaje aumenta aproximadamente en 5 puntos porcentuales por cada 25 kW). Con todas estas aproximaciones realistas se llega a la siguiente conclusión: (Ruiz E. , 2021)

Potencia ( kW )	Precio placas ( € )	Precio total instalación ( € )	Ingreso por venta de energía ( € / año )	Amortización inversión ( años )
20	8.200 €	12.710 €	1.401,03	9
50	20.600 €	30.900 €	3.502,56	8,8
75	31.000 €	44.950 €	5.253,85	8,6
100	41.200 €	57.680 €	7.005,13	8,2
150	62.000 €	80.600 €	10.507,69	7,7
200	82.600 €	99.120 €	14.010,25	7

*Tabla 7.- Precio medio de una instalación industrial FV.*



Apreciamos que la **amortización de la inversión** se produce en un periodo de tiempo estimado **entre 7 y 9 años**. A partir de ese momento todo el tiempo restante del contrato otorgará beneficios netos a nuestra organización. También valoramos que *a mayor potencia instalada (kWp) la rentabilidad es mayor*, al acometerse aún más tempranamente el reintegro de la inversión inicial realizada.

*Se confirma la rentabilidad contractual y se demostrará al final del documento, con el proyecto realizado.*

Estos cálculos justifican inicialmente la **viabilidad económica del proyecto** en el momento actual. Y ello sin tener en cuenta que, como indica la “Ilustración 15.- Visión de la evolución del coste de la producción de energía por medio de SFV.”, el coste de producción de energía mediante esta tecnología va disminuyendo en el tiempo, confirmando que el funcionamiento de las instalaciones será lo suficientemente eficiente para conseguir amortizar las inversiones en un periodo de tiempo razonable

Además, debemos tener en cuenta que la instalación de los paneles FV se realizará por medio de un subcontrato a una empresa instaladora especializada este tipo de trabajos, siempre bajo nuestra propia supervisión. Nosotros nos encargamos de realizar la memoria y solicitar la licencia de obra menor para la instalación fotovoltaica. Por tanto, la subcontrata será una empresa que pretenda mantener una vinculación estrecha en el desarrollo de la organización y así poder obtener precios más reducidos y aumentar nuestro margen de beneficio.

#### 1.4.3.2.- Rentabilidad a largo plazo. Modelo de Porter

Realizando un modelo de Porter para analizar la rentabilidad y potencial proyección que podremos alcanzar en nuestra organización, obtenemos como conclusión que disponemos de la oportunidad para triunfar debido al poder de negociación y alta demanda existente dentro del sector a pesar de la alta amenaza de nuevos competidores que hacen que el sector base interesado en instalaciones fotovoltaicas este orientado principalmente a precio.



Ilustración 23.- Fuerzas de Porter.

Ampliaremos esta información realizando un modelo de Porter más detallado para nuestro concreto negocio:

Análisis de las cinco fuerzas de Porter

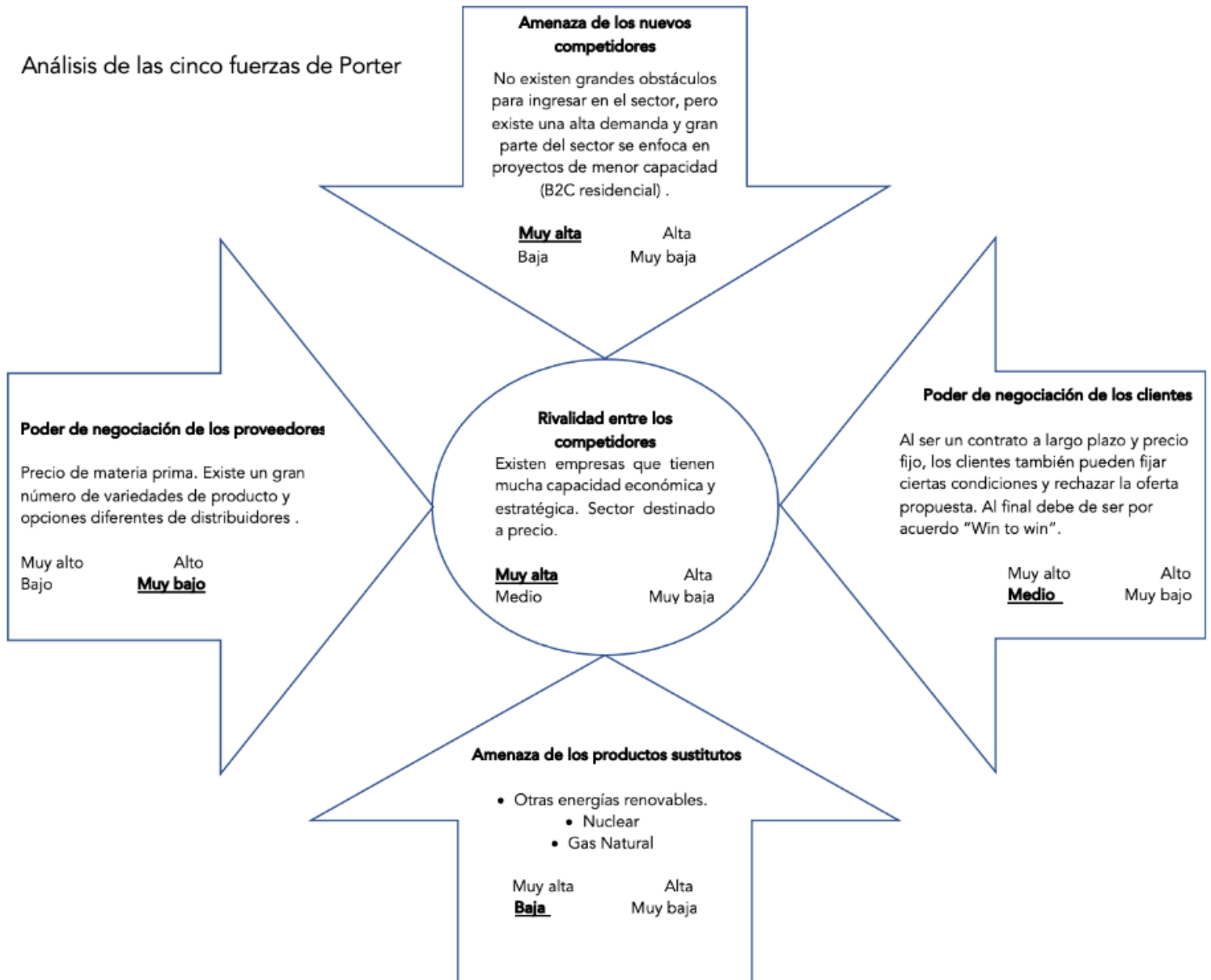


Ilustración 24.- Modelo de Porter.

A pesar de reflejar la amenaza de nuevos competidores como “muy alta”, especificaremos que una vez que la nuestra organización se encuentre únicamente realizando contratos PPA, esa rivalidad decaerá, ya que para este tipo de contratos se necesita grueso financiero que aguante la inversión inicial requerida en cada proyecto.

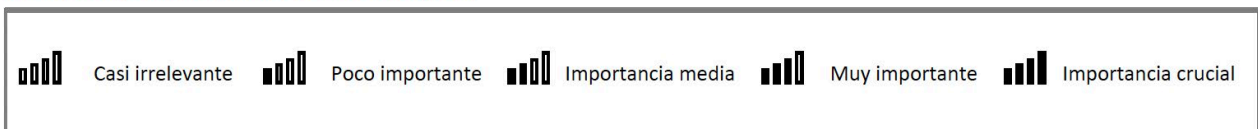
**1.4.4.- Análisis DAFO**

Se va a realizar un análisis DAFO (método sencillo y eficaz para tomar las decisiones necesarias sobre el futuro) que ayude a plantear las acciones que deberíamos tener en cuenta a la hora de poner en marcha el proyecto, ya que investigamos la situación que tiene una empresa y su relación con el entorno en el que opera. Tiene por objetivo el estudio de *factores internos* como son las debilidades y fortalezas y *factores externos* que permitan identificar las amenazas y oportunidades de una empresa o plan empresarial.

A continuación, se reflejarán las estrategias definidas según la matriz DAFO. El orden de relevancia está relacionado a los valores DAFO asociado:


 Debilidades	 Amenazas
 Falta de experiencia comercial	 <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales
 Carencia de cartera de clientes y marca desconocida	 <b>E</b> Política de precios en el mercado a la baja
 Mis servicios están muy implantados en empresas competidoras	 <b>S</b> Descenso de la demanda
 Escasez de recursos financieros	 <b>T</b> Sustitución por diferentes tecnologías
 Fortalezas	 Oportunidades
 Acceso a créditos bancarios o financiación externa	 <b>P</b> Posibilidad de solicitar ayudas públicas
 Mis servicios tienen buena imagen en el mercado	 <b>E</b> Alianza con empresa consolidada
 No existen gastos derivados a alquiler de oficinas	 <b>S</b> Desarrollo industrial y residencial en la zona
 La empresa dispone de trabajadores cualificados	 <b>T</b> Reducción en los costes tecnológicos

Nivel de Importancia del Factor en el Proyecto







Categorías Pestel










































































**1**  Estrategia Supervivencia — Win to win

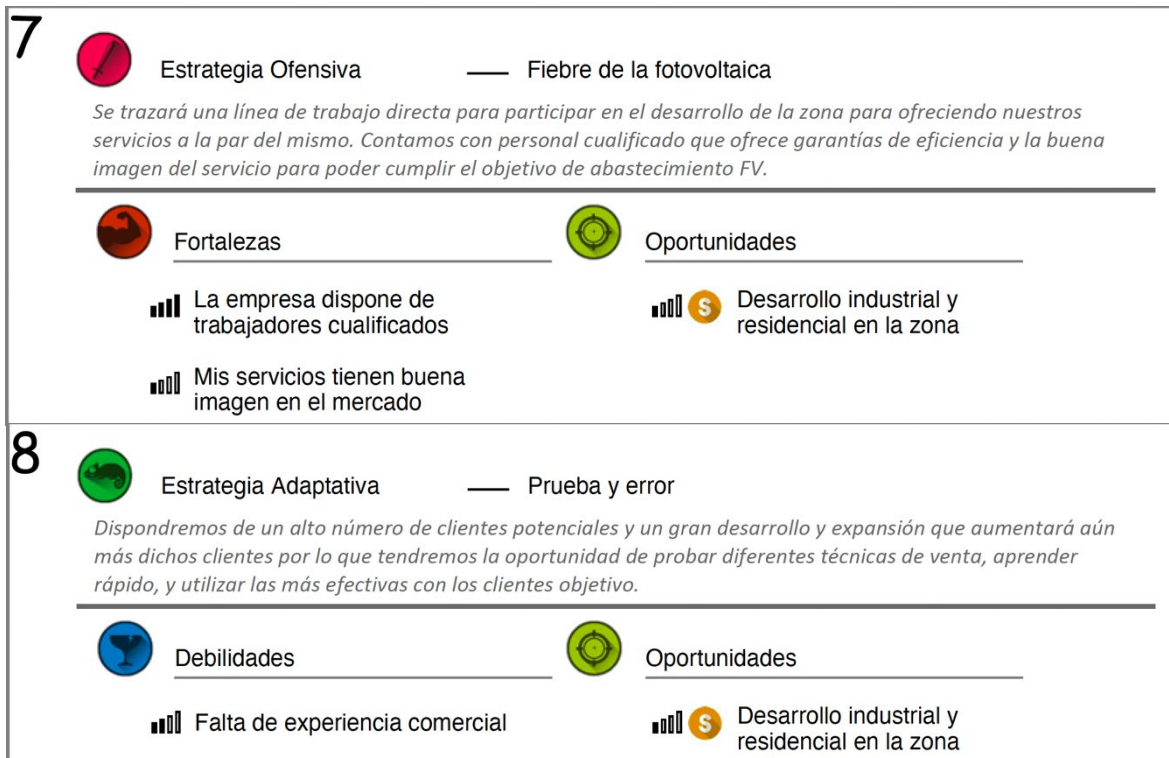
*Al ser un mercado marcado por una lucha de precios a la baja y con un gran número de competidores que ofrecen el mismo producto, buscaremos diferenciarnos en el servicio ofrecido mediante contratos de compra-venta de energía. Forma de actuar diferente a la mayoría de empresas con la misma actividad.*

---

 Debilidades	 Amenazas
 Mis servicios están muy implantados en empresas competidoras	 <b>E</b> Política de precios en el mercado a la baja

<p>2</p>	<p> Estrategia Adaptativa — Darse a conocer</p> <p><i>Aprovecharemos la oportunidad de realizar una alianza con una empresa externa para darnos a conocer más rápidamente y encontrar una cartera de clientes fiable y con más predisposición a ser nuestros clientes.</i></p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 421 774 564"> <p> Debilidades</p> <p> Carencia de cartera de clientes y marca desconocida</p> </td> <td data-bbox="805 421 1268 564"> <p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p> </td> </tr> </table>	<p> Debilidades</p> <p> Carencia de cartera de clientes y marca desconocida</p>	<p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p>
<p> Debilidades</p> <p> Carencia de cartera de clientes y marca desconocida</p>	<p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p>		
<p>3</p>	<p> Estrategia Ofensiva — Oficinas</p> <p><i>La alianza servirá como sede para importantes reuniones/eventos de la organización.</i></p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 728 774 871"> <p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p> </td> <td data-bbox="805 728 1268 871"> <p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p> </td> </tr> </table>	<p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p>	<p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p>
<p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p>	<p> Oportunidades</p> <p> <b>E</b> Alianza con empresa consolidada</p>		
<p>4</p>	<p> Estrategia Defensiva — No estamos solos</p> <p><i>La relación que dispondremos con una empresa consolidada y con buena salud financiera nos permitirá seguir adelante, principalmente en el inicio, con nuestra actividad y poder seguir ofertando los precios marcados sin tener que hacer una subida de los mismos.</i></p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 1079 774 1290"> <p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p> <p> Acceso a créditos bancarios o financiación externa</p> </td> <td data-bbox="805 1079 1268 1290"> <p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p> </td> </tr> </table>	<p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p> <p> Acceso a créditos bancarios o financiación externa</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p>
<p> Fortalezas</p> <p> No existen gastos derivados a alquiler de oficinas</p> <p> Acceso a créditos bancarios o financiación externa</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p>		
<p>5</p>	<p> Estrategia Defensiva — Calidad del servicio</p> <p><i>Nuestra organización valora de un forma extraordinaria el trabajo bien hecho y por ello se caracterizará por disponer únicamente de personal cualificado y con interés en la calidad del servicio y atención al cliente, con esto pretendemos salir de la tendencia del mercado a la baja.</i></p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 1494 774 1704"> <p> Fortalezas</p> <p> La empresa dispone de trabajadores cualificados</p> <p> Mis servicios tienen buena imagen en el mercado</p> </td> <td data-bbox="805 1494 1268 1704"> <p> Amenazas</p> <p> <b>E</b> Política de precios en el mercado a la baja</p> </td> </tr> </table>	<p> Fortalezas</p> <p> La empresa dispone de trabajadores cualificados</p> <p> Mis servicios tienen buena imagen en el mercado</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>E</b> Política de precios en el mercado a la baja</p>
<p> Fortalezas</p> <p> La empresa dispone de trabajadores cualificados</p> <p> Mis servicios tienen buena imagen en el mercado</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>E</b> Política de precios en el mercado a la baja</p>		
<p>6</p>	<p> Estrategia Supervivencia — Ayudas económicas</p> <p><i>Al disponer de escasos recursos financieros en el inicio de la actividad y de la posibilidad de una reducción de subvenciones, se intentará formalizar acuerdos ágilmente y poder beneficiarnos de la situación actual de ayudas económicas.</i></p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td data-bbox="311 1912 774 2056"> <p> Debilidades</p> <p> Escasez de recursos financieros</p> </td> <td data-bbox="805 1912 1268 2056"> <p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p> </td> </tr> </table>	<p> Debilidades</p> <p> Escasez de recursos financieros</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p>
<p> Debilidades</p> <p> Escasez de recursos financieros</p>	<p> Amenazas</p> <p> <b>P</b> Eliminación subvenciones y cambio de políticas regulatorias gubernamentales</p>		





*Ilustración 25.- Estrategias definidas por orden de prioridad. (DAFO, 2022)*

## 1.5.- ¿QUÉ OFRECEMOS?

Nos encargamos de proveer energía limpia con el objetivo de ayudar a las empresas a ser más responsables con el medio ambiente, por medio de la implantación de placas fotovoltaicas capaces de generar energía en concepto de autoconsumo. Además, reducimos de forma inmediata los costes energéticos garantizando un precio fijo durante la duración del contrato y poniendo a disposición del cliente una mayor independencia al mercado eléctrico. Gracias a este beneficio, la empresa no perderá liquidez para seguir realizando sus operaciones. También, y aunque no sea la idea principal de la organización, se aceptarán contratos de la instalación llave en mano, con lo que se amplía el negocio al ofrecer distintas opciones de contratación.

Además de esto, contribuimos a que nuestro cliente tenga una mejor imagen de marca con responsabilidad hacia el medio ambiente reduciendo su producción de CO<sub>2</sub> de una manera considerable, capacitándoles a optar a las certificaciones ISO 9001 y 14001, que se relacionan respectivamente con la calidad y el medioambiente. (EiDF, 2019)

Como hemos mencionado anteriormente, nuestra actividad y relación con el cliente principalmente se realiza por medio de un contrato PPA “on site”, es decir, un contrato de suministro de electricidad a largo plazo en el cual la instalación de generación está ubicada en el mismo lugar que el consumidor y el suministro se realiza directamente en su red interna, sin pasar por la red de distribución/transporte, por lo que se actúa sobre el término variable (o de energía) de la factura de la luz, reduciéndolo.

Además de las ventajas propias de la tecnología, este contrato permite a la empresa disponer de algunas ventajas al tratarse de un gasto mensual y no una deuda, por lo que al no aparecer

inversión en la empresa no compromete la capacidad de endeudamiento del cliente y permite obtener reducción fiscal (al tratarse el gasto como deducible en su integridad).

Nos encargaremos de buscar la opción más eficiente y rentable para cada situación, apoyándonos en los distintos planes de ayuda para las empresas que quieran acometer este proyecto y aconsejando de la forma más sincera, honesta y realista del mercado y ofreciendo la gestión de todos los trámites que se deben de realizar con la consejería de industria de las CCAA y los respectivos ayuntamientos, que no suelen ser partidarios a facilitar el trabajo, ya sea por propio desconocimiento o grandes trabas administrativas, que pueden implicar un proceso complejo y desesperante para el cliente, que no conocerá el procedimiento. Además, *el estudio de la viabilidad del proyecto irá acompañado de un estudio del consumo medio mensual con relación al histórico de sus facturas anuales y, si se diese el caso, la elaboración de una auditoria lumínica que consiga optimizar el gasto de energía.* (E4e, 2021)

En lo que a nosotros respecta, los contratos PPA nos permiten disponer de la financiación requerida al asegurarnos un precio fijo de venta de energía, por lo que reduce el riesgo de nuestra operación y nos capacita para seguir tomando decisiones a futuro en nuestra empresa, gracias a la certidumbre y longevidad procedente de estos ingresos.

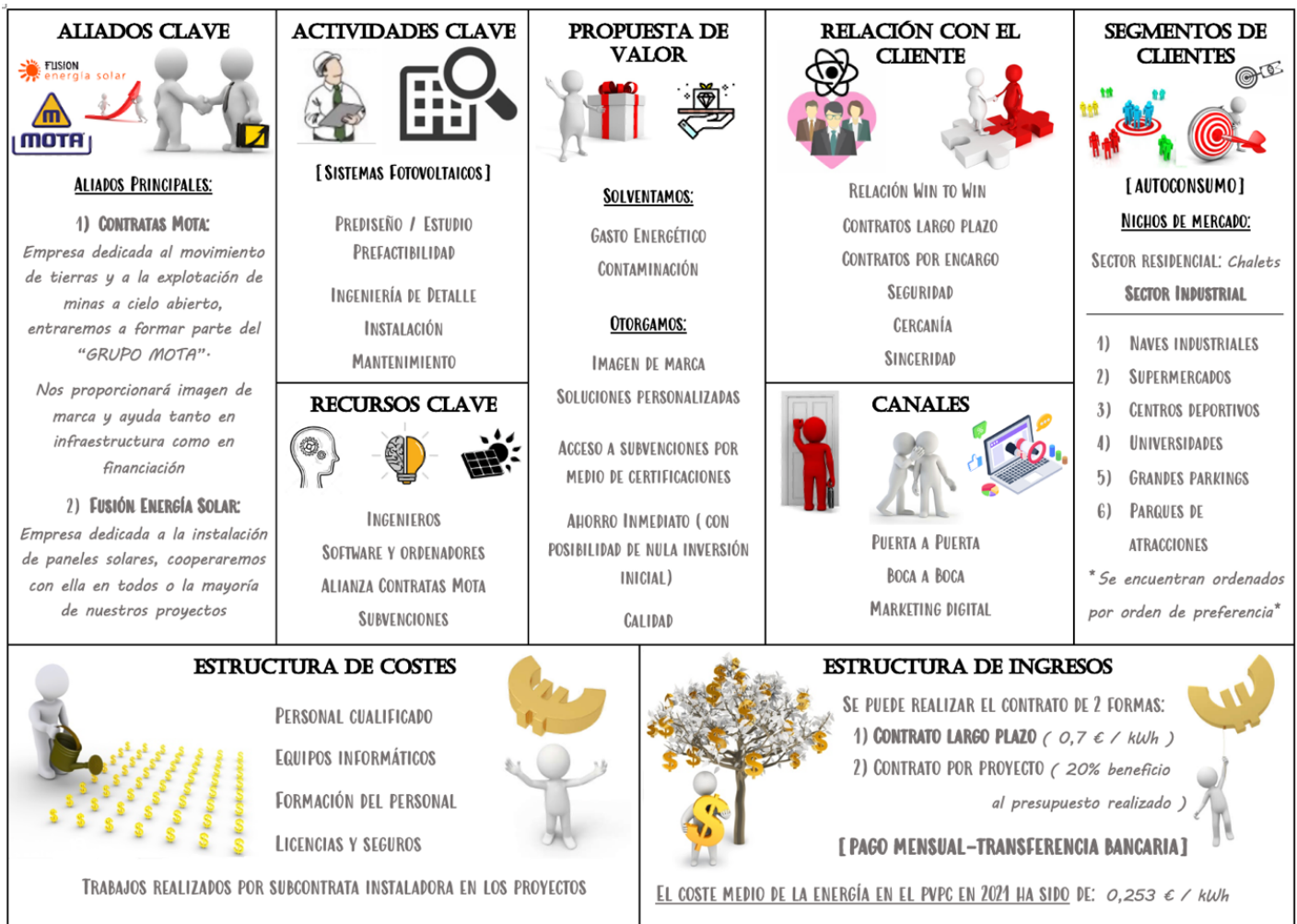


Ilustración 26.- Esquema del negocio.

## 2. PROPUESTA DE VALOR

### 2.1.- SEGMENTACIÓN DE CLIENTES

Realizamos una segmentación de grupos de clientes con similares necesidades mediante un trabajo de marketing, para mejorar la asignación de canales de venta, productos y servicios a ofrecer. Este trabajo se realizará con campañas de marketing, comunicación integrada Mkt social y la gestión de experiencia del cliente. Con nuestra propuesta de valor intentaremos decantar al cliente por nuestros servicios y no por el de la competencia. (Infoautónomos, 2021)

#### 2.1.1.- Clientes de más valor

Son los clientes objetivo en el arranque y desarrollo de nuestro negocio. Este tipo de cliente se definirá como chalets residenciales o pequeñas, medianas empresas que dispongan de grandes naves industriales con un alto consumo energético. Este grupo estará dispuesto a pagar un alto valor o a crear una simbiosis duradera. Además, tendremos bajos costes asociados.

Segmento orientado a la eficiencia.

#### 2.1.2.- Clientes estratégicos

Este tipo de clientes lo consideramos como una oportunidad de escaparate en el mercado, debido a los nombres de las marcas de los potenciales clientes. A pesar de que no tengan disposición a pagar y generen altos costes de servicio, nos veremos recompensados por la repercusión del proyecto e incrementaremos el prestigio y fama de nuestra marca. El sector destino de esta segmentación serán empresas relevantes en su sector. Nuestra institución, luchará por conseguir contratos con alguna empresa puntera durante el arranque y desarrollo para obtener mejor visibilidad.

Segmento orientado a la seguridad y calidad.

#### 2.1.3.- Clientes socios

Serán los clientes objetivo para conseguir estabilidad a largo plazo. No realizaremos un único proyecto con ellos y tendremos una relación de beneficio mutuo constante. Lo consideramos como un cliente con una alta disposición a pagar y con un alto coste asociado de servicio. Nos enfocaremos principalmente en grupos o cadenas de hoteles o complejos de lujo y naves industriales que estén orientados a la innovación del servicio para atraer clientes. Segmento orientado a confianza y transparencia.

#### 2.1.4.- Clientes orientados a precio

Sector por evitar, ya que está únicamente orientado a precio, con una baja disposición a pagar. Desde nuestra organización se entiende que son clientes que nunca van a valorar el trabajo realizado, por lo que nos provocará muchos costes asociados en el servicio. Serán clientes más particulares, como por ejemplo grandes comunidades de vecinos.

### 2.1.5.- Perfil ideal

Tras haber realizado un análisis de los diferentes tipos de clientes a los que nos podemos encontrar, podemos entender y decidir cuál será nuestro cliente objetivo.

Este cliente, debido a las características de nuestro trabajo, será un **cliente socio** que esté **dispuesto a tener una relación duradera** y entienda el *porqué del servicio y el sentido de que nuestra oferta indaga más allá del ahorro energético.*

## 2.2.- ATRIBUTOS DIFERENCIALES

Para conocer los atributos diferenciales se ha elaborado una tabla con los factores competitivos, con un intervalo de puntuaciones entre 1 y 5 (siendo 5 la puntuación más alta), y una comparación de nuestra organización y dos empresas más que pertenecen al sector. Por un lado, SotySolar (empresa más cercana a nuestro modelo) y por el otro lado SolarProfit (empresa en bolsa).

FACTORES COMPETITIVOS	AsturSol	SotySolar	SolarProfit
Precios bajos	2	3	5
Calidad de la instalación	4	3	3
Seguridad y normativa	4	3	4
Rapidez de instalación	5	4	3
Personal cualificado	5	3	2
Disponibilidad horaria	3	3	4
Comodidad / Relación cliente	5	4	1
Duración de contrato	2	3	5
Prestigio de marca	1	3	5

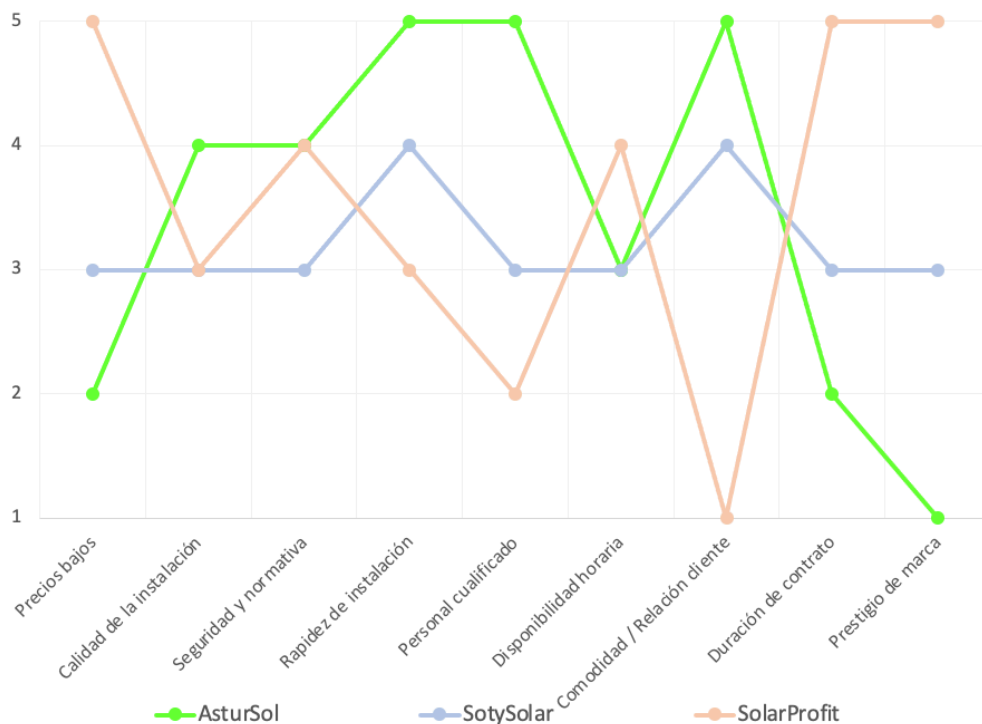


Tabla 8.-Factores competitivos en relación con la empresa.



## 2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA

En este plan de negocio se ofertan servicios de gestión, implantación, mantenimiento y monitorización de instalaciones fotovoltaicas. Principalmente nos caracterizaremos por ofrecer el producto más adecuado para cada cliente, otorgándoles certificados ISO de calidad de nuestra instalación y certificados medioambientales o verdes, oficialmente conocidos como Atributos de Energía Renovable (AERs). La Unión Europea los denomina Garantía de Origen (GO).(Instaladores, 2021) (enel, 2022) (CE2, 2019)

Estos certificados generan un valor añadido a nuestro trabajo. Nos diferenciaremos de la competencia en buscar no solo la responsabilidad social, ecológicamente hablando, si no también en aconsejar con la máxima honestidad al cliente para cubrir sus necesidades. Se considera que el volumen de la demanda es suficiente y no tiene sentido sobredimensionar las instalaciones si eso hace aumentar el tiempo de amortización, por lo que nos incorporaremos al sector de una manera sencilla, rápida, transparente y con buena imagen de marca.

Consideramos que el resto de los competidores se focalizan en conseguir el precio más bajo garantizado del sector, y eso crea un mercado a precio que no creemos positivo y que tiende a disminuir calidad y sentido común de las instalaciones. Esta estrategia se utilizará únicamente para entrar en el mercado y en sectores no objetivos, ya que no pretendemos ni esperamos poder aumentar el precio y mantener a estos clientes de manera simultánea. Nuestro objetivo será conseguir pocos clientes, pero intentar mantener una buena fidelidad y cumplir con las expectativas en toda la vida de la empresa. Gracias a esta estrategia podremos demostrar la calidad de nuestro trabajo de acuerdo con nuestros verdaderos objetivos.

Por último, como valor de nuestra oferta en el mercado, conseguimos que los clientes no tengan preocupaciones en la variación de precio y normativas sobre la electricidad, permitiéndoles actuar más libremente. A continuación, se valorará el servicio dado por nuestra organización a los clientes mediante dos procedimientos:

### 1) Matriz de beneficio:

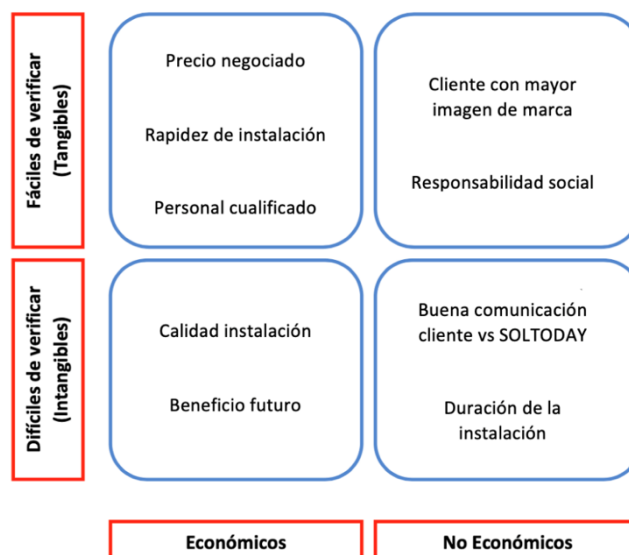


Ilustración 27.- Matriz de beneficio.

2) Ecuación del valor percibido:

$$VALOR PERCIBIDO = \frac{PRESTACIONES + INSTANGIBLES + SOCIALES}{PRECIO + INCOMODIDADES + INSEGURIDADES}$$

*Ecuación 1.- Ecuación del valor percibido.*

Donde el numerador es valor de calidad, puntuaciones o personalizaciones de/a clientes o inteligencia de captación y en el denominador se encuentran cualidades como el precio, facilidad de servicio y la valoración de otros clientes. Todos estos factores nos ayudan a conocer el verdadero valor en el mercado de nuestro producto o servicio para que su lanzamiento sea más efectivo. Los beneficios intangibles, sociales, incomodidades e inseguridades los estimamos con relación a la gestión futura de experiencia del cliente.

### 2.3.1.- Resumen de la oferta realizada

Se quiere incidir en la diferenciación respecto a la competencia, resaltando que realizamos una gestión integral de proyectos de autoconsumo fotovoltaico, que incluirá:

- Estudio detallado.
- Financiación.
- Suministro de materiales.
- Ejecución de la instalación.
- Legalización de la instalación.
- Gestión de subvenciones y deducciones.
- Puesta en marcha.

#### Estudio detallado

Elaboramos un estudio detallado para encontrar la potencia óptima para cada cliente.

#### Financiación

Buscamos el modelo de financiación que mejor se adapte a las necesidades de nuestros clientes.

#### Legalización de la instalación

Nos encargamos de legalizar la instalación realizando todos los trámites requeridos por la administración.

#### Gestión de subvenciones y deducciones

Buscamos y gestionamos las posibles ayudas fiscales y subvenciones a las instalaciones de autoconsumo.

#### Suministro de materiales

Siempre trabajamos con equipos de primera calidad y empresas de contrastada reputación.

#### Ejecución de la instalación

Se dispone de una red de contactos de Instaladores muy amplia con los que tendremos acuerdos de fidelidad y reducción de costes. Siempre serán personas altamente cualificadas para el servicio.

#### Puesta en marcha

Una vez ejecutada, te enseñamos a aprovechar al máximo tu instalación, para que la puedas disfrutar durante los próximos 30 años.



*Ilustración 28.- Resumen de la oferta.*

## 2.4.- PLAN DE LANZAMIENTO DEL SERVICIO

FASE	Fecha de inicio planificada	Fecha de finalización planificada	Duración (horas)	Días
<b>Concepción</b>	<b>15/11/21</b>	<b>20/12/21</b>	<b>202</b>	<b>25</b>
Investigación mercados de destino	15/11/21	26/11/21	80	10
Investigación clientes potenciales	23/11/21	2/12/21	64	8
Investigación de competidores	24/11/21	3/12/21	64	8
Investigación de productos similares	15/11/21	16/11/21	15	2
Estimación objetivos económicos	30/11/21	6/12/21	40	5
Investigación materiales necesarios	30/11/21	6/12/21	40	5
Formación y equipo	15/11/21	10/12/21	160	20
Plan de servicios ofertados	3/12/21	20/12/21	90	11
<b>Creación</b>	<b>20/12/21</b>	<b>1/2/22</b>	<b>250</b>	<b>31</b>
Trabajar con patrocinadores	20/12/21	13/1/22	150	19
Trabajar con contratistas	30/12/21	17/1/22	100	13
Estrategia de precios	17/1/22	21/1/22	40	5
Marketing y promoción	3/1/22	10/1/22	48	6
Estrategia de ventas	24/1/22	1/2/22	50	6
<b>Arranque</b>	<b>2/2/22</b>	<b>14/2/22</b>	<b>66</b>	<b>8</b>
Formalización	2/2/22	10/2/22	50	6
Puesta en marcha	10/2/22	14/2/22	16	2
			<b>TOTAL DÍAS</b>	<b>65</b>

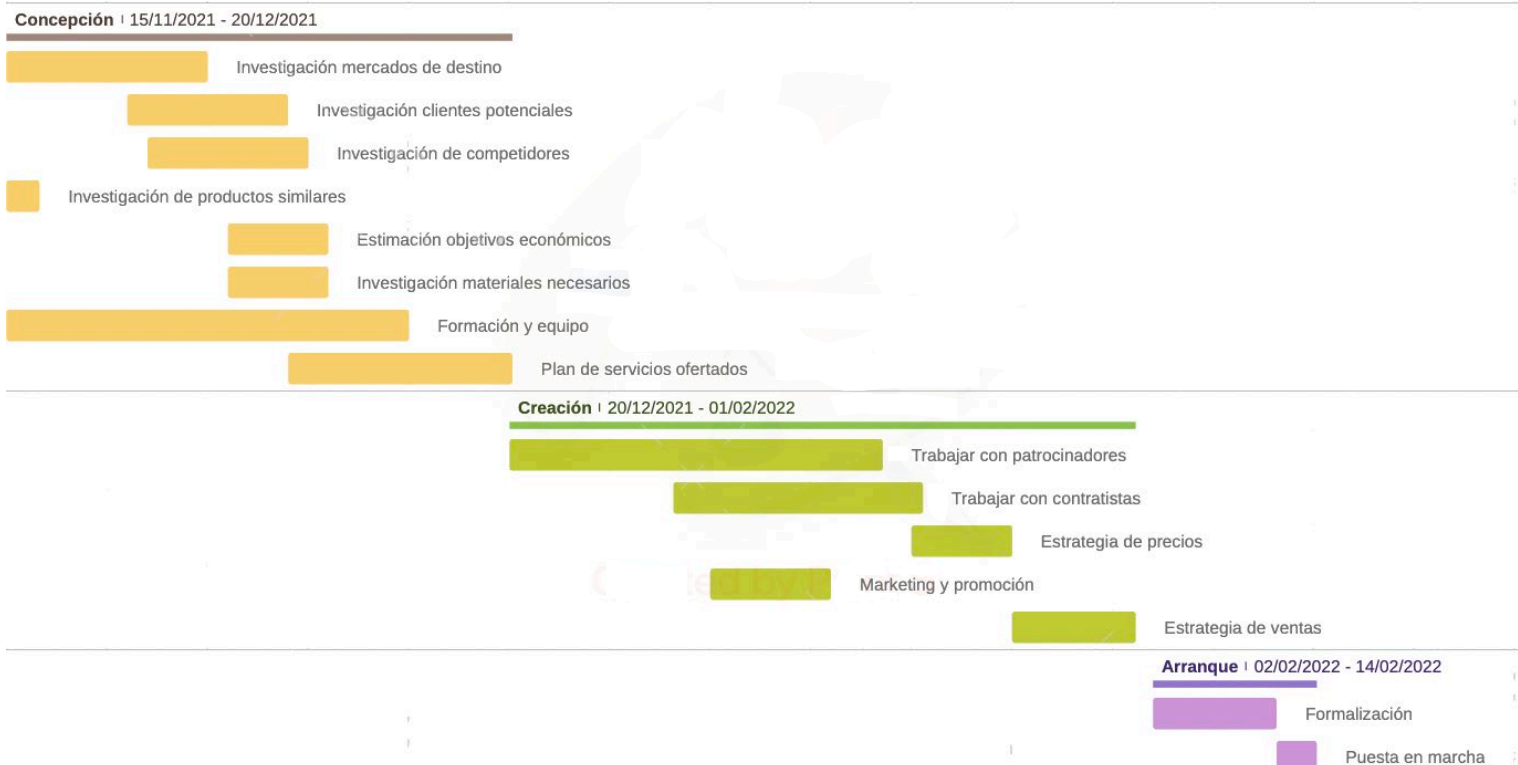


Ilustración 29.-Plan de lanzamiento del servicio.

## **3. PLAN COMERCIAL**

### **3.1.- PLAN DE COMUNICACIÓN**

#### **3.1.1.- Valores de empresa**

El motivo por el cual se ha creado esta empresa es el de satisfacer la demanda que hoy en día hay sobre la obtención de energía a través del Sol.

La visión de este negocio es llegar a ser una empresa que esté en continuo crecimiento y poder formar parte de las empresas líderes del sector. Además de ser reconocidos como una empresa que entrega calidad, tanto en el producto como en el servicio.

Por otra parte, se tendrá un compromiso de entrega a cada uno de nuestros clientes de las soluciones idóneas, dependiendo de sus requerimientos y necesidades particulares. Ofreciendo además una atención sostenida en el tiempo. En resumen, los principales valores sobre los que se asentará nuestra empresa son los siguientes: Orientada al cliente (confianza y seguridad), Sostenibilidad e Integridad.

#### **3.1.2.- Identidad de la empresa**

La imagen de choque, donde la empresa pueda resultar rompedora o fatal desde un inicio, a causa de los prejuicios que todo ser humano tiene, se trata del nombre fiscal de la organización y del logotipo que la represente. Por ello, se han realizado los siguientes trabajos:

- Búsqueda de un nombre que intuya profesionalidad y conocimiento del sector.
- Logotipo sencillo y limpio.

Los pesos de decisión en la elección son:

- 70% opinión de los fundadores.
- 30% opinión de familiares amigos (se incluye opiniones de creadores de contenido, con conocimiento y experiencia en este tipo de tareas).

##### **3.1.2.1.- Búsqueda de nombre de marca y logotipo**

Para la imagen de marca se han valorado cuatro opciones finales, las mismas que se han llevado a la opinión de familiares y amigos para que colaboren en la decisión final, las opciones eran:

- SolToday.

Fue una de las primeras propuestas que resultó interesante dentro de la organización, iba acompañada de un logotipo muy relacionado con el nombre de la marca:



*Ilustración 30.- Propuesta logotipo SolToday.*

El logotipo y el nombre de marca tiene la siguiente relación:

- Color rojo: se asocia con el símbolo del euro y la palabra sol, con esto se intenta crear una relación económica entre el recurso solar y la divisa de nuestro país. Refleja la viabilidad y ahorro que ofrece el servicio.
- Color amarillo: se asocia el símbolo del sol con la palabra “today”. Es el segundo mensaje que se quiere trasladar, los días de sol son beneficiosos para el servicio y la palabra “today” lleva a tener un nombre muy fácil de recordar y asociado al sol, elemento que propicia el ahorro y siempre está presente.

Contras:

- No es atractivo para el público.
- El elemento del euro es arriesgado. Demasiado agresivo.
- Nuestro mercado, Asturias, puede llegar a pensar que sin sol no hay actividad y al ser uno de los lugares con menos horas de sol de España se podría conseguir el efecto contrario al deseado y repeler a algunos interesados.
- El termino anglosajón no es un factor positivo.
  - Generate.

Este nombre procede de la idea de autoconsumo y como las empresas a través de nuestros servicios pueden generar la energía suficiente para no depender en gran medida de las variaciones del precio en la electricidad.



*Ilustración 31.- Propuestas logotipo Generate.*

La primera propuesta se trata de un logo que refleja un botón de encendido, el cual indica de alguna forma “activación” y genera intereses y cierto grado de ansiedad por disponer de nuestros servicios, mientras que la segunda propuesta refleja un círculo de autoproducción de energía. Además, el color verde y blanco son colores muy limpios, referidos normalmente cuando se tratan sobre todo de energías renovables o artículos ecológicos.

- AsturSol.

Se trata de una opción muy directa para nuestro sector, ya que se unifican dos palabras que nombran a los elementos claves del servicio. Con este nombre disponemos de empujón para ser la empresa de referencia en el Principado. El logotipo es claro y conciso, el nombre está acompañado de un círculo que simula a un sol que puede representar también energía y con letras finas y abiertas que generan confianza y transparencia para el público objetivo.



*Ilustración 32.- Prototipo logotipo AsturSol.*

- Vigamo Solar

Este símbolo se piensa con la idea de conseguir un nombre que pertenezca directamente al creador de la compañía, siendo simple y recordando a los colores que hacen referencia a los del Principado de Asturias.



*Ilustración 33.- Prototipo logotipo Vigamo Solar.*

### 3.1.2.2.- Eslogan

Para el eslogan de la organización se han barajado dos opciones:

- 1) Gratis hasta que se apague el Sol.
- 2) *Es tu momento.*

Siendo la segunda opción la escogida al referirse individualmente al cliente y por considerar a la primera como demasiado agresiva, y que podría resultar engañosa.

### 3.1.2.3.- Decisión final

Con todo este trabajo, desde la organización se ha realizado el siguiente ranking:

- 1) AsturSol → Nombre 9; Logotipo 8.
- 2) Generate → Nombre 8; Logotipos 7.
- 3) Vigamo Solar → Nombre 7; Logotipo 6.
- 4) SolToday → Nombre 5; Logotipo 7.

Mientras que el resultado de la encuesta realizada por redes sociales para familiares y amigos es:

Nombre: (% ganador)

Logotipo: (puntuación individual)

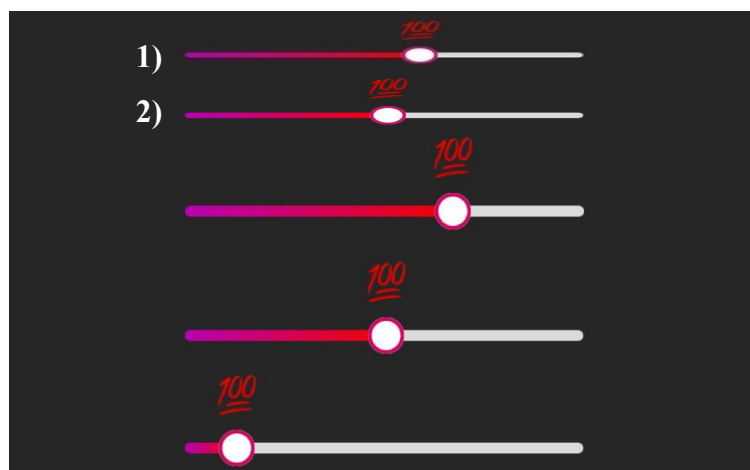
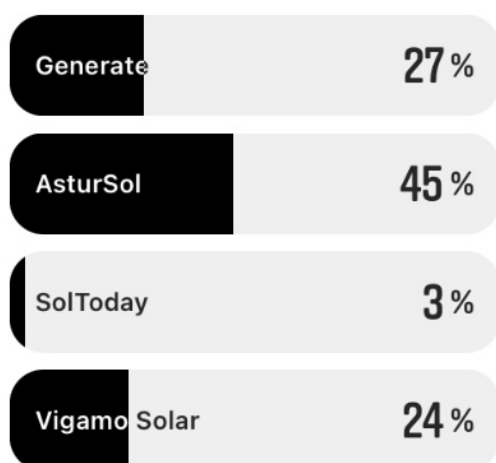


Ilustración 34.- Valoraciones de nombre y logotipo de la organización en redes sociales.

Por lo que atendiendo a las valoraciones del interior de la organización y el público en general, la decisión final parece clara, **AsturSol** es el elegido tanto en nombre como en logotipo.

Todos los nombres se encuentran disponibles en la Sede Electrónica de la Oficina Española de Marcas y Patentes, pondremos como ejemplo el escogido: “AsturSol”:



Ilustración 35.- Estado de libertad del nombre de marca “AsturSol” a 25/04/2022.



### 3.1.3.- Medios de comunicación y canales de venta

Se empleará diferentes medios para dar a conocer nuestra empresa como los detallados a continuación:

#### *a) Visitas presenciales*

Este tipo de visitas se programarán una vez al mes para que los clientes de este sector nos conozcan mejor. La organización y protocolo de estas visitas comenzarán con el envío de una carta de invitación a la autoridad o personalidad deseada. Éstas representan una de las mejores estrategias para lograr cercanía y familiaridad con distintos públicos, a la vez que ayudan a posicionar la imagen de nuestra empresa.

En definitiva, las visitas presenciales son muy importantes ya que tiene una verdadera utilidad, tanto para la organización como para el visitante debido a que se convierte en una clara muestra de la confianza. Además, son una excelente oportunidad para conocer su funcionamiento interno e instalaciones, ya que con ello se podrá dimensionar y diseñar nuestro proyecto de forma más eficiente desde la primera fase. Por último, será un canal de venta exclusivo y planificado, únicamente dirigido a clientes ya interesados y cercanos a la compra.

#### *b) Participación en ferias y eventos.*

La participación en este tipo de eventos tiene muchas ventajas y es especialmente importante para empresas como la nuestra ya que es posible juntar tanto a empresas como a particulares. De hecho, estos eventos son una herramienta esencial para aumentar nuestra visibilidad, encontrar nuevos clientes y conocer, observar y analizar mejor a la competencia.

Podremos llegar a conocer tanto como clientes, proveedores, socios, etc... y aprovecharemos estas oportunidades para obtener información de cómo afrontar nuestras ventas basándonos en la experiencia del resto de competidores. A su vez, no solo son importantes las ferias y/o eventos relacionados con la fotovoltaica, sino que también podremos ir a diferentes congregaciones donde veamos o consideremos que tenemos la oportunidad de vender nuestro producto, como por ejemplo, concentraciones de ganaderos, fabricación industrial... etc.

#### *c) Página web → Social media*

La empresa dispondrá de una página web, en ella se subirán noticias e información de interés relacionado con nuestro trabajo y el sector. Además, se crearán perfiles en redes sociales como Facebook, Twitter e Instagram para realizar la misma función. Será nuestro canal de venta secundario, más bien como nuestro “escaparate” donde también se realizarán “webminrs” sobre los posibles beneficios que podremos aportar a diferentes empresas cuando se tenga un sector obtenido en la participación de una feria con un gran número de interesados.

#### *d) Contactos personalizados*

Tener una gran cantidad de contactos de calidad y confianza en el mundo empresarial puede hacer que nuestra empresa se conozca más rápidamente. El trato personal de “boca a boca” tiene la ventaja de no tener que pagar un coste como ocurre en algún caso anterior.



## 4. MODELO DE RELACIÓN CON CLIENTES.

En nuestra empresa, el modelo de relación con los clientes se basa en la cercanía y confianza. Para ello después de la realización de cada proyecto se medirá el grado de vinculación de clientes mediante el “*Net Promoter Score*”.

### 4.1.- NPS

Es un indicador sencillo de obtener, interpretar y explicar, lo cual favorece su utilización dentro de una organización y sobre todo ofrece realizar fácilmente un “benchmark” o comparativa de rendimiento con empresas y sectores comparando las métricas NPS de cada organización.

El NPS parte una estructura muy simple: *1 sola pregunta, 11 opciones de respuesta, 3 resultados*. En función de la puntuación dada, entre 0 y 10, se clasifica a los clientes en tres categorías: “**Detractores**”, “**Pasivos**” (o “neutros”) o “**Promotores**”.



Ilustración 36.- Tipo de clientes. Fuente (UEM, 2022).

#### 4.1.1.- Detractores (D)

Aquellas personas que han dado una puntuación de 0 a 6. Son personas que no están satisfechas con la empresa y además son muy críticos con ella.

Es probable que ya hayan tomado la decisión de no volver a consumir la marca a no ser que tengan una experiencia positiva posterior al servicio. Si a este tipo de personas se les puede identificar, para escucharlos y conocer del motivo por el cual han puntuado tan bajo a la marca, tendremos una segunda oportunidad de prolongar y mejorar su compromiso y opinión sobre nuestra institución respectivamente. Hay dos tipos:

- Detractores bajos → (Puntuación 0 - 3). Son difícilmente recuperables a corto plazo, pero hay que evitar que se conviertan en “*Brand Detractors*” que dañen la imagen y reputación de la empresa.
- Detractores altos → (Puntuación 4 – 6). Son recuperables, por lo que hay que trabajar para que en el futuro pasen de Detractores a Neutros.

#### 4.1.2.- Pasivos (P)

Aquellas personas que han puntuado con un 7 o un 8. Son personas que están lo suficientemente satisfechas como para no ser críticos, pero no lo suficientemente satisfechas como para llegar a recomendarla.

#### 4.1.3.- Promotores (P)

Aquellas personas que han puntuado con un 9 o un 10. Son las personas indudablemente satisfechas, fans que recomendarán la empresa y difícilmente la abandonarán para irse a la competencia. Se deben identificar para ejercer su capacidad de influencia y así poder llegar a ser los grandes apóstoles de la marca.

En definitiva, para calcular el NPS de una empresa, al porcentaje de clientes promotores se le resta el de detractores. El resultado oscila entre -100 y 100, por lo que si el resultado:

- Es negativo; se considera un nivel de lealtad y fidelidad poco o muy poco aceptable.
- Es positivo; se considera un nivel de lealtad y fidelidad bastante aceptable.
- Si supera los 50 puntos; el nivel se considera excelente.

#### 4.1.4.- Ejemplo de encuesta de satisfacción NPS.

Un ejemplo del funcionamiento y resultados del sistema sería:


- Detractores → 4 – (13,33%)
  - Pasivos → 8 - (26,67%)
  - Promotores → 18 – (60%)
- $$NPS = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores}$$
- $$NPS = 60\% - 13,33\% = 46,67\%$$

Obteniendo un nivel de satisfacción alto, pero no excelente. (<50% ).

Esta encuesta se podría tomar como representativa al inicio de la organización, considerando como treinta, un número de clientes lo suficientemente amplio como para cambiar nuestro plan de ruta de actuación de forma radical o mantenerlo y seguir mejorándolo.

Nos permite valorar si los pilares de nuestro negocio son recibidos de forma positiva por el cliente y si se aprecian los aspectos que desde la organización quieren ser diferenciales como, el trato al cliente y la calidad del servicio en todas sus fases. Para ello se ha creado una encuesta donde se pregunta al cliente por:

- 1) Trato recibido.
- 2) Calidad del servicio.
- 3) Tiempo de realización del servicio.



### Formulario de satisfacción

Estamos trabajando para mejorar la calidad de nuestro trabajo. Para ello su opinión resulta fundamental.

Queremos pedirle unos minutos de su tiempo para responder a unas preguntas, con las que queremos medir su satisfacción con el servicio que nos ha contratado.

Queremos remarcar que este cuestionario será 100% anónimo y solo tendrá la misión de aumentar el conocimiento sobre nuestros clientes a nivel interno.

Serán tres preguntas breves obligatorias donde se deberá marcar una valoración del 0 al 10, siendo el 10 la máxima puntuación. Por último se otorga una última pregunta opcional donde se permite desarrollar el sentimiento del cliente en relación a nuestro servicio.

Muchas gracias por su colaboración.

**\*Obligatorio**

¿Cuál ha sido el trato recibido por parte de nuestro personal a lo largo de todo el servicio? \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Nefasto             Excelente

¿Qué valoración hace de la calidad del trabajo y de los materiales contratados? \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Pésimo            Perfecto

¿Cómo considera el plazo de ejecución del servicio? Desde la firma del contrato hasta la puesta en marcha. \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Infinito            Óptimo

Indique el motivo de sus valoraciones y/o si valora algún/os punto/s de mejora en servicio.

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Ilustración 37.- Formulario de satisfacción.

## **4.2.- COMPROMISOS CON EL CLIENTE**

La empresa debe comprometerse a una serie de puntos para que el cliente se mantenga con nosotros el mayor tiempo posible.

- Conseguir la máxima información posible de nuestro cliente para valorar sus necesidades y como poder sustentarlas.
- Crear contenidos de interés para los clientes, ya que deben tener la posibilidad de disfrutar de contenido innovador y atractivo generado por la institución.
- Desarrollar una comunicación de atención omnicanal y continua con los clientes ya que da soluciones rápidas y de alta eficacia, que además permite centralizar la información de los usuarios y contribuye a elevar la eficiencia en la solución de sus problemas. Se demostrará una cercanía al cliente mediante las respuestas, incluso cuando la respuesta no solucione el problema.
- Responder de forma empática, positiva y agradable a los comentarios de los usuarios en las redes sociales.

## **4.3.- PROMOCIONES**

Desde nuestra organización no vemos con buenos ojos las campañas de promoción o rebajas porque significa dar a entender que nuestro producto no vale lo que ofrecemos el resto de los días del año.

A pesar de ello, si se encuentra a excelentes clientes escépticos, les podemos ofrecer un contrato de pago por desempeño en caso de no decantarse por un PPA (estimando energía producida para sus instalaciones y después que paguen lo acordado, cuando vean la instalación funcionar y producir lo acordado).

# 5. MODELO DE OPERACIONES

La ruta modelo a seguir es clara y concisa, por ello podremos marcar un esquema simplificado de las operaciones a realizar:

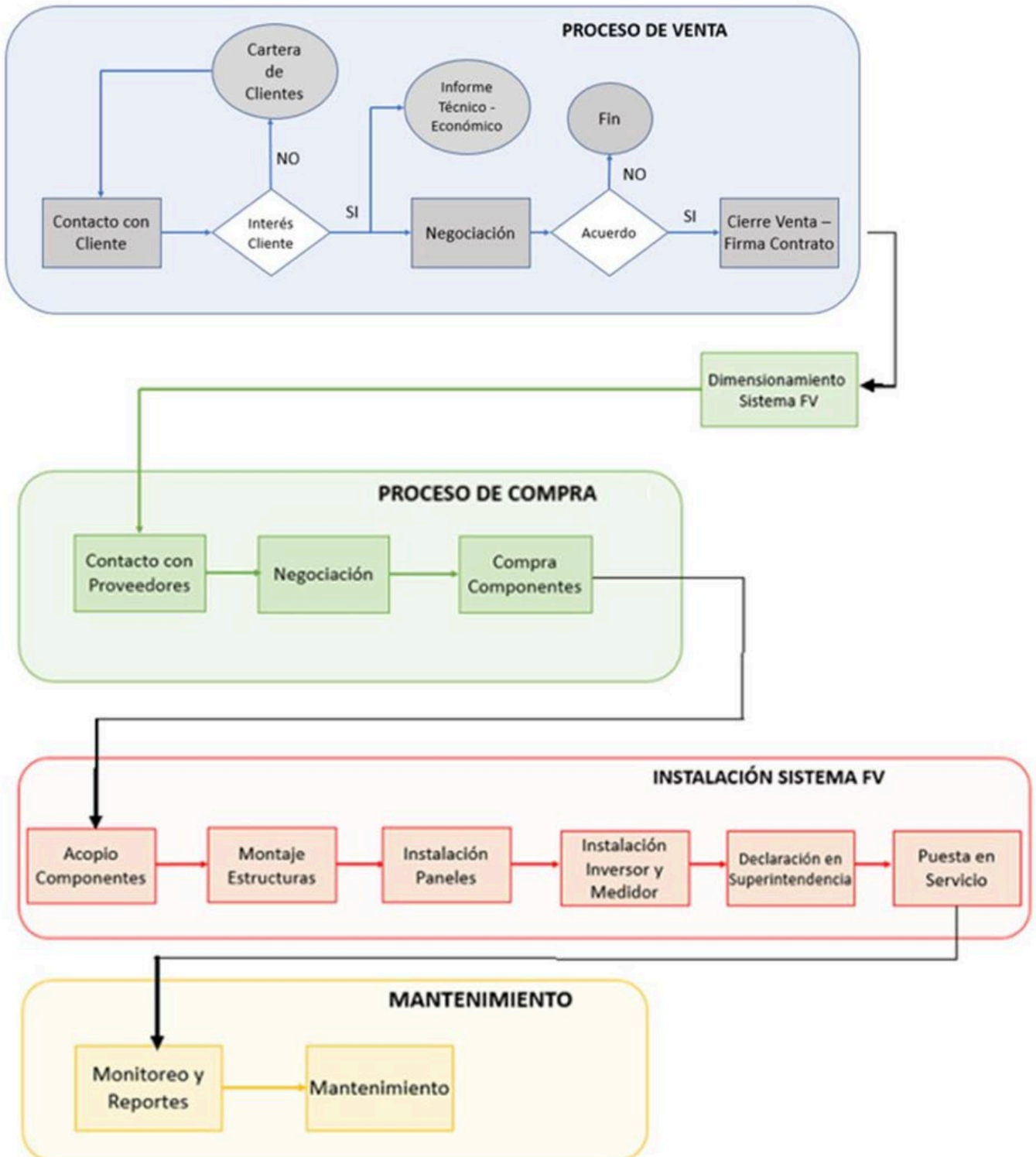


Ilustración 38.- Modelo de operaciones. Fuente (REYES, 2018)

Además, durante el desarrollo de operaciones por organización se irá realizando los trámites necesarios para legalizar la instalación por cuenta de nuestra organización.

Estos trámites dependen íntegramente de las normativas de cada ayuntamiento y de la Consejería de Industria, por lo que es muy complejo unificar los pasos a realizar. A pesar de esto, se elaborará un breve listado **ofrecido por la Secretaría de ANPIER** (Asociación Nacional de Productos de Energía Fotovoltaica en España), aunque sin dejar de remarcar que lo primero en cada caso sería acudir al ayuntamiento del lugar y analizar su normativa específica.

“ El autoconsumo con excedentes está regulado, con carácter general, en el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril*, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica y en el *Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre*, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, que establece la obligación de obtener permiso de acceso y conexión a las instalaciones de autoconsumo, salvo que están acogidas a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, o las modalidades de autoconsumo con excedentes de potencia igual o inferior a 15 kW, que se ubiquen en suelo urbanizado.

Por otro lado, los trámites para venta de los excedentes varían en cada Comunidad Autónoma. Por poner de ejemplo: Madrid, y del Decreto 70/2010, de 7 de octubre, del Consejo de Gobierno, los trámites son:

1.- Obtención Autorización administrativa previa, con anteproyecto de la instalación; Autorización administrativa de construcción, con proyecto de ejecución y declaración responsable (la Licencia de obra, ha sido suprimida para las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo que se encuentren sobre la cubierta de edificaciones por la Orden 1110/2021, de 7 de octubre, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura, y Autorización de explotación una vez ejecutado el proyecto.

2.- Si la instalación de autoconsumo va destinada a la venta a la red se precisa de evaluación de impacto ambiental, de conformidad con la vigente Ley 21/2013 de evaluación ambiental (para instalaciones con compensación de excedentes no se precisa).

3.- Posteriormente necesitará el acta de puesta en servicio, cuyos criterios para instalaciones de autoconsumo, dependen de sus características, para Instalaciones generadoras en baja tensión en la modalidad de autoconsumo sin excedentes, se puede tramitar ante las Entidades de Inspección y Control Industrial (EICIs) autorizadas, mientras que las instalaciones de producción en la modalidad de autoconsumo con excedentes se deben tramitar ante la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

4.- Por último, las instalaciones de autoconsumo deben inscribirse en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica de la Comunidad de Madrid, correspondiendo tal obligación a los titulares de la instalación, cuando estas estén conectadas en baja tensión, y su potencia instalada de generación sea mayor o igual a 100 kW, (en otros casos esta inscripción se hace de oficio).

5.- Finalmente, y salvo que se tengan conocimientos especializados del mercado de electricidad, sería muy conveniente suscribir un contrato con un representante de mercado.

Por el contrario, si lo que quiere no es una instalación de autoconsumo con venta de excedentes, sino una instalación de producción y vender toda la energía producida, los trámites son diferentes. Están regulados en la *Ley 24/2013, de 26 de diciembre*, del Sector Eléctrico (art. 53); en el *Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre*, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica; en el *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre*, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (arts. 111 y artículo 23 siguientes); y en el *Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio* por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

Los trámites resumidamente son:

1.- Obtención permiso de acceso y conexión a la red de transporte o distribución correspondiente. Con formalización previa de aval de acceso y conexión.

2.- Autorización administrativa previa, con anteproyecto de la instalación ante la Dependencia de Industria y Energía autonómica (salvo ministerio más de 50 MW). Plazo máximo 6 meses.

3.- En caso de necesitarse junto con la autorización previa se debe tramitar y obtener la declaración de impacto ambiental favorable en un plazo máximo de 18 meses ((hasta la fecha requieren declaración de impacto ambiental las instalaciones con potencia igual o superior a 100 MW, y que ocupen más de 10 hectáreas, pero se está tramitando un cambio legislativo para que sean todas las instalaciones que ocupen más de 5 hectáreas, independientemente de su potencia).

4.- Autorización administrativa de construcción, con proyecto de ejecución y declaración responsable ante la Dependencia de Industria y Energía autonómica. Plazo máximo 24 meses.

Con: autorización administrativa de todos los Organismos afectados (dícese demarcación de carreteras, confederaciones hidrográficas, Enagás, etc.) y obtención de Licencia de obras municipal.

5.- Autorización de explotación, una vez ejecutado el proyecto, para la puesta en marcha y explotación comercial de la instalación. También ante la Dependencia de Industria y Energía autonómica. Plazo máximo 5 años.

Con: obtención de Licencia municipal de actividad. Alta de punto frontera con Red Eléctrica de España. Obtención del CIL con Red Eléctrica de España. Obtención de Notificación Operacional Provisional (ION), Notificación Operacional de Energización (EON,) Aprobación de puesta en servicio para pruebas de la instalación de generación (APESP) y Notificación Operacional Definitiva (FON) con la Compañía Distribuidora y Red Eléctrica de España en su caso. Obtención del Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPEE). Contrato con comercializadora.

6.- Actualmente, solo en caso de adjudicación en subasta inscripción en el Registro de Régimen Económico de Energías Renovables (REER), según condiciones de subasta, en régimen de preasignación y de explotación. ”



## 5.1.- CADENA DE VALOR

La cadena de suministro y transformación adquiridos para poder otorgar el servicio ofertado será la siguiente: fuente UNEF



Ilustración 39.- Cadena de valor. Fuente:(ER, 2020)

En caso de operar mediante un contrato PPA, la inversión será total por parte de AsturSol debido al tipo de contrato ofrecido y tendremos que invertir directamente en la adquisición/fabricación del material necesario para el montaje y para su futuro mantenimiento, añadiendo también los costes del personal cualificado necesario. Por ello, en la cadena de valor del proyecto es de importancia la función de la ingeniería, que optimice el pedido al máximo mediante un buen dimensionamiento y no se tenga la necesidad de disponer de un gran stock de material en la empresa. No obstante, al estar todos los proyectos bajo pedido, no tendremos que acopiar una gran cantidad de componentes de las instalaciones durante un largo plazo de tiempo.

Ofreceremos posibles compensaciones en función del grado de satisfacción del servicio (descuentas si es el grado de insatisfacción es justificado). Además, aportamos materiales que disponen de las certificaciones ISO 9001 y 14001, que se relación respectivamente con la calidad y el medioambiente. Con esto, como ya se ha mencionado anteriormente, se ofrecen claros indicadores de desempeño a nuestros clientes, dándoles oportunidad a que valoren nuestro servicio y sirva aún más de referencia para nuestra mejora continua.

## 5.2.- MATERIAL NECESARIO



Ilustración 40.- Material necesario para la instalación fotovoltaica. Fuente (Integraenergía, 2022)



## 5.2.1.- Módulos fotovoltaicos

### 5.2.1.1.- Introducción

En realidad los módulos o *paneles fotovoltaicos* no son más que la unión de un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre sí.

Por lo que para explicar un panel fotovoltaico debemos de hablar en primer lugar de la **celda fotovoltaica**, ya que, es el primer elemento que entra en juego en todo el proceso de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica con corriente continua, y definiremos finalmente al **módulo** como una asociación en serie o paralelo de las celdas fotovoltaicas. (Planas, 2021)

Como se ha descrito durante la introducción del presente trabajo, las celdas fotovoltaicas pueden acometer su función gracias al efecto fotoeléctrico, pero este movimiento de electrones no tendría ninguna funcionalidad si no se generase una diferencia de potencial en la celda. Aquí es donde entra en juego la unión tipo PN que se explica a continuación:

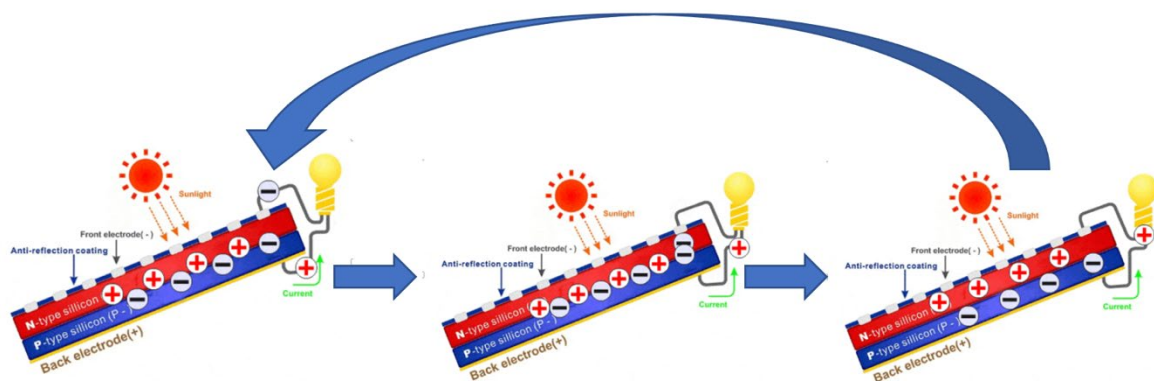


Ilustración 41.- Efecto fotoeléctrico + Unión PN. Fuente: (Yuste, 2015)

La **unión tipo PN** posibilita tener un semiconductor con una diferencia de potencial que permite “dirigir” los electrones que excitamos cuando enfrentemos al semiconductor (células del módulo) a la luz del sol. Esto se consigue a través de dos semiconductores dopados de **Silicio** (metal empleado en la fabricación actual de las celdas). *El dopaje permite generar huecos en los enlaces covalentes del átomo* y disponer de un semiconductor donador (TIPO N, carga negativa) y otro receptor (TIPO P, carga positiva). Esta unión genera dos tipos de corrientes:

- 1) Corriente de iluminación / fotocorriente:  $I_{ph}$ , corriente positiva que aportará valor a la potencia obtenida.
- 2) Corriente de ordenación interna o de oscuridad:  $I_D$ , esta corriente aumenta con el voltaje y se opone a la corriente de iluminación, por lo que, a mayor corriente de oscuridad, menor corriente neta obtendremos.

Aunque parezca anecdótico, como ya se ha explicado anteriormente, a mayor temperatura de panel se obtiene un menor rendimiento a nivel de potencia. Este hecho se debe a que la celda fotovoltaica tiene el siguiente funcionamiento:

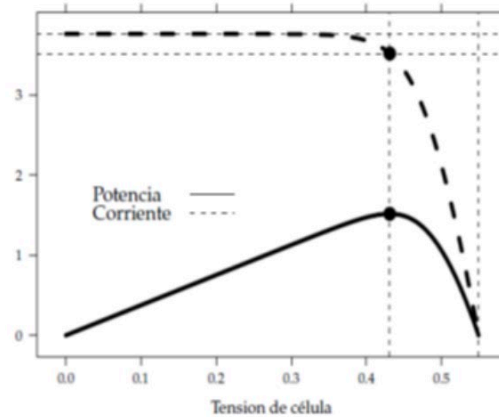


Ilustración 42.- Funcionamiento de una célula FV. Fuente: (AREATECNOLOGIA, 2022).

Como se puede apreciar, la corriente decrece muy rápidamente a partir de cierto valor de tensión y como se demostrará más adelante, **el aumento del voltaje es proporcional a la temperatura, como a su vez, la corriente lo es a la radiación.**

Para seguir analizando el funcionamiento de las celdas fotovoltaicas deberemos explicar el “**BusBar**” (BB) y los *fingers*, elementos del módulo FV.

El primer elemento, se entiende como la ruta que recorre la corriente continua que la celda es capaz de generar, y es uno de los enfoques prioritarios actuales de los fabricantes para seguir optimizando la eficiencia del sistema.

En esta optimización se debe buscar que el conductor no sea ni muy estrecho ni muy ancho para minimizar las pérdidas por el efecto joule y optimizar el espacio de aprovechamiento, con el fin de minimizar las pérdidas por sombreado respectivamente.

A su vez, la existencia de un número mayor de BusBars en la celda nos ofrece una mayor potencia, ya que reducimos el estrés ocasionado por la producción y por ende el número de microroturas. Otra ventaja que tenemos al aumentar la cantidad de BusBars incorporados en una misma celda, como ya se ha mencionado, *es reducir las pérdidas por calor, este punto se apreciará a mayores según se incremente el tamaño de la instalación.*

En segundo lugar, los *fingers*, son elementos conductores perpendiculares a los BusBars que nos encontramos en la celda, su misión es estar cerca de los electrones generados por la radiación solar y conectarlos al BusBar.

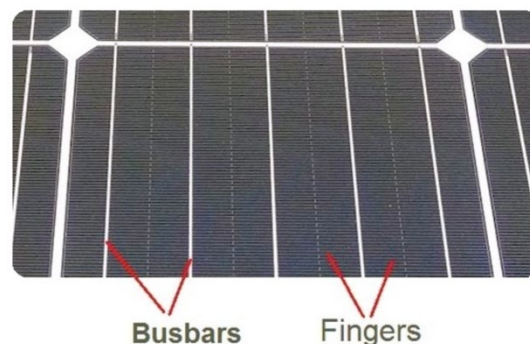


Ilustración 43.- Busbars y Fingers de un módulo. Fuente: (Comorin, 2019)

Como se ha mencionado anteriormente, este sistema se encuentra en constante innovación y ya se están creando celdas con diferentes tipos de BusBar e incluso únicamente con fingers y ramificaciones que permitirán aumentar aún más la superficie aprovechable.

#### 5.2.1.2.- Efecto CTM

Para poder explicar bien este efecto se debe dejar clara la diferencia entre el rendimiento y la eficiencia:

- 1) **Rendimiento:** cantidad de energía solar que se transforma y entrega en energía eléctrica.
- 2) **Eficiencia:** cantidad de potencia que se tienen por metro cuadrado de superficie. [W/m<sup>2</sup>]

El CTM, nos permite diferenciar la eficiencia entre las celdas y el módulo, mediante la relación de potencia de salida entre la celda y el módulo, y es que cuando las células solares se transfieren a un módulo, existen dos tipos de pérdidas de potencia:

En primer lugar, las *pérdidas resistivas* que aparecen por la resistencia en serie que surge de la interconexión de la célula (resistencia por contacto) y, en segundo lugar, las *pérdidas ópticas* causadas por la encapsulación, (no toda el área del módulo es celda).

En otras palabras, la potencia del módulo es algo inferior a la suma de las potencias de las celdas de su interior.

#### 5.2.1.3.- Tipos de celdas

Como se ha mencionado, la evolución que se está viviendo con relación a las nuevas tecnologías fotovoltaicas es abrumadora e incide mayoritariamente en las variedades y mecanismos de optimización en las celdas fotovoltaicas.

A pesar de esto, se aportará un resumen conceptual del momento actual en el mercado y lo esperado a corto plazo en el mercado:

- 1) Según su **material:**
  - **Monocristalino:** A nivel modular aparece un hueco de separación entre celdas debido a su proceso de manufactura. Por ello, tiene más pérdidas por CTM que la celda policristalina.
  - **Policristalino:** A nivel modular no existe hueco alguno entre las celdas. Este tipo de celda, a pesar de que el efecto CTM pueda llevar a pensar lo contrario, está demostrado que por su estructura es menos eficiente que la celda monocristalina, pero se comporta mejor (tiene mayor rendimiento) en altas temperaturas.

Ambos materiales disponen de las siguientes opciones:

→Celda Tipo P: Capa superior, semiconductor tipo N. Tradicionales.

→Celda Tipo N: Capa superior, semiconductor tipo P. Más eficientes y con un coste mayor, son la novedad del mercado.

- Thin film /Amorfo: Estas celdas disponen de una menor eficiencia y no se contemplan para el autoconsumo residencial, en cambio, puede llegar a ser una opción a implementar en caso de un autoconsumo industrial con una gran superficie disponible, ya que suelen ser mucho más económicas. Se encuentran en decadencia. A nivel modular se consideran como láminas y al contrario de en los mono y poli, no se aprecian los fingers ni el BusBar.

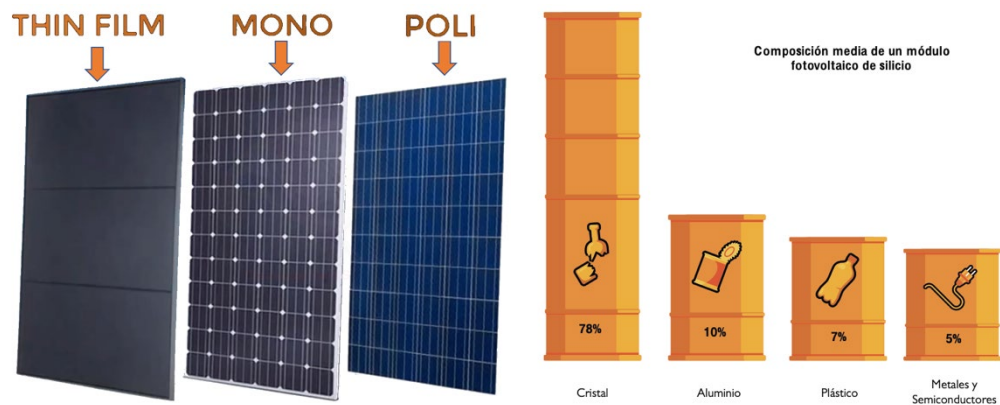


Ilustración 44.- Principales tipos de módulos del mercado según su material y composición media.

Además, existen muchas más variedades de celdas, mencionaremos alguna de las más relevantes que no entran dentro de las tres tecnologías líderes en el sector:

- Orgánicas: Se encuentran hechas a base de carbono, pueden llegar a ser transparentes, flexibles y duraderas, aunque actualmente no son económicamente viables.
- Perovskita: Una “perovskita” es cualquier material que tenga la misma estructura cristalina que el compuesto de óxido de calcio y titanio. Estas, tampoco son económicamente viables en la actualidad, pero debido a sus bajos costos de producción y a su alta eficiencia se les debe tener un hueco de mercado importante para el futuro.

2) Según su **estructura interna** (en orden de menor a mayor eficiencia):

- Estándar: Celda tradicional (Al-BSF).
- **PERC**: Se añade una capa dieléctrica en la parte trasera de la celda que haga rebotar el fotón y que vuelva a ser aprovechable (fotones provenientes de luz infrarroja). Normalmente estas longitudes de onda están más presentes cuando el sol incide con cierta inclinación, es decir durante las primeras y últimas horas del día o durante los días nublados con radiación baja y esto permite que los módulos con tecnología PERC presenten una eficiencia superior al resto de módulos convencionales (tanto en monocristalinos como policristalinos).

Además, las longitudes de onda superiores a la infrarroja no pueden generar energía en las celdas fotovoltaicas, pero estas ondas llegan directamente a la capa de aluminio inferior en

las células convencionales, siendo absorbidas por ésta y aumentando la temperatura del módulo, de modo que, genera un efecto negativo sobre la producción al aumentar la temperatura. Sin embargo, en las células PERC, estas ondas son reflectadas enviándolas fuera del panel y consiguiendo, por tanto, una temperatura menor. Es decir, se ha demostrado que las celdas PERC sufren un calentamiento menor al no alcanzar la radiación la parte del módulo de aluminio. Precio competitivo.

- PERL: Mejora el contacto de la capa dieléctrica del PERC, su precio aún es elevado.
- PERT: Se unifica la función del dieléctrico de la celda PERL en una sola capa más eficiente. Su precio aún es elevado.
- HIT: Se mejora la homogeneidad del movimiento de los electrones entre la unión PN. Se utiliza en celdas mono-cristalinas y tipo N, es una tecnología muy cara al tener que implementar una capa superior e inferior de silicio amorfo y por ello, hoy en día, no se considera como una alternativa real.
- IBC: Se mueven los BusBar y fingers a la parte trasera de la celda, así se aumenta la superior de captación. Celda más cara y eficientes de la actualidad, que hace inviable su venta a gran escala.

Por lo tanto, se entiende que las celdas convencionales de tipo P y película delgada acaben desapareciendo a corto plazo por las de tipo N y PERC / PERL / PERT. (CambioEnergético, 2021)

#### **5.2.1.4.- Fabricantes**

Para realizar este listado nos basaremos en información otorgado por Bloomerg y Solarplus.

Bloomerg analiza la capacidad financiera, tecnológica y productiva de los diferentes fabricantes, mientras que Solarplus se ha encargado de recopilar información sobre los diferentes fabricantes mencionados por Bloomerg y realizar su propio análisis.

Es importante mencionar que, dentro de este análisis, un factor diferenciador es la garantía que ofrece cada fabricante a su producto, dato que ofrece a los consumidores un grado de confianza muy alto. (Ruiz, Eva, 2022)

Para entender mejor por qué se le da un gran valor a la garantía ofrecida por el fabricante se explicarán los dos tipos que afectan al módulo fotovoltaico:

- 1) Garantía de producción, donde el fabricante asegura que el módulo no pierde un tanto por ciento de eficiencia original durante un largo periodo de tiempo establecido.
- 2) Garantía de producto, es una garantía convencional donde se cubre al cliente de posibles defectos por fabricación durante un periodo de tiempo determinado, que suele ser inferior a la garantía de producto.

Marca	<u>Global</u>	Calidad	Eficiencia	Fiabilidad	Relación calidad-precio
Solarwatt	4.7	5.0	4.8	4.7	4.2
LG Solar	4.7	4.8	4.9	5.0	3.9
SunPower	4.5	5.0	5.0	4.2	3.8
Panasonic	4.5	4.3	4.8	4.7	4.0
QCells	4.5	4.5	4.7	4.2	4.4
Hyundai	4.4	4.1	4.6	4.6	4.4
Ja Solar	4.4	3.9	4.7	4.1	5.0
LONGi	4.4	4.0	4.4	4.3	5.0
Sharp	4.4	3.6	4.4	4.7	5.0
ZNShine	4.4	3.7	4.9	4.1	5.0
Viessmann	4.4	3.4	4.5	5.0	4.7
Axitec	4.4	4.5	4.5	4.0	4.5
Seraphim	4.4	3.9	4.4	4.3	4.9
Trina Solar	4.3	3.8	4.7	3.8	4.9
REC	4.3	4.5	4.9	3.7	3.9
Jinko	4.2	4.0	4.3	3.8	4.8
Canadian Solar	4.0	3.5	4.4	3.7	4.6

Tabla 9.-Listado fabricantes de módulos FV.

#### 5.2.1.5.- Tipos de módulos

Los módulos fotovoltaicos se pueden separar en función de dos categorías:

- 1) Su **tamaño**, donde a nivel de autoconsumo existe dos variantes diferenciadas:
  - 72 Celdas → Nivel industrial.
  - 60 Celdas → Nivel residencial.



2) Su **tipología** de celda:

- **PERC**: como se mencionó anteriormente en el PERC, se consiguen aprovechar más fotones que en una celda convencional y por ello una mayor eficiencia que propicia una mayor producción en el módulo.

A pesar de que esta tecnología existe desde hace 30 años, se prevé que sean las que más cuota de mercado tengan en los próximos años debido a que las tecnologías convencionales ya han llegado a su límite teórico de eficiencia y a que el gobierno Chino, país predominante en fabricación de módulos, en 2015 legisló y exigió una eficiencia mínima en los módulos fotovoltaicos que favoreció el desarrollo de esta tecnología en búsqueda de células de alto rendimiento en detrimento de las convencionales.



Ilustración 45.- Comparación tecnología convencional vs tecnología PERC. Fuente: (Gómez, 2019).

- **DUAL CELL** o **CELDA PARTIDA**: como su nombre indica, lo que ocurre en este caso, es que las celdas del interior del módulo son partidas y el módulo se divide en dos semimódulos con 60 o 72 medias celdas en cada uno de ellos. Al tratarse de celdas, no existe esta posibilidad para la tecnología Thilm Film.

Esta tipología de módulos está pensada para poder dividir el módulo en un par de semimódulos independientes, y así evitar malos funcionamientos por sombras. **Nos permite tener un funcionamiento muy superior frente a días nublados.** Es importante mencionar que este beneficio sólo se obtiene si el módulo se *coloca en vertical, nunca en horizontal*, debido a la posición de las cajas de conexiones dentro del panel, que en este caso hay dos, una para cada submódulo, y es lo que permite que sean independientes al aislar los sistemas entre sí:

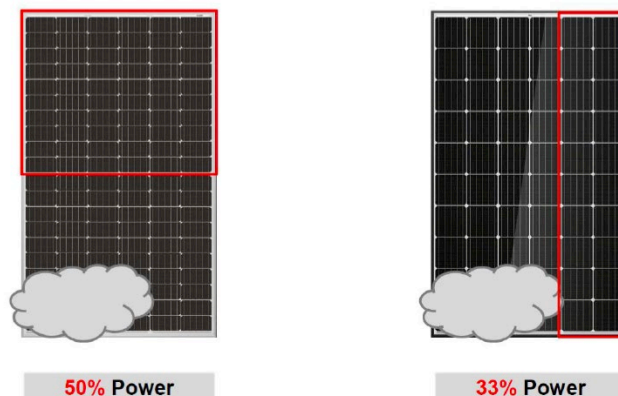


Ilustración 46.- Estudio de potencia entre un módulo de celda partida vs convencional.

Fuente: (Bonvini, 2018).

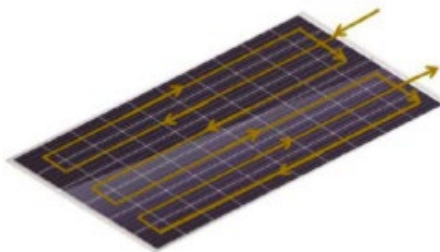


Mediante esta transformación se obtienen un par de beneficios que se irán describiendo a continuación:

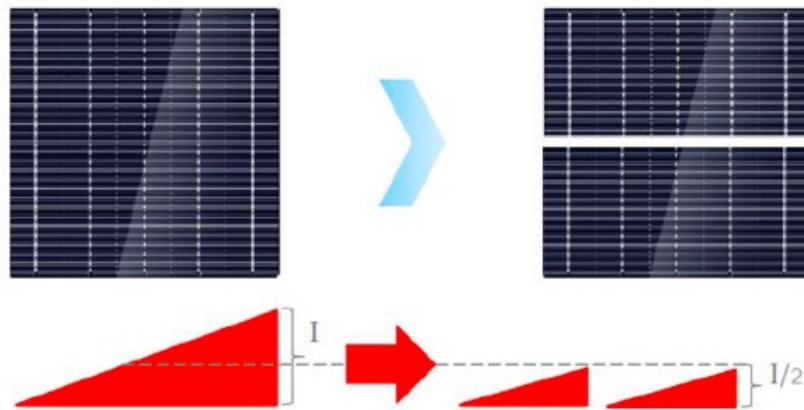
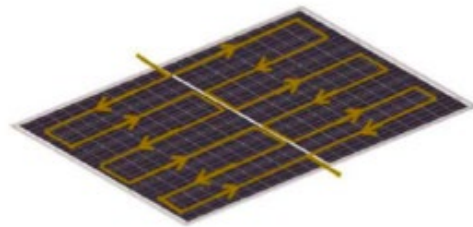
- 1) *Mejor relación de potencia CTM.* Incremento de cerca de un 3% en la potencia de salida en comparación con los módulos de celda completa.
- 2) *Reducción de pérdidas por calor.* Al dividir el módulo, la corriente que atraviese por cada parte es la mitad de la global en un módulo de celda entera y es que las pérdidas de potencia eléctrica por caliente se calculan mediante el producto de la resistencia del conductor y la corriente circulante al cuadrado.

Se prevé que en 2028 alcancen el 40% de cuota de mercado.

## Celda Convencional



## Celda Partida



*Ilustración 47.- Explicación de la reducción de pérdidas por calor en el módulo de celda partida.*

- **BIFACIAL:** este tipo de módulo es especial porque es capaz de producir energía por ambas caras, delantera y trasera, aprovechando la radiación de albedo que rebota en la parte posterior.

Por ello, tiene más eficiencia que un módulo monofacial, aunque es muy difícil de predecir ese incremento, ya que dependerá de la superficie en la que nos encontremos (color, rugosidad y espacio de separación entre módulo-superficie).

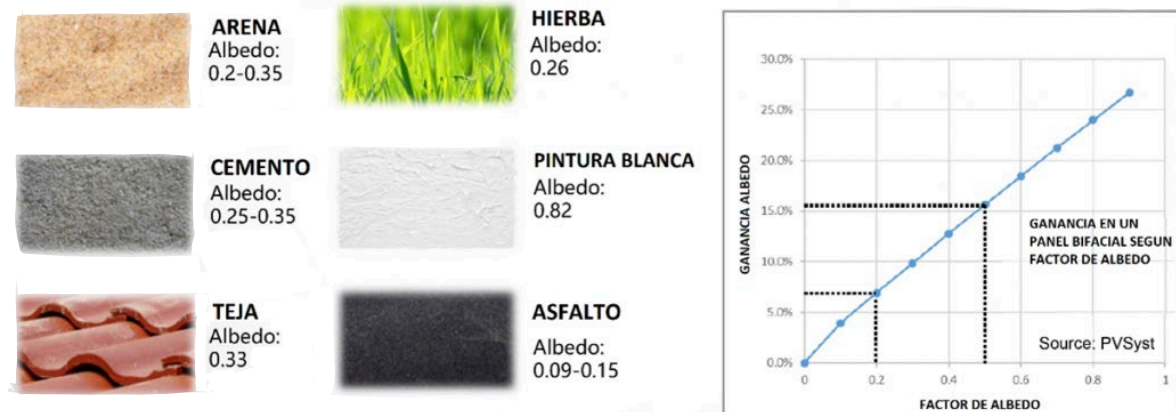


Ilustración 48.- Factor de radiación recibida por albedo según su superficie.

Fuente: (Znshine, 2021)

Este tipo de módulo necesita de más espacio para poder aprovechar la radiación de albedo existente. Por ello, su uso se reduce básicamente a parques fotovoltaicos con estructura de seguidor a un eje y a marquesinas de parkings, quedando descartadas el resto de aplicaciones de autoconsumo al requerir de un estudio exhaustivo de la producción.

Por último, resumir que es un *módulo más costoso* que los vistos anteriormente y son *difíciles de implementar*.

- MONO-CAST : Este tipo de módulo se debe por su tipo tipología de celda, es una tecnología que se sitúa entre el mono y policristalino, al caracterizarse por una eficiencia cercana al monocristalino con un precio relativamente similar al policristalino debido a su proceso de fabricación. Actualmente es una opción más del mercado, pero no se espera de él un mayor protagonismo a medio largo plazo.

Estos módulos los podremos diferenciar gracias a su proceso de fabricación de celdas, ya que no tienen los bordes circulares que tienen las celdas mono convencionales, y por ello en el módulo global no se pueden apreciar huecos entre celdas.

Se deben independizar y agrupar los módulos para evitar sombreados y sus pérdidas

### 5.2.2.- Inversor

Los inversores se encargan principalmente de gestionar y transformar la corriente continua (DC) en corriente alterna (CA) y de testear el estado de los circuitos, por ello, se les suele denominar como el cerebro del sistema fotovoltaico. (Oriol, 2021)

Actualmente, la eficiencia de los inversores ronda el 96% y los fabricantes de referencia como Omnik New Energy, Sungrow, Solis, *Huawei* o *Growatt* están profundizando y dirigiendo el I+D del producto en temas relacionados con la monitorización y el conexionado. *Por norma del CTE debe de tener una potencia mínima del 80% de la potencia pico de la instalación.*

Se recomienda que su **ubicación**, como norma general, sea lo más cercano al campo generador, evitando un mayor recorrido en DC, y resguardado del impacto climática directo.

### **5.2.2.1.- Tipos de inversores**

- 1) On Grid, tiene el cometido de generar lo máximo posible y volcarlo a la red. Es el tipo de inversor utilizado en autoconsumo.
- 2) Off Grid, tiene el cometido de conducir la energía producida solo en los momentos en los que hay demanda o, en caso de disponer de baterías, en los momentos en los que se esté produciendo más de lo consumido para almacenar la energía excedentaria.
- 3) Inversor híbrido, se trata de una mezcla de los dos anteriores inversores y se utiliza en los casos en los que no se pueda verter energía y en los que la red eléctrica no exista o sea defectuosa.

### **5.2.2.2.- Criterios de elección**

- 1) Tipo de red al que se alimenta:
  - Monofásico / trifásico.
  - Voltaje / frecuencia.
- 2) Potencia nominal:
  - Pocos inversores de mucha potencia para alcanzar la potencia nominal de la instalación.
  - Muchos inversores de pequeña potencia para alcanzar la potencia nominal de la instalación.
- 3) Número de MPPT's.
- 4) Tipo de monitorización.
  - Externa.
  - Interna (local/telemática).
- 5) Garantía.

### **5.2.2.3.- Marcas relevantes**

- SMA
- Fronius
- Kaco
- Kostal
- Ingeteam

- ABB
- Huawei
- Schneider
- SolarEdge
- Riello

### 5.2.3.- Algoritmo MPPT, *elemento fundamental*

Aunque el algoritmo MPPT o “**búsqueda del punto de máxima eficiencia**” esté dentro del inversor, debido a su importancia y aplicación se le sacará del mismo subapartado.

El MPPT, como se ha mencionado, es una tecnología integrada en el inversor que permite optimizar la producción a nivel de **string** (consecución de módulos fotovoltaicos **conectados en serie**). Esta monitorización para optimizar la producción de potencia en DC se consigue variando el voltaje, como hemos visto en la “Ilustración 41.- Funcionamiento de una célula FV.” y que, como también se ha mencionado en la introducción de este punto, esto tiene su justificación en que el punto de máxima potencia varía constantemente en función de la intensidad (radiación) y del voltaje (temperatura), es decir, no es ni mucho menos un punto estático. En resumen, *el MPPT perturba de una forma ininterrumpida el voltaje en DC y observa si la potencia aumenta o disminuye, de modo que en caso de aumentar se mantiene en ese punto y en caso de disminuir realiza iteraciones constantes modificando el voltaje hasta que se consiga que aumente dicha potencia.*

Además, al igual que con los inversores, si disponemos de más de un MPPT por inversor, conseguimos manejar tantos paquetes de producción independientes como MPPT's existentes. Esto es *útil cuando nos encontremos principalmente frente a diseños con sombras o diferencia de orientaciones e inclinaciones.*

Como se ha indicado, el algoritmo MPPT convencional frena la variación del voltaje en caso de reflejar un aumento de producción de potencia. Actualmente, están apareciendo en el sector algoritmos de segunda generación, que llegados a ese punto realizan una segunda búsqueda de aumento o picos más altos de potencia para asegurarse de disponer de la máxima eficiencia posible.

Actualmente todos los inversores del mercado llevan incorporada esta tecnología.

### 5.2.4.- Optimizadores

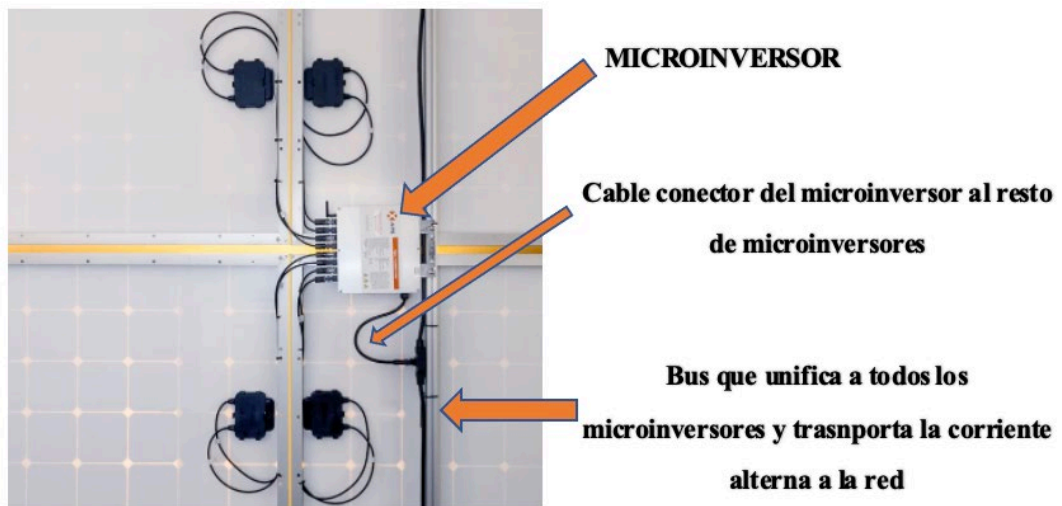
Este elemento del sistema surge a raíz del mismo problema que soluciona el MPPT, y es que un conjunto de módulos conectados en serie producirá la energía que sea capaz de obtener en el punto o módulo más desfavorable, por ello se deben de evitar conectar zonas dispares entre sí. Y es que, realmente, los optimizadores cumplen la misma función que un MPPT pero a un nivel mucho más reducido de sectorización.

El gran inconveniente de esta tecnología y la razón por la que no se llega a implementar, es por el hecho de que se aplica a nivel modular, lo que incrementa considerablemente el precio.

#### 5.2.4.1.- Microinversores

Los microinversores, como se puede intuir, son inversores de muy baja potencia y que se conectan en serie. Su función, al igual que la de un inversor convencional, es la de transformar la corriente continua en alterna, pero se conecta un número de módulos mucho inferior.

Además, no se debe realizar un gran recorrido de cableado en DC y se ahorraría esa partida, aunque, por otro lado, esto dificulta el montaje y su tiempo, lo que acarrearía más mano de obra.



*Ilustración 49.- Esquema de un microinversor.*

Además de la desventaja del coste, proporcionalmente es más caro a nivel de kW. Es decir, un inversor de 5kW es más barato que 5 inversores de 1kW y de hecho este es el límite a partir del cual dejan de ser rentables económicamente. Nos encontramos con que no podemos conectar en serie, tantos microinversores como queramos, sino que, este límite viene dado por el fabricante (debido a la necesidad de limitar la intensidad de cada circuito a un parámetro marcado por el fabricante, normalmente en torno a unos 10/15 módulos por serie).

Fabricante top: Enphase.

Es importante mencionar que para cumplir con la normativa exigida por la UE se debe instalar un relé que impida que la corriente producida por el módulo fotovoltaico se vierta a la red y viceversa (que la corriente de la red circule por el campo fotovoltaico).

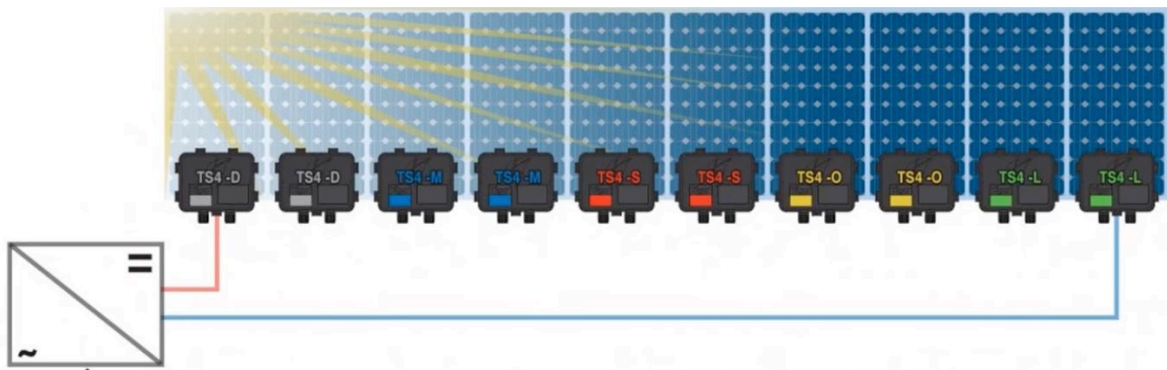
La instalación del relé permite realizar una separación galvánica, es decir, una separación física entre el circuito AC y el DC de la instalación. Estos relés se ubican aguas abajo de la instalación y se debe implementar uno por cada serie de módulos fotovoltaicos.

Por último, también es necesario un tapón terminador por cada rama o serie de módulos que indique al sistema que no hay más micros en dicha rama/serie, junto a un conector por rama macho-hembra que conecta el cable bus AC de los micros al cableado AC que se recoge hasta el cuadro (puede ser monofásico o trifásico).

Al igual que ocurre con los optimizadores DC que veremos a continuación, se trata de un elemento no obligatorio en la instalación. Los microinversores se utilizan principalmente en el sector residencial.

#### 5.2.4.2.- Optimizadores DC

El optimizador DC es un accesorio que se coloca en el módulo e independiza individualmente la actividad de los módulos, lo que permite monitorizar y maximizar la potencial producción de cada módulo. Estos optimizadores se conectan en serie y se llevan al inversor general de la instalación en cable DC.



*Ilustración 50.- Esquema funcionamiento optimizador DC. Fuente: (elec4, 2015)*

El problema, al igual que con los microinversores, es su precio. Además, se debe tener especial atención a que todos optimizadores DC no funcionan con toda la gama de inversores, si no que se fabrican específicamente para determinados modelos.

Fabricantes TOP: Solaredge (solo aplicables a inversores Solaredge) – Tigo (sirven para una amplia variedad de inversores)

#### 5.2.5.- ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA

La estructura fotovoltaica es un elemento pasivo encargado de fijar el campo generador a la superficie de destino.

La fijación debe de aguantar como mínimo el tiempo estimado de la vida útil de los elementos de la instalación, actualmente de 25 años, contando con efectos como la corrosión, viento o esfuerzos de apriete o dilataciones provocadas por las variaciones climáticas.

Para escoger el tipo de estructura, debemos de saber primero qué tipo de techo o superficie disponemos para la instalación.

El material de las estructuras de autoconsumo, que en su inmensa mayoría se sitúan en la cubierta de las naves o tejados de las viviendas, son de aluminio.

Los tipos de instalaciones son:

- 1) *Coplanares*: su inclinación corresponde a la de la superficie, se ahorra material. Se utilizan principalmente cuando la cubierta este orientada al sur.



- 2) *Inclinada*: la propia estructura otorga un grado diferente de inclinación que permite obtener una mayor eficacia de la instalación. Dependiendo del anclaje nos encontramos con 3 principales opciones: vertical autoportante, horizontal autoportante y con contrapesos. Esta última opción dispone de una aplicabilidad reducida en cubiertas grandes al disponer de dichos contrapesos que hacen trabajar en exceso a la estructura del edificio.

Las opciones autoportantes tienden al pandeo frente a rachas de viento que pueden generar microrroturas. Por ello, se deben añadir láminas deflectores en la parte posterior.

En los techos de hormigón, se suelen fijar perforando la superficie y fijándolo a una varilla anclada perpendicularmente a la superficie mediante taco químico, mientras que, si nos encontramos un techo en chapa, se utilizarán tornillos autoroscantes.

En caso de no querer perforar la superficie, se deben de colocar contrapesos para asegurar la fijación del campo generador, esta opción para superficies formada por chapas no es recomendable. Se trata de una práctica que se está extendiendo por su sencillez, aunque se debería de realizar un estudio estructural y de cargas de aguante que nadie hace realmente.

Uno de los fabricantes más importantes se trata de AlusínSolar y se encuentra en Avilés, al igual que nuestra sede. AlusínSolar tiene como estrategia de negocio la cercanía y acompañamiento al cliente, por lo que será un partner de nuestro modelo de negocio. (AlusínSolar, 2022)

### 5.2.6.- Monitorización

Todas las instalaciones actuales tienen un sistema de monitorización que funciona a través de la telemetría de datos otorgados por el inversor. Se excluye del apartado de inversores porque se considera un elemento vital de la instalación que nos permite conocer en todo momento el estado de la instalación y de comprobar las previsiones de producción.

Los datos mínimos que obtendremos mediante monitorización serán:

- Datos de producción: generación e históricos (diarios, semanales, mensuales, anuales, etc...)
- Potencia instantánea: picos de potencia entregada en cada momento, generalmente se actualiza cada dos segundos. Potencia AC y DC en el inversor.
- Voltaje e intensidad en DC: dependiendo de la monitorización se podrá apreciar la información a nivel de inversor o a nivel de MPPT.

Actualmente, en el mercado están apareciendo monitorizaciones que aportan datos a nivel de string de MPPT, lo que focaliza más el estado de la instalación.

- Voltaje, intensidad y frecuencia en AC (voltaje de conexión en la red de inyección y corriente inyectada a la red de suministro).

En caso de disponer optimizadores DC podremos saber el funcionamiento a nivel de módulo.

### 5.2.7.- Aparamenta

- Cable DC

Conduce la corriente continua desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor. (Cobre o Aluminio).



*Ilustración 51.- Ejemplo cable DC. Fuente: (TopCable, 2022)*

- Cable AC

Conduce la corriente alterna desde el inversor hasta el punto de suministro o evacuación.

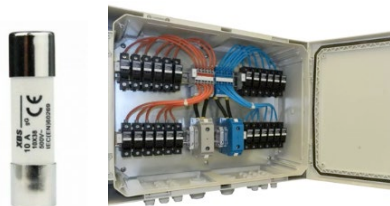


*Ilustración 52.- Ejemplo cable AC.*

- Protecciones eléctricas

Las protecciones eléctricas se pueden distinguir en dos partes:

- 1) DC: evitan sobretensiones o sobreintensidades que puedan llegar al inversor. Suelen ser fusibles que facilitan además el mantenimiento, y en instalaciones grandes podemos disponer de “combiner box” que unifican strings en paralelo provenientes de los módulos, convirtiéndolos en uno solo y ahorrando metros lineales de cable. Recomendable *marca HIS*.



*Ilustración 53.- Protecciones eléctricas en DC, (1.- Fusible;2.- Combiner Box).*

- 2) AC: diferencial y magnetotérmico. Protegen al interior de la instalación provocando cortes en el suministro frente a sobretensiones o cortocircuitos.



*Ilustración 54.- Protecciones eléctricas AC (1.- Diferencial; 2.- Magnetotérmico). Fuente: (Schneider, 2022)*

- Puesta a tierra

Elemento de seguridad que impide el paso de la electricidad por el cuerpo humano en caso de alguna fuga de corriente. *El inversor debe de quedar conectado a tierra.*

- Anclajes
- Conector MC4

Realizan conexiones seguras y rápidas entre secciones de cable en DC.



*Ilustración 55.- Conector MC4.*

### 5.2.8.- Elementos extra

Ambos incluidos en el interior de las protecciones eléctricas. Y recomendables para “combiner box” externos.

#### 5.2.8.1.- Supresor de pico AC – DC y Seccionador DC

Se recomiendan cuando disponemos de grandes “combiner box”, ya que son elementos de sobreprotección de la instalación.

El supresor de pico es un sistema de protección añadida a los fusibles DC, cuando detecta el pico calibrado, abre el circuito y lo suprime. Existen tres tipos:

- 1) Permanentes: suelen ser para sobre voltajes pequeños.
- 2) Permanente con rearme automático: tiene el mismo funcionamiento que el supresor de pico permanente, pero se reconfigura automáticamente al desconectarse y detectar una tensión dentro de los límites configurados.
- 3) Transistorio tipo 1: es el supresor realmente interesante, suprime picos que difieren bastante de los límites marcados, normalmente se utilizan para proteger a las instalaciones que se ubican en el exterior frente a rayos.



*Ilustración 56.- Ejemplo supresor de pico.*

Los supresores se seleccionan a partir de la tensión a la que va a funcionar la instalación.

Un solo supresor de pico es capaz de proteger a un “combiner box” entero. Además, los supresores disponen de un testigo lumínico, generalmente de color verde, que cambia al color rojo cuando necesita ser sustituido.

El seccionador DC, no es un elemento de protección y sirve para cortar el circuito en DC, normalmente se suele situar en “combiner box” externos.



*Ilustración 57.- Ejemplo seccionador DC.*

El seccionador DC se selecciona dependiendo del voltaje y corriente que se quiera cortar en la instalación.

#### **5.2.9.- Costes de los materiales a emplear:**

- Panel fotovoltaico [140, 240] €/ud.
- Inversor [700 , 1600] €/ud.
- Estructura por ud de panel [15/100] €/ud panel como mínimos y máximos, como precio medio sería 48 €/ud según AlusinSolar (empresa de fabricación y distribución de estructura fotovoltaica)
- Aparamenta [200 ,500] €.
- Herramientas necesarias [1000, 1200] € como: caja de herramientas, cable de extensión eléctrica, flexómetro y cintas métricas, destornilladores, alicates, tester para comprobar conexiones y tensiones, tiralíneas, cinta aislante, hilo para alinear y nivelar, atornilladora, radial, torquímetro (comprobar par de apriete de los tornillos y seguir las recomendaciones del fabricante de la estructura), crimpadora, llaves allen, pintura spray, taco químico y varillas (para anclar la estructura), pintura impermeabilizante (prevenir goteras), pistola, gafas, taladro ( <800 W) y guantes para mantener limpio el módulo.
- Monitorización [150,200] €, la mayoría de inversores del mercado ya disponen de aplicaciones que permiten una monitorización sencilla.
- Legalización y certificación [ 300, 350] €.
- Clever Solar Device / Eneerlence de Suntropy [50, 150] € para hacer mantenimientos y medir la producción del campo generador, traza la curva IV de cada uno de los paneles sin desconectar la instalación, con esta información somos capaces de analizar la instalación y conocer el punto de la máxima potencia de la instalación.

## 6. PARTNERS Y ALIANZAS

### 6.1.- PARTNERS

En el sector solar, nos encontramos con una amplia variedad de proveedores de todos los elementos necesarios para la instalación de los proyectos. Como política, siempre que sea posible, nuestros proveedores serán nacionales. Cuando la ubicación del proyecto no sea demasiado impedimento, realizaremos acuerdos principalmente con las siguientes empresas:

- 1) Paneles → Atersa del Grupo Elecnor, dispone de proveedores de primera calidad y de las certificaciones de calidad requeridas por nuestra compañía.
- 2) Estructuras y aparamenta → Alusín solar – Braux.
- 3) Inversores → Ingeteam – SunPower – Riello – ABB - SMA. Se buscarán principalmente en el fabricante, en caso de no encontrar el producto necesario se contactará con Atersa.

Sin embargo, como ya hemos mencionado, existe amplia variedad de proveedores que, además, está en aumento por el “boom de la fotovoltaica” actual, por lo que en el caso de que por desplazamiento de producto el precio se elevase demasiado, podremos acudir al mercado sin tener que depender profundamente de una organización externa.

Aun así, se intentará realizar el máximo pedido con los propuestos para intentar conseguir una relación cercana de modo que se puedan obtener mejores precios a largo plazo y también que lleguen a ejercer funciones de recomendación reales. Por otro lado, aunque parezca contradictorio, los pedidos variarán entre los propuestos para que no exista una sensación de relajación y no nos oferten los mejores precios posibles.

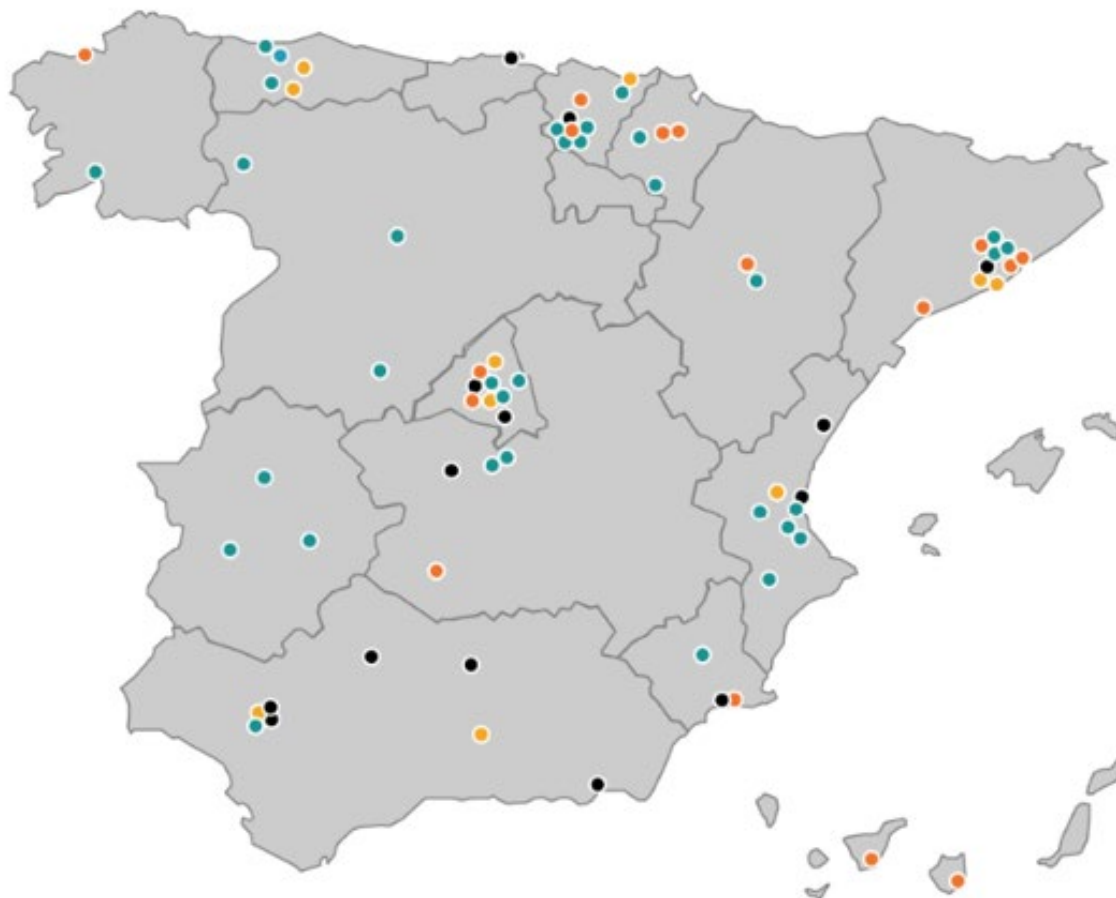
El pago se intentará realizar con unas condiciones pactadas siempre que tengamos un gran peso económico en el pedido. La idea general será:

- 80% al inicio del pedido.
- 20% en un plazo de dos semanas posteriores a la recepción del suministro.

Con esto pretendemos disminuir el coste de inversión inicial y disponer de más liquidez para afrontar diversos proyectos simultáneamente.

En caso de conseguir alguna relación sólida, estrecha y duradera entre un partner y nuestra organización, se podría valorar llegar a relacionar los símbolos de ambas organizaciones en las campañas de publicad y marketing.

Además, se intentará realizar alianzas con centros de investigación como CENER, para dar más visibilidad a la institución y atraer más clientes y algún potencial inversor. La alianza se intentará basar en publicidades recíprocas y facilitar lo necesario para sus ensayos o proyectos. De esta relación se encargará Paula García Mora, CCO de nuestra organización.



**● Fabricantes:**

- [Alusin Solar](#) (Estructuras)
- [Ampere Energy](#) (Baterías)
- [Atersa](#) (Paneles)
- [Braux](#) (Estructuras, Seguidores)
- [BSQ Solar](#) (Módulos)
- [Cegasa](#) (Baterías)
- [CSolar](#) (Estructuras)
- [Escelco](#) (Paneles)
- [Exide Technologies](#) (Baterías)
- [Gave](#) (Protecciones)
- [Gonvarri Solar](#) (Estructuras)
- [GP Tech](#) (Inversores)
- [Hydra Redox](#) (Baterías)
- [Imedexsa](#) (Estructuras)
- [Ingeteam](#) (Inversores)
- [INSO](#) (Estructuras)
- [Isifloating](#) (FV Flotante)
- [JEMA Energy](#) (Inversores)
- [Magon](#) (Estructuras)
- [Mondragón](#) (Montaje módulos)
- [Nclave](#) (Seguidores y Estructuras)
- [Onyx Solar](#) (Paneles)
- [Ormazabal](#) (Equip. eléctrico)
- [Power electronics](#) (Inversores)
- [Praxia](#) (Estructuras, Seguidores)
- [PVH](#) (Seguidores y Estructuras)
- [Solarstem](#) (Estructuras)
- [Soltec](#) (Seguidores, Estructuras)
- [Stansol](#) (Estructuras, Seguidores y FV Flotante)

- [STI Norland](#) (Seguidores, Estructuras)
- [Sunfer Energy](#) (Estructuras)
- [Zigor](#) (Inversores)

**● Tecnólogos<sup>1</sup>:**

- [Acciona](#)
- [Binoovo Solar](#)
- [Enertis](#)
- [Exiom group](#)
- [Green Power Monitor](#)
- [Isotrol](#)
- [Leadernet](#)
- [Phoenix Contact](#)
- [Tamesol](#)
- [Weidmuller](#)
- [Tecnalia](#)
- [Teknia group](#)
- [Whitewall Energy](#)

**● Centros de investigación:**

- [CENER](#)
- [CETENMA](#)
- [CIC Energigune](#)
- [CIEMAT](#)
- [CIRCE](#)
- [Eurecat C. Tecnológico Cataluña](#)
- [Funditec](#)
- [ICMAB-CISC](#)

**● IK4 Tekniker**

- [ICIQ Inst. Catalán Inv. Química](#)
- [IMDEA Energía](#)
- [ITER Instituto Tecnológico y de Energías Renovables](#)
- [Instituto Tecnológico de Galicia](#)
- [IREC Inst. Inv. Energía de Cataluña](#)
- [Instituto Tecnológico de Canarias](#)

**● Universidades e institutos:**

- [EPSU Mondragón](#)
- [Instituto de Energía Solar UPM](#)
- [Instituto de Materiales Avanzados UJI](#)
- [ISFOC, Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración](#)
- [Nanophotonics Tech Center, UPV](#)
- [Nanostructured Solar Cells Group Univ. Pablo de Olavide](#)
- [Univ. Carlos III de Madrid](#)
- [Univ. de Almería](#)
- [Univ. de Cantabria](#)
- [Univ. de Castilla-La Mancha](#)
- [Univ. de Córdoba](#)
- [Univ. de Jaén](#)
- [Univ. Politécnica de Cartagena](#)
- [Univ. Politécnica de Cataluña](#)
- [Univ. de Sevilla](#)

<sup>1</sup> Los fabricantes que no producen en España se incluyen como Tecnólogos.

Ilustración 58.- Mapa organización sector fotovoltaico en España. Fuente: (ESP, 2022).



## **6.2.- ALIANZAS**

### **6.2.1.- Económicas**

Gracias a la cercanía con la empresa Contratas Mota, se ha desarrollado un acuerdo de financiación por la cual serán los principales inversores de la organización. Debido a este acuerdo, la empresa podrá cumplir con sus objetivos y su modelo de negocio eficientemente, ya que los intereses a devengar serán muy reducidos y laxos en los plazos.

### **6.2.2.- Por proyecto**

En cada proyecto se buscará ayuda externa que facilite su ejecución. Se ha conseguido relación con personas variadas del sector que se dedican a diferentes oportunidades de negocio dentro de la cadena de valor del sector fotovoltaico. Estas amistades permitirán abaratar los costes de nuestros trabajos y así aumentar los beneficios.

#### **6.2.2.1.- Montadores**

Contaremos con los conocimientos y experiencia de Raúl García Peña, director y dueño de la empresa Instalaciones Raúl, con 16 años de experiencia y dedicada al montaje de instalaciones renovables, como la fotovoltaica. Se contará con sus servicios cuándo se necesite personal complementario de ayuda en el proceso de montaje de instalaciones o un plus de experiencia al equipo.

#### **6.2.2.2.- Material**

En relación al material, tenemos la suerte de contar con unos de los fabricantes y proveedores de estructuras fotovoltaicas más grandes a nivel nacional, Javier Fernández-Font Pérez, dueño y director de Alusín Solar y con una trayectoria de 12 años el sector que avalan su profesionalidad.

Al igual que Contratas Mota tiene su sede de trabajo en Avilés, hecho que genera una cercanía casi insuperable. Además, en la medida de lo posible, se intentará crear una relación estable y cercana con fabricantes/proveedores del resto de materiales, como Atersa o Ingeteam.

#### **6.2.2.3.- Consultoría**

Se contará con todos los conocimientos de Pepe Morant, experto en instalaciones fotovoltaicas y emprendedor de SOLEN Consulting, empresa incipiente en el sector que ha encontrado su nicho de mercado en la tramitación y legalización de las instalaciones, tanto ayuntamientos como distribuidoras o comercializadoras e industria, siendo este un océano verde dentro de la cadena de valor fotovoltaica.

### **6.2.3.- Formación**

The MPV Solar Reference, formación recomendable a todos los niveles y para cualquier perfil que otorga conocimientos profundos en todas las fases de la fotovoltaica. Dirigido por Luis Candela, fundador de diversas empresas fotovoltaicas y una fuente de inspiración y conocimiento para cualquiera que decida profundizar en el sector.

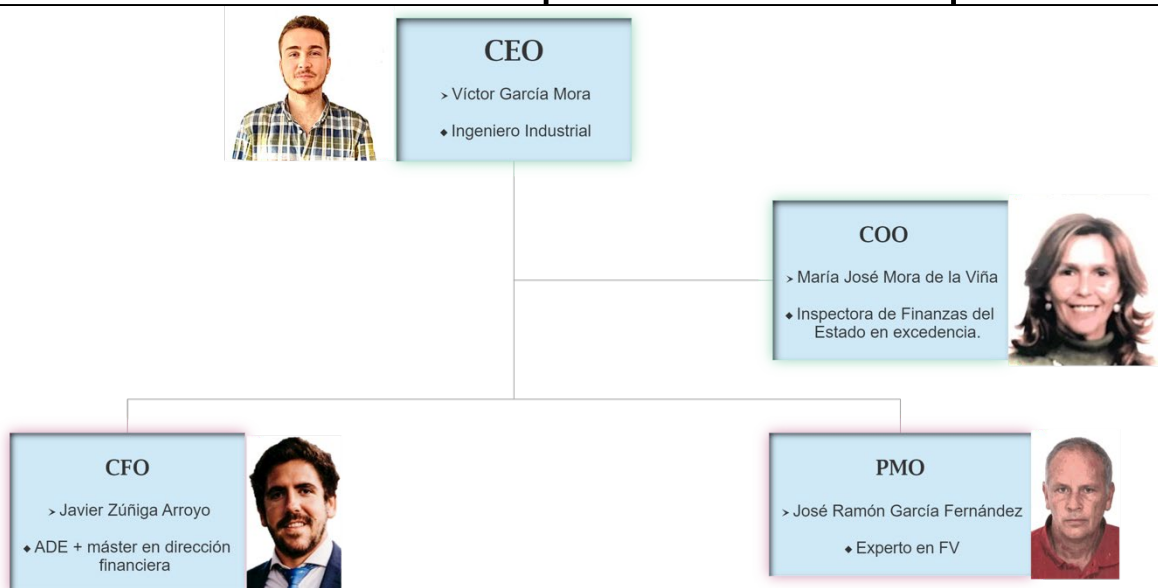
# 7. GESTIÓN DE TALENTO

## 7.1.- ORGANIGRAMA

El organigrama de la empresa tendrá la mayor parte de variaciones en los tres primeros años, posteriormente se aumentará plantilla principalmente con personal capacitado en ejecución de obra (instaladores). Esta ampliación será debida a que en ese momento se estima haber adquirido músculo financiero y se podrá dejar de externalizar el montaje de las instalaciones.

Por lo que, en las fases de concepción, creación y arranque, tendrá una duración de dos años y estará formada por:

	CARGO	PERSONA	PROFESIÓN
CEO	Director Ejecutivo	<i>Víctor García Mora</i>	Ingeniero Industrial Superior
COO	Director de Operaciones	<i>María José Mora de la Viña</i>	Inspectora de Finanzas del Estado en excedencia
CFO	Director Financiero	<i>Javier Zúñiga Arroyo</i>	ADE + máster en dirección financiera
PMO	Director de Proyectos	<i>José Ramón García Fernández</i>	Experto en Fotovoltaica



*Ilustración 60.- Organigrama empresarial fase concepción, creación y arranque, 1<sup>er</sup> año.*

El **CEO**, *Víctor García Mora*, ejercerá de máximo responsable de la gestión y dirección administrativa de la empresa. Trabajará de manera coordinada en todos los departamentos de la empresa. Debe delegar, dejar actuar y ayudar siempre que sea necesario.

El **COO**, *María José Mora de la Viña*, ejercerá funciones de vicepresidenta y será responsable de las operaciones diarias de empresa. Realizará un apoyo constante al CEO y

tendrá funciones de portavoz cuando sea requerido, *elemento indispensable para el buen funcionamiento de la organización.*

El **CFO**, *Javier Zúñiga Arroyo*, ejercerá la planificación económica y financiera en base a los objetivos establecidos. Se encarga de realizar la legalización y tramitación pertinentes.

El **PMO**, *José Ramón García Fernández*, ejercerá la realización, centralización y coordinación de la dirección y gestión de proyectos. Deberá de generar un listado de buena praxis que se implantará siempre que sea posible.

Entre medias de la fase de arranque de la compañía se ampliará la plantilla. Se entenderá que ya tendremos el suficiente bagaje en el servicio como para poder empezar una campaña de comunicación y marketing potente con una ampliación en personal encargado en la realización y legalización de proyectos.

Por lo que, en el segundo año, acabando la fase de arranque de la organización tendremos en plantilla la siguiente organización y nuevas incorporaciones:

	CARGO	PERSONA	PROFESIÓN
<b>CCO</b>	Director de Comunicaciones	<i>Paula García Mora</i>	Periodista. Experta en comunicación y marketing.
<b>CMO</b>	Director de Marketing		
	Encargado de Tramitaciones	<i>Pedro Hernández Vaquero</i>	Ingeniero Civil. Experto en tramitación.
	Técnico Jefe de Mantenimiento	<i>Víctor Asensi Miranda</i>	Ingeniero de Telecomunicaciones.
	Técnico Jefe de Instalaciones.	<i>Álvaro Rodríguez Suárez</i>	Ingeniero técnico Industrial

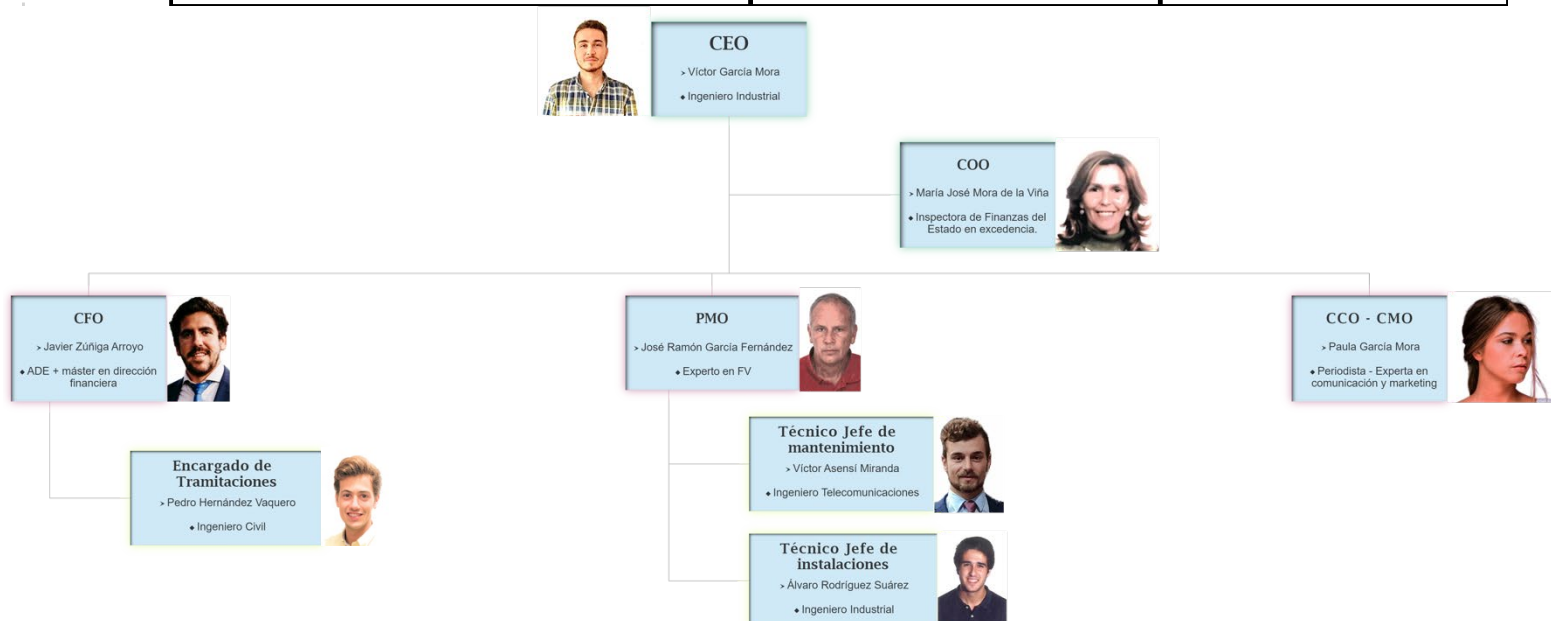


Ilustración 61.- Organigrama empresarial fase arranque, 2º año.

El **CCO / CMO**, *Paula García Mora*, ejercerá las funciones de conducir la imagen de marca, reputación y estrategias de marketing y comunicación de forma que la imagen externa que transmita la organización sea la deseada. Además, será encargada de la búsqueda, elección y formación del personal. Será junto a María José Mora, otro pilar fundamental en el desempeño de la empresa.

El resto de incorporaciones servirán principalmente de apoyo a los directores de cada departamento, se buscará gente joven y proactiva, que quiera desarrollarse junto a este proyecto y con predisposición a ayudar en el montaje de las instalaciones. Por esto último, la empresa les ofrecerá jornadas de formación en montaje de instalaciones a cargo de la empresa y a través del “Real Experience” del curso de “TheSolarMPVReference”. Por último, entrando en la fase de desarrollo se aumentará la plantilla con un aumento de apoyo en todos los departamentos existentes. Al igual que lo descrito para las últimas incorporaciones, Paula García Mora, se encargará de formar a los integrantes en el montaje de las instalaciones para intentar, en la medida de lo posible, no depender de la externalización de este servicio, aunque este complemento nunca priorizará a su trabajo principal y por el que se les contratará.

CARGO	PERSONA	PROFESIÓN
Técnico administrativo y comercial	<i>Raquel García Mora</i>	Experta en Administración y Compras.
Encargada de formación	<i>Ángela Ordoñez Méndez</i>	Experta en Cursos de Formación.
Técnico instalador	<i>Santiago Vázquez Pérez</i>	Ingeniero técnico Industrial
Técnico instalador	<i>Juan Cavia Esteban</i>	Experto en Montaje.

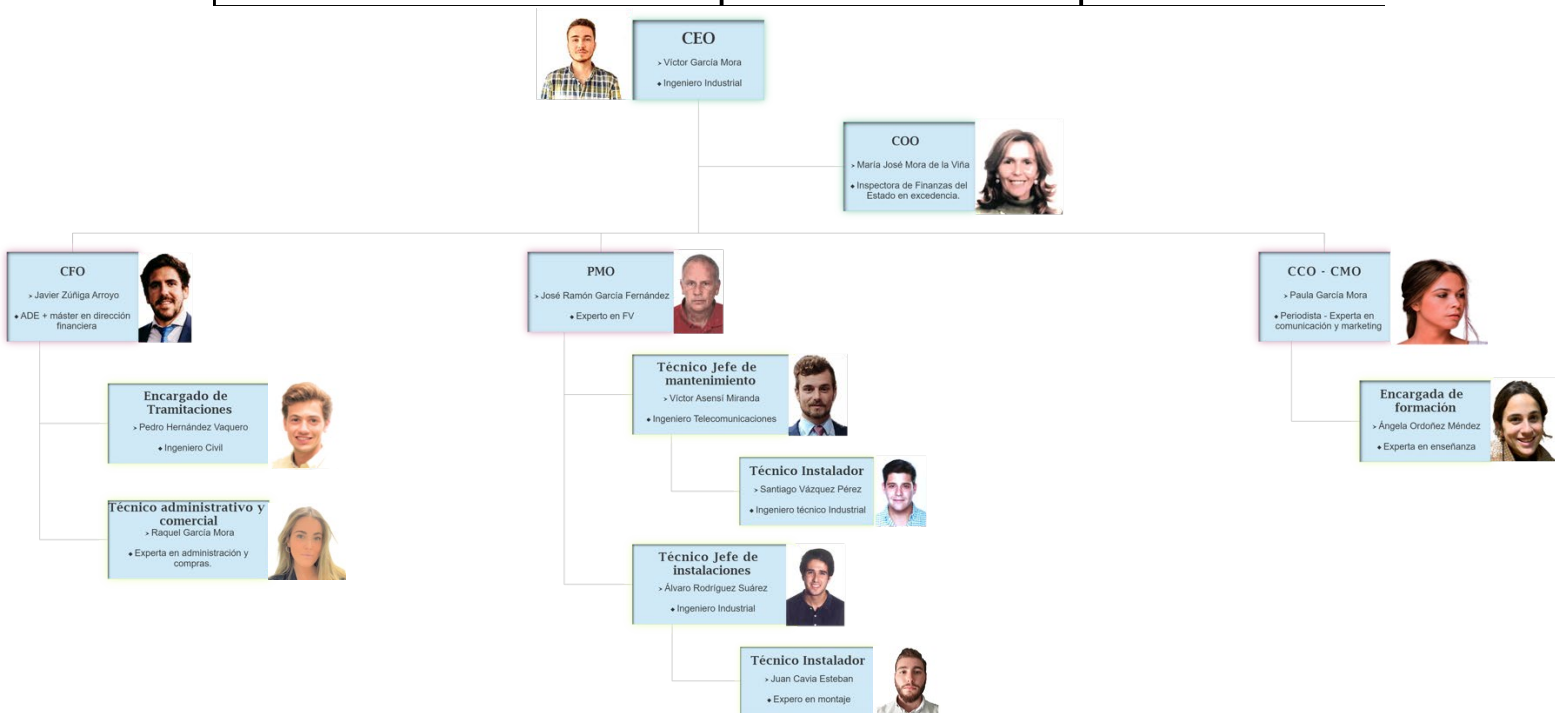


Ilustración 62.- Organigrama empresarial fase arranque, 3<sup>er</sup> año.

En principio, el resto de futuras contrataciones serán únicamente con el objetivo de no externalizar ningún servicio, por lo que, en caso de necesitarse serán principalmente instaladores.

## **7.2.- CULTURA Y VALORES DE PERSONAL**

El personal escogido será altamente cualificado, que sepa trabajar en equipo y genere un buen ambiente de trabajo, en especial se busca valor humano sin dejar a un lado los conocimientos técnico-teóricos necesarios.

Una vez llegado a la fase de desarrollo se contemplará dar oportunidades a gente que quiera adentrarse en este sector y sean afines a los directores de cada área de la empresa, el director debe de servir como jefe y líder del personal (realizando roles tanto de coach, mentor, controlador, y promotor).

AsturSol, basará su modelo de contratación en gente proactiva, con ganas de aprender y seguir formándose para ganar empleabilidad en vez de altas retribuciones económicas. Se buscará gente resiliente, ya que el objetivo de los jefes de proyecto será que el trabajo funcione mayoritariamente sin su intervención, por lo que deberán de poder soportar la presión y problemáticas posibles. Esto se conseguirá realizando una buena delegación y empoderando a los empleados. A su vez, el COO junto al COO/CMO deben de realizar eventos mensuales con el objetivo de juntar en una actividad a los integrantes de la organización.

Este modelo empresarial lo consideramos como un gran atractivo para el personal que esté en búsqueda de empleo. En la fase de expansión, los contratos serán simples y claros, se realizarán contratos fijos discontinuos, conocidos anteriormente como por obra/servicio hasta un máximo de cinco ocasiones, todo el personal que llegue a ese número de contrataciones se hará inmediatamente indefinido, y se dispondrá de contratos por duración indeterminada.

La escala salarial estará bien definida por los “status” jerárquicos de la organización. Por último, se realizará un seguimiento activo semestral al desempeño de los trabajadores, otorgando pluses económicos y de reconocimiento a los que se considere merecedores. El seguimiento lo realizará todo el conjunto de la empresa, desde directivos o jefes de grupo hasta los propios empleados.

Se realizará, una vez al mes, mediante encuestas breves y sencillas de satisfacción, feedback 360 basado también en el principio SMART , (S “Específicos” , M “Medibles”, A “Alcanzables”, R “orientado a Resultados” y T “enmarcados en un horizonte Temporal concreto”).

En la fase de desarrollo probablemente se tenga que acudir a personal exterior a la organización y se realizará por medio de ETTs o empresas cercanas especializadas en el servicio. La decisión de escoger a la empresa encargada deberá de pasar por todos los directivos de cada departamento. Además, externalizará la fabricación de los componentes necesarios para la implantación de los proyectos, en estas compras se asume que nunca podrán ser de manufactura propia, siempre será un coste por encargo.

### 7.3.- COSTES DE PERSONAL

Realizando una estimación de los costes de personal, en consideración con los organigramas mencionados para los años 1,2 y 3, obtenemos un resultado total de 674.800 euros.:

	Mensual	Año 1	Mensual	Año 2	Mensual	Año 3
CEO / COO	2.250 €	63.000 €	2.250 €	63.000 €	3.000 €	84.000 €
CFO	2.100 €	29.400 €	2.200 €	30.800 €	2.500 €	35.000 €
PMO	2.000 €	28.000 €	2.150 €	30.100 €	2.300 €	32.200 €
CMO - CCO	0 €	0 €	1.850 €	25.900 €	2.100 €	29.400 €
ENCARGADO TRAMITACIONES	0 €	0 €	1.800 €	25.200 €	2.000 €	28.000 €
TÉCNICOS JEFE	0 €	0 €	1.800 €	50.400 €	1.950 €	54.600 €
ENCARGADO DE FORMACIÓN	0 €	0 €	0 €	0 €	1.800 €	25.200 €
TÉCNICOS	0 €	0 €	0 €	0 €	1.450 €	40.600 €
		<b>120.400 €</b>		<b>225.400 €</b>		<b>329.000 €</b>
					<b>TOTAL ↓</b>	<b>674.800 €</b>

Tabla 10.-Coste personal tres primeros años de la organización.



## 8. MODELO ECONÓMICO

### 8.1.- PLAN DE INVERSIÓN Y FINANCIACIÓN

#### 8.1.1.- Inversiones

Se ha estimado un capital inicial para el primer proyecto, (proyecto de dimensión media) de 30.000 euros.

Como ya se ha visto en el apartado “5.2.9.-Costes de los materiales a emplear” el coste de las herramientas ronda los 1.500 euros. Los ordenadores y el software con su correspondiente instalación y mantenimiento tendrán un valor aproximado de 3.000 y 1.200 euros respectivamente. Además, no será necesario invertir en un vehículo especial al ofrecerlo la empresa Contratas Mota.

#### 8.1.2.- Gasto de establecimiento

El cómputo total de los gastos necesarios para poder realizar el lanzamiento de la empresa, considerando conceptos como la notaría y registros, rotulación de vehículo, campaña de lanzamiento, fianza alquiler del local (dos mensualidades), adecuación del local, uniformes, etc... asciende a 7.150 euros.

#### 8.1.3.- Financiación

Se solicitará un préstamo al banco BBVA de 21.850 euros para poder disponer de la suficiente liquidez en el arranque de la organización con las inversiones y el gasto de establecimiento mencionados.

El banco BBVA nos ofrecerá un tipo fijo al 2% de interés durante cinco años, equivalente a una cuota mensual de 382,98 euros.

El dinero restante provendrá de ahorros personales.

#### 8.1.4.- Resumen

Conceptos	€	IVA	TOTAL	Comentarios
<b>INVERSIONES</b>	<b>34.700</b>	<b>987</b>	<b>35.687</b>	
Capital para primer proyecto	30.000	0	30.000	Aportación en efectivo
Adquisición de ordenadores	2.500	525	3.025	Ordenadores Mac
Alta software, instalación y mantenimiento primer año	1.000	210	1.210	Software FV y microsoft
Herramientas	1.200	252	1.452	
<b>GASTOS DE ESTABLECIMIENTO</b>	<b>7.150</b>	<b>1.292</b>	<b>8.442</b>	
Notaría y registros	750	158		
Rotulación Vehiculos	1.400	294	1.694	Rotulacion 1 furgoneta tipo Toyota Proace Electric Van GX L2 75kWh
Campaña Lanzamiento	1.200	252	1.452	Gastos especificos campaña de lanzamiento
Fianza Alquiler local	1.000	0	1.000	
Adecuacion local	800	168	968	Pintura, Mobiliario
Otros	2.000	420	2.420	Material gráfico, uniformes.
<b>TOTAL</b>	<b>41.850</b>	<b>2.279</b>	<b>44.129</b>	

FINANCIACION	BBVA		
Entrada		20.000	Ahorros personales
Resto		21.850	382,98 cuota mensual a 5 años tipo fijo al 2%

Tabla 11.-Resumen plan de inversión y financiación.

## 8.2.- PLAN DE VENTAS DE INSTALACIONES FV

### 8.2.1.- Fuentes de ingreso

La fuente de ingresos principal del negocio se basa en la venta de instalaciones fotovoltaicas. Con el objetivo de poder crear un modelo económico más realista se ha obviado en este apartado las instalaciones vendidas en modelo de PPA (ingresos por los kWh que autoconsume el cliente de las instalaciones incorporadas en sus tejados), considerando que los niveles de ingresos y beneficios son relativamente similares en ambos modelos de venta.

### 8.2.2.- Ventas año 1 y 2 consolidado.

Se toma como base de cálculo el siguiente desarrollo:

Sueldo anual directo	31.500,00 €
Seguridad Social	<u>10.000,00 €</u>
<b>TOTAL</b>	<b>41.500,00 €</b>
Coste hora	23,71 € 1750h convenio
<b>MÁS MARGEN sueldo</b>	<b>30 más 25%</b>

AÑO 1		MARGEN 30%		10%		30 precio por hora mano de obra					
Partida	cantidad	COSTE MATERIAL	PVP material	Coste Subc instalación	PVP	Horas personal	PVP	Precio Unit	Total	Compras	
<b>INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS</b>											
Instalaciones 2kW-10kW	7,00	4.200,00 €	5.460,00 €	800,00 €	880,00 €	10	296,43 €	6.636,43 €	46.455,00 €	36.660,00 €	
Instalaciones 10kW-50kW	4,00	9.312,00 €	12.105,60 €	5.688,00 €	6.256,80 €	25	741,07 €	19.103,47 €	76.413,89 €	62.371,43 €	
Instalaciones 50kW-100kW	1,00	35.210,00 €	45.773,00 €	9.790,00 €	10.769,00 €	40	1.185,71 €	57.727,71 €	57.727,71 €	45.948,57 €	
<b>TOTAL FOTOVOLTAICA</b>	<b>12,00</b>								<b>180.596,60 €</b>	<b>144.980,00 €</b>	
									<b>TOTAL INSTALACIONES</b>	<b>180.596,60 €</b>	<b>144.980,00 €</b>
									<b>MARGEN</b>	<b>35.616,60 €</b>	<b>20%</b>

AÑO 2		MARGEN 30%		10%		30 precio por hora mano de obra					
Partida	cantidad	COSTE MATERIAL	PVP material	Coste Subc instalación	PVP	Horas personal	PVP	Precio Unit	Total	Compras	
<b>INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS</b>											
Instalaciones 2kW-10kW	10,00	4.389,00 €	5.705,70 €	836,00 €	919,60 €	10	296,43 €	6.921,73 €	69.217,29 €	54.621,43 €	
Instalaciones 10kW-50kW	7,00	9.731,04 €	12.650,35 €	5.943,96 €	6.538,36 €	25	741,07 €	19.929,78 €	139.508,46 €	113.875,00 €	
Instalaciones 50kW-100kW	2,00	36.794,45 €	47.832,79 €	10.230,55 €	11.253,61 €	40	1.185,71 €	60.272,10 €	120.544,21 €	95.947,14 €	
<b>TOTAL FOTOVOLTAICA</b>	<b>19,00</b>								<b>329.269,95 €</b>	<b>264.443,57 €</b>	
									<b>TOTAL INSTALACIONES</b>	<b>329.269,95 €</b>	<b>264.443,57 €</b>
									<b>MARGEN</b>	<b>64.826,38 €</b>	<b>20%</b>

Tabla 12.-Plan de ventas año 1 y 2 consolidados.

### 8.2.3.- Ventas año 3 consolidado.

Al tercer año, entran más personal en la realización de los proyectos y los datos base son:

Sueldo anual directo	31.500,00 €
Seguridad Social	<u>10.000,00 €</u>
<b>TOTAL</b>	<b>41.500,00 €</b>
Incremento 3 año	42.122,50 € más 1,5%

Coste hora 24,07 € 1750 horas convenio

AÑO 3		MARGEN 30%		10%		30 precio por hora mano de obra					
Partida	cantidad	COSTE MATERIAL	PVP material	Coste Subc instalación	PVP	Horas personal	PVP	Precio Unit	Total	Compras	
<b>INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS</b>											
Instalaciones 2KW-10KW	20,00	4.520,67 €	5.876,87 €	0,00 €	0,00 €	30	900,00 €	6.776,87 €	135.537,42 €	104.855,40 €	
Instalaciones 10KW-50KW	10,00	10.022,97 €	13.029,86 €	0,00 €	0,00 €	50	1.482,14 €	14.512,01 €	145.120,05 €	112.264,71 €	
Instalaciones 50KW-100KW	4,00	37.898,28 €	49.267,77 €	10.537,47 €	11.591,21 €	40	1.185,71 €	62.044,70 €	248.178,78 €	197.594,20 €	
		IPC 3,00%									
<b>TOTAL FOTOVOLTAICA</b>	<b>34,00</b>										
									<b>528.836,26 €</b>	<b>414.714,31 €</b>	
									<b>TOTAL INSTALACIONES</b>	<b>528.836,26 €</b>	<b>414.714,31 €</b>
									<b>MARGEN</b>	<b>114.121,95 €</b>	<b>22%</b>

Tabla 13.-Plan de ventas año 3 consolidado.

### 8.3.- CUENTA DE RESULTADOS

TITULO	Año 1	Año 2	Año 3
Venta Instalaciones	180.596,60	329.269,95	522.863,85
Otros ingresos de negocio			
<b>IMPORTE NETO CIFRA NEGOCIOS</b>	<b>180.596,60</b>	<b>329.269,95</b>	<b>522.863,85</b>
Sueldos y salarios	120.400,00	225.400,00	329.000,00
S.S. cargo empresa	12.040,00	22.540,00	32.900,00
Otros gastos sociales			
<b>GASTOS DE PERSONAL</b>	<b>132.440,00</b>	<b>247.940,00</b>	<b>361.900,00</b>
Arrendamientos y cánones	6.000,00	6.270,00	6.458,10
Reparaciones y conservación	2.200,00	350,00	500,00
Servicios de profesionales	38.892,00	70.428,82	10.541,47
Primas de seguros	200,00	205,00	210,00
Publicidad/relaciones public.	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Suministros (agua, luz, material de oficina)	550,00	600,00	650,00
<b>OTROS GASTOS EXPLOTACIÓN</b>	<b>49.042,00</b>	<b>79.053,82</b>	<b>19.559,57</b>
Amort. inmovilizado material	500,00	500,00	500,00
<b>AMORTIZACIÓN INMOVILIZADO</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>
<b>RESULTADOS DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>-1.385,40</b>	<b>1.776,13</b>	<b>140.904,28</b>
Ingresos financieros	50,00	45,00	65,00
<b>INGRESOS FINANCIEROS</b>	<b>50,00</b>	<b>45,00</b>	<b>65,00</b>
Intereses deudas	4.595,76	5.497,88	5.923,41
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>4.595,76</b>	<b>5.497,88</b>	<b>5.923,41</b>
Créditos incobrables	3.000,00	3.500,00	3.500,00
<b>DETERIORO Y RESULTADO POR ENAJENACIÓN DE INSTR FINANCIEROS</b>	<b>3.000,00</b>	<b>3.500,00</b>	<b>3.500,00</b>
<b>RESULTADO FINANCIERO</b>	<b>-7.545,76</b>	<b>-8.952,88</b>	<b>-9.358,41</b>
<b>RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>-8.931,16</b>	<b>-7.176,75</b>	<b>131.545,87</b>
Impuesto s/beneficios			32.886,47
<b>IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>32.886,47</b>
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO (Beneficio (pérdida))</b>	<b>-8.931,16</b>	<b>-7.176,75</b>	<b>98.659,40</b>

Tabla 14.-Pérdidas y ganancias durante los 3 primeros años.

Se estima que existen pérdidas en los dos primeros años y que el punto de equilibrio se encuentre en el tercer año de actividad, entrando ya en una fase de ganancia financiera permanente para la organización en caso de continuar con ese modelo de operaciones.

Las dos grandes partidas de venta de instalaciones y sueldos del personal se han definido el capítulo anterior "8.2.-Plan de ventas de instalaciones fv" y por "7.3.-Costes de personal" respectivamente.

# 9. PROYECTO: Contratas Mota

## 9.1.- CONTRATAS MOTA

La empresa se trata de una mediana empresa dedicada al movimiento de tierras, explotación de canteras y minas a cielo abierto y a la ejecución de obras de todo tipo gracias a la gran cantidad de recursos propios de maquinaria y personal.

Contratas Mota dispone de un gran compromiso con la calidad de sus trabajos y eso incluye los efectos indirectos a los mismos, como es la alta contaminación generada a su actividad. Debido a este punto, la empresa desde hace años dispone de un Sistema integrado de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente conforme a las Normas UNE-EN-ISO9001:2008 y UNE-EN-ISO 14001:2004. Sistema que pretenden seguir mejorando y por ello se plantean apoyar la iniciativa descrita en este documento e incorporar una instalación de autoconsumo en el techo de su sede en Av. Lugo, 68, 33401 Avilés, Asturias.

Enlace Web: <https://www.grupomota.com/empresa-2/>

### 9.1.1.- Referencia catastral

#### LISTADO DE INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP. CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )	AÑO	PARTICIPACIÓN DEL INMUEBLE
3785818TP6238N0001LA	AV LUGO 68 N2:76	Industrial	5.920	1960	100,00



**GOBIERNO DE ESPAÑA**  
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCION PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGIAS  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE**

Referencia catastral: 3785818TP6238N0001LA

**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

**Localización:**  
AV LUGO 08 N2-76  
33401 AVILES [ASTURIAS]

**Clase:** URBANO  
**Uso principal:** Industrial  
**Superficie construida:** 5.920 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 1960

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
INDUSTRIAL	1/00/01	5.920

**PARCELA**

Superficie gráfica: 6.491 m<sup>2</sup>  
Participación del inmueble: 100,00 %  
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Escala: 1/1500



3785818TP6238N0001LA  
AV LUGO 68 N2-76  
33401 AVILES (ASTURIAS)

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Sábado, 5 de Febrero de 2022

Ilustración 63.- Referencia catastral de Contratas Mota. Fuente: (Catastro, 2022)

## 9.2.- FÓRMULAS DE CÁLCULO

### 9.2.1.- Recopilación nomenclatura

<b>MÓDULO</b>
<b>Voltaje de circuito abierto [Voc]:</b> voltaje máximo que alcanza para un módulo en un punto de trabajo.
<b>Intensidad de cortocircuito [Isc]:</b> Intensidad máxima que alcanza para un módulo en un punto de trabajo.
<b>Voltaje en punto de máxima potencia [Vmpp]:</b> Voltaje que alcanza el módulo en el punto de máxima potencia para un punto de trabajo.
<b>Intensidad en punto de máxima potencia [Impp]:</b> Intensidad que alcanza el módulo en el punto de máxima potencia para un punto de trabajo.
<b>Temperatura de la celda [Tc]</b>
<b>INVERSOR</b>
<b>Voltaje máximo de entrada:</b> voltaje máximo admisible en el lado de corriente continua.
<b>Intensidad máxima de entrada:</b> intensidad máxima admisible en el lado de corriente continua.
<b>Rango voltaje MPPT:</b> Valores de voltaje a la entrada de corriente continua entre los que el inversor hace funcionar el software de optimización MPPT.
<b>Voltaje de arranque:</b> Valor del voltaje mínimo que debe conseguirse en el lado de corriente continua para que el inversor comience a producir.
<b>Voltaje mínimo de funcionamiento:</b> Valor del voltaje mínimo que debe conseguirse en el lado de corriente continua para que el inversor encienda.
<b>Voltaje nominal:</b> Rango de voltaje AC en el que el inversor puede funcionar a la salida.
<b>Intensidad máxima de salida:</b> Intensidad AC máxima que el inversor puede entregar a la red.
<b>Frecuencia:</b> frecuencia de red AC para la cual el inversor puede funcionar.

Tabla 15.- Recopilación de nomenclatura.

### 9.2.2.- Factor de escala

$$FE = \frac{kWp}{kWh}$$

*Ecuación 2.- Factor de escala.*

Sirve para definir la potencia de inversores.

Definiremos GAP como la diferencia entre las condiciones reales y el punto STC, por lo que a mayor GAP se podría aplicar un mayor de escala posible y a menor GAP menor factor de escala. Es recomendable, que este se encuentre entre 1 y 1,3 para el correcto funcionamiento del sistema.

### 9.2.3.- Ángulo de inclinación óptimo

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0.69 \varphi$$

*Ecuación 3.- Ángulo de inclinación óptimo.*

Siendo:

- “ $\varphi$ ” la latitud del lugar.

Debido a las diferentes alturas del sol en las distintas estaciones del año, si se quiere maximizar la producción en verano en el hemisferio norte, se deberá de reducir el ángulo en unos 10/15°, mientras que si queremos maximizar la producción en invierno se deberá de proceder a la inversa reduciendo 10/15° el grado óptimo resultante.

### 9.2.4.- Pérdidas por orientación e inclinación

$$P_{oi} = 100 * \left[ 1,2 * 10^{-4} * (\beta - \beta_{opt})^2 \right] \text{ para } \beta < 15^\circ$$

*Ecuación 4.- Pérdidas por orientación e inclinación para  $\beta < 15^\circ$ .*

$$P_{oi} = 100 * \left[ 1,2 * 10^{-4} * (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 * 10^{-5} * \alpha^2 \right] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

*Ecuación 5.- Pérdidas por orientación e inclinación para  $15^\circ < \beta < 90^\circ$ .*

Consideramos:

- " $\beta$ " al ángulo aproximado múltiplo de cinco a  $\beta$  óptimo, siendo el ángulo que forma el módulo respecto a una superficie horizontal.
- “ $\alpha$ ” al ángulo de orientación, el óptimo es el del ecuador.

La relación entre la orientación que nos encontremos y el valor del ángulo de orientación será:



- LATITUD NORTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 180
- LATITUD SUR -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 0
- LATITUD ESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === -90
- LATITUD OESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === +90

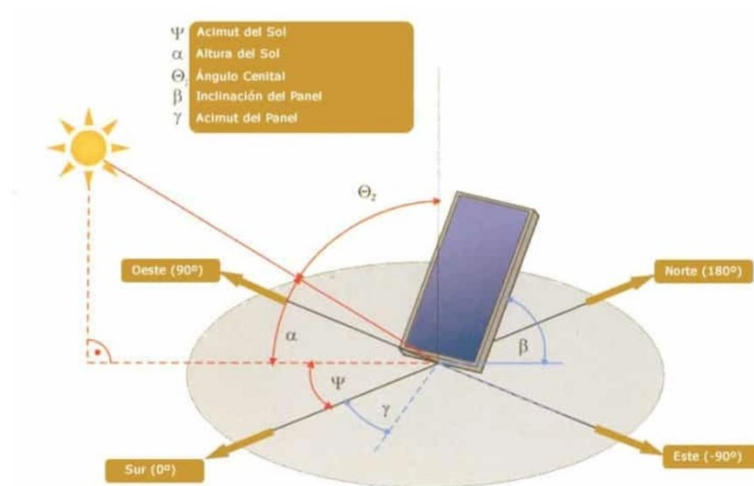


Ilustración 64.- Resumen diferentes ángulos solares. Fuente: (Lorenzo, 2019).

### 9.2.5.- Distancia entre filas “X” y hueco de pasillos “d”

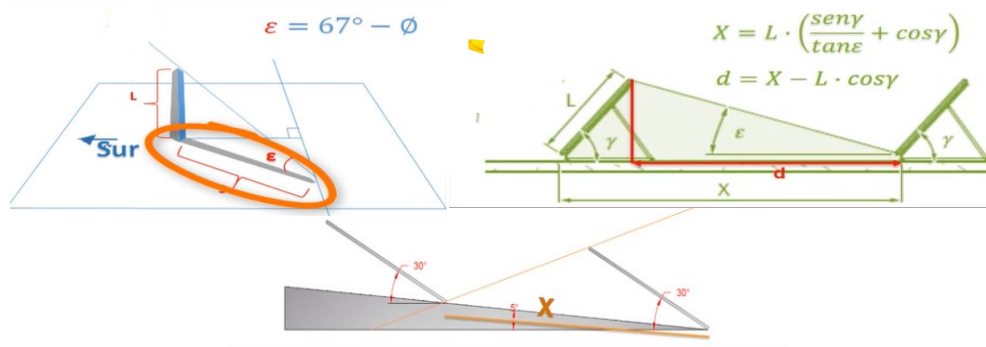


Ilustración 65.-Esquema módulos fotovoltaicos en terreno.

Fuente: (TheMPVSolarReference, 2022).

$$X = L * \left( \frac{\sin(\beta - \gamma)}{\tan(\epsilon + \gamma)} + \cos(\beta - \gamma) \right)$$

Ecuación 6.- Distancia entre filas.

Siendo:

- “ $\gamma$ ” la inclinación del terreno.
- “ $\epsilon$ ” es la altura solar que se calcula de la siguiente manera:

$$\varepsilon = 67^\circ - \varphi$$

*Ecuación 7.- Altura solar.*

$$d = X - L * \cos \gamma$$

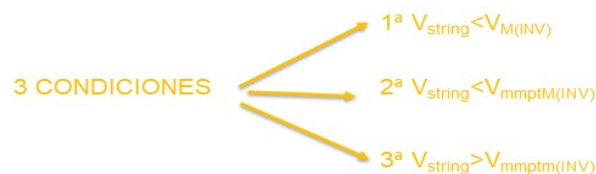
*Ecuación 8.- Hueco entre pasillos.*

### 9.2.6.- Cálculos de número de módulos en serie y paralelo

Deberemos tener en cuenta una serie de criterios:

- El voltaje depende de la temperatura.
- La corriente depende de la radiación.
- Si colocamos módulos en serie, sumamos el voltaje y la intensidad no varía, por ello en este caso el caso de sombreado es muy relevante
- Si colocamos módulos en paralelo, la tensión se mantiene constante y se suman las intensidades.
- String es la asociación de módulos conectados en serie entre sí, un string no tiene porque ser una fila de módulos.

Tenemos tres condiciones para el cálculo del número de módulos aconsejables en un mismo string:



*Ilustración 66.- Condiciones para el cálculo de módulos en serie y paralelo.*

1ª Condición:

$$N_{S1} = \frac{V_{M(INV)}}{V_{ocM}} = \frac{\text{Voltaje máximo de entrada al inversor}}{\text{Voltaje mínimo en circuito abierto del módulo}}$$

*Ecuación 9.- Primera condición para el cálculo número módulos en serie.*

Donde:

$$V_{oc}(T_{Cmin}) = V_{oc}^{STC} - 2,3 * 10^{-3} * (T_{Cmin} - T_C^{STC})$$

*Ecuación 10.- Voltaje en circuito abierto a temperatura de la celda mínima.*

Y:

$$(T_{C_{min}}) = T_{a_{min}} + G_{min} * \frac{NOCT - 20}{800}$$

*Ecuación 11.- Temperatura de la celda mínima.*

2ª Condición:

$$N_{S2} = \frac{V_{mmptM (INV)}}{V_{mpp} (mód)} = \frac{\text{Voltaje máximo del mmpt máximo del inversor}}{\text{Voltaje módulo máximo potencia}}$$

*Ecuación 12.-Segunda condición para el cálculo número módulos en serie.*

Donde:

$$V_{mpp} (mód) = V_{oc} (T_{C_{máx}}) * \frac{V_{mpp}^{STC}}{V_{oc}^{STC}}$$

*Ecuación 13.-Voltaje en el punto de máxima potencia.*

Y:

$$V_{oc} (T_{C_{máx}}) = V_{oc}^{STC} - 2,3 * 10^{-3} * (T_{C_{máx}} - T_C^{STC})$$

*Ecuación 14.-Voltaje en circuito abierto a temperatura de la celda máxima.*

$$(T_{C_{máx}}) = T_{a_{máx}} + G_{máx} * \frac{NOCT - 20}{800}$$

*Ecuación 15.-Temperatura de la celda máxima.*

- Donde:

- “G” es la radiación existente

3º Condición:

$$N_{S2} = \frac{V_{mmptm (INV)}}{V_{mpp} (mód)} = \frac{\text{Voltaje mínimo del mmpt máximo del inversor}}{\text{Voltaje módulo máximo potencia}}$$

*Ecuación 16.-Tercera condición para el cálculo número módulos en serie.*

Para el cálculo del **número de strings** que podemos colocar en **paralelo** tendremos la siguiente expresión:

$$N_{strings} = \frac{I_{DCM (INV)}}{I_{SC (MOD)}} = \frac{\text{Intensidad máxima de entrada al inversor}}{\text{Intensidad máxima de cortocircuito en el módulo}}$$

*Ecuación 17.-Número de strings en paralelo.*

Donde:

$$I_{sc} = G * \frac{I_{sc}^{STC}}{G^{STC}}$$

*Ecuación 18.- Intensidad de cortocircuito.*

### 9.2.7.- Cálculo de cableado DC

Para este cálculo se utiliza el *RDBT, ITC - BT -40* (instalaciones generadoras de baja tensión) / *ITC - BT -7* (condiciones cables enterrados). Generalmente son de cobre o aluminio. Hay que recordar que cada string tiene dos cables y que si un inversor tiene 5 entradas realmente tendrá 10 borneras. El cable DC debe cumplir tres condiciones:

- 1) Criterio de máxima temperatura permanente admisible del cable.

Tipo de aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5 s
Policloruro de vinilo (PVC) S ≤ 300 mm <sup>2</sup> S > 300 mm <sup>2</sup>	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

*Tabla 16.-Criterio de máxima temperatura admisible para cable DC. Fuente: (RBT, 2022).*

Por lo que nos quedamos únicamente con el Polietileno reticulado XLPE o el Etileno propileno EPR.

- 2) Criterio de intensidad máxima permanente admisible del cable:

$$I_{m\acute{a}x} = 1,25 * I_{sc}$$

*Ecuación 19.-Criterio de máxima intensidad permanente admisible para cable DC.*

- 3) Criterio de caída de tensión máxima admisible, la caída de tensión (%máx) no debe superar el 1,5%, se recomienda emplear un factor igual al 1%.

- Se calcula la sección del cable:

$$S = 2 * L * \frac{I}{cte * V * \%m\acute{a}x} * 100$$

*Ecuación 20.-Sección de cable DC.*



Siendo:

- “L” la longitud del cable entre los módulos y el inversor.



cable. El factor de potencia del inversor ( $\cos \theta$ ) debe ser igual a 1, si se reduce se generará energía reactiva, aspecto negativo para la instalación.

Una vez calculada la sección se deben verificar que cumple con el criterio de intensidad máxima admisible:

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) y (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
						
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	—	—	—
630	885	870	770	—	—	—

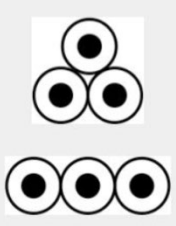

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)						1 cable tripolar o tetrapolar (3)					
												
	Tipo de aislamiento						Tipo de aislamiento					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56	66	64	56	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75	88	85	75	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97	115	110	97	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125	150	140	125	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150	180	175	150	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180	215	205	180	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220	260	250	220	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265	310	305	265	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305	355	350	305	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340	400	390	340	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385	450	440	385	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445	520	505	445	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505	590	565	505	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570	665	645	570	665	645	570
500	790	775	685	—	—	—	—	—	—	—	—	—
630	885	870	770	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 18.- Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre y servicio permanente. Fuente: (RBT, 2022).

Pero estos datos son para las siguientes condiciones específicas:

- Temperaturas máximas en el conductor en servicio permanente iguales a las establecidas en “Ilustración 76.- Criterio de máxima temperatura admisible para cable DC.”.
- Temperatura del terreno igual a 25°.
- Profundidad de la instalación igual a 0,7 metros.
- Resistividad térmica del terreno igual a 1 K m /W.

Por lo que se deben aplicar los siguientes coeficientes de corrección:

Fig. 6. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25 °C

Temperatura de servicio $\theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno $\theta_t$ en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67

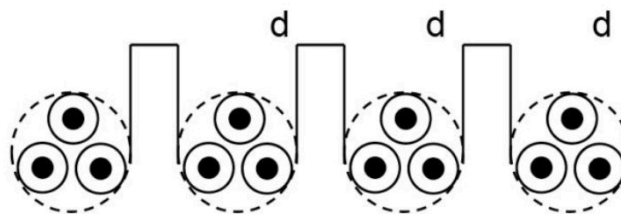
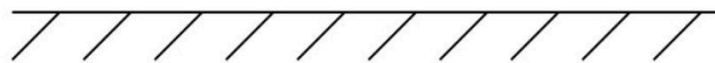


Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,81	0,78	0,71	0,69

Te 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Separación entre los cables o ternas	Factor de corrección										
	Número de cables o ternas de la zanja										
	2	3	4	5	6	8	10	12			
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47			
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50			
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53			
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57			
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60			
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62			



Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 19.-Factor de corrección para la intensidad máxima admisible en el cálculo de cable AC.

Fuente: (RBT, 2022).

Se estima que a mayor temperatura menor intensidad es capaz de soportar el cable AC. Además, se deduce que por debajo de los 25° se es menos restrictivo y por encima más.

### 9.2.9.- Cálculo de pérdidas

Los distintos tipos de pérdidas son:

- Dispersión de parámetros entre los módulos que componen el generador, temperatura ... (2/4%).
- Tolerancia de potencia de los módulos respecto a sus características nominales (3%).
- Temperatura de funcionamiento de los módulos (5/8%).
- Conversión DC/AC realizada por el inversor (8/12%).
- Efecto joule en los cables, pérdidas por caída de tensión en los cables (2/3%).
- Conversión BT/MT realizada por el transformador (2/3%).

- Disponibilidad del sistema (0,5/1%).

A las pérdidas globales del sistema se le denomina PR (performance ratio) y actualmente rondan entre un 75/82% de pérdida de generación respecto a las condiciones STC de laboratorio. A este PR se le habría que añadir los factores calculados de pérdidas por orientación e inclinación, y el de sombras.

### 9.2.10.- Cálculo de la producción anual estimada

Se realizará un cálculo simplificado con las HSP, como ya se ha realizado durante las condiciones generales de esta memoria. Las HSP son una unidad de energía, no de tiempo ni horas solares, ejemplo:

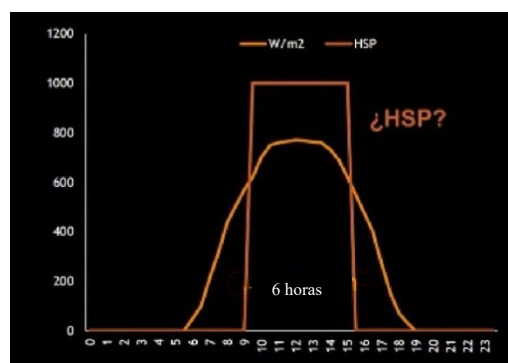


Ilustración 68.- Ejemplo de Horas Solares Pico en un día según la radiación recibida.

Fuente: (The MPV Solar Reference, 2022).

Concluimos que HSP es la cantidad de energía solar que recibe un metro cuadrado de superficie. En resumen, la hora solar pico traslada toda la energía recibida por el Sol a lo largo de un día a las horas en las que se tardaría en recibir dicha energía si la irradiancia fuera igual a 1000 W/m<sup>2</sup>. (FV, 2022)

$$HSP = HSP_{brutas} * PR$$

Ecuación 23.-Horas Solares Pico.

$$E_{FV} = P_g * HSP$$

Ecuación 24.-Energía fotovoltaica generada, fórmula simplificada.

O también se puede hacer un cálculo más preciso con la siguiente fórmula:

$$E_{FV} = P_g * \frac{G_{ef}}{G_{stc}} * PR * (1 - FS) * (1 - P_{OI})$$

Ecuación 25.-Energía fotovoltaica generada, fórmula precisa.

Donde:

- “PR” es el performance ratio.
- “FS” son las pérdidas ocasionadas por sombras.

- “ $P_{oi}$ ” son las pérdidas ocasionadas por orientación.
- “ $G_{ef}$ ” es radiación en la zona de estudio.
- “ $G_{stc}$ ” es la radiación en condiciones STC.
- “ $E_{Fv}$ ” es la energía producida por el sistema fotovoltaico.
- “ $P_g$ ” es la potencia pico / potencia total en paneles.

Como dato final aportaremos que los sistemas este/oeste cerca del ecuador son muy recomendables porque optimizan mucho el espacio, ya que las pérdidas por orientación e inclinación se reducen drásticamente.

### 9.3.- TRAMITACIÓN

Para poder conseguir los documentos necesarios y poder legalizar correctamente la instalación se deberá de acudir previo al inicio de las obras al ayuntamiento correspondiente y posteriormente se deberá legalizar en industria.

En este punto se recuerda que se puede acudir a pedir ayuda o subcontratar a la empresa de consultoría de Pepe Morant Solen Consulting.

POSIBILIDADES DE AUTOCONSUMO Y SU LEGALIZACIÓN EN ESPAÑA						
Potencia kWn	0	<10	>15	>25*	<=100	>100
Compensación de excedentes	PERMITIDO					NO DISPONIBLE
Sin excedentes	PERMITIDO					
Venta de excedentes	PERMITIDO					
Memoria técnica (podría un electricista con carnet de baja tensión especial)	Siempre		No es necesario			
Proyecto técnico (ingeniero con competencias y colegiado)	No es necesario		Siempre			
Punto de acceso a red (solo si hay excedentes) <small>(Para P&lt;=100 kWn, no hay que presentar ordenes con la solicitud)</small>	solo si es suelo rústico		siempre			

\*>25kWn no en todas las comunidades es obligatorio solicitar una OCA

Tabla 20.- Normativa básica para la legalización de instalaciones FV en España.

### 9.4.- DISEÑO

#### 9.4.1.- Tipología

DISEÑO	DATOS DE PARTIDA	TIPO DE RED
AUTOCONSUMO	ENERGÍA A PRODUCIR	MONOFÁSICO
GENERACIÓN	ESPACIO DISPONIBLE	TRIFÁSICO

Tabla 21.- Tipos de diseño para instalaciones fotovoltaicas.

Pasos recomendables para optimizar el espacio:

1)	Módulos más eficientes	El monocristalino es más eficiente que el policristalino. El monocristalino PERC es más eficiente que el monocristalino. Los módulos tipo N, son más eficientes que los tipo P.
2)	Reducir inclinación	A menor inclinación, menos proyección de sombra y por tanto el espacio entre filas puede reducirse. Esto llevaría a un peor rendimiento en invierno y mejor en verano, se debería valorar según la curva de producción que se requiera.
3)	Posición del módulo	La posición horizontal/vertical puede adaptarse mejor según la geometría del edificio.
4)	Módulos de celda partida	Se podrán juntar más las celdas porque la sombra que aparezca solo afectará al 50% del módulo. <b>SOLO EN VERTICAL.</b>
5)	Distribución Este-Oeste	Sobre todo, en sistemas cercanos al ecuador. Permite que no exista sombras entre filas por lo que se eliminan los pasillos tradicionales. También son recomendables para zonas con grandes vientos.

Tabla 22.- Pasos recomendables para optimizar el espacio.

#### 9.4.1.1.- Generación

Estos diseños estarán pensados únicamente con el objetivo de producir el máximo número de kWh posibles, ya que así se rentabilizarán mucho antes. La mentalidad en el diseño de estas instalaciones es exclusivamente para la venta de los kWh con el menor coste posible.

El dato de partida puede ser:

- 1) Objetivo de producción anual.
- 2) Rentabilizar al máximo el espacio disponible.

Pasos operación:

- 1) *Elegir el módulo y estructura para diseñar el campo generador. Tamaño y potencia.*  
En caso de no cumplir y llegar a una configuración realmente aceptable se deberá iterar este paso.
- 2) *Definir el factor de escala* para escoger la potencia nominal total inicial del proyecto.
- 3) Seleccionar tipo de inversor que cuadre con el factor de escala escogido.
- 4) Cálculos de la aparamenta.
- 5) *Simulación de la producción* calculando previamente las pérdidas, en caso de no cumplir con el objetivo marcado se deberá ir iterando hacia atrás los pasos mejorando los resultados en la medida de lo posible.

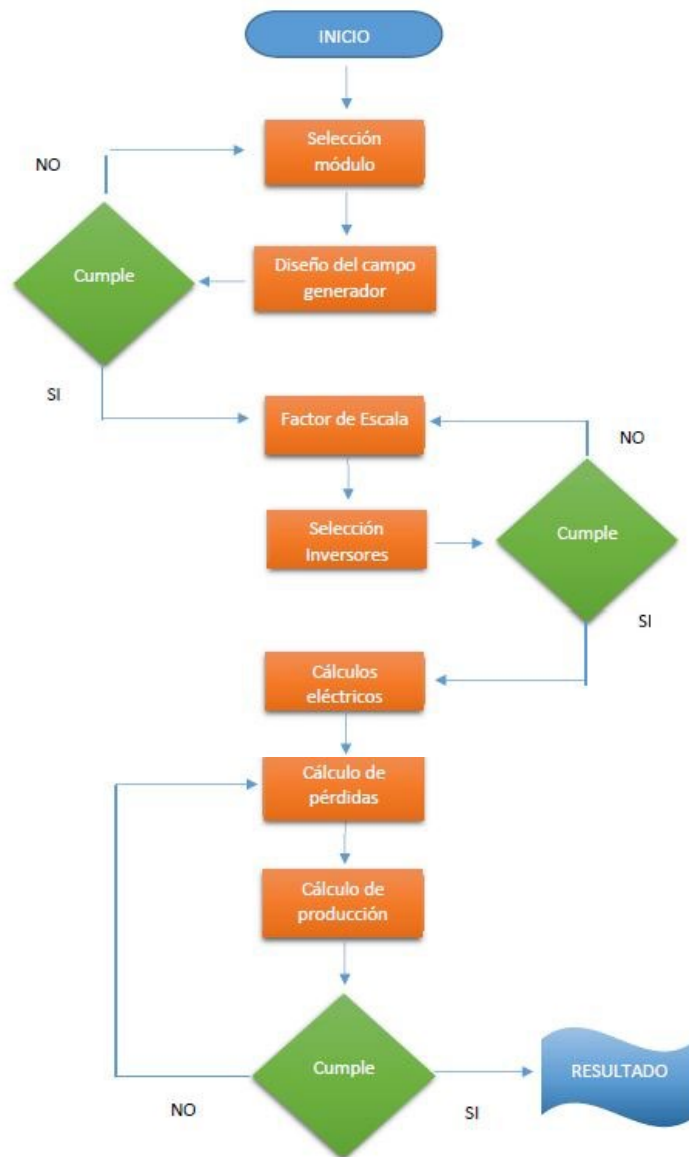


Ilustración 69.-Pasos operación instalación generación. Fuente:(The MPV Solar Reference, 2022).

#### 9.4.2.- Combiner Box

Se debe tener en cuenta la intensidad de cada string a unificar, el número de strings a combinar y la intensidad máxima en DC del inversor. La marca HIS si se les aporta información sobre tus necesidades como el número de entradas y salidas, la intensidad en cada entrada, el calibre, tipo de protecciones, etc... podrá realizar el diseño necesario con sus esquemas unifilares útiles para el montaje.

Otro punto a tener muy en cuenta, es que si se unifican strings en paralelo, no se podrá sacar ventaja a los MPPTs de los inversores y el cable que se deberá conducir hasta el inversor será, como es lógico, al aumentar la intensidad de transporte en los cables, estos serán mucho más gruesos (positivo y negativo), por lo que se deberá acudir a inversores especiales que permitan estos grosores.

#### **9.4.2.1.- Diseño propio**

Hay que incorporar un embarrado por cada cable de unificación que se quiera extraer para poder analizar el error en caso de error en el inversor y tantos portafusibles como string se vayan a incorporar. Existen packs de portafusibles que llevan incorporado el embarrado y el cable de unificación necesario.

La sección del embarrado debe ser mínimo igual a la del cable de unificación resultante y se recomienda un 20% superior.

Lo normal y por seguridad de operación, es recomendable incluir un seccionador DC. La caja debe tener un IP.66 y si es metálica debe estar conectada a tierra.

#### **9.4.2.2.- Conclusión**

Aunque mejore el diseño y reduzca la mano de obra, debido a estos impedimentos y a la pérdida de efectividad en la monitorización, desecharemos esta opción en proyecto.

### **9.4.3.- Inversores**

#### **9.4.3.1.- Inversor string**

Inversores con varios MPPTs y múltiples entradas. Potencias desde 2kWn hasta 100kWn.

*Ventajas:* al disponer de varios MPPTs, idóneo cuando se requiere de zonas independientes.

*Desventajas:* gastas mucho cable y mano de obra.

#### **9.4.3.2.- Inversor estación virtual**

Inversores con uno o dos MPPTs y una o dos entradas. Potencias desde 50kWn hasta 200kWn. Necesitan combiner box. Se trata de una “mezcla” entre las otras dos opciones. Estos inversores, principalmente se distinguen de los inversores string por la sección de cable de entrada permitida, que es muy superior a la anterior.

*Ventajas:* ahorras cable e independizas zonas al disponer de varios inversores.

#### **9.4.3.1.- Inversor central**

Inversores con uno o dos MPPTs y una o dos entradas. Potencias desde 500kWn hasta 5000kWn. Necesitan combiner box entre los módulos y el inversor central. Caso muy lejano a nuestras instalaciones por diferencia de potencias nominales.

*Ventajas:* ahorras cable.

*Desventajas:* todas las conexiones van al mismo MPTT por lo que no se independiza el campo generador.

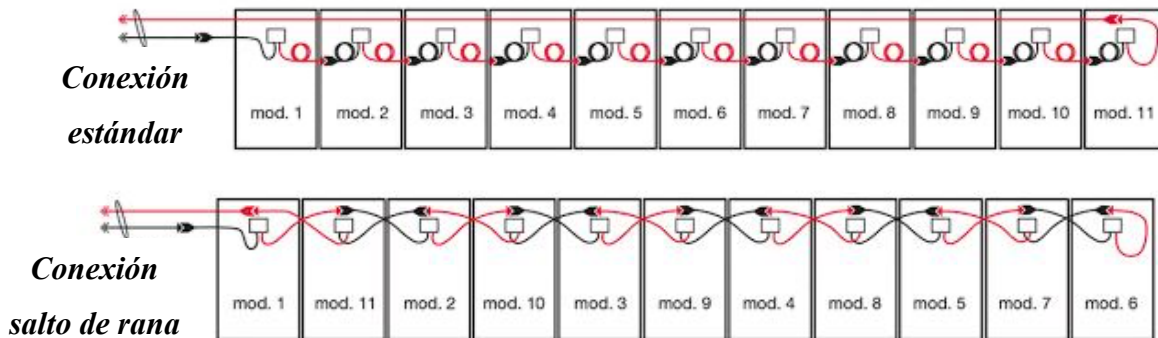
#### **9.4.3.2.- Conclusión**

Se trabajará con inversores string para poder independizar el campo generador.



#### 9.4.4.- Conexión del cableado DC

Conexión salto de rana, la conexión se hace cada dos paneles, saltándose al del medio. Se consigue reunir en una misma fila los dos polos, ahorrándose cable. Tiene como gran desventaja que es muy fácil cometer un error en la conexión de los módulos.



*Ilustración 70.- Tipos conexión cableado DC. (Insa, 2019)*

##### 9.4.4.1.- Conclusión

En el proyecto se realizará una conexión de salto de rana, para ello se diseñarán las filas de módulos más largas y ordenadas posibles.

#### 9.4.5.- Balance Of System “BOS”

El BOS hace referencia al coste asociados a los elementos que no consideramos como principales equipos (cable, protecciones, mano de obra, etc.... es decir, equipos que no son ni módulos, inversores ni estructura).

#### 9.4.6.- Estructuras

El fabricante, una vez aportado el diseño fotovoltaico, te devuelve el diseño de los anclajes. Pero es importante conocer que las barras de anclajes a los módulos en una nave industrial son perpendiculares a las correas de la estructura.

##### 9.4.6.1.- Autoconsumo

En los diseños de autoconsumo, el factor que marcará la potencia de la instalación será la cantidad de energía consumida, la máxima recomendación es obtener la curva de consumo horaria del cliente.

Por lo que el dato de partida del diseño es el consumo horario de energía del cliente. En un estudio óptimo se tendrá que disponer del consumo anual, que suele diferir entre las diferentes estaciones, al igual que la producción del campo generador. Y en caso de no disponer de la curva horaria, aunque siendo menos preciso se podrá calcular mediante los consumos mensuales/anual.

El procedimiento para el diseño es similar al de generación visto en la “Ilustración 87.-

*Pasos operación instalación generación.*” y la potencia pico se intentará ajustar lo máximo posible a la curva de consumo para reducir los excedentes y así poder rentabilizar antes la instalación, ya que, en España, en caso de tratarse de un sistema de autoconsumo los excedentes serán recompensados a un precio inferior al de adquisición. Este punto se realiza a costa de no llevar a cero su factura eléctrica.

Para realizar los diseños, Isaac Torregrosa, experto en dimensionamiento y diseño FV, nos aporta los siguientes conocimientos:

- Residencial: calcular el campo generador para que la media anual de excedentes diarios no supere el 10/15%.
- Industrial: calcular el campo generador para que la media anual de excedentes diarios sea igual a un 20/30%.

Elección del módulo:

La elección del módulo para nuestro proyecto será de 72 celdas en vez de 60 celdas y no necesariamente acudiremos a los módulos punteros en eficiencia al disponer de espacio suficiente en la cubierta de destino.

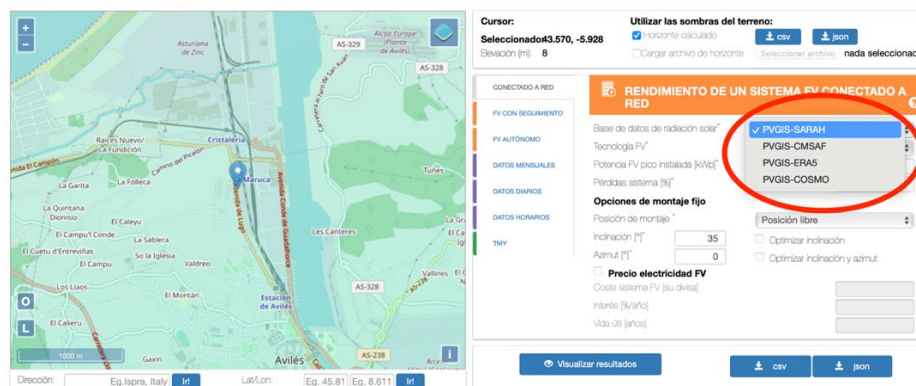
Elección del factor de escala para el inversor adecuado:

Recordaremos que un FE demasiado alto puede provocar un mal funcionamiento del inversor e incluso la aparición del efecto clipping, es decir, que no seamos capaces de transformar energía producida por el campo generador y la perdamos. A la inversa, en caso de disponer de un FE demasiado bajo el diseño del campo generador se encarecerá al disponer de potencia nominal sobrante (inversor más grande y caro).

## 9.5.- RESULTADO DE CÁLCULOS

En primer lugar, se deberá de realizar el cálculo de la irradiancia en la localización exacta de estudio a través del programa PVGIS, dicho programa es desarrollado por la UE con el objetivo de facilitar el estudio del recurso solar y el potencial de la energía fotovoltaica.

Actualmente el programa dispone de cuatro potenciales bases de datos a utilizar en nuestra ubicación:



The screenshot shows the PVGIS web interface. On the left is a map of the Avilés area in Asturias, Spain. On the right is the configuration panel. The 'CONECTADO A RED' section is active. Under 'RENDIMIENTO DE UN SISTEMA FV CONECTADO A RED', the 'Base de datos de radiación solar' dropdown menu is open, and 'PVGIS-SARAH' is selected and circled in red. Other options in the dropdown include 'PVGIS-CMSAF', 'PVGIS-ERAS', and 'PVGIS-COSMO'. The configuration panel also shows fields for technology, installed power, system losses, and mounting options.

Ilustración 71.- Diferentes bases de datos del programa PVGIS.

A pesar de estas diferentes posibilidades el propio programa asume que tanto SARAH como ERA5 tienen una certidumbre superior a CMSAF y COSMO respectivamente, debido a esto estas dos últimas bases de datos según fuentes internas de la aplicación serán eliminadas a lo largo de 2022 según fuentes directas del propio programa.

Una vez reducidas las diferentes variables de estudio del programa a únicamente dos opciones, tenemos que definir cuál de estas escogeremos y para ello volveremos a acudir a la información que proporciona el propio programa:

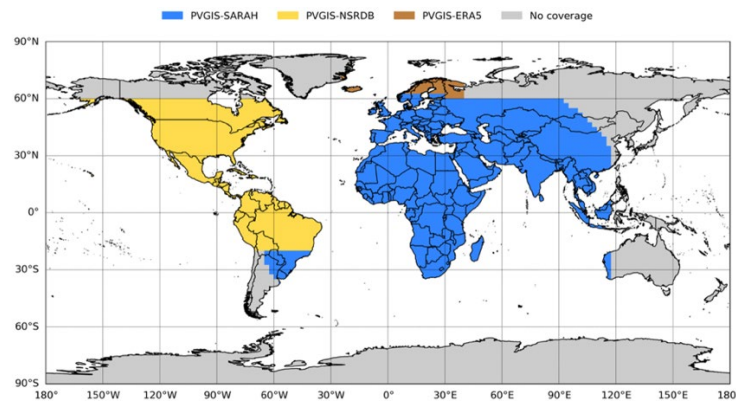


Ilustración 72.- Base de datos a utilizar en PVGIS. Fuente: (PVGIS, 2022).

Por lo que queda claro que la base de datos de estudio debe de ser PVGIS-SARAH, siendo esta aplicable a Europa, África y Asia, y por el otro lado, PVGIS-ERA5 que es únicamente recomendado para los países Nórdicos Europeos ya que está basada en los datos de reanálisis meteorológico, o, en otras palabras, regiones no cubiertas por las bases de datos por satélite.

Una vez definida la base de datos, se configurará la página del PVGIS correspondiente de la siguiente forma:

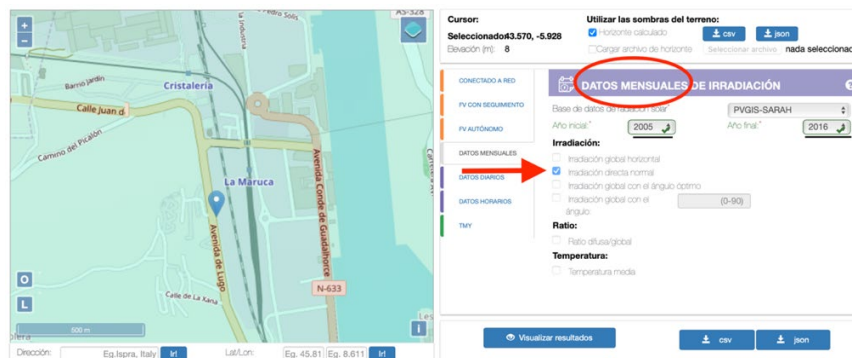


Ilustración 73.- Configuración del PVGIS para el cálculo de la irradiancia.

En dicha configuración, como queda reflejado se están obteniendo los datos mensuales de **irradiación directa normal** entre los años 2005 y 2016 para la base de datos anteriormente mencionada PVGIS-SARAH.

Se escoge la irradiación directa normal, ya que es la suma mensual de la radiación solar que llega, por metro cuadrado, a un plano perpendicular en todo momento a los rayos del sol, expresado en kWh/m<sup>2</sup>, incluyendo únicamente la radiación que llega directamente desde el

disco solar, por lo tanto, la radiación más representativa para el futuro cálculo de nuestra instalación FV. A raíz de los datos obtenidos obtenemos la media mensual de todo el rango de medición de irradiación: (CE, PVGIS, 2022)

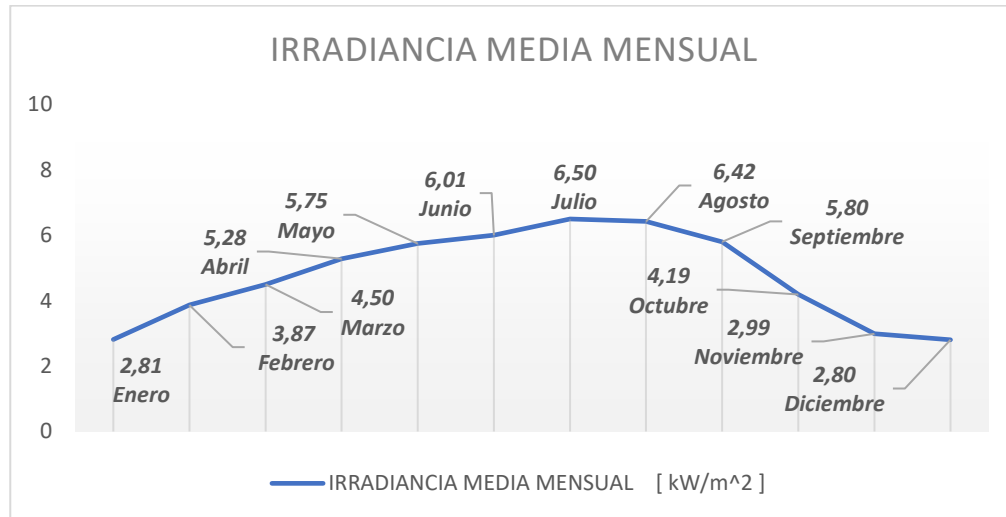


Tabla 23.- Irradiancia media en localización de estudio.

Una vez tenemos los datos de irradiancia mensuales procederemos a analizar los datos de consumo de partida facilitados por el cliente para continuar con la elaboración de la propuesta:

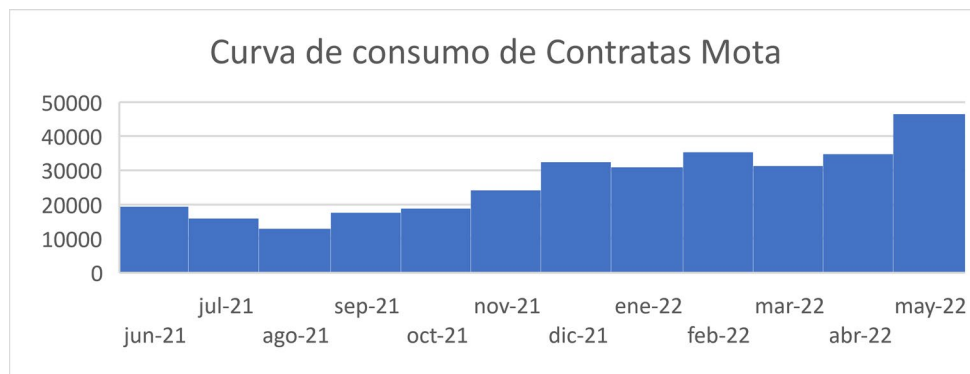


Tabla 24.- Consumo energético del último año de la empresa Contratas Mota S.A..

Visualizamos un consumo anual de 320245kWh. Extrapolando el consumo global y el de la última factura de mayo se puede estimar exactamente el consumo mensual gracias al gráfico de consumo ofrecido en la factura eléctrica, disponiendo de un consumo por meses en kWh igual a:

jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22
19445	15909	12963	17677	18855	24158	32407	30934	35354	31229	34764	46549

Tabla 25.- Consumo mensual energético de Contratas Mota.

Incorporando estos datos a la aplicación de Suntrropy, conseguimos una curva de consumo estimada. El software utiliza la media de consumos energéticos en función del tipo de tarifa correspondiente y de los monográficos existentes en red eléctrica española para obtener la siguiente ilustración:

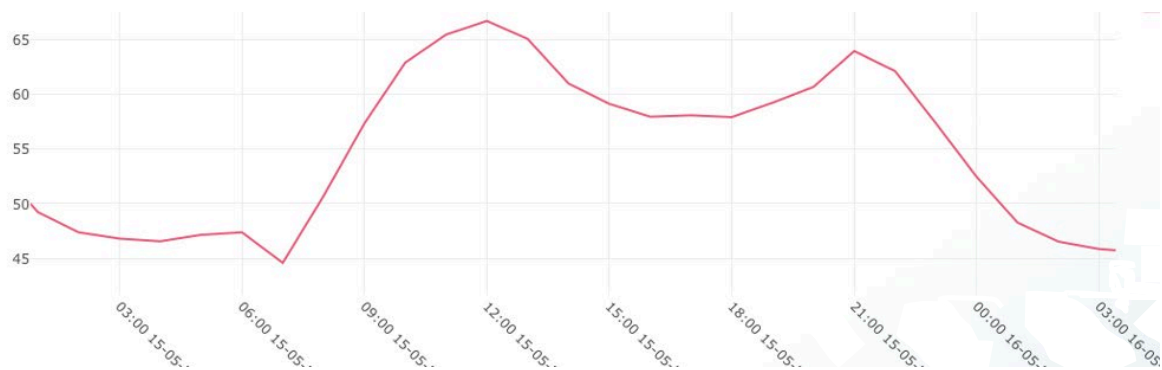


Ilustración 74.- Curva de consumo horaria generada por el software de Suntrropy.

El factor de escala de la instalación lo definiremos en torno al GAP de la ubicación, y por ello definiremos un F.E. igual a 1,25, encontrándose dentro de los parámetros normales establecidos. La elección del módulo se realiza mediante el método Topsis, método estadístico que define la mejor opción en torno a unos parámetros y pesos establecidos por el agente decisor.

El inversor se selecciona en torno al factor de escala con la potencia pico definida del sistema y comparando y comprobando la capacidad de sincronía entre las características del propio inversor y el módulo anteriormente seleccionado. Los datos finales del módulo e inversor seleccionados son:

DESCRIPCIÓN	DATOS	DESCRIPCIÓN	DATOS
MARCA	Trina Solar	MARCA	HUAWEI
MODELO	Vertex TSM-DE18M.08(II)	MODELO	SUN2000-100KTL-M1
POTENCIA (STC) [Wp]	510	POTENCIA NOMINAL [kWn]	100
<b>CONDICIONES STC</b>		<b>LADO CORRIENTE CONTINUA</b>	
Voltaje de Circuito Abierto (Voc) [V]	52,10	Voltaje máximo a la entrada [V]	1100
Voltaje en punto de máx. potencia (Vr)	43,2	Voltaje mínimo de arranque [V]	200
Intensidad de cortocircuito (Isc) [A]	12,42	Voltaje mínimo MPPT [V]	200
<b>CONDICIONES NOCT</b>		Voltaje máximo MPPT [V]	1000
Nominal Operation Cell Temperature NOCT	43	Intensidad máxima admisible [A]	260
<b>DATOS MECÁNICOS</b>		Número de MPPT independientes	10
Altura del módulo [mm]	2015	Número de entradas	20
Anchura del módulo [mm]	996	<b>LADO CORRIENTE ALTERNA</b>	
Peso [kg]	26,5	Voltaje de operación [Vac]	400
Tipo de celda	MONO	Frecuencia [Hz]	50
<b>OTROS DATOS</b>		Tipo de red	TRI
Nº de módulos	489	Intensidad máxima de salida (Iac) [A]	160,40
Inclinación	35	<b>OTROS DATOS</b>	
Eficiencia	21,20	Nº inversores	2
		FE	1,25
		Potencia nominal necesaria	199,24
		Eficiencia	98,60%
		Módulos por rama en paralelo	20

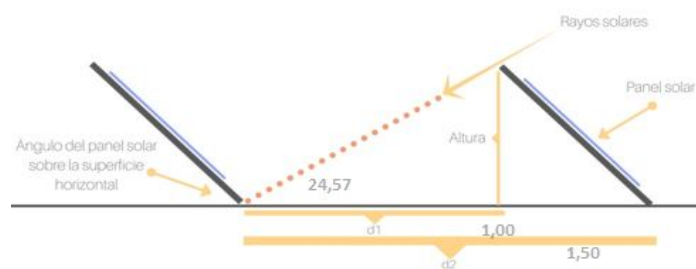
Tabla 26.-Características del módulo e inversor seleccionados.

Una vez tenemos los datos de los materiales a utilizar procederemos a analizar la producción de nuestro sistema generador. En primer lugar, deberemos de saber la ubicación de nuestros inversores, y para ello se calculará la distancia entre filas existente entre módulos, está es la



distancia que se utilizará en el replanteo de la instalación:

INCLINACIÓN ÓPTIMA	32,98
ORIENTACIÓN ÓPTIMA	SUR
POSICIÓN DEL MÓDULO	HORIZONTAL
ALTURA DEL MÓDULO (m)	0,996
INCLINACIÓN	30
INCLINACIÓN TERRENO	5



DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Altura Solar (°)	24,57
Hueco de pasillo (m)	1,00
Distancia entre filas (m)	1,50

Tabla 27.-Distancia entre filas de módulos en la instalación.

Esta distancia se calcula para evitar sombras en las 4 horas centrales del día en el solsticio de invierno. Conociéndola ya podremos determinar los módulos que seremos capaz de incorporar a nuestro campo generador.

Continuamos determinando la producción que es capaz de producir nuestra instalación acorde al dimensionamiento realizado en función del consumo del cliente, para ello tendremos en cuenta los datos de irradiancia mencionados/HSP:

DESCRIPCIÓN		DATOS	
UBICACIÓN	Asturias, Avilés		
LATITUD	42,43		
LONGITUD	-8,62		
MES	K	Radiación plano horizontal (kWh/m2)	Radiación plano inclinado (kWh/m2)
ENERO			2,81
FEBRERO			3,87
MARZO			4,50
ABRIL			5,28
MAYO			5,75
JUNIO			6,01
JULIO			6,50
AGOSTO			6,42
SEPTIEMBRE			5,80
OCTUBRE			4,19
NOVIEMBRE			2,99
DICIEMBRE			2,80
TOTAL (kWh/m2/año)			1731,32
OTROS DATOS			
IRRADIANCIA MÁXIMA W/m2		841	
IRRADIANCIA MÍNIMA W/m2		193,07	
TEMPERATURA MÁXIMA °C		24,07	
TEMPERATURA MÍNIMA °C		6,75	

Gráfica de HPS

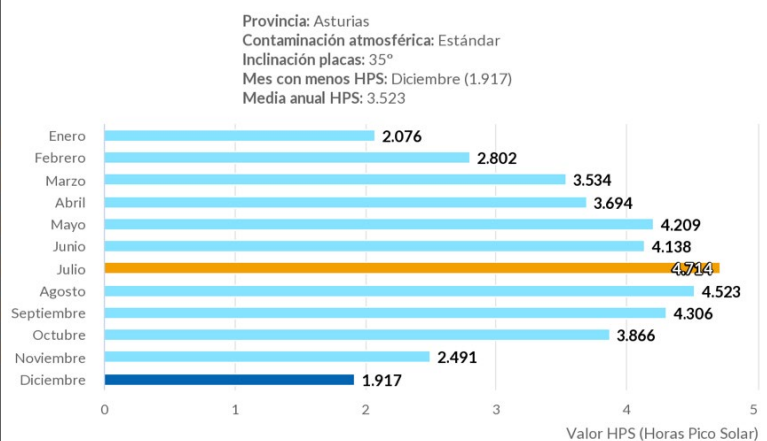


Tabla 28.-Datos irradiancia y HSP en Avilés.

Seguimos con el siguiente paso, saber las pérdidas ocasionadas por orientación e inclinación.



El ángulo de inclinación calculado debe ser realizable físicamente y estar normalizado por los fabricantes de estructuras. Se escogerá el ángulo redondeado múltiplo de 5 al ángulo óptimo calculado que provoque un porcentaje menor de pérdidas en el sistema.

Latitud	42,43	
Ángulo de inclinación ( $\beta$ )	Superior 35	Inferior 30
Ángulo de orientación ( $\alpha$ )	5	
<b>Pérdidas por orientación e inclinación</b>		
Ángulo de inclinación óptimo ( $\beta_{opt}$ )	33,0	
Pérdidas por orientación e inclinación para $15^\circ < \beta < 90^\circ$	0,14%	0,19%
Pérdidas por orientación e inclinación para $\beta \leq 15^\circ$	NONE	NONE
	REDONDEO SUPERIOR	REDONDEO INFERIOR

Tabla 29.-Pérdidas por orientación e inclinación.

Avanzamos con el cálculo de las secciones de cableado en corriente continua y corriente alterna:

CORRIENTE ALTERNA (SALIDA INVERSOR)		CORRIENTE CONTINUA (CAMPO GENERADOR)	
Intensidad máxima del sistema (A)	160,40	Intensidad máxima (A)	12,42
Longitud (m)	50	Longitud (m)	350
Tensión máxima (V)	400,00	Tensión máxima (V)	1.100,00
Resistividad del cable	cobre EPR	Caída dse tensión máxima (%)	1,50%
Factor de potencia ( $\cos\theta$ )	1	Material	cobre
Caída de tensión máxima (%)	2,00%	Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> )	<b>16,00</b>
Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> )	<b>25,00</b>		
Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> ) MONOFÁSICA	0,75		
Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> ) TRIFÁSICA	25,00		

Tabla 30.-Cálculo de secciones necesarias de cable en DC y AC.

Para finalizar y poder obtener la producción anual estimada se considerarán unas pérdidas por sombras nulas, al no tener ningún tipo de elemento que sombree algún módulo existente. Obtendremos una producción total de 292256 kWh anuales:

Potencia del sistema (kWp)	249,04
Radiación anual (kWh/m <sup>2</sup> /año)	1731,319708
Performance Ratio	0,785
Factor de sombras	0
Pérdidas por O & I	0,137

<b>Producción anual estimada (kWh/año)</b>	
La producción anual estimada es (kWh)	<b>292.255,67</b>

Tabla 31.-Producción anual estimada.

Los últimos resultados de cálculos son aplicables al diseño de la instalación, ya que nos

indicará las capacidades máximas y mínimas de conexión de módulos en serie y paralelo:

RESULTADOS			
Condición $V_{string} < V_{Mdc}$	Módulos en serie	21,1	
Condición $V_{string} < V_{Mppt}$	Módulos en serie	23,1	15
Condición $V_{string} > V_{mppt}$	Módulos en serie	4,6	
Strings en paralelo	Ramas en paralelo	25,00	

Tabla 32.-Resultados de capacidad de conexión de módulos en serie y paralelo.

El número final de strings en paralelo y de módulos por string se escogerá acorde a los parámetros tecnológicos que nos proporciona el inversor seleccionado y por la geometría existente en la ubicación de la instalación. Se verá en el diseño de la instalación.

## 9.6.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN MEDIANTE HELIOESCOPE

En este diseño se han mantenido los resultados de cálculos mostrados con anterioridad.

Para la distribución de los módulos se ha optado por generar strings de 15 módulos cada uno. Esta decisión está basada en la existencia de 10 mppt por inversor, por lo que generaremos un total de 37 strings, 16 pertenecientes al primer inversor con 15 módulos cada uno y otros 17 pertenecientes al segundo inversor con 16 strings de 15 módulos cada uno y con un último string de 9 módulos. La distribución de los strings en los mmpt es la siguiente:

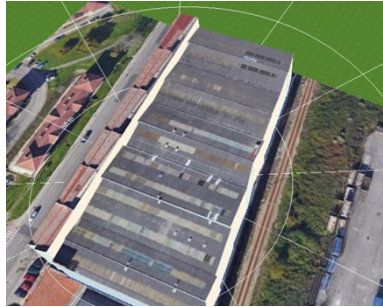
Mppt/inversor	Inversor 1/string	Inversor 2/string
1	1 -- 2	1 -- 2
2	3 -- 4	3 -- 4
3	5 -- 6	5 -- 6
4	7-- 8	7-- 8
5	9 --10	9 --10
6	11 -- 12	11 -- 12
7	13	13 -- 14
8	14	15
9	15	16
10	16	17

Tabla 33.- Distribución de módulos por string, inversor y mppt.

El décimo mppt del segundo inversor, corresponde al decimoséptimo string, el correspondiente a nueve módulos. En este momento, y por lo visto anteriormente justificaremos la decisión de haber escogido este inversor, y es que su gran cantidad de mppts nos permite realizar una gran monitorización de la instalación.

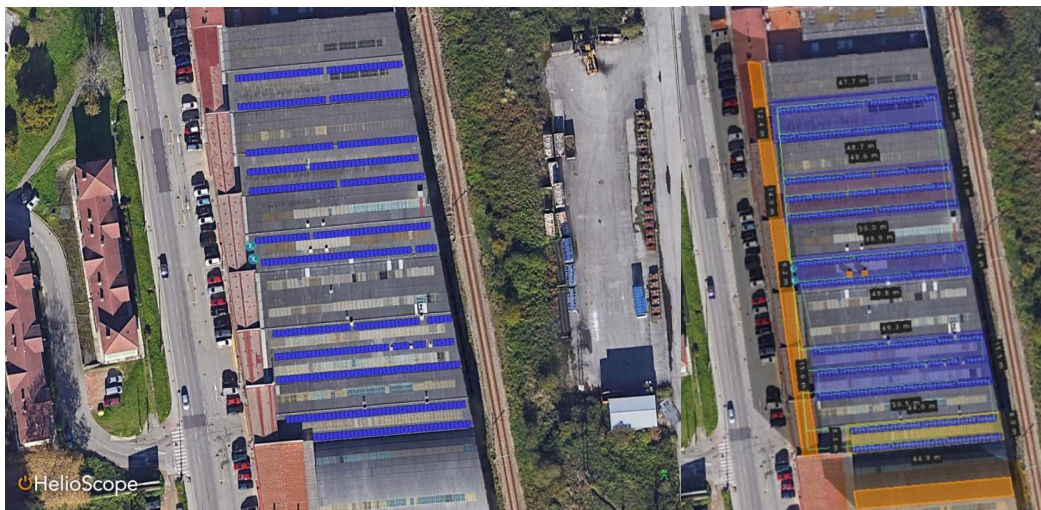
Por otro lado, no nos hemos ido a un único inversor para evitar que, en caso de caída, perdamos toda la capacidad de producción disponible.

A continuación, mostraremos el espacio disponible en 3D para la instalación dibujado en el software, la distribución de módulos realizada y algunos cálculos ofrecidos por el programa sobre la producción del campo generador y las sombras influyentes en el mismo:



*Ilustración 75.- Superficie disponible dibujada en Helioscope.*

La distribución final de los módulos y ubicación de los inversores será la siguiente.



*Ilustración 76.- Distribución final de inversores y módulos fotovoltaicos.*

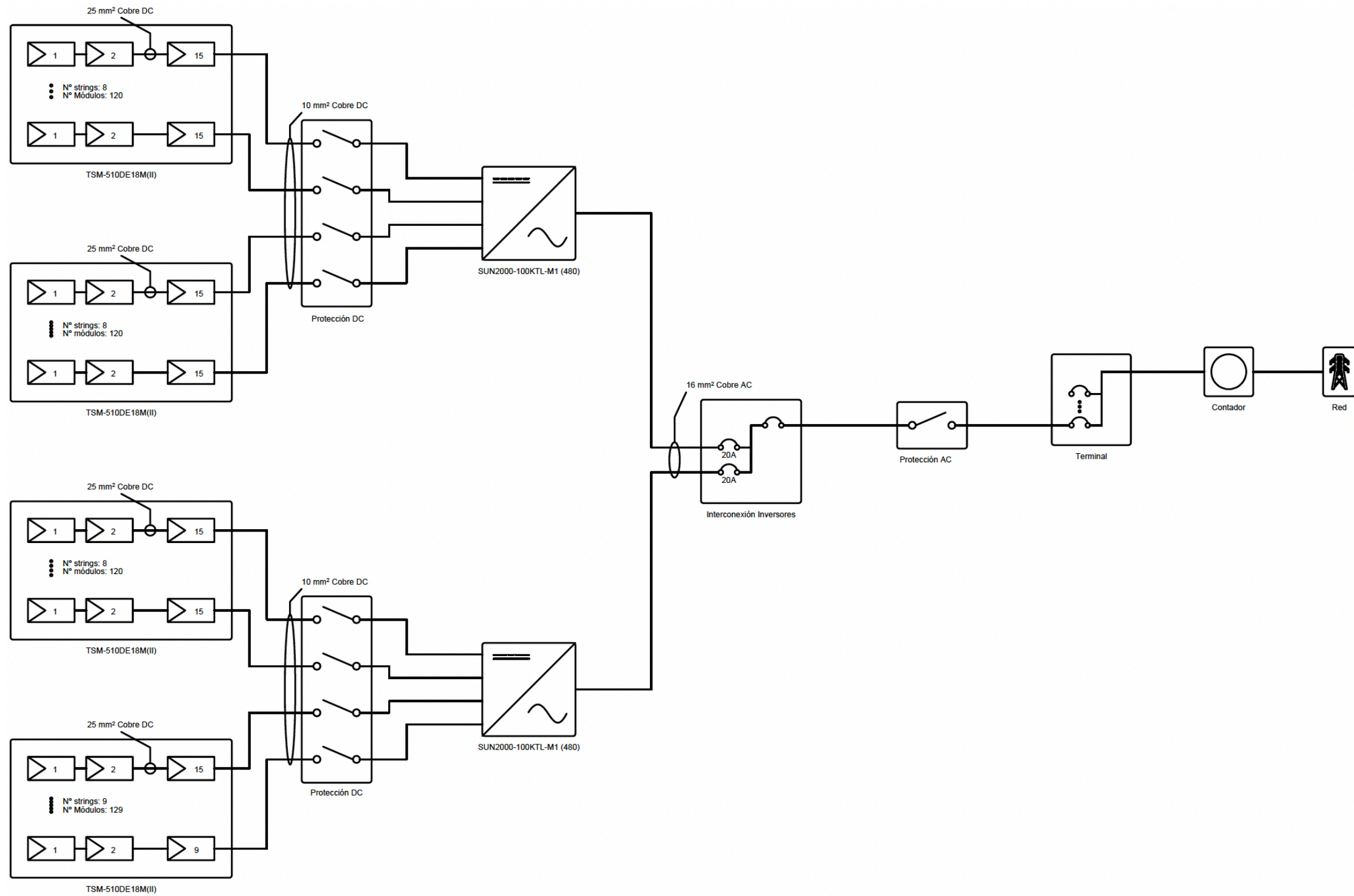
Por último, mostraremos una imagen ofrecida por el programa del sombreado de los módulos, se valora como habíamos mostrado en cálculos anteriores que son mínimas, cercanas a cero. Solo afecta a los módulos más cercanos a las oficinas y únicamente al amanecer.



*Ilustración 77.- Sombreado de módulos en el campo generador al amanecer.*



### 9.7.- ESQUEMA UNIFILAR



Módulo	
489x Trina Solar TSM-510DE18M(II)	
STC Rating	510 W
Vmp	43.2 V
Imp	11.81 A
Voc	52.1 V
Isc	12.42 A

Inversor	
2x Huawei SUN2000-100KTL-M1 (480)	
Max AC Power Rating	100 kW
Max Input Voltage	1,100 V
Min Input Voltage	200 V

Cableado		
	Sección	Longitud máxima / total
Cable AC	2x 16 mm <sup>2</sup>	25 m / 50 m
Cable DC	37x 10 mm <sup>2</sup>	250 m / 1200 m

Ilustración 78.- Esquema unifilar.

### 9.8.- CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Nombre de tarea	Comienzo	Duración	Fin	JULIO					AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE						
				01/07	04/10.	11/17.	18/24.	25/31.	01/07.	08/14.	15/21.	22/28.	29-4	5-11	12/18.	19/25.	26/02.	03/09.	10/16.	17/23.	24/30.	31/06.	
				SEM 27	SEM 28	SEM 29	SEM 30	SEM 31	SEM 32	SEM 33	SEM 34	SEM 35	SEM 36	SEM 37	SEM 38	SEM 39	SEM 40	SEM 41	SEM 42	SEM 43	SEM 44		
<b>CONTRATAS MOTA</b>	viernes, 1 de julio de 2022	121	lunes, 31 de octubre de 2022	CONTRATAS MOTA																			
Obtención y formalización de la venta	viernes, 1 de julio de 2022	16	lunes, 25 de julio de 2022	Obtención y formalización de la venta																			
Redacción proyecto y documentación necesaria	lunes, 25 de julio de 2022	10	lunes, 8 de agosto de 2022	Redacción proyecto y documentación necesaria																			
<u>Compra y recepción de materiales</u>	lunes, 8 de agosto de 2022	22	miércoles, 7 de septiembre de 2022	Compra y recepción de materiales																			
Módulos	lunes, 8 de agosto de 2022	14	viernes, 26 de agosto de 2022	Módulos																			
Inversores	martes, 9 de agosto de 2022	21	miércoles, 7 de septiembre de 2022	Inversores																			
Aparamenta y estructura	miércoles, 10 de agosto de 2022	18	lunes, 5 de septiembre de 2022	Aparamenta y estructura																			
<u>Montaje de la instalación</u>	viernes, 26 de agosto de 2022	23	miércoles, 28 de septiembre de 2022	Montaje de la instalación																			
Módulos y estructura	viernes, 26 de agosto de 2022	20	viernes, 23 de septiembre de 2022	Módulos y estructura																			
Inversores	miércoles, 21 de septiembre de 2022	5	miércoles, 28 de septiembre de 2022	Inversores																			
<u>Comissioining, puesta en marcha</u>	miércoles, 28 de septiembre de 2022	12	viernes, 14 de octubre de 2022	Comissioining, puesta en marcha																			
Legalización	miércoles, 28 de septiembre de 2022	23	lunes, 31 de octubre de 2022	Legalización																			

Ilustración 80.- Cronograma del proyecto.

## **9.9.- PROPUESTA DE AUTOCONSUMO MEDIANTE SUNTROPY**





## Propuesta de autoconsumo industrial "WinToWin"

Mejora

Ahorra



Estudio de autoconsumo para:  
Contratas MOTA S.A.

Dirección: Principado de  
Asturias, AV LUGO, 66 BAJO  
TALLERES-OFICINA

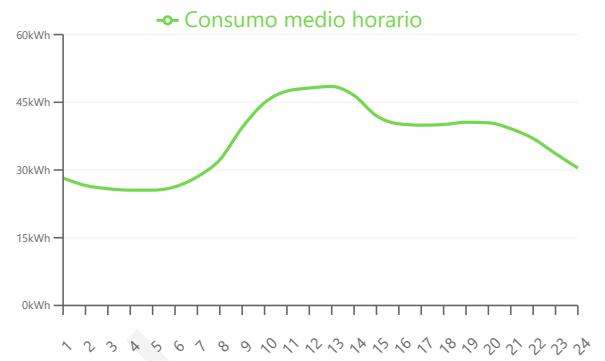
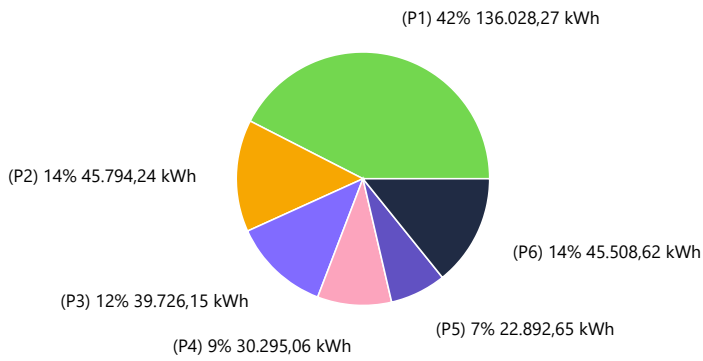
Fecha de realización: 2022-06-12



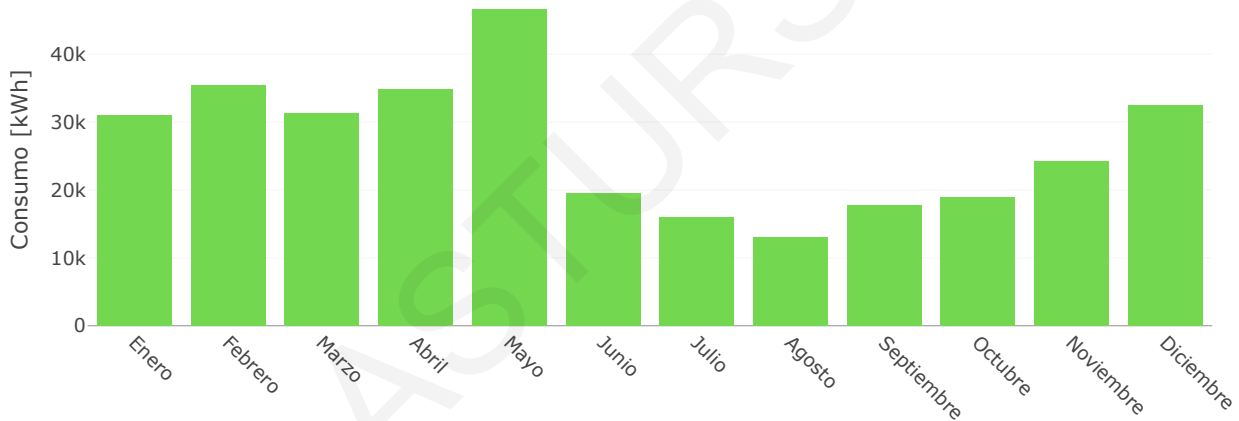
[www.grupomota.com](http://www.grupomota.com)

## Análisis de consumo:

El presente estudio energético se ha realizado sobre la curva de consumo horaria del cliente. El consumo acumulado total es de **320.245 kWh**, con un consumo medio diario de **877 kWh**.



Consumo acumulado mensual



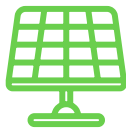
## Superficies y producción:

El estudio de la producción fotovoltaica se ha realizado para cinco superficies con una area total de **2.037m<sup>2</sup>**. En esta superficie se proyecta una instalación fotovoltaica de **250 kWp** mediante la instalación de **490** paneles *Vertex TSM-DE18M.08(II)* del fabricante *Trina Solar*.



**2.037,01**

m<sup>2</sup> de área total



**490**

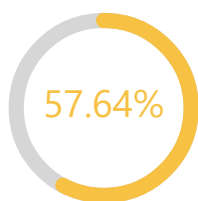
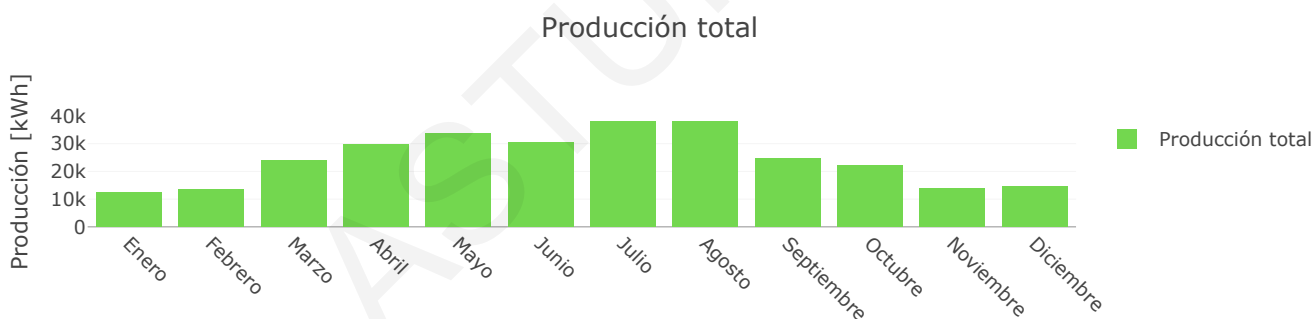
paneles instalados



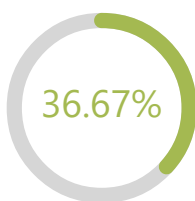
**249.900**

kWp de potencia pico

La potencia pico instalada mencionada anteriormente genera una producción total anual media de **295.221 kWh**, lo que supone un **92,19 %** del consumo anual total. Los datos de producción fotovoltaica se han calculado teniendo en cuenta las condiciones de orientación, inclinación y localización de las superficies consideradas en el estudio, empleando el servicio europeo PVGIS, desarrollado y mantenido por el EU SCIENCE HUB.



Venta  
Excedentes



Ahorro

**28.373,00 €**

de ahorro al año

\* Incluye retribución excedentes

Autoconsumo vs consumo de red: 39,05%

Autoconsumo vs producción: 42,36%

Árboles plantados equivalentes: 369

Cantidad de CO<sub>2</sub> que no genera: 73,81 [Ton/año CO<sub>2</sub>]

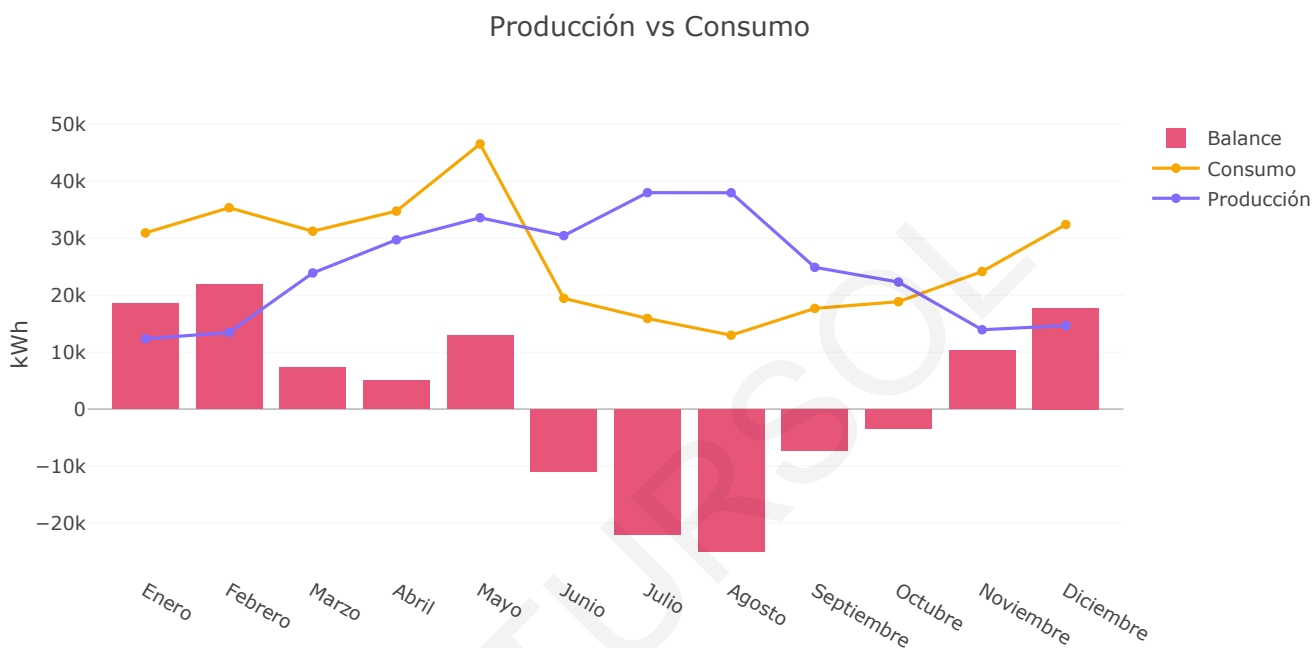
Cantidad de NO<sub>x</sub> que no genera: 303,19 [Kg/año NO<sub>x</sub>]

Cantidad de SO<sub>2</sub> que no genera: 266,76 [Kg/año SO<sub>2</sub>]

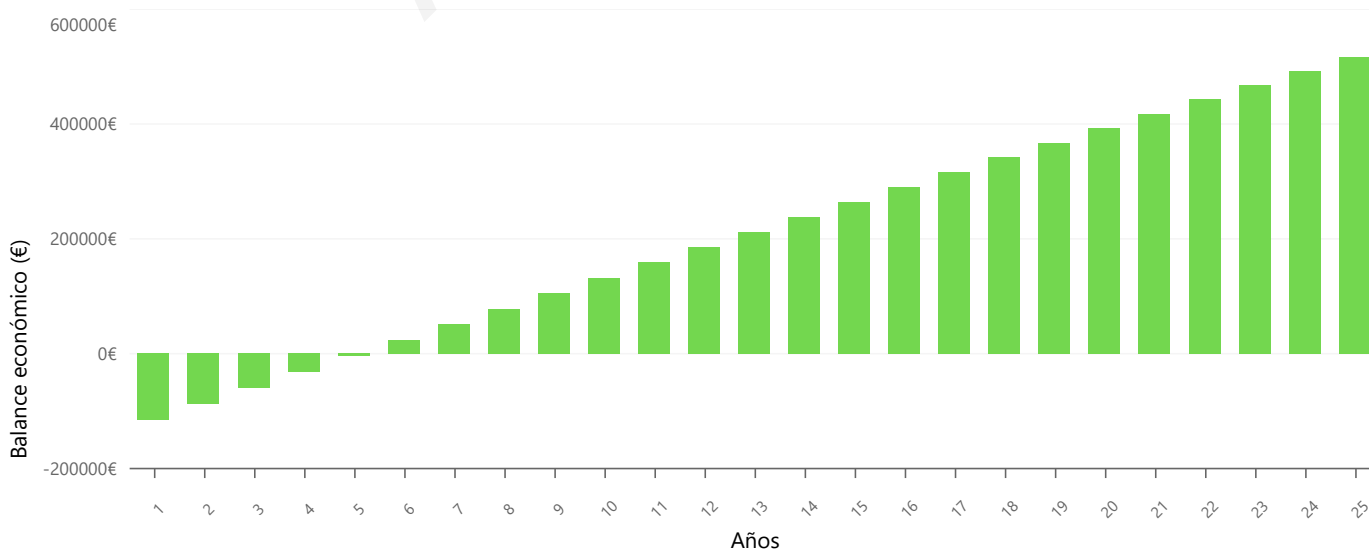


## Balance neto de producción-consumo:

Con la instalación descrita, se obtiene un ratio de autoconsumo del **39 %**, consumiendo un **42,36 %** de toda la energía producida. Los excedentes totales generados a la red suponen el **57,64 %** de la energía producida, estos excedentes se encuentran principalmente en los meses de más producción (julio/agosto), tiempo en que la empresa tiene una actividad reducida debido al periodo vacacional:



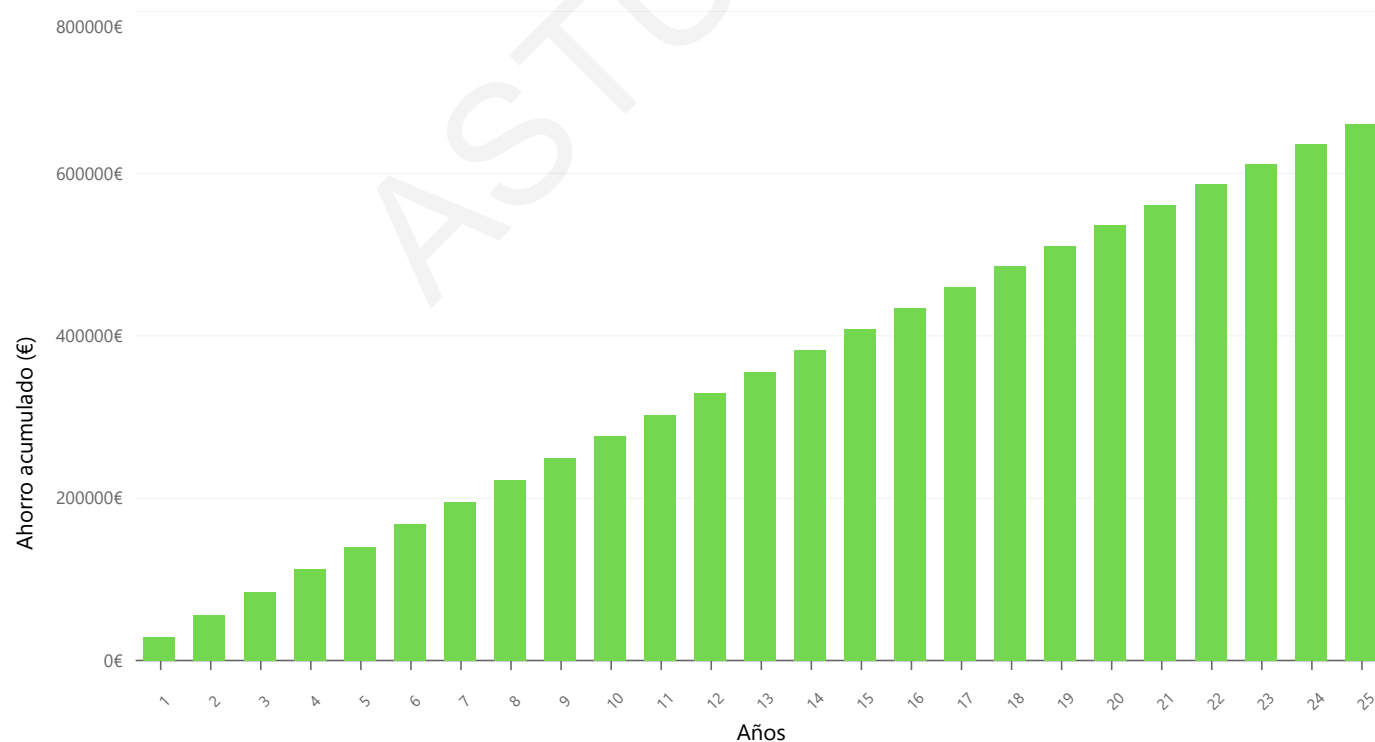
Como se puede apreciar en el siguiente gráfico el CashFlow es nulo a partir del sexto año de la inversión:



## Resultados económicos:

### Resultados mensuales

Mes	Consumo [kWh]	Generación [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Excedentes [kWh]
Enero	30.934,43	12.336,32	7.334,69	5.001,63
Febrero	35.353,63	13.451,86	9.395,26	4.056,60
Marzo	31.229,04	23.899,66	11.814,78	12.084,88
Abril	34.764,41	29.719,17	15.318,31	14.400,87
Mayo	46.548,95	33.597,71	21.017,65	12.580,06
Junio	19.444,50	30.450,82	10.912,33	19.538,49
Julio	15.909,13	38.005,79	9.501,80	28.503,98
Agosto	12.963,00	37.985,00	7.205,68	30.779,32
Septiembre	17.676,82	24.890,25	8.446,14	16.444,11
Octubre	18.855,27	22.301,80	7.878,62	14.423,18
Noviembre	24.158,32	13.928,29	7.264,90	6.663,39
Diciembre	32.407,50	14.654,70	8.955,13	5.699,57



## Propuesta económica:

Nº	Descripción	Precio (€)
1	Paneles solares x489 Trina Solar 510W	91.500,00 €
2	Inversor x2 HUAWEI 100 kWN	12.000,00 €
3	Aparamenta	5.000,00 €
4	Estructura y montaje	32.000,00 €
5	Legalización y trámites	3.500,00 €
<b>TOTAL</b>		<b>144.000,00 €</b>

**Potencia pico:**  
249,90 kWp

**Producción:**  
295.221,37 kWh  
(El primer año)

**Inversión total:**  
144.000,00 €

**ROI:**  
6 años.

**Ahorro:**  
28.373,00 €  
(El primer año)  
\* Incluye retribución excedentes

**Ahorro mensual:**  
2.364,42 €  
(El primer año)  
\* Incluye retribución excedentes



## Balance económico en detalle:

Año	Producción [kWh]	Energía autoconsumida [kWh]	Excedentes [kWh]	Ahorro anual [€]	Ahorro acumulado [€]	Cashflow [€]
1	295.221,37	125.045,29	170.176,08	28.373,00	28.373,00	-115.627,00
2	293.450,04	124.295,01	169.155,02	28.202,76	56.575,76	-87.424,24
3	291.689,34	123.549,24	168.140,09	28.033,54	84.609,30	-59.390,70
4	289.939,20	122.807,95	167.131,25	27.865,34	112.474,64	-31.525,36
5	288.199,57	122.071,10	166.128,46	27.698,15	140.172,79	-3.827,21
6	286.470,37	121.338,68	165.131,69	27.531,96	167.704,76	23.704,76
7	284.751,55	120.610,64	164.140,90	27.366,77	195.071,53	51.071,53
8	283.043,04	119.886,98	163.156,06	27.202,57	222.274,09	78.274,09
9	281.344,78	119.167,66	162.177,12	27.039,35	249.313,45	105.313,45
10	279.656,71	118.452,65	161.204,06	26.877,12	276.190,56	132.190,56
11	277.978,77	117.741,94	160.236,84	26.715,85	302.906,42	158.906,42
12	276.310,90	117.035,48	159.275,41	26.555,56	329.461,98	185.461,98
13	274.653,03	116.333,27	158.319,76	26.396,23	355.858,21	211.858,21
14	273.005,11	115.635,27	157.369,84	26.237,85	382.096,05	238.096,05
15	271.367,08	114.941,46	156.425,62	26.080,42	408.176,48	264.176,48
16	269.738,88	114.251,81	155.487,07	25.923,94	434.100,42	290.100,42
17	268.120,45	113.566,30	154.554,15	25.768,40	459.868,81	315.868,81
18	266.511,73	112.884,90	153.626,82	25.613,79	485.482,60	341.482,60
19	264.912,65	112.207,59	152.705,06	25.460,10	510.942,70	366.942,70
20	263.323,18	111.534,35	151.788,83	25.307,34	536.250,04	392.250,04
21	261.743,24	110.865,14	150.878,10	25.155,50	561.405,54	417.405,54
22	260.172,78	110.199,95	149.972,83	25.004,56	586.410,10	442.410,10
23	258.611,74	109.538,75	149.072,99	24.854,54	611.264,64	467.264,64
24	257.060,07	108.881,52	148.178,56	24.705,41	635.970,05	491.970,05
25	255.517,71	108.228,23	147.289,48	24.557,18	660.527,23	516.527,23

## 10. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

En el presente documento se expone la viabilidad económica y los conocimientos necesarios para poder analizar y entender los distintos elementos que contribuyen a la construcción de una instalación fotovoltaica. Concluyendo una viabilidad positiva del proyecto en todas sus partes y eficacia de las instalaciones fotovoltaicas en la provincia del Principado de Asturias.

La inversión de la instalación para el proyecto final se ve amortizada en un periodo de tiempo aceptable (6 años), lo que propicia un acercamiento de inversionistas a este sector; forzando a su crecimiento y desarrollo. Queda por ello claro, que las instalaciones fotovoltaicas no son un asunto de futuro, si no de presente y que han aparecido para quedarse y ser un pilar fundamental en la generación de energía limpia, tanto en Asturias, como España, Europa y el resto del mundo. A modo de resumen, podemos demostrar esta afirmación visualizando el estudio la evolución de los precios en materia prima y en incremento de eficiencia tecnológica de los componentes de la instalación realizado en el documento.

Nos posicionamos en la idea de que nos encontramos ante un sector con una gran cantidad de empresas emergentes que quieren posicionarse y crear una marca reconocida para los potenciales clientes. Esto se debe en parte a la gran cantidad de posibilidades de venta que hay en el mercado y los beneficios que ello acarrea.

A pesar de enfrentarnos a un sector tan agresivo, se determina que con un buen estudio de mercado, un enfoque claro de potenciales clientes y una especial atención a la ejecución y trato al cliente (preventiva, venta, postventa) se tendrá de un hueco asegurado que permita crecer a la organización de manera controlada. En definitiva, con nuestro modelo “WinToWin” que garantiza una buena praxis de las instalaciones, nos situaremos por delante de las empresas que aborden al sector como un momento de oportunidad y únicamente busquen vender y cuanto más mejor.

Una vez asentado este modelo de negocio, se describirán las demandas específicas de los clientes y por ello la empresa debe de ser capaz de adaptarse a estos cambios sin olvidar su misión y razón de ser. En ese momento, la empresa tendrá intención de realizar un nuevo modelo de negocio enfocado en los módulos fotovoltaicos.

El **reciclaje de los módulos fotovoltaicos** será una cuestión de futuro que se deberá de aportar, teniendo en cuenta que las instalaciones tienen un promedio de vida actual de garantía igual 25 años se entiende que se dispondrá del tiempo suficiente para entrar en este punto de la cadena de valor de manera potente y siendo primerizos en un “**océano azul**”.

Además, añadir este modelo de negocio a nuestra organización, refuerza de manera considerable la idea del negocio de respetar el medio ambiente y se podrá cerrar el ciclo correctamente con nuestros clientes, es decir, actuar desde la implantación del sistema fotovoltaico hasta su retirada y reciclaje con la idea de poder volver a continuar con ellos mismos, en base al “feedback” recibido, el vínculo afectivo-contractual existente con los clientes

# **11.ANEXO**

## **11.1.- PLANOS**









## **11.2.- FICHAS TÉCNICAS**



# SUN2000-100KTL-M1 Smart String Inverter



10  
MPPTs



Max. Efficiency  
98.8%



String-level  
Management



Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported



MBUS  
Supported



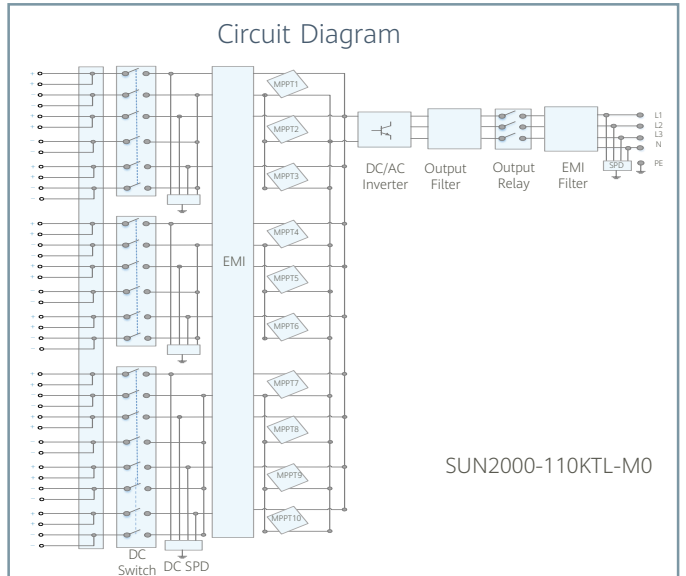
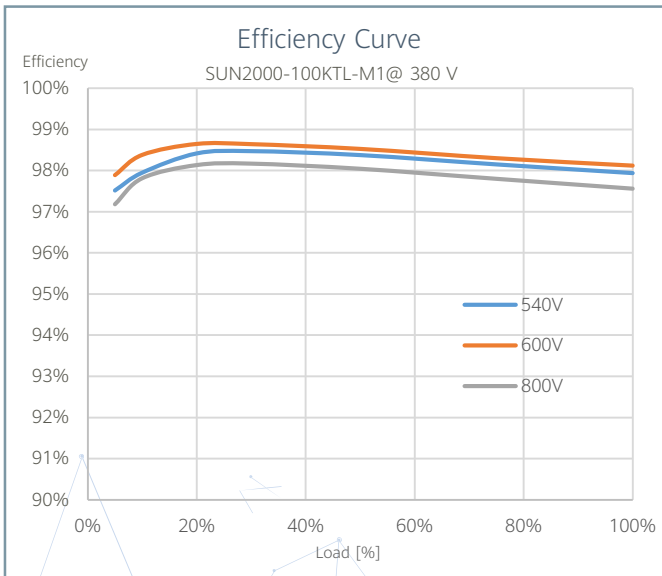
Fuse Free  
Design



Surge Arresters for  
DC & AC



IP66  
Protection



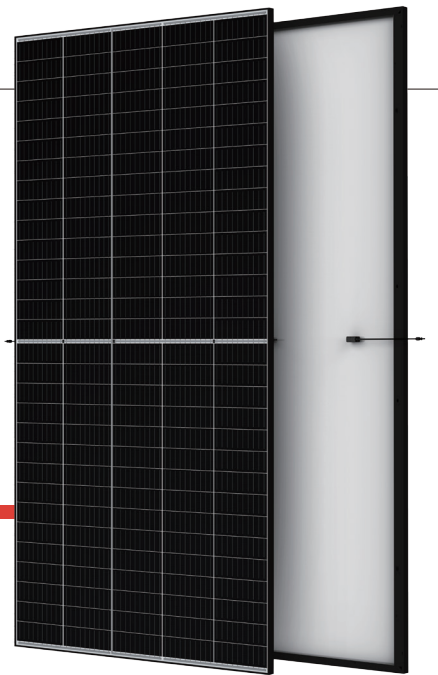
Preliminary Version

# SUN2000-100KTL-M1

## Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	98.8% @480 V; 98.6% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.6% @480 V; 98.4% @380 V / 400 V
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V @380 V / 400 V; 720 V @480 V
Number of Inputs	20
Number of MPP Trackers	10
Output	
Rated AC Active Power	100,000 W (380 V / 400 V / 480 V @40°C)
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	152.0 A @380 V; 144.4 A @400 V; 120.3 A @480 V
Max. Output Current	168.8 A @380 V; 160.4 A @400 V; 133.7 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN/Bluetooth + APP
USB	Yes
RS485	Yes
Management BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365mm (40.7 x 27.6x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	85 kg (187.4 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Forced Air Cooling
Max. Operating Altitude	5,000 m (16,404 ft.); de-rating above 4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4
AC Connector	OT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	TBC
Grid Code	TBC

Preliminary Version



# THE Vertex

## BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

510W

MAXIMUM POWER OUTPUT

21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



PRODUCTS

TSM-DE18M.08(II)

POWER RANGE

485-510W



### High power & efficiency

- Maximum energy harvesting from roofs
- 60W higher than the previous generation



### Aesthetics

- Black frame design for an attractive appearance



### Cutting edge technology

- Industry-leading 210mm triple-cut solar cells
- Best-in-class engineering, manufacturing processes and quality control
- Assembly in fully automated and newly built state-of-the-art factories



### High quality

- Extra protection with extended 15-year product warranty and 25-year performance warranty
- Beyond industry-standard hail test passed: 35mm hail size
- Carefully selected materials for the best reliability also in demanding climates
- Snow load up to 6000 pa, wind load up to 2400pa



### Easy design & installation

- Mainstream rooftop mounting methods approved
- High compatibility with mainstream inverters and optimizers



### Optimized BOS cost

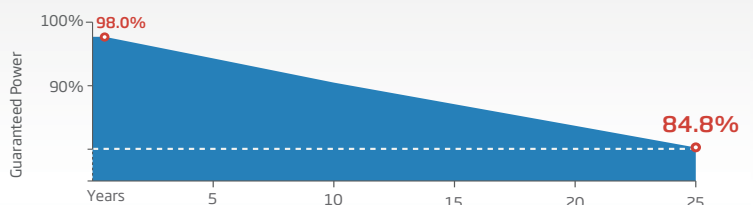
- Lower cost for structure, cable, workmanship per Wp



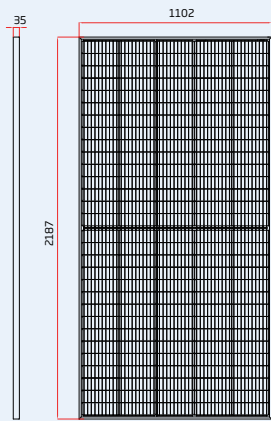
### Stock efficiency

- Only one stock item to fit all application scenarios on larger rooftops

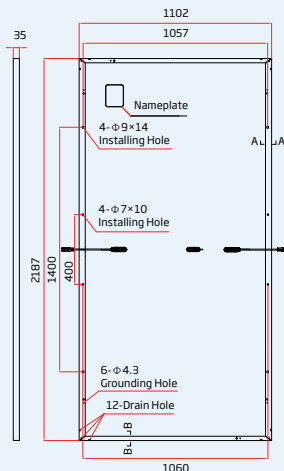
### Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty



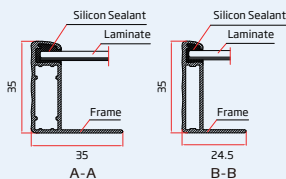
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



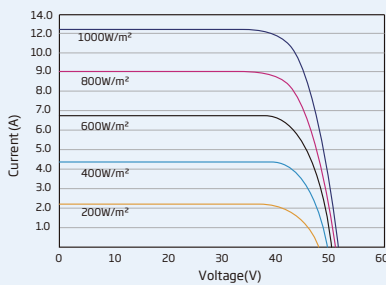
Front View



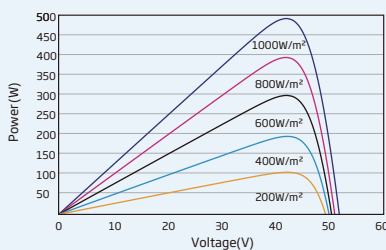
Back View



### I-V CURVES OF PV MODULE(495 W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(495W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	485	490	495	500	505	510
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	42.2	42.4	42.6	42.8	43.0	43.2
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	11.49	11.56	11.63	11.69	11.75	11.81
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9	52.1
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	12.07	12.14	12.21	12.28	12.35	12.42
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.1	20.3	20.5	20.7	21.0	21.2

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)	365	369	373	377	381	385
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	39.9	40.0	40.2	40.4	40.6	40.5
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	9.17	9.22	9.28	9.33	9.38	9.50
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	48.1	48.2	48.4	48.6	48.8	49.0
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	9.73	9.78	9.84	9.90	9.95	10.01

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

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	150 cells
Module Dimensions	2187×1102×35 mm (86.10×43.39×1.38 inches)
Weight	26.5 kg (58.4 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
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 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / 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)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20A

### WARRANTY

15 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

### PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 620 pieces

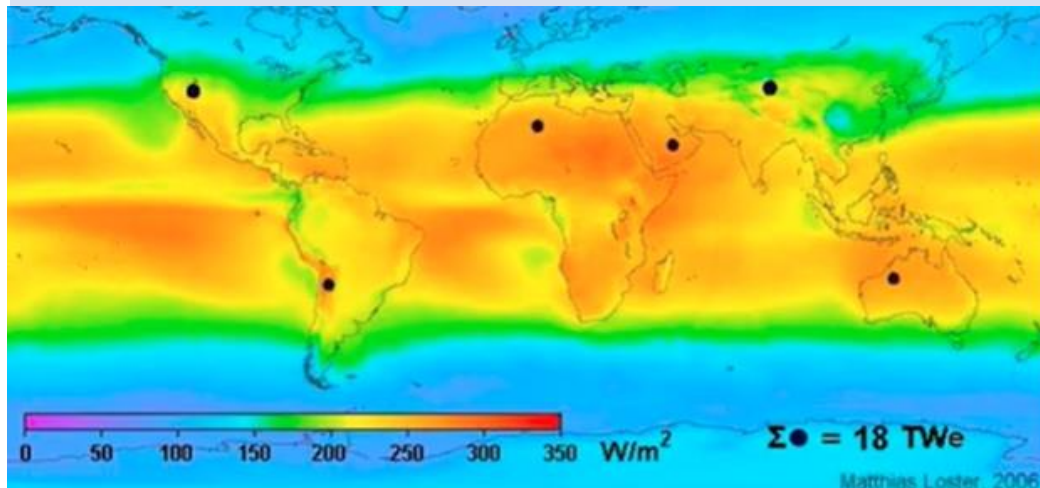
### **11.3.- EXCEL DE CÁLCULOS**

$$FE = kW_p/kW_n$$

SIRVE PARA DEFINIR LA POTENCIA DE INVERSORES

ENTRE 1 Y 1,3 -----> SE VA DEFINIENDO CON EL TIEMPO Y LA EXPERIENCIA EN BASE A LA MONITARIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

MAPA IRRADIANCIA [W/m<sup>2</sup>] MEDIA ----> LA IRRADIANCIA MÁXIMA DEL LUGAR APROXIMADA SE RESUELVE: Valor x4



Cálculo no muy preciso, es orientativo.  
Valores precisos irradiancia: NASA

**GAP= DIFERENCIA ENTRE LAS CONDICIONES REALES DE  
LABORATORIO Y EL PUNTO AMBIENTAL**

**A MAYOR GAP -----> MAYOR FACTOR DE ESCALA POSIBLE**  
**A MENOR GAP -----> MENOR FACTOR DE ESCALA POSIBLE**



## DATOS DEL MÓDULO

DESCRIPCIÓN	DATOS
MARCA	Trina Solar
MODELO	Vertex TSM-DE18M.08(II)
POTENCIA (STC) [Wp]	510
<b>CONDICIONES STC</b>	
Voltaje de Circuito Abierto (Voc) [V]	52,10
Voltaje en punto de máx. potencia (Vmpp)	43,2
Intensidad de cortocircuito (Isc) [A]	12,42
<b>CONDICIONES NOCT</b>	
Nominal Operation Cell Temperature NOCT	43
<b>DATOS MECÁNICOS</b>	
Altura del módulo [mm]	2015
Anchura del módulo [mm]	996
Peso [kg]	26,5
Tipo de celda	MONO
<b>OTROS DATOS</b>	
Nº de módulos	489
Inclinación	35
Eficiencia	21,20

## DATOS DEL INVERSOR

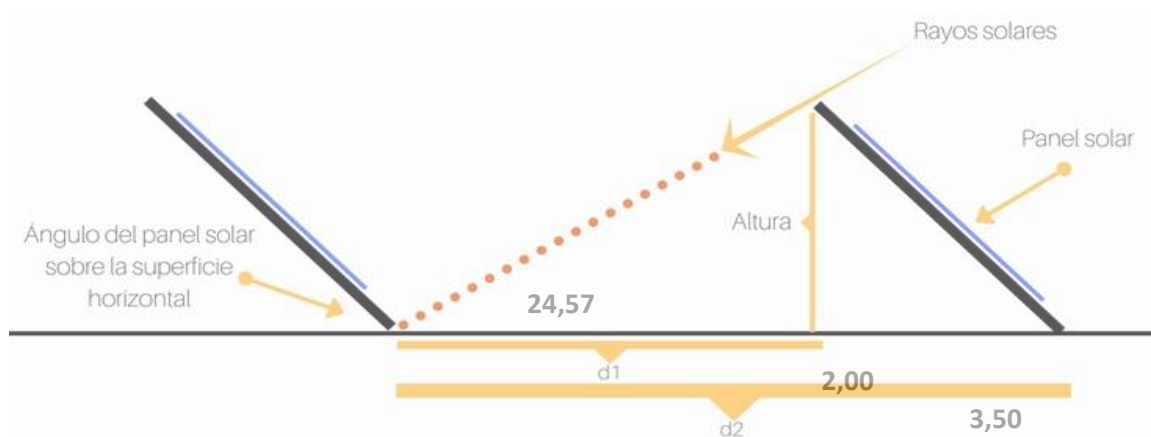
DESCRIPCIÓN	DATOS
MARCA	HUAWEI
MODELO	SUN2000-100KTL-M1
POTENCIA NOMINAL [kWn]	100
<b>LADO CORRIENTE CONTINUA</b>	
Voltaje máximo a la entrada [V]	1100
Voltaje mínimo de arranque [V]	200
Voltaje mínimo MPPT [V]	200
Voltaje máximo MPPT [V]	1000
Intensidad máxima admisible [A]	260
Número de MPPT independientes	10
Número de entradas	20
<b>LADO CORRIENTE ALTERNA</b>	
Voltaje de operación [Vac]	400
Frecuencia [Hz]	50
Tipo de red	TRI
Intensidad máxima de salida (Iac) [A]	160,40
<b>OTROS DATOS</b>	
Nº inversores	2
FE	1,25
Potencia nominal necesaria	199,24
Eficiencia	98,60%
Módulos por rama en paralelo	20

## DATOS RADIACIÓN

DESCRIPCIÓN		DATOS	
UBICACIÓN		Asturias, Avilés	
LATITUD		42,43	
LONGITUD		-8,62	
MES	K	Radiación plano horizontal (kWh/m2)	Radiación plano inclinado (kWh/m2)
			30,00
ENERO			2,81
FEBRERO			3,87
MARZO			4,50
ABRIL			5,28
MAYO			5,75
JUNIO			6,01
JULIO			6,50
AGOSTO			6,42
SEPTIEMBRE			5,80
OCTUBRE			4,19
NOVIEMBRE			2,99
DICIEMBRE			2,80
TOTAL (kWh/m2/año)		0	1731,32
OTROS DATOS			
		IRRADIANCIA MÁXIMA W/m2	841
		IRRADIANCIA MÍNIMA W/m2	193,07
		TEMPERATURA MÁXIMA °C	24,07
		TEMPERATURA MÍNIMA °C	6,75

## DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS

INCLINACIÓN ÓPTIMA	32,98
ORIENTACIÓN ÓPTIMA	SUR
POSICIÓN DEL MÓDULO	VERTICAL
ALTURA DEL MÓDULO (m)	2,015
INCLINACIÓN	30
INCLINACIÓN TERRENO	5



DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Altura Solar (°)	24,57
Hueco de pasillo (m)	2,00
Distancia entre filas (m)	3,50

## NÚMERO MÓDULOS EN SERIE/RAMAS EN PARALELO

DATOS CLIMÁTICOS	
Temperatura ambiente máxima (TaM)	24,07 °C
Temperatura ambiente mínima (Tam)	6,75 °C
Irradiancia máxima (W/m2)	840,86 W/m2
Irradiancia mínima (W/m2)	193,07 W/m2
PARÁMETROS DEL MÓDULO	
<b>CONDICIONES STC</b>	
Potencia Pico (Wp)	510 W
Voltaje Circuito Abierto (Voc)	52,10 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	12,42 A
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmpp)	43,20 V
<b>CONDICIONES NOCT</b>	
Nominal Operation Cell Temperature (NOCT)	43,00 °C
PARÁMETROS DEL INVERSOR	
Potencia Nominal (kWn)	100 kW
Voltaje máximo en la entrada (Vdc)	1.100,00 V
Voltaje superior MPP tracker (VMppt)	1000,00 V
Voltaje Inferior MPP tracker (Vmppt)	200,00 V
Intensidad máxima adminisble (Idc)	260,00 A
RESULTADOS	

Condición 1 Vstring<VMdc	Módulos en serie	21,1	
Condición 2 Vstring<VMppt	Módulos en serie	23,1	
Condición 3 Vstring>Vmppt	Módulos en serie	4,6	
Strings en paralelo	Ramas en paralelo	25,00	

## PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Latitud	42,43	
Ángulo de inclinación ( $\beta$ )	Superior 35	Inferior 30
Ángulo de orientación ( $\alpha$ )	5	
<b>Pérdidas por orientación e inclinación</b>		
Ángulo de inclinación óptimo ( $\beta_{opt}$ )	33,0	
Pérdidas por orientación e inclinación para $15^\circ < \beta < 90^\circ$	0,14%	0,19%
Pérdidas por orientación e inclinación para $\beta \leq 15^\circ$	NONE	NONE
REDONDEO	SUPERIOR	INFERIOR

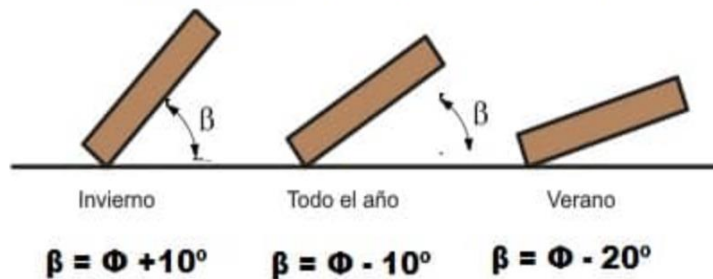
LATITUD NORTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 180

LATITUD SUR -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 0

LATITUD ESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === -90

LATITUD OESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === +90

### INCLINACIÓN ÓPTIMA SEGÚN IDAE



El IDAE nos determina el porcentaje máximo permitido de estas pérdidas.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

## SECCIÓN CABLE DC

### CORRIENTE CONTINUA (CAMPO GENERADOR)

Intensidad máxima (A)	12,42
Longitud (m)	250
Tensión máxima (V)	1.100,00
Caída de tensión máxima (%)	1,50%
Material	cobre
<b>Sección mínima normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>10,00</b>

## SECCIÓN CABLE AC

### CORRIENTE ALTERNA (SALIDA INVERSOR)

Intensidad máxima del sistema (A)	160,40
Longitud (m)	25
Tensión máxima (V)	400,00
Resistividad del cable	cobre   EPR
Factor de potencia (cos $\theta$ )	1
Caída de tensión máxima (%)	2,00%

<b>Sección mínima normalizada (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>16,00</b>
--	--------------

Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> ) <b>MONOFÁSICA</b>	0,75
Sección mínima normalizada (mm <sup>2</sup> ) <b>TRIFÁSICA</b>	16,00



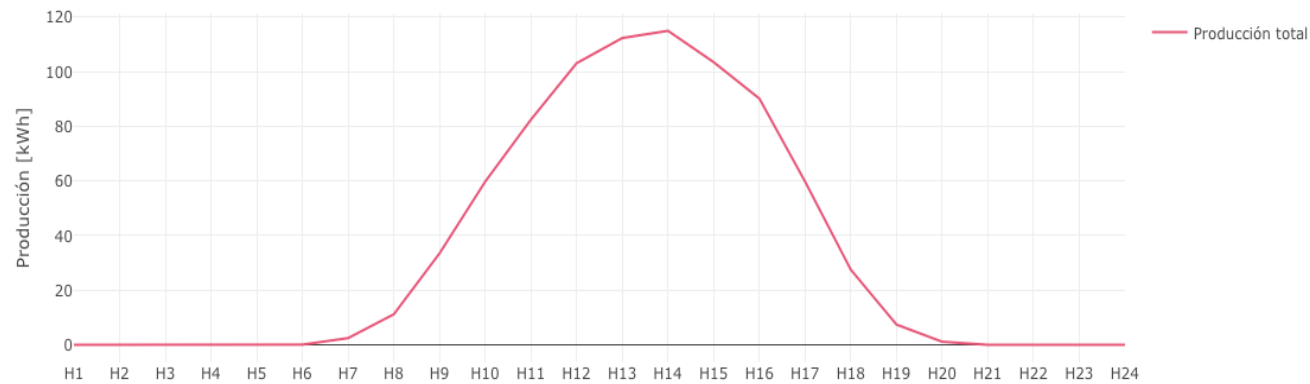
## PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA

Potencia del sistema (kWp)	249,04
Radiación anual (kWh/m2/año)	1731,319708
Performance Ratio	0,785
Factor de sombras	0
Pérdidas por O & I	0,137

### Producción anual estimada (kWh/año)

La producción anual estimada es (kWh) **292.096,82**

Curva de producción horaria media

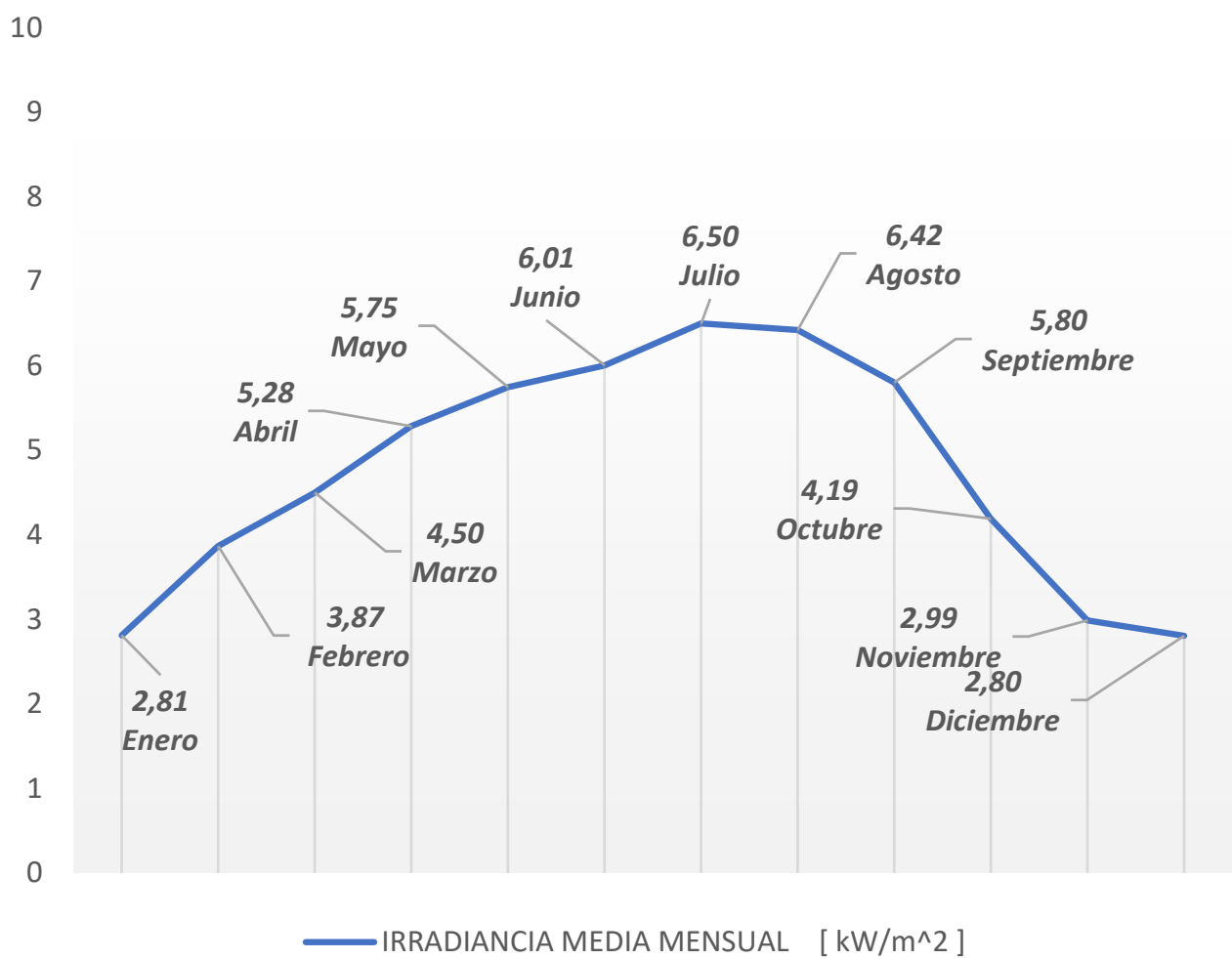


DAILY DATA --> RADIACIÓN GLOB, Datos obtenidos del PVGIS versión 5.2

	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
0:00:00	0	8	0	8	0	9	0	11	0	13	0	16	0	18	0	18	0	17	0	14	0	11	0	9
1:00:00	0	8	0	8	0	9	0	11	0	13	0	15	0	17	0	18	0	16	0	14	0	11	0	8
2:00:00	0	8	0	7	0	9	0	10	0	12	0	15	0	17	0	17	0	16	0	14	0	10	0	8
3:00:00	0	7	0	7	0	8	0	10	0	12	0	15	0	17	0	17	0	16	0	14	0	10	0	8
4:00:00	0	7	0	7	0	8	0	10	0	12	0	14	0	16	0	17	0	15	0	13	0	10	0	8
5:00:00	0	7	0	7	0	8	0	10	0	12	0	14	0	16	0	16	0	15	0	13	0	10	0	8
6:00:00	0	7	0	7	0	8	0	9	0	11	0	14	0	16	0	16	0	15	0	13	0	10	0	8
7:00:00	0	7	0	7	0	8	8	9	41	12	53	14	43	16	17	16	0	15	0	13	0	10	0	8
8:00:00	0	7	0	7	23	8	114	10	156	13	167	16	150	17	128	17	100	15	16	13	0	10	0	8
9:00:00	0	7	71	7	184	9	283	12	315	14	320	17	316	19	304	18	290	17	208	14	91	10	2	8
10:00:00	193	8	273	8	344	10	434	13	464	16	470	18	479	20	480	20	474	18	355	15	256	11	210	8
11:00:00	323	9	424	10	474	12	563	14	579	17	586	19	618	21	636	21	625	20	499	17	390	12	340	10
12:00:00	415	10	533	11	577	13	653	15	669	17	686	20	740	22	762	22	724	21	588	18	470	13	440	11
13:00:00	471	11	568	12	600	14	683	16	716	18	741	21	815	23	832	23	779	22	622	19	474	14	476	12
14:00:00	437	11	570	12	622	14	682	16	724	18	736	21	822	23	841	24	796	22	597	19	450	14	459	12
15:00:00	400	12	514	13	575	14	609	16	660	19	696	21	775	24	779	24	711	23	518	19	381	15	395	13
16:00:00	321	12	438	13	485	14	535	16	579	19	605	21	681	24	674	24	601	22	418	19	298	14	304	13
17:00:00	219	12	321	12	365	14	399	16	436	18	465	21	523	23	514	24	427	22	273	19	178	14	178	12
18:00:00	31	11	154	12	208	14	235	15	270	18	300	21	339	23	316	23	229	22	96	18	1	13	0	12
19:00:00	0	10	0	11	44	13	85	15	113	17	137	20	155	22	123	23	46	21	0	17	0	13	0	11
20:00:00	0	10	0	10	0	12	1	14	25	16	42	19	43	21	16	21	0	20	0	16	0	12	0	10
21:00:00	0	9	0	10	0	11	0	13	0	15	0	18	0	20	0	20	0	19	0	16	0	12	0	10
22:00:00	0	9	0	9	0	10	0	12	0	15	0	17	0	19	0	19	0	18	0	15	0	11	0	9
23:00:00	0	8	0	8	0	10	0	12	0	14	0	16	0	18	0	19	0	17	0	15	0	11	0	9
	2,8	7,2	3,9	6,8	4,5	8,0	5,3	10,1	5,7	12,9	6,0	15,5	6,5	17,2	6,4	16,8	5,8	15,2	4,2	13,0	3,0	10,0	2,8	7,9
		11,8		12,6		14,3		16,3		18,6		21,2		23,7		24,1		22,6		19,1		14,6		12,7

IRRADIANCI A MEDIA MENSUAL [ kW/m <sup>2</sup> ]	2,81	3,87	4,50	5,28	5,75	6,01	6,50	6,42	5,80	4,19	2,99	2,80	4,74
	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	<b>ANUAL</b>

## IRRADIANCIA MEDIA MENSUAL



## SECCIÓN CABLE AC

### CORRIENTE ALTERNA (SALIDA INVERSOR)

Intensidad máxima (A)	160,40	
Longitud (m)	25	
Tensión máxima (V)	400,00	
Resistividad del cable	Material EPR	
Resistividad del cable	cobre	44
Factor de potencia (cosθ)	1	
Caída de tensión máxima (%)	2,00%	
<b>Sección mínima (mm<sup>2</sup>) MONOFÁSICA</b>	<b>22,78</b>	
<b>MONOFÁSICA NORMALIZADA</b>	<b>0,75</b>	
<b>TRIFÁSICA NORMALIZADA</b>	<b>16,00</b>	
<b>Sección mínima (mm<sup>2</sup>) TRIFÁSICA</b>	<b>11,39</b>	

### Secciones normalizadas

PVC      XLPE/EPR

Material	C <sub>70</sub>	C <sub>90</sub>
Cobre	48	44
Aluminio	30	28
Temperatura	70 °C	90 °C

mm<sup>2</sup>

0.75

1.0

1.5

2.5

4.0

6.0

10

16

25

35

50

55

70

95

## SECCIÓN CABLE DC

### CORRIENTE CONTINUA (CAMPO GENERADOR)

Intensidad máxima (A)	12,42
Longitud (m)	250
Tensión máxima (V)	1100
Caída dse tensión máxima (%)	0,015
Material (cobre/aluminio)	cobre

### Sección mínima normalizada (mm2)

Sección mínima (mm2)	<b>8,55</b>	<b>10,00</b>
----------------------	-------------	--------------

### Secciones normalizadas

mm <sup>2</sup>	
0.75	95
1.0	70
1.5	55
2.5	50
4.0	35
6.0	25
10	16
16	10
25	6
35	4
50	2,5
70	1,5
95	1
	0,75

**FORMULA RÁPIDA DE CÁLCULO PARA GRANDES INSTALACIONES**



$$S = 2 \cdot L \cdot \frac{100}{cte \cdot V \cdot \%_{m\acute{a}x}}$$

SUSTITUIR L

		RESULTADO
L=PARA CADA SECCIÓN	S= 95	2776,56
	S= 70	2045,89
	S= 55	1607,49
	S= 50	1461,35
	S= 35	1022,95
	S= 25	730,68
	S= 16	467,63
	S= 10	292,27
	S= 6	175,36
	S= 4	116,91
	S= 2,5	73,07
	S= 1,5	43,84
	S= 1	29,23

## SECCIÓN CABLE AC

### CORRIENTE ALTERNA (SALIDA INVERSOR)

Intensidad máxima (A)	160,40	0
Longitud (m)	25	
Tensión máxima (V)	400,00	0
Resistividad del cable	Material EPR	
Resistividad del cable	cobre	44
Factor de potencia (cosθ)	1	0
Caída de tensión máxima (%)	2,00%	0
<b>Sección mínima (mm<sup>2</sup>) MONOFÁSICA</b>	<b>22,78</b>	
<b>MONOFÁSICA NORMALIZADA</b>	<b>0,75</b>	
<b>TRIFÁSICA NORMALIZADA</b>	<b>16,00</b>	
<b>Sección mínima (mm<sup>2</sup>) TRIFÁSICA</b>	<b>11,39</b>	

### Secciones normalizadas

PVC      XLPE/EPR

Material	C <sub>70</sub>	C <sub>90</sub>
Cobre	48	44
Aluminio	30	28
Temperatura	70 °C	90 °C

mm<sup>2</sup>

0.75

1.0

1.5

2.5

4.0

6.0

10

16

25

35

50

55

70

95

## SECCIÓN CABLE DC

### CORRIENTE CONTINUA (CAMPO GENERADOR)

Intensidad máxima (A)	12,42
Longitud (m)	250
Tensión máxima (V)	1100
Caída dse tensión máxima (%)	0,015
Material (cobre/aluminio)	cobre

### Sección mínima normalizada (mm2)

Sección mínima (mm2)	<b>8,55</b>	<b>10,00</b>
----------------------	-------------	--------------

### Secciones normalizadas

mm <sup>2</sup>	
0.75	95
1.0	70
1.5	55
2.5	50
4.0	35
6.0	25
10	16
16	10
25	6
35	4
50	2,5
70	1,5
95	1
	0,75

**FORMULA RÁPIDA DE CÁLCULO PARA GRANDES INSTALACIONES**

$$S = 2 \cdot L \cdot \frac{100}{cte \cdot V \cdot \%_{m\acute{a}x}}$$

SUSTITUIR L

		RESULTADO
L=PARA CADA SECCIÓN	S= 95	2776,56
	S= 70	2045,89
	S= 55	1607,49
	S= 50	1461,35
	S= 35	1022,95
	S= 25	730,68
	S= 16	467,63
	S= 10	292,27
	S= 6	175,36
	S= 4	116,91
	S= 2,5	73,07
	S= 1,5	43,84
	S= 1	29,23

STRING-----> ASOCIACIÓN DE MÓDULOS CONECTADOS EN SERIE ENTRE SÍ.

SI COLOCAMOS MÓDULOS EN SERIE, SUMAMOS EL VOLTAJE, LA INTENSIDAD NO VARÍA y las sombras son muy relevantes  
SI COLOCAMOS MÓDULOS EN PARALELO LA TENSIÓN SE MANTIENE CONSTANTE Y LA INTENSIDAD SE SUMA.

EL VOLTAJE DEPENDE DE LA TEMPERATURA  
LA INTENSIDAD DEPENDE DE LA RADIACIÓN.

**MÓDULO**

- Voltaje de circuito abierto [Voc]:** voltaje máximo que alcanza para un módulo en un punto de trabajo.
- Intensidad de cortocircuito [Isc]:** Intensidad máxima que alcanza para un módulo en un punto de trabajo.
- Voltaje en punto de máxima potencia [Vmpp]:** Voltaje que alcanza el módulo en el punto de máxima potencia para un punto de trabajo.
- Intensidad en punto de máxima potencia [Impp]:** Intensidad que alcanza el módulo en el punto de máxima potencia para un punto de trabajo.

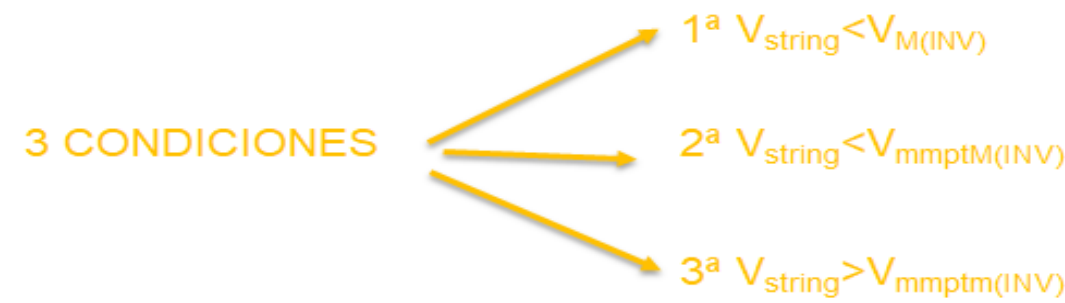
**INVERSOR**

- Voltaje máximo de entrada:** voltaje máximo admisible en el lado de corriente continua.
- Intensidad máxima de entrada:** intensidad máxima admisible en el lado de corriente continua.
- Rango voltaje MPPT:** Valores de voltaje a la entrada de corriente continua entre los que el inversor hace funcionar el software de optimización MPPT.
- Voltaje de arranque:** Valor del voltaje mínimo que debe conseguirse en el lado de corriente continua para que el inversor comience a producir.
- Voltaje mínimo de funcionamiento:** Valor del voltaje mínimo que debe conseguirse en el lado de corriente continua para que el inversor encienda.
- Voltaje nominal:** Rango de voltaje AC para en el que el inversor puede funcionar a la salida.
- Intensidad máxima de salida:** Intensidad AC máxima que el inversor puede entregar a la red.
- Frecuencia:** frecuencia de red AC para la cual el inversor puede funcionar.

<https://drive.google.com/file/d/16SFZ77m3nkOYrQOYja5y-oTZxsdm9tY0/view?usp=sharing>

FICHAS TÉCNICAS

el número de módulos que pueden conectarse en serie va a depender del punto de trabajo del módulo en unas condiciones climáticas determinadas y de la capacidad del inversor a su entrada.



$$V_{oc}(T_c) = V_{oc}^* - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot (T_c - T_c^*)$$

$$(T_c) = T_a + G \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

\* SIGNIFICA CONDICIONES STC



1) CONDICIÓN

$$N_{S1} = \frac{V_{M(INV)}}{V_{ocM}}$$

Vmaxinversor/Vcircuitoabierto módulo máx----->

Vocm es cuando Tmin

$$(T_{c_{min}}) = T_{a_{min}} + G_{min} \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

- Voltaje máximo de entrada del inversor [ Vm(inv) ] ---->
- Voltaje circuito abierto módulo Tmin [VocTmin] ---->
- Temperatura de la celda min [ Tcmin ] ---->

1100	21,1
52,23172445	
-14,2715	

- Voltaje en circuito abierto del módulo STC [ VocSTC ] ---->
- Temperatura de la celda STC [ TempceldaSTC ] ---->
- Temperatura ambiente min [ Tamín ] ---->
- Radiación min [ Gmin ] ---->

52,1
43
6,75
840,86

$$V_{oc}(T_{c_{min}}) = V_{oc}^* - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{c_{min}} - T_c^*)$$

2) CONDICIÓN

$$N_{S2} = \frac{V_{mmpm(INV)}}{V_{mpp(mód)}}$$

Voltaje máximo del mptt máximo del inversor / Voltaje módulo en condiciones del punto de máxima potencia ---->

Cuando la Radiación es máxima

$$(T_{c_{max}}) = T_{a_{max}} + G_{max} \cdot \frac{NOCT - 20}{800}$$

$$V_{oc}(T_c) = V_{oc}^* - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot (T_c - T_c^*)$$

$$(V_{mpp}) = V_{oc} \cdot \frac{V_{mpp}^*}{V_{oc}^*}$$

- Voltaje máximo del mptt máximo del inversor [ VmmpmInv ] ---->
- Voltaje módulo máx potencia [ Vmpp ] ---->
- Temperatura de la celda mac [ Tcmax ] ---->
- Temperatura ambiente max [ Tamax ] ---->
- Radiación max [ Gmax ] ---->
- Voltaje módulo máx potencia STC [ VmppSTC ] ---->
- Voltaje circuito abierto módulo Tcmax [ VocTcmax ] ---->

1000	23,1
43,25	
19,24325	
24,07	
193,07	
43,2	
52,1546405	

3) CONDICIÓN

$$N_{S3} = \frac{V_{mmptm(INV)}}{V_{mpp(mód)}}$$

Vstring > Vmpptm (inv)

Voltaje mínimo del mptt máximo inversor [ Vmmptmininv ]----->

200 3) CONDICIÓN

4,6

LA INTENSIDAD DEPENDE DIRECTAMENTE DE LA RADIACIÓN SOLAR

SE CALCULA EL NÚMERO DE STRINGS QUE PUEDEN IR EN PARALELO

Averiguamos el Nº de ramas/strings que podemos conectar en paralelo:

1 CONDICIÓN  $\longrightarrow$   $N_{strings} = \frac{I_{DCM(INV)}}{I_{sc(MOD)}}$

$$I_{sc} = G \cdot \frac{I_{sc}^*}{G^*}$$

MAX

Intensidad de cortocircuito STC [ I<sub>sc</sub>STC ] ----->  
 Intensidad máxima de cortocircuito [ I<sub>sc</sub>max ] ----->  
 Intensidad máxima entrada inversor [ I<sub>dcm</sub>(inv) ] ----->  
 Radiación STC [ G<sub>stc</sub> ] ----->

12,42 1) CONDICIÓN  
 10,44  
 260  
 1000

24,90



Siendo el interior del hexágono la parte sombreada a evitar en nuestra instalación para un elemento de 1m de altura. La realización de este gnomon solar se encuentra en los anexos. Se realiza marcando desde un punto base central la longitud de la sombra sobre el terreno y aplicando un ángulo de sombra respecto al objeto con las fórmulas marcadas en el Excel de los anexos, dependiendo directamente de la hora, elevación y el ángulo azimut para las coordenadas de destino.

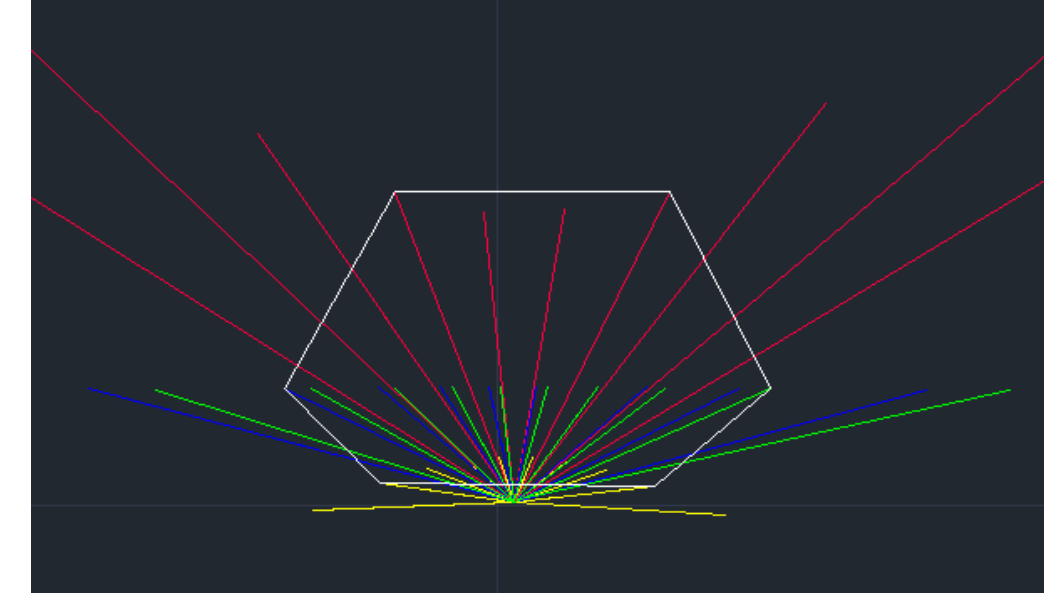
**Cálculo de la posición del sol en el cielo para cada lugar en cualquier momento (sunearthtools.com)**

[https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos\\_sun.php?lang=es](https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es)

OJO DATOS DE TABLA EXPORTADA CON PUNTOS Y NO CON COMAS



Siendo el interior del hexágono la parte sombreada a evitar en nuestra instalación para un elemento de 1m de altura.



**1) SOLSTICIO DE INVIERNO 21/12**

Fecha: 21/12/2021

ALTURA DEL OBJETO [m] --> 1

coordinar: 43,5704465, -5,9276663

ubicación: MOTA

hora	Elevación	Azimut	Longitud sombra sobre el suelo	Ángulo sombra respecto al objeto
9:00:00	0,11	123,42	520,87	146,58
10:00:00	8,57	134,31	6,64	135,69
11:00:00	15,5	146,46	3,61	123,54
12:00:00	20,4	159,98	2,69	110,02
13:00:00	22,8	174,55	2,38	95,45
14:00:00	22,42	189,44	2,42	80,56
15:00:00	19,31	203,79	2,85	66,21
16:00:00	13,81	216,94	4,07	53,06
17:00:00	6,42	228,74	8,89	41,26
18:00:00	-0,833	237,64	-68,78	32,36

**2) SOLSTICIO DE VERANO 21/06**

Fecha: 21/06/2021

coordinar: 43,5704465, -5,9276663

ubicación: MOTA

hora	Elevación	Azimut	Longitud sombra sobre el suelo	Ángulo sombra respecto al objeto
9:00:00	32,71	87,62	1,56	182,38
10:00:00	43,55	98,44	1,05	171,56
11:00:00	54,02	112,08	0,73	157,92
12:00:00	63,26	131,93	0,50	138,07
13:00:00	69,19	163,27	0,38	106,73
14:00:00	68,66	202,14	0,39	67,86
15:00:00	62,04	231,58	0,53	38,42
16:00:00	52,53	250,2	0,77	19,8
17:00:00	41,97	263,27	1,11	6,73
18:00:00	31,12	273,84	1,66	-3,84

**3) 21/03**

Fecha: 21/03/2021

coordinar: 43,5704465, -5,9276663

ubicación: MOTA

hora	Elevación	Azimut	Longitud sombra sobre el suelo	Ángulo sombra respecto al objeto
9:00:00	16,21	105,5	3,44	164,5
10:00:00	26,33	117,41	2,02	152,59
11:00:00	35,31	131,44	1,41	138,56
12:00:00	42,33	148,52	1,10	121,48
13:00:00	46,32	168,8	0,95	101,2
14:00:00	46,39	190,61	0,95	79,39
15:00:00	42,53	210,99	1,09	59,01
16:00:00	35,6	228,18	1,40	41,82
17:00:00	26,68	242,32	1,99	27,68
18:00:00	16,6	254,3	3,35	15,7

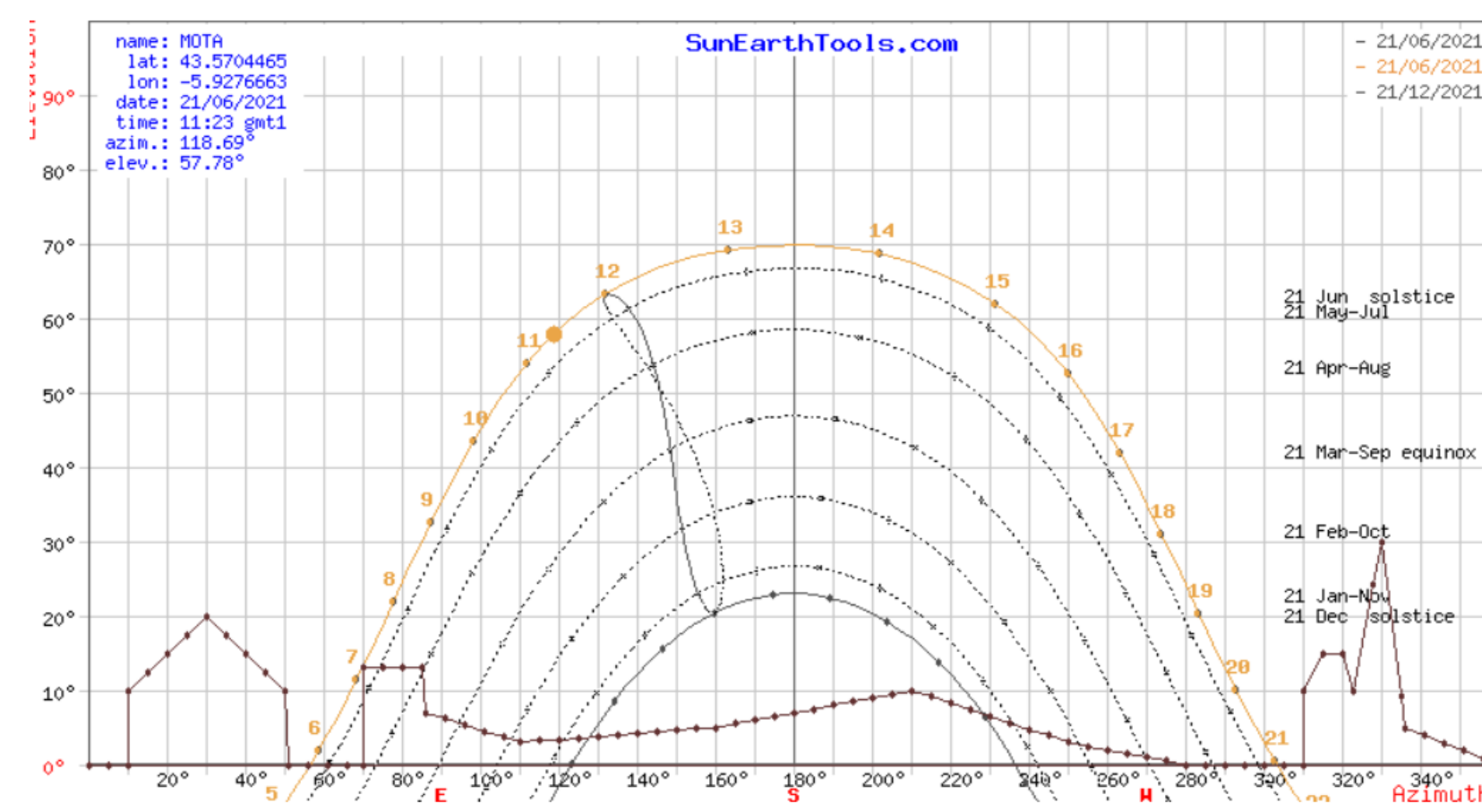
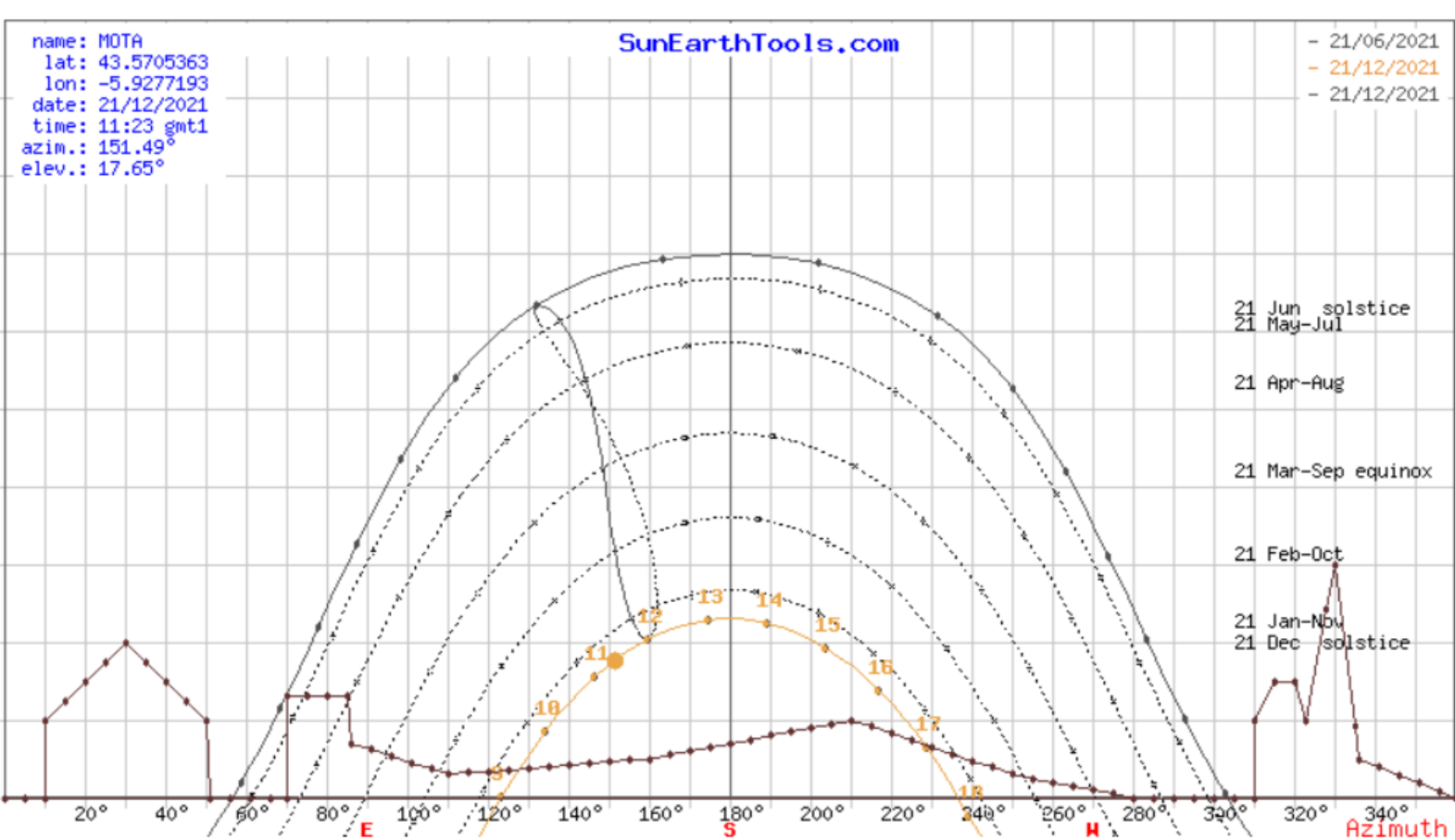
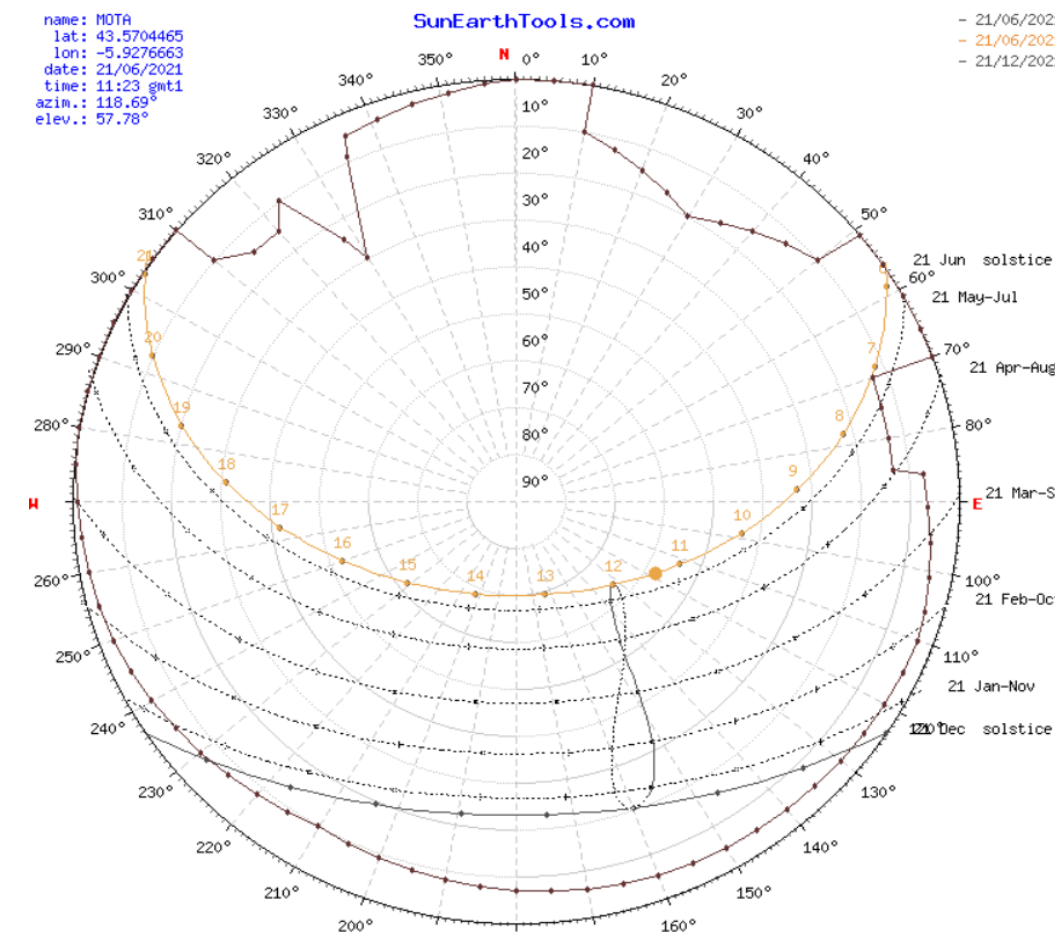
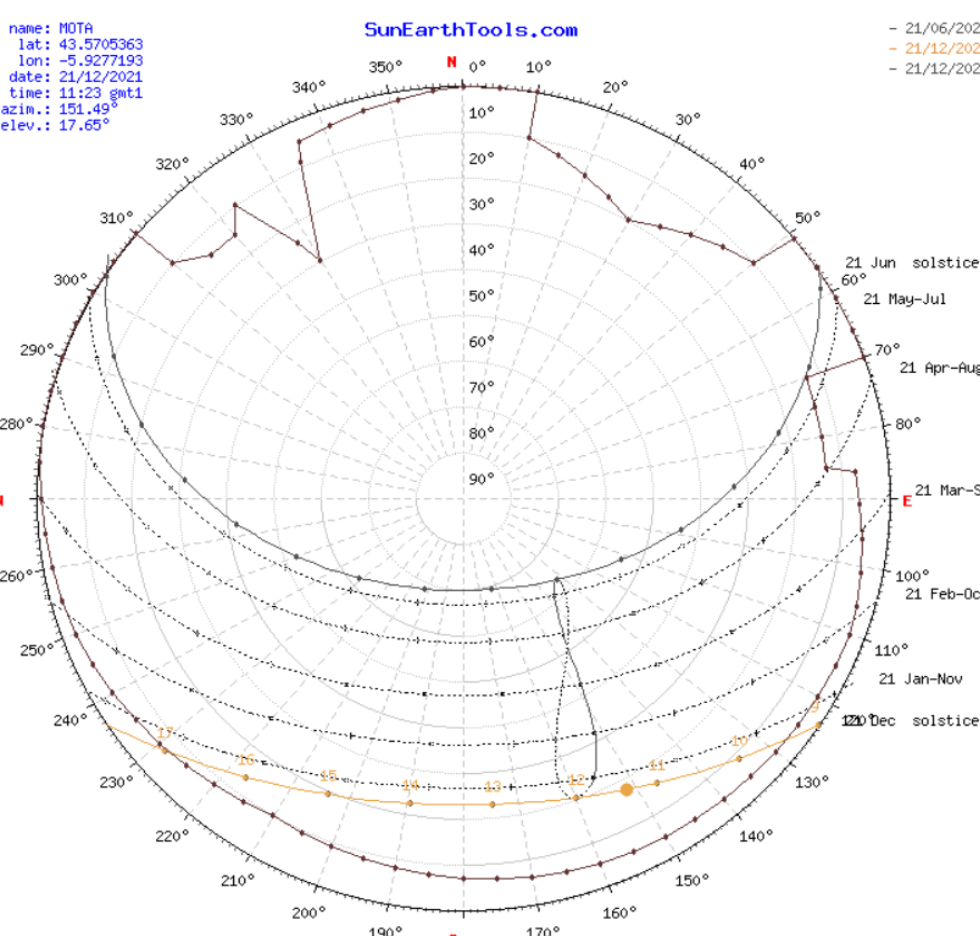
**3) 21/09**

Fecha: 21/09/2021

coordinar: 43,5704465, -5,9276663

ubicación: MOTA

hora	Elevación	Azimut	Longitud sombra sobre el suelo	Ángulo sombra respecto al objeto
9:00:00	18,8	108,02	2,94	161,98
10:00:00	28,69	120,37	1,83	149,63
11:00:00	37,28	135,08	1,31	134,92
12:00:00	43,67	152,98	1,05	117,02
13:00:00	46,77	173,89	0,94	96,11
14:00:00	45,85	195,64	0,97	74,36
15:00:00	41,13	215,34	1,15	54,66
16:00:00	33,62	231,73	1,50	38,27
17:00:00	24,34	245,25	2,21	24,75
18:00:00	14,06	256,84	3,99	13,16





El ángulo de inclinación ( $\beta$ ) es el ángulo que forma el módulo respecto a una superficie horizontal.

**Ángulo óptimo de inclinación  $\beta_{opt}$  [ AngOpln ]**

$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \phi$  -----> 33,0

Si queremos maximizar la producción en verano reducimos 10/15° Esto se debe a la altura del Sol,  
Si queremos maximizar la producción en invierno aumentamos 10/15° refiriendonos al emisferio Norte

**Latitud  $\phi$**

42,432354

El ángulo de acimut es el ángulo que adopta la cara del módulo respecto al horizonte y toma valores negativos hacia el este (-90°) y positivos hacia el oeste (+90°)

Para pasar de grados sexagesimales a decimales se deben de dividir /60 los minutos y sumar el resultado a las horas, que serán los grados decimales resultantes

LATITUD NORTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 180

LATITUD SUR -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === 0

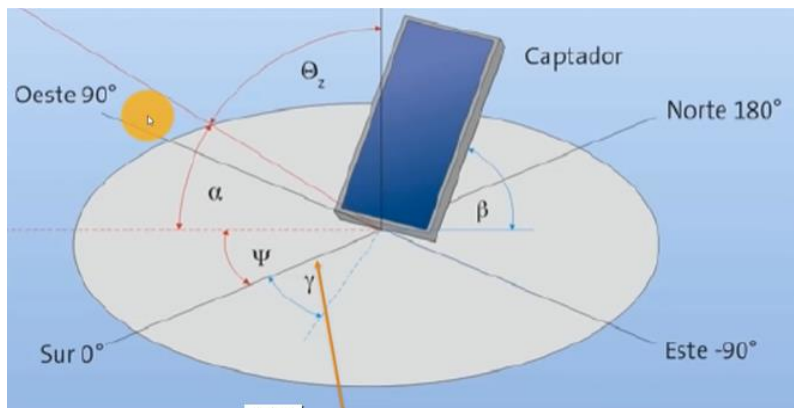
LATITUD ESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === -90

LATITUD OESTE -----> AZIMUT = 0 || ÁNGULO DE ORIENTACIÓN === +90

ÁNGULO DE ORIENTACIÓN ES ALFA  $\alpha$  , ÓPTIMO ECUADOR

<b>UBICACIÓN</b>	Asturias, Avilés
<b>LATITUD</b>	42,43
<b>LONGITUD</b>	-8,623799

<b>INCLINACIÓN ÓPTIMA</b>	<b>32,97832426</b>
<b>ORIENTACIÓN ÓPTIMA</b>	<b>SUR</b>



## PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Latitud	42,432354
Ángulo de inclinación ( $\beta$ )	35
Ángulo de orientación ( $\alpha$ )	5

30

Pérdidas por orientación e inclinación		
Ángulo de inclinación óptimo ( $\beta_{opt}$ )	33	
Pérdidas por orientación e inclinación para $15^\circ < \beta < 90^\circ$	0,14%	0,19%
Pérdidas por orientación e inclinación para $\beta \leq 15^\circ$	NONE	NONE
	SUPERIOR	INFERIOR

$$P_{oi} = 100 \cdot [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta < 15^\circ$$

$$P_{oi} = 100 \cdot [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$P_{oi} = 100 \cdot [1.2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta < 15^\circ$$

**FUSIBLE:**

$$I_D \leq I_N \leq I_Z$$

$$1.6 \cdot I_N \leq 1.45 \cdot I_Z$$

$$V_D \leq V_N$$

FUSIBLE DEBE SER ESPECIAL PARA APLICACIONES FV, AÑADIDO AL FUSIBLE DEL INVERSOR POR ECONOMÍA Y MANTENIMIENTO.

$I_d$  = Intensidad de diseño, la intensidad del sistema, del string, de corto, LA QUE VA POR EL CABLE.

$I_n$  = Intensidad del calibre del fusible, lo que tenemos que calcular.

$I_z$  = intensidad máxima que puede aguantar el cable

$V_d$  = el voltaje de diseño de la instalación, del inversor

$V_n$  = voltaje del fusible.

12,42	0	
15	x1,6	24
260,00	x1,45	377
400,00	0	
1000		

FUSIBLE TIPO gPV Con calibre: (gG aplicaciones Fv)

- 1)
  - 2)
  - 3)
- SI LOS TRES COLORES CON VERDES ES QUE ES CORRECTO EL CÁLCULO

DOS FUBLES POR CADA STRING

NOSOTROS TENEMOS QUE BUSCAR LA INTENSIDAD DEL CALIBRE DEL FUSIBLE  $I_n$

**MAGNETOTÉRMICO**

PARA PROTEGER A SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES.



$I_d = 160,40$

$I_n = \text{magnetotérmico}$   
**165**

$I_z = 400,00$     580,00

CATÁLOGO

- 1)
- 2)

SI LOS DOS COLORES SON VERDES ES QUE ES CORRECTO EL CÁLCULO

**DIFERENCIALES**

SE UTILIZAN PARA DETECTAR DERIVACIONES A TIERRA POR CONTACTO. PROTEGER A LAS PERSONAS.

TIENE UN BOTÓN DE PRUEBA ADICIONAL A LA PALANCA DE REARME



Sensibilidad de 30mA para VIVIENDAS

Sensibilidad de 300mA para INDUSTRIA

**231 <= Idiferencial**    esto es lo que debemos de buscar

DEMASIADA INTENSIDAD POR LO QUE ES RESIDENCIAL

Diferencial de 300mA

**PUESTA A TIERRA**



Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.  
 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

DOMÉSTICA 4MM2

KWn 199,240  
 kWp #¡REF!  
 Módulos 489  
 FE 1,25  
 Nº inversores 2  
 Módulos/inversore 245  
 FE/inversor 1,25  
 Nº modulos/string 15  
 Nº strings 16,3  
 Módulos sueltos 5

INVERSOR	Strings	MÓDULOS	kWp	FE
1	16	240	94,8	1,22
2	17	249	98,355	1,27
TOTAL		33	489	193,155

10 mppt por inversor

Atendiendo a estos datos tendremos:

Inversor 1: 16 strings de 15 módulos

Inversor 2: 16 strings de 15 módulos y 1 string de 9 módulos

Mppt/inversor

	inversor 1/string	inversor 2/string
1	1 -- 2	1 -- 2
2	3 -- 4	3 -- 4
3	5 -- 6	5 -- 6
4	7 -- 8	7 -- 8
5	9 -- 10	9 -- 10
6	11 -- 12	11 -- 12
7	13	13 -- 14
8	14	15
9	15	16
10	16	17

euros/watio 0,32

Matriz Original

TOPSIS			Min	Max	Min	Max	Min
Columna1	Marca	Modelo	Precio paneles [€]	Eficiencia [%]	Area [m <sup>2</sup> ]	Potencia panel [Wp]	Peso [Kg]
Alternativa A	JA Solar	420W MBB Half-Cell Module	134,40	20,90	2,01	420	22,70
Alternativa B	Trina Solar	Vertex TSM-DE09.08	129,60	21,10	1,92	405	21,00
Alternativa C	Trina Solar	Vertex TSM-DE18M.08(II)	163,20	21,20	2,41	510	26,50
Alternativa D	Trina Solar	Honey TSM-DE08M.08(II)	121,60	20,70	1,83	380	20,00

Criterios a Maximizar

			Max	Max	Max	Max	Max
Alternativa	Marca	Modelo	Precio paneles [€]	Eficiencia [%]	Area [m <sup>2</sup> ]	Potencia panel [Wp]	Peso [Kg]
Alternativa A	JA Solar	420W MBB Half-Cell Module	0,007	20,900	0,498	420,000	0,044
Alternativa B	Trina Solar	Vertex TSM-DE09.08	0,008	21,100	0,520	405,000	0,048
Alternativa C	Trina Solar	Vertex TSM-DE18M.08(II)	0,006	21,200	0,415	510,000	0,038
Alternativa D	Trina Solar	Honey TSM-DE08M.08(II)	0,008	20,700	0,545	380,000	0,050

Normalizamos

0,000220073      1759,95      0,988492      744925      0,008132223  
 0,014834849      41,95175801      0,994229      863,0903777      0,090178838

Alternativa	Marca	Modelo	Precio paneles [€]	Eficiencia [%]	Area [m <sup>2</sup> ]	Potencia panel [Wp]	Peso [Kg]
Alternativa A	JA Solar	420W MBB Half-Cell Module	0,502	0,498	0,501	0,487	0,489
Alternativa B	Trina Solar	Vertex TSM-DE09.08	0,520	0,503	0,523	0,469	0,528
Alternativa C	Trina Solar	Vertex TSM-DE18M.08(II)	0,413	0,505	0,417	0,591	0,418
Alternativa D	Trina Solar	Honey TSM-DE08M.08(II)	0,554	0,493	0,549	0,440	0,554

Pk (0,x)

0,25      0,4      0,05      0,25      0,05

Ponderamos

Alternativa	Marca	Modelo	Precio paneles [€]	Eficiencia [%]	Area [m <sup>2</sup> ]	Potencia panel [Wp]	Peso [Kg]
Alternativa A	JA Solar	420W MBB Half-Cell Module	0,125	0,199	0,025	0,122	0,024
Alternativa B	Trina Solar	Vertex TSM-DE09.08	0,130	0,201	0,026	0,117	0,026
Alternativa C	Trina Solar	Vertex TSM-DE18M.08(II)	0,103	0,202	0,021	0,148	0,021
Alternativa D	Trina Solar	Honey TSM-DE08M.08(II)	0,139	0,197	0,027	0,110	0,028

Soluciones ideales

V+      0,14      0,20      0,03      0,15      0,03  
 V-      0,10      0,20      0,02      0,11      0,02  
  
 S(A+)      0,03  
 S(B+)      0,03  
 S(C+)      0,04  
 S(D+)      0,04  
  
 S(A-)      0,03  
 S(B-)      0,03  
 S(C-)      0,04  
 S(D-)      0,04

C ( A )	0,464	4,6	Opción A	JA Solar	420W MBB Half-Cell Module
C ( B )	0,478	4,8	Opción B	Trina Solar	Vertex TSM-DE09.08
C ( C )	0,509	5,1	Opción C	Trina Solar	Vertex TSM-DE18M.08(II)
C ( D )	0,491	4,9	Opción D	Trina Solar	Honey TSM-DE08M.08(II)



## 12. BIBLIOGRAFIA

- (2021). Obtenido de Selectra: <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>
- ABC. (19 de 12 de 2021). *Precio electricidad*. Obtenido de ABC economía: [https://www.abc.es/economia/abci-precio-vuelve-subir-este-lunes-y-marca-nuevo-record-33984-euros-megavatio-hora-202112191342\\_noticia.html](https://www.abc.es/economia/abci-precio-vuelve-subir-este-lunes-y-marca-nuevo-record-33984-euros-megavatio-hora-202112191342_noticia.html)
- Acosta, S. (13 de 04 de 2021). *Empresas que más CO2 emiten en España*. Obtenido de ElDiario: [https://www.eldiario.es/ballenablanca/crisis\\_climatica/son-diez-empresas-contaminantes-pais-gas-nuevo-carbon\\_1\\_7801491.html](https://www.eldiario.es/ballenablanca/crisis_climatica/son-diez-empresas-contaminantes-pais-gas-nuevo-carbon_1_7801491.html)
- ADRASE. (31 de 12 de 2021). *Mapa radiación zona península*. Obtenido de ADRASE: <http://www.adrase.com>
- AEMET. (2022). Obtenido de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas\\_radiacion\\_solar/atlas\\_de\\_radiacion\\_24042012.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf)
- AEMET. (01 de 01 de 2022). *Valores climatológicos normales*. Obtenido de AEMET: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>
- Albisu, J. (01 de 11 de 2021). *Cumbre del Clima: así son las posiciones con las que llegan los grandes países*. Obtenido de Heraldo.es: <https://www.heraldo.es/noticias/internacional/2021/11/01/cop26-cumbre-del-clima-asi-son-las-posiciones-con-las-que-llegan-los-grandes-paises-1530710.html>
- AlusinSolar. (05 de 03 de 2022). *Productos*. Obtenido de AlusinSolar: <https://alusinsolar.com/productos/>
- AREATECNOLOGIA. (11 de 02 de 2022). *¿Qué es el Efecto Fotoeléctrico?* Obtenido de AREATECNOLOGIA: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/efecto-fotoelectrico.html>
- Bonvini, M. (31 de 10 de 2018). *Moduli fotovoltaici a mezza cella*. Obtenido de SolarFarm: <https://energia-off-grid.com/2018/10/31/moduli-fotovoltaici-a-mezza-cella/>
- Brands, E. (30 de 11 de 2021). *Por qué son necesarias las interconexiones (y sin embargo España está a la cola de Europa)*. Obtenido de el confidencial:

- [https://www.elconfidencial.com/empresas/2021-11-30/interconexiones-internacionales-europa-bra\\_3299944/](https://www.elconfidencial.com/empresas/2021-11-30/interconexiones-internacionales-europa-bra_3299944/)
- CambioEnergético. (16 de 12 de 2021). *TODO LO QUE NECESITAS SABER SOBRE LAS CÉLULAS SOLARES*. Obtenido de Cambio Energético: <https://www.cambioenergetico.com/blog/celulas-solares-fotovoltaicas/>
- Carbonel, M. (18 de 10 de 2021). *Evolución del precio de panel fotovoltaico*. Obtenido de IRENA: <https://www.irena.org>
- Carrasco, A. (17 de 12 de 2021). *La compensación por excedentes de autoconsumo y la venta de energía a la red*. Obtenido de OTOVO: <https://www.otovo.es/blog/autoconsumo/compensacion-excedentes-autoconsumo/>
- Catastro. (2022). Obtenido de <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?del=33&mun=4&refcat=3785818TP6238N0001LA&final=&ZV=NO&anyozv=>
- CE. (27 de 12 de 2021). *Aparcamiento Solar*. Obtenido de Cambio Energético: <https://www.cambioenergetico.com/191-aparcamiento-solar>
- CE. (05 de 02 de 2022). *PVGIS*. Obtenido de PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#PVP)
- CE1. (30 de 03 de 2021). *VENTAJAS DE INSTALAR PANELES SOLARES EN HOTELES*. Obtenido de Cambio Energético: <https://www.cambioenergetico.com/blog/paneles-solares-hoteles-ventajas-y-casos-exito/>
- CE2. (17 de 09 de 2019). *CERTIFICACIONES DE CALIDAD PARA LAS PLACAS SOLARES*. Obtenido de Cambio Energético: <https://www.cambioenergetico.com/blog/certificaciones-calidad-placas-solares/>
- Cincodías. (17 de 11 de 2021). *¿Cómo pueden las pymes escapar de la espiral alcista de la luz?* Obtenido de Elpaís: [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/11/16/companias/1637062362\\_138032.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/11/16/companias/1637062362_138032.html)
- Comorin. (25 de 02 de 2019). *BUSBARS - SOLAR MODULES (MORE BUSBAR IS BEST CHOICE)*. Obtenido de Comorin Solar: <https://www.comorinsolar.com/blog-details.php?id=26>
- DAFO. (05 de 01 de 2022). Obtenido de Gobierno de España- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo: <https://dafo.ipyme.org/Home>

- DarlaDimas*. (16 de 05 de 2022). Obtenido de [https://www.darladimas.com/project/pv-park-3x100kw/#prettyPhoto\[878\]/1/](https://www.darladimas.com/project/pv-park-3x100kw/#prettyPhoto[878]/1/)
- Diago, S. M. (30 de 10 de 2021). *Los españoles pierden 8.600 millones de poder adquisitivo por la crisis energética y de materias materias*. Obtenido de Economía Digital: <https://www.economiadigital.es>
- E4e. (01 de 07 de 2021). *El proceso de legalización de plantas fotovoltaicas para autoconsumo*. Obtenido de E4e: <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/legalizacion-plantas-fotovoltaicas-autoconsumo>
- EcoInventos. (11 de 10 de 2021). *Pérdida de potencia debido a la temperatura en paneles fotovoltaicos*. Obtenido de EcoInventos: <https://ecoinventos.com/perdida-potencia-por-temperatura-en-paneles-fotovoltaicos/>
- EiDF. (22 de 08 de 2019). *EIDF SOLAR CUENTA CON CERTIFICADOS DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE CALIDAD*. Obtenido de EiDF: <https://www.eidsolar.es/edf-solar-cuenta-con-certificados-de-gestion-ambiental-y-de-calidad/>
- elec4. (14 de 09 de 2015). Obtenido de <https://www.elec4.co.kr/article/articleView.asp?idx=11171>
- ENDEF. (15 de 04 de 2022). *ENDEF*. Obtenido de Soluciones en energía solar: <https://endef.com>
- ENDEF, S. S. (30 de 03 de 2021). *Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas: ¿Cómo encontrar mi instalación ideal?* Obtenido de ENDEF: <https://endef.com/tipos-de-instalaciones-solares-fotovoltaicas-como-encontrar-la-ideal-para-mi/>
- enel. (30 de 03 de 2022). *Nuestra energía sostenible para tu negocio*. Obtenido de enelgreenpower: <https://www.enelgreenpower.com/es/oferta>
- ENTSO-E. (29 de 12 de 2021). *Red Europea de Gestores de transporte de electricidad*. Obtenido de <https://www.entsoe.eu>
- ER. (15 de 10 de 2020). *Industria fotovoltaica para la modernización del tejido productivo español*. Obtenido de Energías renovables: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/industria-fotovoltaica-para-la-modernizacion-del-tejido-20201015>
- ESP. (12 de 04 de 2022). *Ministerio de Economía, Industria y Competitividad: Estudio de Mercado y Plan de Internacionalización 2019*. Obtenido de FOTOPLAT:

- <https://fotoplat.org/wp-content/uploads/2020/09/Estudio-de-Mercado-y-Plan-de-Internacionalizacion-2020.pdf>
- Esteller, R. (28 de 12 de 2021). *La Comisión Europea da vía libre a un IVA reducido para el autoconsumo*. Obtenido de elEconomista: <https://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/11542698/12/21/La-Comision-Europea-da-via-libre-a-un-IVA-reducido-para-el-autoconsumo.html>
- funcas. (20 de 12 de 2021). *C.E. inversiones en energía nuclear*. Obtenido de funcas: <https://www.funcas.es>
- FV, S. (17 de 05 de 2022). *El concepto de hora solar pico*. Obtenido de Especialización en sistemas fotovoltaicos: [http://seslab.org/fotovoltaico/6\\_el\\_concepto\\_de\\_hora\\_solar\\_pico.html](http://seslab.org/fotovoltaico/6_el_concepto_de_hora_solar_pico.html)
- Guijarro, C. (02 de 12 de 2021). *¿Cuál es el número de horas solares anuales en España por provincia?* Obtenido de Selectra: <https://selectra.es/autoconsumo/info/provincias>
- Gómez, P. G. (12 de 02 de 2019). *Solución de diseño en energía fotovoltaica para autoconsumo*. Obtenido de ProInstalaciones: <https://www.proinstalaciones.com/articulos/informativo/2497-solucion-de-diseno-en-energia-fotovoltaica-para-autoconsumo>
- Hogarsense. (20 de 09 de 2021). *Historia de la energía fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.hogarsense.es/energia-solar/historia-energia-solar-fotovoltaica>
- Iberdrola. (30 de 12 de 2021). *¿Sabes qué es un PPA y cuáles son sus principales ventajas?* Obtenido de IBERDROLA: <https://www.iberdrola.com/conocenos/contrato-ppa-energia>
- IDAE, C. d. (21 de 12 de 2021). *El Gobierno aprueba la Hoja de Ruta para impulsar el autoconsumo y acercarlo a todos los consumidores*. Obtenido de IDAE: <https://www.idae.es/noticias/el-gobierno-aprueba-la-hoja-de-ruta-para-impulsar-el-autoconsumo-y-acercarlo-todos-los>
- Infoautónomos. (03 de 12 de 2021). *La propuesta de valor del negocio: cómo construirla*. Obtenido de Infoautónomos: <https://www.infoautonomos.com/plan-de-negocio/lienzo-propuesta-de-valor/>
- Ingelibre. (09 de 11 de 2014). *Influencia de la irradiación y temperatura sobre una placa fotovoltaica*. Obtenido de Ingelibre:

- <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/11/09/influencia-de-la-irradiacion-y-temperatura-sobre-una-placa-fotovoltaica/>
- Insa, J. (23 de 10 de 2019). *Conexión serie de paneles solares – leapfrog wiring o salto de la rana*. Obtenido de Monsolar: <https://www.monsolar.com/blog/conexion-serie-de-paneles-solares-leapfrog-wiring-o-salto-de-la-rana/>
- Instaladores. (09 de 04 de 2021). *Sello de calidad de UNEF: así se consigue la certificación para instalaciones de autoconsumo*. Obtenido de Material Eléctrico: <https://material-electrico.cdecomunicacion.es/noticias/instaladores/44164/sello-de-calidad-unef-instalaciones-autoconsumo-fotovoltaico>
- Integraenergía. (16 de 02 de 2022). *Autoconsumo solar*. Obtenido de INTEGRAENERGÍA: <https://www.integraenergia.es/autoconsumo>
- Interempresas. (29 de 03 de 2022). *Interempresas*. Obtenido de Autoconsumo energético: *¿Qué son los PPA de energía?:* <https://www.interempresas.net/Autoconsumo/Articulos/347565-Que-son-los-PPA-de-energia.html>
- Invertia. (02 de 12 de 2021). *Se disparan los contratos de compra de energía renovable en España, se espera un nuevo récord en 2021*. Obtenido de ElEspañol: [https://www.elespanol.com/invertia/empresas/energia/20211202/disparan-contratos-compra-energia-renovable-espana-espera/631437825\\_0.html](https://www.elespanol.com/invertia/empresas/energia/20211202/disparan-contratos-compra-energia-renovable-espana-espera/631437825_0.html)
- ISE, F. (31 de 12 de 2021). Obtenido de <https://www.ise.fraunhofer.de>
- Lorenzo, J. A. (23 de 01 de 2019). *Sunfields*. Obtenido de Radiación, Geometría, Recorrido óptico, Irradiancia y HSP: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-fotovoltaica-radiacion-geometria-recorrido-optico-irradiancia-y-hsp/>
- Mártel, I. (14 de 05 de 2018). *Evolución potencia paneles fotovoltaicos*. Obtenido de blogcdecomunicación: <https://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/2018/05/14/numeros-practicos-de-los-paneles-fotovoltaicos/>
- MarketingB2B. (19 de 04 de 2018). *Estrategias de Marketing, ¿Qué es una estrategia Win Win?* Obtenido de pymeson: <https://www.pymeson.com/estrategias-de-marketing-que-es-una-estrategia-win-win/>
- MITECO. (26 de 03 de 2022). *Gobierno de España - Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico*. Obtenido de Preguntas frecuentes sobre autoconsumo:

<https://energia.gob.es/electricidad/autoconsumo-electrico/Paginas/preguntas-frecuentes-autoconsumo.aspx>

Montañes, D. (29 de 12 de 2021). *EDP recubrirá la fábrica de Asla con el mayor parque fotovoltaico de la región*. Obtenido de La Nueva España: <https://www.lne.es/cuencas/2021/12/29/edp-recubrira-fabrica-asla-mayor-61099937.html>

Morlanes, E. (1 de 06 de 2021). *"PPA on-site", la fórmula de autoconsumo industrial que está en boca de todos*. Obtenido de Acelera: <https://www.aceleraenergia.com/post/ppa-onsite-la-fórmula-de-autoconsumo-industrial-que-está-en-boca-de-todos>

OMIE. (21 de 12 de 2021). *Estadísticas precio electricidad*. Obtenido de OMIE: <https://www.omie.es/es>

Orús, A. (24 de 09 de 2021). *Países con mayor potencia solar fotovoltaica instalada en 2020* Publicado por Abigail Orús, 24 sept 2021 Con una potencia instalada de aproximadamente 225 gigavatios a cierre de 2020, China se posicionó como el país líder en energía solar fotovoltaica del. Obtenido de STATISTA: <https://es.statista.com/estadisticas/641225/potencia-solar-fotovoltaica-instalada-por-paises/>

Oriol. (15 de 06 de 2021). *¿Qué es la corriente alterna (CA)?* Obtenido de Solar Energía: <https://solar-energia.net/electricidad/corriente-electrica/corriente-alterna>

OS. (09 de 12 de 2021). Obtenido de Observatorio de la sostenibilidad: <https://www.observatoriosostenibilidad.com>

OS. (20 de 12 de 2021). *Emisiones GEI*. Obtenido de Observatorio de la Sostenibilidad: <https://www.observatoriosostenibilidad.com>

Patiño, M. Á. (17 de 12 de 2021). Obtenido de Expansión: <https://amp-expansion-com.cdn.ampproject.org/c/s/amp.expansion.com/empresas/energia/2021/12/17/61b5e4e5fdea9a7d8b45a9.html>

Patiño, M. (17 de 12 de 2021). *Habrá precios altos de la luz hasta 2024*. Obtenido de Expansión: <https://amp-expansion-com.cdn.ampproject.org/c/s/amp.expansion.com/empresas/energia/2021/12/17/61b5e4e5fdea9a7d8b45a9.html>



- Planas, O. (14 de 09 de 2021). *Celda fotovoltaica, ¿Qué son y como funcionan las células fotoeléctricas?* Obtenido de ENERGÍA SOLAR: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico/celula-fotovoltaica>
- Q.V. (31 de 12 de 2021). *Queremos verde*. Obtenido de Mapa radiación solar España: <https://queremosverde.com/wp-content/uploads/mapa-radiacion-solar-España.gif>
- RBT. (2022). Obtenido de [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326\\_Reglamento\\_electrotecnico\\_para\\_baja\\_tension\\_e\\_ITC](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC)
- REYES, F. A. (2018). *Plan de negocios para una empresa instaladora de paneles fotovoltaicos*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168378/Plan-de-negocios-para-una-empresa-instaladora-de-paneles-fotovoltaicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roca, R. (24 de 12 de 2021). *Llegan los primeros apagones a Europa: Kosovo sufre restricciones de dos horas en todo el país por la alta demanda y la escasez de energía propia*. Obtenido de el periodico de la energía: <https://elperiodicodelaenergia.com/llegan-los-primeros-apagones-a-europa-kosovo-sufre-restricciones-de-dos-horas-en-todo-el-pais-por-la-alta-demanda-y-la-escasez-de-energia-propia/>
- Ruiz, C. G. (26 de 08 de 2021). *Normativa para instalaciones de placas solares en 2021*. Obtenido de Selectra: <https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>
- Ruiz, E. (28 de 09 de 2021). *Todo sobre los precios de placas solares fotovoltaicas en 2021*. Obtenido de Solarplus: <https://solarplus.es/precios-paneles-fotovoltaicos>
- Ruiz, Eva. (10 de 02 de 2022). *Que fabricantes de placas solares fotovoltaicas valen la pena en 2022*. Obtenido de Solarplus: <https://solarplus.es/marcas>
- Selectra. (25 de 08 de 2021). *¿Qué es la compensación de excedentes del autoconsumo fotovoltaico?* Obtenido de [tarifasgasluz: https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/normativa/compensacion-de-excedentes](https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/normativa/compensacion-de-excedentes)
- Solar Costs*. (27 de 12 de 2021). Obtenido de IRENA: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Costs/Solar-Costs>
- SotySolar. (06 de 08 de 2021). *Ventajas del autoconsumo eléctrico en empresas*. Obtenido de SotySolar: <https://sotysolar.es/autoconsumo/empresas>

- Tamargo, P. (05 de 03 de 2022). *Amazon invertirá 2,5 millones en colocar 10.800 paneles solares en la nave de Bobes*. Obtenido de La Nueva España: <https://www.lne.es/siero/2022/03/05/amazon-invertira-2-5-millones-63456416.html>
- TECHNO SUN. (12 de 04 de 2022). Obtenido de Modelos de autoconsumo: [www.technosun.com/es/blog/quien-es-quien-autoconsumo/](http://www.technosun.com/es/blog/quien-es-quien-autoconsumo/)
- TopCable. (19 de 05 de 2022). *Cables de baja tensión*. Obtenido de TopCable: <https://www.topcable.com/es/cables-de-baja-tension/cables-solares/topsolar-pv-zz-f-h1z2z2-k/>
- UNEF. (03 de 12 de 2021). Obtenido de UNEF logra que Asturias elimine la licencia de obras, una de las principales barreras al desarrollo del autoconsumo.: <https://www.unef.es/es/comunicacion/comunicacion-post/unef-logra-que-asturias-elimine-la-licencia-de-obras-una-de-las-principales-barreras-al-desarrollo-del-autoconsumo>
- UNEF. (30 de 12 de 2021). *Unión Española Fotovoltaica*. Obtenido de <https://autoconsumo.unef.es/grupo-operativo-alimenta-solar/union-espanola-fotovoltaica-unef/>
- WWF. (22 de 12 de 2021). *Aplaudimos la aprobación de la nueva hoja de ruta del autoconsumo*. Obtenido de Fondo Mundial para la Naturaleza: exime de la obligación de presentar garantías económicas a las instalaciones de generación de electricidad de menos de 100 kW asociadas a cualquiera de las modalidades de autoconsumo con excedentes.
- Yuste, P. S. (12 de 05 de 2015). *Energía solar y sus beneficios ¿Qué es el efecto fotovoltaico?* Obtenido de Certificados Energéticos: <https://www.certificadosenergeticos.com/energia-solar-beneficios-que-efecto-fotovoltaico>
- Znshine. (12 de 02 de 2021). *Tecnología bifacial: genera más energía con un módulo*. Obtenido de Znshine Solar: <https://es.znshinesolar.com/2021/02/12/tecnologia-bifacial-genera-mas-energia-con-un-modulo/>