



PROYECTO BÁSICO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA "ABADÍN" DE 20 MW PARA  
AUTOCONSUMO DE INSTALACIÓN GENERADORA  
DE HIDRÓGENO VERDE

**PROYECTO BÁSICO REFUNDIDO**

ARCOS DE LA FRONTERA, CÁDIZ,  
ANDALUCÍA (ESPAÑA)

*MARZO 2025*

<b>1</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>TITULAR .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>TÉCNICO REDACTOR.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE. ....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>14</b>
6.1	Generador fotovoltaico .....	16
6.1.1	Módulos fotovoltaicos .....	16
6.1.2	Estructura soporte .....	18
6.1.3	Inversores.....	22
6.1.4	Centros de transformación.....	26
6.1.5	Vallado de seguridad .....	27
6.1.6	Sistema de control y gestión .....	28
6.1.7	Cableado, Cajas de Conexión y Zanjas en CC. ....	29
6.1.8	Cableado.....	32
6.1.9	Zanjas.....	33
6.1.10	Conexión entre inversor y cuadros de AC-BT del CT.....	34
6.1.11	Equipos de Protección. ....	34
6.1.12	Descripción del sistema de tierra.....	35
6.1.13	INSTALACIONES DE SERVICIOS AUXILIARES.....	39
6.1.14	Acopio y oficinas .....	43
6.1.15	Oficina técnica.....	43
6.1.16	Almacén.....	44
6.1.17	Sistema de videovigilancia.....	44
6.2	Instalación de media tensión.....	45
6.2.1	DESCRIPCIÓN GENERAL .....	45
6.2.2	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN .....	46
6.2.3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	50
6.2.4	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	50

6.2.5	Instalación Eléctrica .....	52
6.2.6	Puesta a tierra.....	60
6.2.7	Tierra de protección.....	60
6.2.8	Instalaciones secundarias .....	60
6.3	Medidas de Seguridad en el Trabajo.....	61
6.4	Justificación de equivalencia técnica .....	62
<b>7</b>	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....</b>	<b>64</b>
7.1	Dimensionado de la instalación FV.....	64
7.1.1	Potencia a Generar. ....	64
7.1.2	Cálculo de Módulos.....	64
7.1.3	Elección de soportes.....	67
7.1.4	Cálculo de las distancias entre soportes para evitar sombras.....	67
7.1.5	Cálculo de Conductores. ....	68
7.1.6	Cálculos Eléctricos.....	68
7.1.7	Cálculo de secciones por criterio térmico .....	69
7.1.8	Cálculo de secciones por criterio de caída de tensión .....	69
<b>8</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>HOJAS DE CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES .....</b>	<b>76</b>
9.1	Inversor Solar .....	77
9.2	Módulo fotovoltaico .....	79
<b>10</b>	<b>PLANOS .....</b>	<b>81</b>

## 1 Objeto

Se presenta el presente proyecto básico con la finalidad de definir los elementos básicos y un primero diseño para una instalación solar fotovoltaica de 20 MW a construir en unos terrenos rústicos en el T.M. de Arcos de la Frontera y que alimentarán, en régimen de autoconsumo sin excedentes, un electrolizador para la producción de hidrógeno verde, con el fin último de tramitar dicha instalación ante los distintos organismos competentes para la consecución de los permisos necesarios.

La sociedad mercantil "APIS SOLAR, S.L." con NIF "B-93688828", pretende construir una instalación solar fotovoltaica de 20 MW, conectada en la red interior de la instalación de generación de hidrógeno verde "ABADÍN", objeto de otro proyecto, y bajo el régimen de autoconsumo sin excedentes, en unos terrenos rústicos poco productivos y con un mínimo impacto ambiental en el municipio de *Arcos de la Frontera* (Cádiz).

La energía eléctrica producida por la instalación fotovoltaica irá destinada a la alimentación de los electrolizadores que permitirán la producción de hidrógeno verde para su posterior uso como vector energético descarbonizador. Su uso final será tanto como materia prima para procesos industriales, como para vehículos de tracción a base de pila de hidrógeno o para su mezcla e inyección en la red de gasoductos nacionales.

El impacto medioambiental de las fuentes de energía renovables es reducido, sobre todo en lo que concierne a emisiones contaminantes al aire y al agua. Al reducir la necesidad de obtención de energía a través de otro tipo de fuentes, especialmente aquellas emisoras de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, contribuye a la disminución de las emisiones responsables del calentamiento global y de la lluvia ácida. Además, el destino final de la energía se dará en usos, procesos e industrias de mayor dificultad de descarbonización, por lo que en su impacto medioambiental se tendrá esa externalidad positiva al no solo reducir un consumo eléctrico directo, sino desplazar el uso de combustibles fósiles en otros ámbitos.

En lo que respecta a la tecnología de producción renovable solar fotovoltaica, puede afirmarse que, por sus características, es la fuente renovable más respetuosa con el medioambiente. No producen emisiones de ningún tipo, ni vibraciones, ni ruidos molestos. Su impacto visual es reducido gracias a su disposición modular que permite a las plantas adaptarse a la morfología de los lugares en los que se instalan. Además, la energía será directamente consumida insitu, reduciendo considerablemente las pérdidas que se producen en el transporte.

En la realización de la planta solar fotovoltaica se buscará en todo momento la optimización energética de la misma, para la cual se utilizarán equipos y materiales de la más alta calidad que además permitirán garantizar en todo momento la seguridad, tanto de las personas como de la propia red y los restantes sistemas conectados a ella.

## 2 Titular

El titular de la instalación es **APIS SOLAR SL.** con CIF B 93688828.

## 3 Emplazamiento

La instalación fotovoltaica objeto de este proyecto se instalará sobre terrenos en Arcos de la Frontera (Cádiz). Los terrenos están ubicados en:

- **Polígono 25, Parcela 19** en el T.M. de *Jerez de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53020A025000190000XG.\***
- **Polígono 25, Parcela 20** en el T.M. de *Jerez de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53020A025000200000XB.\***
- **Polígono 25, Parcela 21** en el T.M. de *Jerez de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53020A025000210000XY.\***
- **Polígono 25, Parcela 22** en el T.M. de *Jerez de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53020A025000220000XG.\***

- **Polígono 45, Parcela 10** en el T.M. de *Arcos de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53006A045000100000DY**.
- **Polígono 45, Parcela 51** en el T.M. de *Arcos de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53006A045000510000DF**.
- **Polígono 45, Parcela 52** en el T.M. de *Arcos de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53006A045000520000DM**.
- **Polígono 45, Parcela 53** en el T.M. de *Arcos de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53006A045000530000DO**.
- **Polígono 45, Parcela 54** en el T.M. de *Arcos de la Frontera (Cádiz)* con referencia catastral **53006A045000540000DK**.

*\*Nótese que si bien la identificación parcelaria de las parcelas marcadas hacen referencia al término municipal de Jerez de la Frontera, esto es debido a que Catastro las considera de dicho término, siendo este un error. Ambos ayuntamientos, el de Jerez de la Frontera y el de Arcos de la Frontera, identifican todas las parcelas como pertenecientes al T.M. de Arcos de la Frontera y así lo tienen reflejado en sus planeamientos urbanos. De esta forma, el proyecto se desarrolla única y exclusivamente en el T.M. de Arcos de la Frontera (Cádiz)*

La instalación quedará delimitada por las siguientes poligonales de vallado:

**LISTADO DE PUNTOS VALLADO 1**  
**COORDENADAS U.T.M. / ETRS 89 / HUSO**  
**30S**

<b>Nombre</b>	<b>Coord. X</b>	<b>Coord. Y</b>
1	244744,049	4063040,053
2	244665,715	4063074,606
3	244675,587	4063094,372
4	244604,739	4063139,463
5	244543,465	4063123,066

6	244535,343	4063130,826
7	244521,877	4063142,037
8	244479,683	4063184,194
9	244464,422	4063204,823
10	244419,535	4063225,005
11	244387,665	4063245,634
12	244368,167	4063260,814
13	244368,167	4063268,235
14	244367,106	4063294,467
15	244352,840	4063319,474
16	244348,866	4063339,968
17	244450,402	4063569,838
18	244467,930	4063591,430
19	244493,143	4063614,941
20	244516,675	4063625,737
21	244530,842	4063626,936
22	244539,966	4063619,259
23	244690,077	4063384,930
24	244705,267	4063300,500
25	244727,242	4063178,286
26	244732,368	4063163,492
27	244729,607	4063133,059
28	244726,715	4063118,611
29	244765,540	4063109,226
1	244744,049	4063040,053

**LISTADO DE PUNTOS VALLADO 2**  
**COORDENADAS U.T.M. / ETRS 89 / HUSO**  
**30S**

30	244739,524	4063024,376
31	244717,206	4062945,887
32	244646,182	4062719,989
33	244562,576	4062778,888
34	244559,496	4062778,053

35	244416,603	4062464,392
36	244238,085	4062543,674
37	244134,437	4062595,627
38	244096,105	4062616,477
39	244040,447	4062653,901
40	243997,966	4062683,288
41	243935,949	4062725,117
42	243880,551	4062756,524
43	243789,548	4062808,109
44	243778,249	4062812,844
45	243702,861	4062837,053
46	243645,219	4062859,735
47	243650,853	4062875,787
48	243650,853	4062936,321
49	243705,957	4062936,321
50	243747,809	4062945,151
51	243766,818	4062961,144
52	243773,880	4062982,864
53	243783,574	4062980,115
54	243831,866	4062966,341
55	243857,677	4062962,556
56	243874,014	4062962,619
57	243892,010	4062964,204
58	243908,857	4062967,452
59	243927,150	4062969,504
60	243965,407	4062972,989
61	243991,177	4062974,579
62	244015,422	4062974,678
63	244048,880	4062979,620
64	244072,310	4062990,066
65	244086,881	4062996,417
66	244097,669	4062998,889
67	244112,376	4063000,404
68	244126,982	4063003,994
69	244141,247	4063008,847
70	244157,316	4063016,448

71	244170,961	4063025,010
72	244187,604	4063037,198
73	244226,842	4063010,892
74	244230,937	4063015,376
75	244223,754	4063027,019
76	244226,690	4063037,939
77	244262,363	4063065,197
78	244338,039	4063130,776
79	244355,245	4063141,318
80	244392,256	4063134,993
81	244424,783	4063130,600
82	244461,307	4063128,005
83	244495,234	4063122,328
84	244527,093	4063113,173
85	244571,895	4063072,951
86	244646,369	4063039,490
87	244655,792	4063058,471
30	244739,524	4063024,376

## 4 Técnico Redactor

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

## 5 Normativa Aplicable.

Los sistemas fotovoltaicos y sus componentes estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- **Reglamento EU 2016/631** de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red y su adaptación al sistema eléctrico español.

- **2014/35/UE** Sobre la armonización de las legislaciones de los estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión y que modifica la Directiva Europea 2006/95/CE de cumplimiento con los requerimientos técnicos y de seguridad para la interconexión a la red de Baja Tensión.
- **Directiva Europea 2009/28/CE** del parlamento europeo y del consejo de 23 de Abril de 2009 relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables.
- **2004/108/CE** Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC).
- **R.D. 1183/2020**, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- **R.D. 647/2020**, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- **R.D. 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.
- **R.D. Ley 7/2006**, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- **R.D. 647/2020** de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión a determinadas instalaciones eléctrica.
- **R.D. 15/2018** de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- **R.D. 186/2016**, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- **R.D. 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- **R.D. 413/2014** de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- **R.D. 337/2014** de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre

condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 23.

- **R.D. 1699/2011**, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- **R.D. 198/2010**, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- **R.D. 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **R.D. 661/2007** de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.
- **R.D. 436/2004** por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **R.D. 842/2002** Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- **R.D. 1098/2001** Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación.
- **R.D. 1955/2000** Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- **Ley 24/2013** Sector eléctrico.
- **Ley 21/2013** de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- **Ley 3/1995**, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- **Decreto 50/2008**, de 19 de febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- **Decreto 352/2001**, de 18 de septiembre, sobre procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red

eléctrica.

- **Ley 2/2007**, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- **Circular 1/2021**, de 20 de enero, de la CNMC, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- **Orden TED/749/2020**, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- **Orden de 26 de marzo de 2007**, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas
- **Instrucción 21-01-04** Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las Instalaciones conectadas a la Red.
- **Resolución de 26/03/18**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- **Resolución de 23 de febrero de 2005**, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementaria para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.
- **Corrección de errores de la Orden 26 de marzo de 2007**, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas –BOJA número 80 del 24/11/2007.
- **Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de Electricidad según el Reglamento NTS 2016/631**, de 18 de julio de 2019.
- **UNE-EN 61215:2017** Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- **UNE 20.439** Control de aceptación de los contadores de corriente alterna clase

II.

- **UNE 21.310** Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- **IEC 364** Instalaciones eléctricas de edificios.
- **CEC 503** Los módulos estarán aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea de la U.E. (Acuerdo N° 503) en el Centro de Investigación Comunitaria de Ispra, Italia. Estas pruebas demuestran la idoneidad del producto para su uso en las condiciones más adversas y su perfecto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de temperatura entre -40°C y +90°C, y soportando velocidades de viento de hasta 180 Km./hora.
- **NTE-IEP/1973**, "Instalaciones de electricidad-puesta a tierra"
- Recomendaciones UNESA, guías de aplicación y Normalización Nacional. Normas UNE.

Otra normativa aplicable:

- **R.D. 2267/2004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **R.D. 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- **R.D. 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **R.D. 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **R.D. 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **R.D. 485/1997** de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Ley 314/2006** Código Técnico de Edificación y Documentos Básicos para su cumplimiento.
- **Ley 38/1999**, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

13

- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Ley 7/2002**, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ley número 88/67 de 8 de noviembre Sistema Internacional de Unidades de Medida SI, así como la Ley 3/1985 de metrología.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complemente.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía eléctrica

## 6 Descripción de la instalación

La instalación objeto, se ubicará en la finca definida en el apartado de emplazamiento.

Tomamos como dato inicial que la potencia instalada en el campo fotovoltaico con seguidor a un eje, tipo multirow, será de 25,2 MWp (36.000 unidades) en módulos Trina Solar Vertex N de 700 Wp.

Los módulos descargan a 80 inversores GOODWE Serie HT GW250KN-HT de 250 kVA de potencia nominal y 250 kVA de potencia máxima, distribuidas en la planta y que forman el equipo de electrónica de potencia de la planta. Su salida es trifásica a 800 V y descargan en 4 estaciones de transformación del tipo skid intemperie de 5.000 kVA. Estas potencias corresponden a 4 grupos de 20 inversores, para una potencia máxima de inversores y de transformadores de 20.000 kVA.

Esto representa una potencia total de inversión y transformación máxima de 20 MVA. Al tratarse de un autoconsumo sin excedentes, se precisa colocar un PPC (Power Plant Controller o Controlador de Potencia de la Planta) regulado para garantizar la inyección cero de potencia procedente del campo fotovoltaico en la red de distribución

Cada uno de los generadores de cada instalación está formado por una asociación serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos.

Los módulos se instalarán sobre estructuras seguidoras a un eje tipo 1P de 25x1P, 50x1P y 75x1P. Cada inversor GoodWe dispone de una capacidad de hasta 18 entradas de string (6 MPPT) de la que se utilizarán 18 entradas, 3 por MPPT. Cada string o cadena está formado por una serie de 25 módulos. Esto hace que por cada inversor se asignen 600 módulos para una potencia pico de 315 kWp.

La tensión de salida de los inversores es de 800 V y la red de media tensión del parque será de 30 kV.

### **CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES:**

#### **Planta Solar Autoconsumo "Abadín" de 20 MW de potencia**

##### **Generador Fotovoltaico**

- Generador fotovoltaico sobre estructura seguidora a un eje fijo N-S.
- 36.000 módulos fotovoltaicos bifaciales de 540 Wp de potencia en su cara frontal, distribuidos en series de 25 módulos dirigidos hacia inversores de string de 250 kVA y hacia centros de transformación de 5.000 kVA, para una potencia máxima total de 25.200.000 Wp.

##### **Electrónica de potencia**

- 80 inversores de string GOODWE Serie HT GW250K-HT de 250 kVA de potencia nominal (40°C) con salida trifásica a 800 V, para una potencia máxima total de 20.000 kVA.

##### **Centros de transformación**

- Cuatro centros de transformación de 5.000 kVA de potencia máxima con cuadro de baja tensión, transformador, celdas de media tensión y protecciones, para una potencia total de 20.000 kVA.
- Controlador de planta (PPC) regulado para gestionar la energía generada en la planta.

##### **Red de Media Tensión**

- 2 circuitos subterráneos de Media Tensión de conductores RHZ1 18/30 kV AL de entre 240 y 630 mm<sup>2</sup> que unen los centros de transformación de cada centro de potencia con la sala de media tensión de alimentación de la planta de electrólisis.

**Punto de conexión (para servicios auxiliares)**

- Línea de Media Tensión de Endesa en coordenadas UTM X: 244550.47 Y: 4062943.26 Huso: 30S

**Potencia de Servicios Auxiliares a contratar**

- 20 kW de potencia para alimentar los sistemas de vigilancia, control y servicios auxiliares.

## 6.1 **Generador fotovoltaico**

### 6.1.1 **Módulos fotovoltaicos**

El módulo fotovoltaico utilizado será el Trina Solar Vertex N de 700 Wp o similar. El módulo cumple con todas las especificaciones de calidad requeridas, con una eficiencia del 22,5 %.

<b>Características del Módulo Fotovoltaico</b>	
Marca	TRINA
Modelo	VERTEX N STM-NEG21C.20
Célula	Tipo N i-TOPCon bifacial doble cristal
Potencia nominal (Wp)	700 Wp
Tensión de circuito abierto Voc	48,6 V (48,6 V)*
Corriente de cortocircuito Isc	18,32 A (20,15 A)*
Tensión de máxima potencia Vmp	40,5 V (40,5 V)*
Corriente de máxima potencia Imp	17,29 A (19,02 A)
Coefficiente de tensión	-0,24%/°C
Coefficiente de corriente	0,04%/°C
Coefficiente de potencia	-0,29%/°C
Tensión máxima del módulo	1.500 V

Dimensiones	2384·1303·33 mm
Peso	38,3 kg
Eficiencia	22,5 %

\*Referido a una ganancia bifacial del 10%

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como con las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE). Todos los módulos fotovoltaicos cumplirán, además, la norma UNE-EN 61.730, sobre cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50.380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas características para los módulos fotovoltaicos.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según dichas normas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas normas por otros medios y con anticipación a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quién resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

Los módulos llevarán de forma clara, visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como su identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Para que un módulo resulte aceptable su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o

burbujas en el encapsulado.

En el anejo correspondiente se presenta la hoja de características del módulo Trina Solar Vertex N de 700 Wp.

### 6.1.2 Estructura soporte

La estructura soporte sirve de soporte y fijación de los módulos fotovoltaicos. Este sistema tendrá un sistema seguidor a un eje de fijación en el suelo mediante hincado de soporte en el terreno. Asimismo, se considerará una separación entre estructuras que eviten el sombreado de las mismas entre sí, manteniendo las pérdidas por sombreado en niveles aceptables.

El sistema seguidor a un eje es un sistema de captación solar mejorado, pues se dota de movimiento a los soportes. Con este movimiento se consigue maximizar la cantidad de radiación solar que reciben los módulos fotovoltaicos, incrementando considerablemente la producción de los mismos. Desde un punto de vista medioambiental esto permite generar más energía sobre una misma superficie, mejorando el rendimiento por hectárea del parque en contraposición con uno de estructura fija.

Los módulos fotovoltaicos se acoplarán en estructuras metálicas de acero y/o aluminio que contarán con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur horizontal, que seguirá el movimiento diario del Sol. Esta estructura será capaz, de manera motorizada y automática, de ir orientando el plano de los módulos fotovoltaicos de forma que siempre presenten su cara hacia el Sol, desde primeras horas de la mañana hasta bien entrada la tarde.

En la presente instalación se han seleccionado las estructuras de aluminio y acero del fabricante SCHLETTER o similar. Además, el diseño de la estructura se ha buscado por su facilidad de montaje de los módulos y se tendrá en cuenta la realización de labores de mantenimiento y/o sustitución de los mismos.

***La forma de instalación sobre el suelo, se realizará mediante hincado, con una profundidad aproximada de entre 1.5 y 2 metros (en función de la calidad del suelo, estudio no incluido en el presente proyecto). Esta estructura no lleva asociada a su***

***instalación ningún otro material como el hormigón, siendo su instalación idéntica a la que se realiza en los quitamiedos ubicados en las carreteras.***



*Estructura tipo seguidor a un eje para instalación de módulos Fotovoltaicos.*



*Ejemplo de hincado de estructura*



*Ejemplo de hincado de estructura*

Estos seguidores permiten una pendiente máxima del terreno en la dirección del eje de torsión Norte-Sur de un 17,5%. Por ello se instalarán en zonas donde la pendiente del terreno permita su instalación. Estos seguidores quedarán en posición horizontal variando la altura de hincado de cada poste, adaptándose a la morfología de la zona y absorbiendo la diferencia de cotas entre los distintos puntos de hincada.

En caso de que hubiera zonas en las que se superase la pendiente máxima aceptada por el seguidor no es necesario nivelar toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo determinadas zonas donde se supera levemente la pendiente máxima, reduciendo al mínimo imprescindible el movimiento de tierras.

El replanteo y distribución de las estructuras seguidoras se plantea de forma que la distancia entre ellos maximice la radiación incidente, reduciendo los niveles de sombra y permitiendo el paso de vehículos para mantenimiento entre ellos.

Se cumplirán las siguientes recomendaciones:

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos resistirá, con los módulos instalados, las sobrecargas por viento y nieve de acuerdo con lo estipulado en el CTE y cualquier otra normativa de aplicación.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura estará protegida contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o tratamiento protector de la estructura.

- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada, entonces se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los seguidores solares serán de conformidad con la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas.

La alimentación de los actuadores de cada estructura se realizará mediante corriente continua 24 V desde un conjunto módulo fotovoltaico-batería, provistos en el centro de la estructura y por el mismo fabricante.

La comunicación y coordinación entre las distintas estructuras se realizará mediante tecnología Wireless.

### 6.1.3 Inversores

Los módulos fotovoltaicos generan corriente continua de intensidad proporcional a la irradiación incidente.

Para que el sistema fotovoltaico pueda operar en paralelo con la red existente es necesario transformar esa corriente continua en corriente alterna de las mismas características (tensión y frecuencia) que la de la red.

El sistema de conversión de potencia para esta instalación estará formado por 80 inversores GOODWE Serie HT GW250KN-HT, que son inversores de cadena que disponen de una potencia nominal a 40 °C de 250 kVA.

Los inversores serán de exterior y estarán compuestos de equipamiento con protección IP que permita su correcto funcionamiento a lo largo de su vida útil, así como las garantías de protección de las personas para cada uno de los componentes de la instalación durante ese tiempo.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como con las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



*Imagen del inversor GOODWE Serie HT GW250KN-HT*

La conexión de los inversores se hará mediante manguera y bajo tubo flexible con protección metálica a la salida de la zanja para proteger de rozadura el cableado del poste donde va sujeto el inversor.



*Ejemplo de protección mecánica*



*Ejemplo de protección mecánica*

El inversor elegido tiene un rendimiento de 98.8%. Tendrá que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.

- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPPT) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión y contralará la potencia activa de la red.

Dispondrá además de:

- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en Alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobrecorrientes en la salida.

El inversor dispone de 6 MPPT y 18 entradas. El conexionado de los strings se hará de forma que cada MPPT tenga una o dos entradas y allá donde se utilicen las dos entradas se priorizará la conexión de strings que puedan considerarse similares a efectos de producción eléctrica –esto es que estén en dos filas consecutivas y en la misma posición relativa en su respectiva mesa o se estime que van a recibir una radiación similar por su distribución en la planta- así se dejarán strings con potenciales sobras o peor rendimiento en MPPT en el que se utiliza una única entrada, optimizando la generación de energía de salida del inversor.

Las principales características del inversor seleccionado son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR GOODWE GW250K-HT</b>	
MARCA	GoodWe
MODELO	GW250KN-HT
TIPO DE CONEXIÓN	TRIFÁSICA
MODO DE INSTALACIÓN	VERTICAL, INTEMPERIE
POTENCIA	250 kVA (40°C)
EFICIENCIA (EUROPEA)	98,8 %
TEMPERATURA FUNCIONAMIENTO	-30°C A +60°C
TENSIÓN DE TRABAJO Y MÁXIMA (CC)	1.160 V / 1.500 V
TENSIÓN NOMINAL (AC)	800 V
THDI (ARMÓNICOS)	<3%
MPPT	3
ENTRADAS	18 (3 POR MPPT)
SALIDAS	1
COMUNICACIÓN	RS485 & PLC
FRECUENCIA NOMINAL	50 Hz
INTENSIDAD NOMINAL	180,5 A
RUIDO	65 dB(A) a 1 m
FACTOR DE POTENCIA	0...1 inductive/capacitive
REFRIGERACIÓN	CONVECCIÓN FORZADA
PROTECCIÓN AMBIENTAL	IP 66

#### 6.1.4 Centros de transformación

Se instalarán 4 centros de transformación prefabricados del tipo Skid, prefabricados de hormigón armado y vibrado, con transformador, cuadro de baja tensión, celdas de media tensión y servicios auxiliares de instalación intemperie. Se trata de un equipo preensamblado compacto del tipo "plug and play".



El prefabricado incluye transformador de media tensión de 5.000 kVA de potencia nominal TIER 2 de acuerdo a las normas de Ecodiseño IEC60076 "UE548/2014", celdas de línea y protección de media tensión y los cuadros de baja tensión con las protecciones y conexiones de baja tensión para conectar los inversores seleccionados.

Se conectarán 20 inversores GoodWe de 250 kVA de potencia nominal a cada centro de transformación, para una potencia de 5.000 kVA por centro. Esto da una potencia total de inversores y transformadores de 5.000 kVA por centro de transformación.

#### **6.1.5 Vallado de seguridad**

Se instalará una valla de seguridad de 2 metros de altura para proteger la instalación frente al robo y vandalismo. Dicha valla será fabricada con tubos de acero galvanizado en caliente, montada sobre cimentación y con puertas también de acero galvanizado.

Los tubos van anclados al suelo en orificio de 40x20 centímetros y recibidos con hormigón. La malla irá sujeta a los postes con sus correspondientes alambres, tensores y abrazaderas. La distancia entre los postes será de 3 metros, llevando refuerzos cada 45 metros aproximadamente.

El vallado cumplirá con el artículo 22 de la Ley 8/2003 del 28 de octubre, de flora y fauna, con el objeto de permitir la libre circulación de la fauna silvestre.



Ejemplo de vallado cinético

Para los accesos a la planta, se dispone de puertas metálicas de 8x2 m, galvanizadas. Se deja un margen de seguridad respecto al vallado perimetral de la planta, que hace las veces de cortafuegos. El vial perimetral es de 4 metros y dispondrá de una franja libre para facilitar la detección de intrusismo en el recinto.

#### 6.1.6 Sistema de control y gestión

Como ya se precisó, la potencia total de generación es de 50,00 MVA. Como la potencia generada en el campo fotovoltaico supera la admitida en consumo, y como mecanismo de inyección cero y gestión de la energía, se precisa colocar un controlador de potencia en la planta (PPC). Para controlar la producción fotovoltaica de la planta, se instalará el Power

Plant Controller (PPC) como herramienta de control para la regulación de la potencia de la planta en barras de central. El PPC recibe las consignas e interactúa con los inversores instalados en la planta para cumplir con las exigencias del gestor de red pertinente, modulando la inyección de energía a la red, y asegurando que la potencia exportada por la planta no supere la capacidad permitida por el punto de conexión. Desde el software SCADA local se podrá supervisar y controlar las consignas del PPC para asegurar el buen funcionamiento de la instalación.

## **6.1.7 Cableado, Cajas de Conexión y Zanjas en CC.**

### **6.1.7.1 Cableado**

La conexión entre módulos se realizará con terminales multicontacto que facilitarán la instalación y además asegurarán el aislamiento.

A partir del generador fotovoltaico los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión y calentamientos inferiores al 1,5% de la tensión nominal con la Intensidad nominal, calculando los cables para una intensidad no menor de 125% de la nominal, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El cable utilizado será un conductor flexible de cobre con aislamiento de polietileno reticulado, especialmente diseñado para intemperie y con resistencia contra los rayos UV. Está fabricado de acuerdo a norma UNE 21-123 y presenta unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

El cableado de continua presentará doble aislamiento y será adecuado para el uso en intemperie, al aire o enterrado de acuerdo a la norma UNE-21-123.

Los elementos de conducción de cables serán de características equivalentes a los

clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1.

Se incluirá toda la longitud de cable. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de engancho por el tránsito normal de personas.

#### 6.1.7.2 Canalizaciones eléctricas DC:

##### **Conductores aislados directamente sobre la estructura:**

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Sobre dicha estructura irá fijada el cableado mediante abrazaderas, quedando perfectamente fijada todo el cableado DC hasta el inversor.

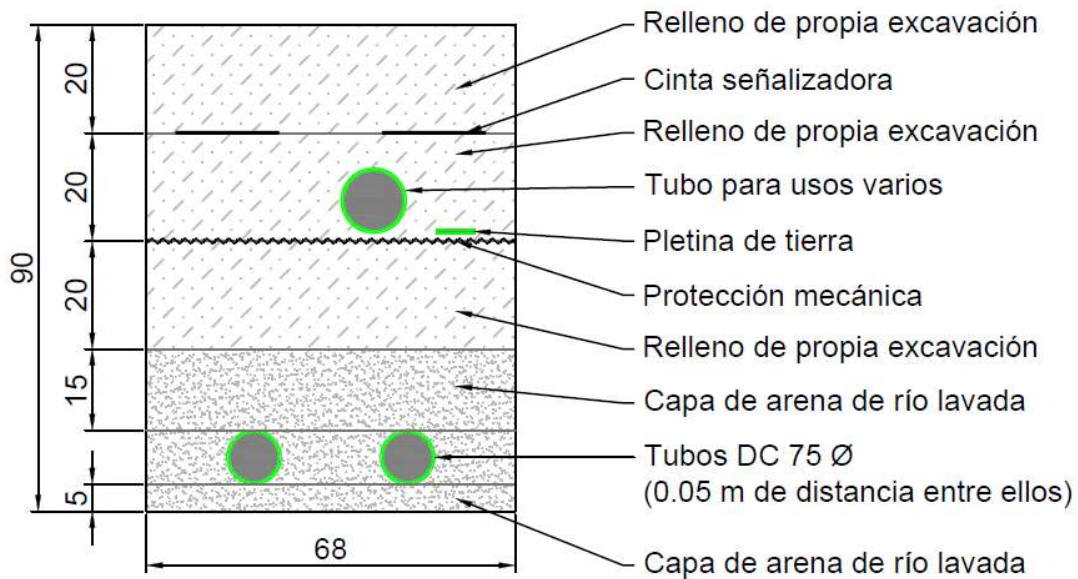


- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica

30

complementaria sobre los mismos, normalmente se realizará con tubo o similar.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada de la norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas y otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Aunque el sistema a utilizar en los inversores (String Control), evita la colocación de caja de conexiones, en caso de ser necesario, los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.
- En algunos casos será necesaria la conexión entre mesas mediante zanjas. Las zanjas tendrán una profundidad de 0,90 metros y una anchura de 0,68 m. La conexión entre mesas mediante zanjas se realizarán con cable directamente enterrado.



*Detalle de la Zanja para la instalación de baja tensión de Corriente Continua*

### 6.1.8 Cableado

El cableado de CA se corresponde al último tramo de la instalación fotovoltaica, el cual finalizará en la misma a la red eléctrica de distribución en baja tensión. Este tramo se inicia a la salida del inversor y finaliza en el punto de conexión a la red de baja, en el cuadro de baja tensión de los centros de transformación.

El cable utilizado será un conductor flexible de cobre tripolar (con tierra) con aislamiento de PVC y recubrimiento de PVC, para los cables que llegan de los inversores a la caja de conexiones, y cable no flexible de cobre unipolar (con tierra) con aislamiento de PVC y recubrimiento de PVC para los cables que salen de la caja de conexiones al transformador. Además estarán especialmente diseñados para intemperie y con resistencia contra los rayos UV. Está fabricado de acuerdo a norma UNE 21-123 y presenta unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos y certificado con método de ensayo (IEC-60-332-1-2).

Los conductores irán bajo zanja hasta el CT donde se realiza la conexión para la evacuación de energía generada y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 1,5 %, calculando los cables para una tensión máxima admisible de 125 % de la nominal, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 6.1.9 Zanjas

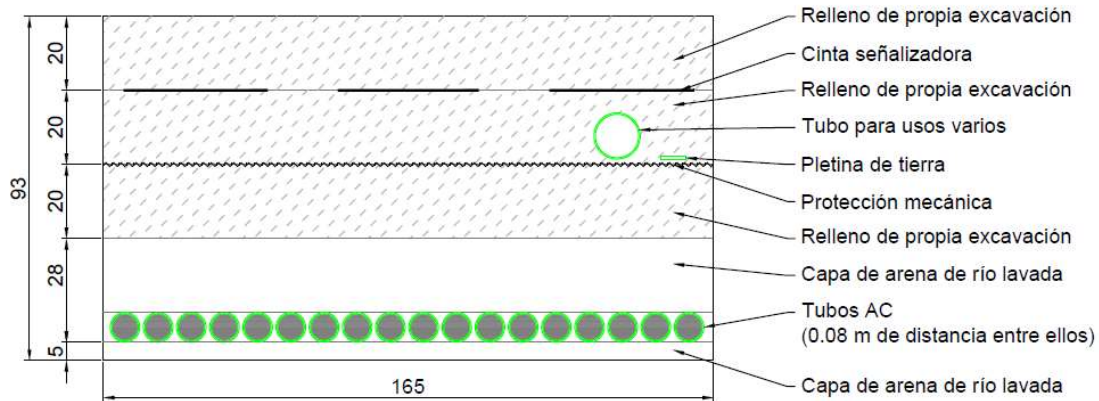
El conexionado de cable AC comprenderá desde la salida de los inversores hasta el cuadro de Baja del Centro de Transformación. La bajada hacia la zanja se realizará por medio de bandeja de canalización con sujeción en las bases de la estructura, hasta alcanzar el nivel del suelo, y fijado con bridas para su perfecto estancamiento. Llevará una protección mecánica en la bajada a zanja.

La instalación eléctrica se realizará a una profundidad mínima de 0,90 m, con una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación. Su anchura dependerá de la agrupación de cables y su separación, indicada en el apartado planos.



*Ejemplo de zanjas para cableado AC*

El acceso a esta instalación va a ser restringido y no se va a producir sobre él una circulación de vehículos ni de personas.



*Detalle de la zanja para la instalación de baja tensión de corriente alterna*

#### 6.1.10 Conexión entre inversor y cuadros de AC-BT del CT.

A la salida de los inversores, éstos se conectarán directamente desde cada inversor hasta alcanzar los cuadros de Baja Tensión de cada Centro de Transformación.

Los fusibles de los cuadros de BT serán de 300 A, y dispondrá de un interruptor de corte general de adecuado a la potencia que pasará por cada cuadro de baja tensión.

#### 6.1.11 Equipos de Protección.

El sistema de protecciones deberá ser consistente con lo exigido por la reglamentación vigente.

- *Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia;* formado por el relé de frecuencia que estará calibrado entre los valores 51 y 49 Hz y deberá actuar cuando la frecuencia sea superior ó inferior a la de la red durante más de 5 períodos. Esta protección está incorporada en los inversores
- *Protección para la interconexión de máxima y mínima tensión;* formado por el relé

de tensión, que estará calibrado entre los valores 1,1 y 0,85 Um. El tiempo de actuación debe ser inferior a 0,5 segundos. Esta protección está incorporada en los inversores.

- La protección de derivación a tierra tanto del positivo como del negativo está incluida en los inversores.
- Por supuesto, el rearme de la instalación se realizará de forma automática una vez que se restablezca la tensión y frecuencia de red dentro de los límites prefijados. El inversor asegura la reconexión en 60s una vez establecida la normalidad de la red.
- Aislamiento galvánico: El inversor incorpora un sistema equivalente con su correspondiente certificado, sustituyen la función de un transformador de aislamiento galvánico por lo que garantiza la separación física entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica, cumpliendo la Norma UNE 60742.
- Funcionamiento en isla: Se garantiza que la instalación fotovoltaica no va a funcionar en isla gracias al interruptor automático de interconexión que incorpora el inversor y que impide dicho funcionamiento al desconectar la central fotovoltaica de la red cuando las condiciones de tensión y/o frecuencia de la misma no están dentro de los parámetros reglamentados. Equipos de Medida.

#### **Protecciones en CC:**

El propio inversor lleva su propio sistema de autoprotección en continua, basado en protección de sobretensión que asegure no superar la tensión máxima admisible en régimen permanente en bornes del limitador cuando la Tª del módulo sea mínima, protección contra polaridad inversa, control de aislamiento de campo, fusibles de 16 A / 1.500 V e interruptor general.

#### **6.1.12 Descripción del sistema de tierra.**

La puesta a tierra se establece principalmente con el objetivo de limitar la tensión que, con

respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales electrónicos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusible ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de las instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferenciales de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita al paso de tierra las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencia del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo ITC-BT24. Se instalará una red de tierras común para toda la instalación de la siguiente forma:

Los postes de la estructura metálica estarán directamente hincados en el suelo a una profundidad de 1,8 metros aproximadamente. De esa manera servirán por un lado de soporte mecánico y por otro lado de pica de tierra.

Cada mesa, tienen una separación entre postes mayor de 2 m, que es el mínimo para distancia entre masas y elementos conductores según ITC-BT 24.

Cada poste conectado directamente a la red de tierra, tendrá aproximadamente 580mm<sup>2</sup>, lo que satisface holgadamente el requisito mínimo de 350 mm<sup>2</sup> para perfiles usados como picas.

Los postes de cada estructura estarán conectados eléctricamente a través de la parte

superior de la estructura mediante perfiles de aluminio anodizado, y estos perfiles, estarán conectados entre sí mediante cable de cobre con sección transversal mínima de 25 mm<sup>2</sup>.



*Unión de la estructura mediante cable de cobre 35 mm<sup>2</sup>*

Los conductores de tierra consistirán en un conductor plano desnudo de acero galvanizado de 30x3 mm (90mm<sup>2</sup>), enterrada a una distancia nunca inferior a 0,50 m. Eso cumplirá lo que pide la ITC-BT-18 en la tabla 1 para conductores de hierro no protegidos contra la corrosión (50mm<sup>2</sup>).

Los conductores estarán conectados al poste interior de cada fila. De ahí van a la caja de conexiones general y a las casetas de BT.

No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
----------------------------------	---

La pletina puesta a tierra estará conectados al poste interior de cada fila. La pletina irá conectada al neutro del transformador.



*Ejemplo de pletina conectada a poste de estructura*

Las uniones de los conductores de tierra serán mediante soldadura eléctrica. A continuación irá protegida mediante cinta autovulcanizante y cinta aislante.



*Encintado con cinta autovulcanizante y cinta aislante*

La solidez y protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

Así, el campo fotovoltaico presentará una zona con una gran superficie equipotencial puesta a tierra en múltiples puntos mediante los postes hincados la cual estará conectada a neutro del transformador.

El parque constará de agrupaciones de tierras independientes dados por la distribución y orografía del terreno. Se primará la unión equipotencial de dichos campos, pero se calculará para que no sea técnicamente necesario.

### **6.1.13 INSTALACIONES DE SERVICIOS AUXILIARES.**

El nivel de Tensión de los Transformadores será de 800 V. Es por este motivo, que cada Centro de Transformación dispondrá de un transformador 800V/400V que dará suministro a las instalaciones auxiliares de cada CT, así como los servicios auxiliares de la planta FV, que estará ubicado en una caseta modular, junto a uno de los centros de transformación.



*Ejemplo de caseta modular*

La caseta modular dispondrá de una instalación eléctrica básica para alimentar los distintos dispositivos necesarios para la vigilancia y funcionamiento de la instalación.

**Cálculos eléctricos servicios auxiliares de cada CT.**

Partimos de la base de la siguiente estimación de consumos:

<b>DISPOSITIVOS A ALIMENTAR</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (Wattios)</b>
<b>Iluminación</b>	<b>600</b>
<b>Weblogger para monitorización</b>	<b>150</b>
<b>Router</b>	<b>50</b>
<b>Varios</b>	<b>1.000</b>
<b>Varios</b>	<b>1.000</b>
	<b>2.800</b>

Ante posibles ampliaciones, se calcula una línea acometida para 5 kW.

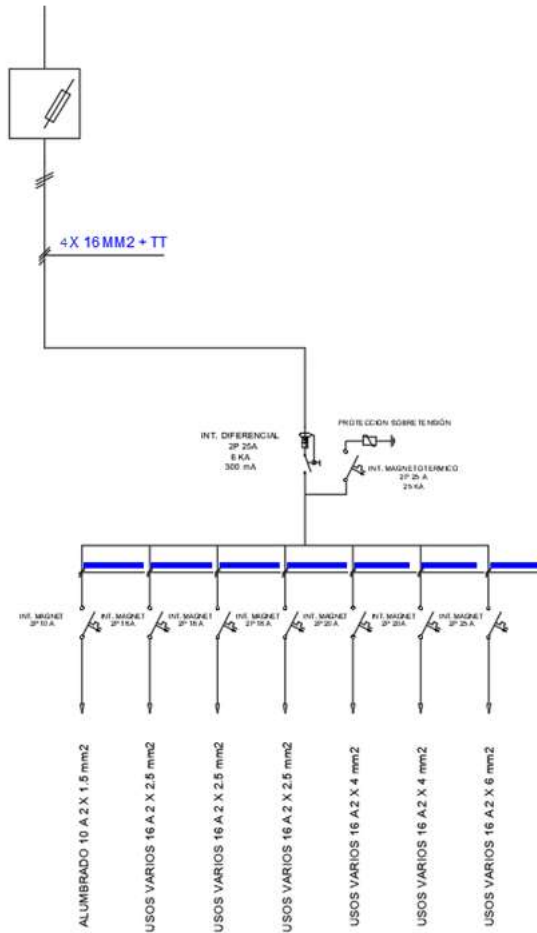
RED BAJA TENSION PARA ACOMETIDA												
Cable Nr.	de	a	Longitud[m]	Typ	P	V	c.d.t	In	Int(125%In)	Smin	C.d.t(S)/In	%c.d.t(S/In)
ACOMETIDA	CGP	Cuadro Caseta	15,00	3 x16 <sup>2</sup> + 1 x 16 <sup>2</sup>	5000	240	3,6	12,04	15,05	16,00	0,40	0,168
											c.d.t.(máx)	0,168

SECCION	INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE A 25°	FACTOR DE CORRECCION PARA T° ≠ 25°	FACTOR RESISTENCIA TERMICA 1 Kxm/W	FACTOR SEPARACION DE CABLES	INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE REAL	INTENSIDAD MAXIMA	COMPROBACION	
16	97	0,94	1	0,53	0,98	47,4	12,04	O.K.

Por lo tanto, el cable de acometida será de:

Cable AC	
<b>MANGERA DE CABLE 0,6-1 KV COBRE</b>	
(4x16 <sup>2</sup> ) + TT	15 metros

Se instalará dentro de la oficina un cuadro con electrificación básica siguiendo el siguiente esquema.



Esquema unifilar de servicios auxiliares

<input type="checkbox"/> Cableado instalación eléctrica	
(2x1.5²) + TT	<b>MANGERA DE CABLE 0,6-1 KV COBRE</b>
(2x2.5²) + TT	
(2x4²) + TT	
(2x6²) + TT	

#### **6.1.14 Acopio y oficinas**

Para el correcto funcionamiento de la planta se van a considerar una edificación principal cuyo uso será el de oficina técnica y unos almacenes. Estos edificios serán del tipo prefabricado, directamente colocados sobre el suelo previamente compactado o bien sobre solera de hormigón ligeramente armada.

#### **6.1.15 Oficina técnica**

Las oficinas están compuestas por un edificio prefabricado de hasta 8 módulos apilados en dos niveles, con hasta cuatro módulos en la planta inferior y cuatro en la planta superior y soportados en solera de hormigón ligeramente armado.

Inicialmente se ha preparado el terreno, realizando una previa compactación y excavación para posteriormente encofrar una losa de hormigón armado de 20 cm de espesor.

Las características del edificio son las siguientes:

- Estructura metálica con protección anticorrosiva
- Cerramiento de fachada y cubiertas en panel sándwich, constituido por dos chapas metálicas prelacadas y espuma de poliuretano, con un espesor de 40 mm.
- Aislamiento en techo y suelo a base de espuma de poliuretano
- Cubierta a base de chapa galvanizada nervada, formando dos vertientes.

Viene provista con todos los elementos e instalaciones necesarios para el desempeño de su función.



*Ejemplo de oficina con módulos prefabricados*

#### **6.1.16 Almacén**

El almacén técnico es utilizado exclusivamente para el acopio y retención de equipos y elementos propios de la planta fotovoltaica. Es considerado como NO habitable.

Es un contenedor o container "tipo barco de 40 pies" depositado directamente sobre el terreno previamente compactado.

Se considera la posibilidad de ejecutar una rampa de hormigón ligeramente armado, tipo muelle, con una altura máxima de 25 cm en coca de carga y rebajada en sus laterales, para mejorar el acceso de entrada y salida de materiales.

#### **6.1.17 Sistema de videovigilancia**

Se instalará un sistema de videovigilancia CCTV y alarma a lo largo de todo el perímetro vallado de la planta fotovoltaica. Este sistema consta de varios tipos de cámaras de CCTV, sensores de movimiento, cámaras infrarrojas y otros elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

Todos estos elementos están interconectados hasta la caseta de comunicaciones, donde se centralizan todos los dispositivos de seguridad, alarma y videovigilancia de la planta.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de vídeo y un sistema de control de acceso.

El sistema de seguridad será diseñado para cubrir todo el perímetro de la instalación. El sistema tendrá al menos los siguientes componentes:

- Vallado perimetral.
- Sistema de Iluminación.

-Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica).

-Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.

-Sistema de circuito cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.

-Sistema de grabación.

-Sistema SAI/UPS (2 horas).

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema elegido está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado. Así como cámaras de visión nocturna.

Las cámaras de última tecnología con un zoom óptico de x30, giro 360°, son capaces de conseguir cualquier detalle enfocando a la zona de interés. Producen imágenes claras con una óptima calidad incluso en situaciones desfavorables. Disponen de variadas funciones de videovigilancia, barridos de imagen a una zona preconfigurada, enfoques automáticos a zonas de interés, etc.

## **6.2 Instalación de media tensión**

### **6.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

Se trata de la instalar de la RED DE MEDIA TENSIÓN (MT) del PSF. Está red engloba los centros de transformación 0,8/30 kV, alimentados desde los inversores conectados a los

módulos fotovoltaicos y el cableado, soterrado, desde los centros de transformación hasta la subestación de conexión de la planta electrolizadora y que alimenta la misma.

La potencia prevista para cada grupo de transformación se ha calculado sumando las potencias previstas de los inversores que a él se conectan, multiplicada por el coeficiente de simunatenidad 1,00. Existirán cuatro centros de transformación de 5.000 kVA asociados a 20 inversores de 250 kVA de potencia máxima cada inversor. Estos centros de transformación son tipo compacto intemperie, con armarios para los cuadro de baja tensión, transformador, celdas de media tensión en hexafluoruro de azufre y las distintas protecciones.

Se recogerá la potencia de la planta por medio de cuatro líneas de media tensión, uniendo hasta dos centros de transformación en punta hasta la SET.

Las líneas irán dispuestas conforme a la siguiente tabla:

LINEAS	Nº CT'S	POT CT (KVA)	MAXIMA POT LINEA (KVA)
Nº1	2	5.000	10.000
Nº2	2	5.000	10.000
		TOTAL	20.000

## 6.2.2 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

### 6.2.2.1 Línea de media tensión.

El nivel de aislamiento nominal de la red de M.T. quedará definido de la siguiente forma:

- Tensión más elevada para el material 36 kV
- Tensión soportada a los impulsos tipo rayo 170 kV cresta
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 70 kV eficaces.

**Tabla 1**

<b>Tensión mas elevada para el material (Um)</b>	<b>Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo</b>		<b>Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial</b>
<b>kV eficaces</b>	<u>Lista1</u>	<u>Lista2</u>	<b>kV eficaces</b>
	<b>kV cresta</b>		
3.6	20	40	10
7.2	40	60	20
12	60	75	28
17.5	75	95	38
24	95	125	50
36	145	170	70

### 6.2.2.2 Materiales

Los conductores serán unipolares de aluminio homogéneo con secciones normalizadas de 150 mm<sup>2</sup>, 240 mm<sup>2</sup>, 300 mm<sup>2</sup>, 400 mm<sup>2</sup> o 630 mm<sup>2</sup>, de 18/30 kV. Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma de tierra que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor. En ciertos casos especiales será necesario conectar a también las pantallas a tierra en los empalmes.

Los accesorios estarán constituidos por materiales premoldeados o termorretráctiles u otro sistema de eficacia equivalente. No se admitirán accesorios basados en encintados. Solamente se admitirán cintas en operaciones de relleno y de obturación, nunca en misiones de aislamiento o de cubierta.

### 6.2.2.3 Ejecución

La instalación de las líneas subterráneas de distribución se hará sobre terrenos de dominio público, o bien en terrenos privados, en zonas perfectamente delimitadas, con servidumbre garantizada sobre los que pueda fácilmente documentarse la servidumbre que adopten tanto las líneas como el personal que haya de manipularlas en su montaje y explotación, no permitiéndose líneas por patios interiores, garajes, parcelas cerradas, etc. Siempre que sea posible, discurrirán bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder

ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Los conductores irán bajo de polietileno de 200 mm de diámetro nominal. Se suministrarán en barras rígidas de 6 m de longitud incorporando un manguito de unión en uno de los extremos.

En los cruces bajo calzada se instalará un tubo adicional como reserva y se construirá sobre ellos un dado de hormigón. También se dispondrá de un tubo de reserva en las zonas en que se prevea una posible futura ampliación de la red.

La profundidad mínima de la canalización será de 0,70 m bajo acera o terreno del PSF y 0,80 m en calzada, medido desde la parte superior del tubo. Se colocará encima de los cables una protección mecánica consistente en una placa de polietileno para protección de cables, y asimismo una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella. Solamente en el caso de canalizaciones entubadas bajo dado de hormigón se prescindirá de la instalación de la placa de protección de cables.

Será necesaria la construcción de arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos y en alineaciones superiores a 50 m, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas; así como en empalmes de nueva ejecución. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400 para su colocación en calzadas y caminos públicos y de B250 para las ubicadas en el PSF y fuera del tránsito de vehículos pesados. Se instalarán arquetas tipo A2 en los cambios de dirección e intercaladas entre las de tipo A1.

Se evitará la construcción de arquetas donde exista tráfico rodado; pero cuando no haya más remedio, se colocarán tapas de fundición. Igualmente se colocarán tapas de fundición en aquellos lugares en que las Ordenanzas Municipales así lo obliguen.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones

entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

En los casos en que los cables no puedan ir en zanjas y puedan ser accesibles a personal no especializado, cada terna de cables se instalará bajo tubo de acero galvanizado con grado de protección IK 09 según UNE 50102, que deberá estar puesto a tierra.

Cuando discurran por las zonas solo accesibles al personal especializado, los conductores podrán instalarse sobre bandejas, o en canales construidos al efecto.

Dada la trascendencia que ello tiene para la integridad de los cables, la manipulación y el tendido de los mismos se realizará con especial cuidado para evitar daños que pueden resultar desastrosos en la explotación y calidad de servicio.

En cruzamientos, proximidades y paralelismos se mantendrá una distancia de 0,20 m en proyección horizontal de la canalización en Baja Tensión con canalizaciones de agua, gas y telecomunicaciones. La canalización de agua quedará por debajo del nivel eléctrico.

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie en el cruzamiento no será inferior a 0,60 m. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

#### **6.2.2.4 Maniobras**

A fin de poder realizar las maniobras necesarias en relación con los telemandos, automatismos e interruptores automáticos, toda salida y/o entrada de cable aislado desde un centro de transformación o de seccionamiento, debe partir/llegar de una celda de línea.

#### **6.2.2.5 Prueba de las líneas subterráneas de Media Tensión**

Antes de su incorporación a la red, las líneas subterráneas de Media Tensión, deben ser probadas según el Procedimiento Vigente.

### 6.2.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 6.2.3.1 Características generales del Centro de Transformación

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son **CGMCOSMOS o similar**: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

- Potencia del Transformador: 5.000 kVA

Tipo de Transformador

- Refrigeración del transformador: aceite

### 6.2.4 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa la alimentación de energía, procedente del campo fotovoltaico, a una tensión de servicio de 0,8 kV, con una potencia máxima simultánea de 25.000 kVA.

Para atender las necesidades arriba indicada, se instalarán nueve centros de transformación de 5.000 kVA que llevarán conectados 20 inversores de 250 kVA cada uno.

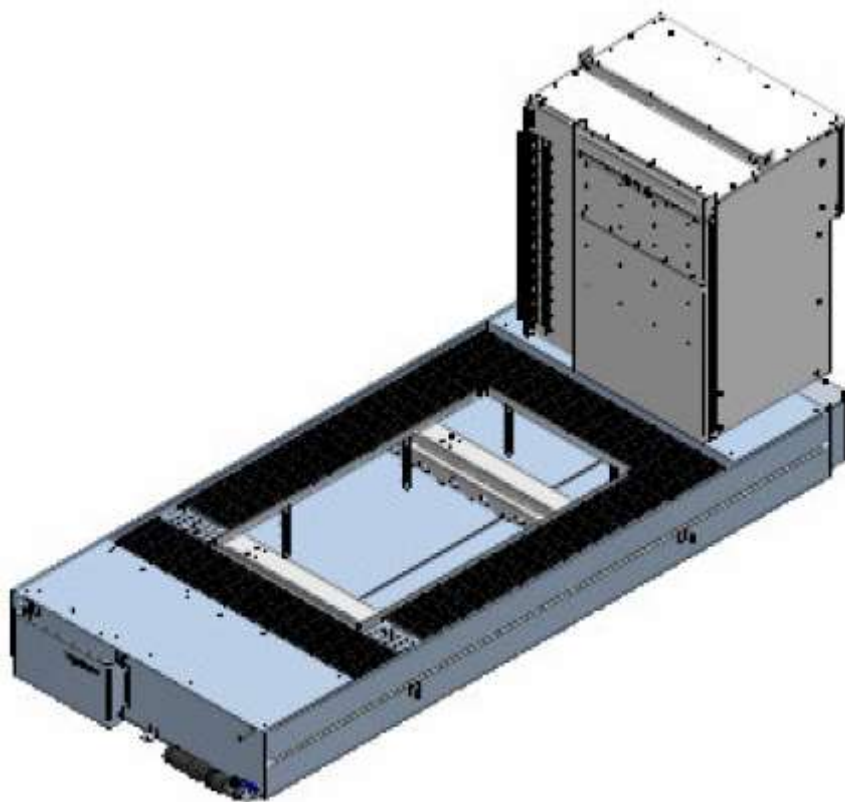
Se instalarán un total de cinco centros de transformación para una potencia total de 25.000 kVA.

#### 6.2.4.1 Descripción de la instalación

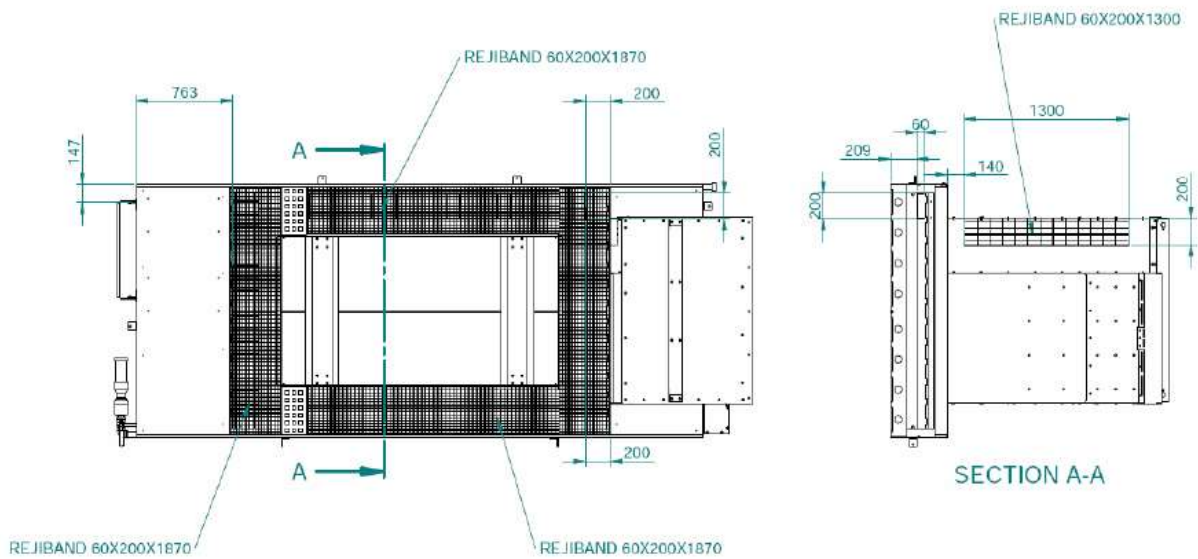
Las estaciones de inversores serán de exterior y estarán compuestas de inversores, celdas de MT y transformadores y dispondrán de un sistema de recogida de aceite (cuba).



*Vista de un centro de transformación prefabricado compacto intemperie*



*Fosa de recogida de aceite*



*Detalles de la fosa de recogida de aceite*

## 6.2.5 Instalación Eléctrica

### 6.2.5.1 Características de la Red de Salida en Media Tensión

La red de salida en Media Tensión que alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 30 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos calculados en el apartado correspondiente y los datos suministrados por la compañía es de 13,83 kA. Se tomarán como datos de cálculo 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces, más desfavorable.

### 6.2.5.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TIPOS DE APARAMENTA EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN

Celdas:

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Construcción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 36 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

-Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas FLUOFIX es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas son las siguientes:

Tensión nominal	36 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	70 kV
a la distancia de seccionamiento	80 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	170 kV
a la distancia de seccionamiento	195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### 6.2.5.3 Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

#### Entrada / Salida 1: Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características: La celda S de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración (1 s): 25 kA
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 80 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 65 kA
- Capacidad de corte
  - - Corriente principalmente activa: 630 A

Características físicas:

- Ancho: 600 mm

- Fondo: 1365 mm
- Alto: 2425 mm
- Peso: < 550 kg

#### Entrada / Salida 2: Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características: La celda de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración (1 s): 25 kA
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV
  - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 80 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 65 kA
- Capacidad de corte
  - - Corriente principalmente activa: 630 A

Características físicas:

- Ancho: 600 mm
- Fondo: 1365 mm
- Alto: 2425 mm
- Peso: < 750 kg

Protección Transformador 1: Interruptor automático de vacío

Celda con envolvente metálica formada por un módulo con las siguientes características:

La celda de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 630 A
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 70 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170 kV
  - Capacidad de cierre (cresta): 60 kA
  - Capacidad de corte en cortocircuito 25 kA
- Características físicas:
- Ancho: 600 mm
  - Fondo: 1365 mm
  - Alto: 2425 mm
  - Peso: < 750 kg
- Otras características constructivas:
- Mando interruptor automático: motorizado RAMV
  - Relé de protección: ekorRPG-2001B

Transformador 1: **Transformador aceite 30 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 5.000 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 800 V.

5.2.1.1.1 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

- Puentes MT Transformador 1: Cables MT 18/30 kV

- Cables MT 18/30 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable recta

- Puentes entre Celdas: **Cables MT 18/30 kV**

- Cables MT 18/36 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al, y terminaciones EUROMOLD de 36 kV del tipo atornillable y del tipo cono difusor.

- Interconexiones de BT:

- Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro
- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

- Defensa de Transformador 1: Protección física transformador. Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

- Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

#### **6.2.5.4 Medida de la energía eléctrica**

El conjunto consta de un contador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

#### **6.2.6 Puesta a tierra**

#### **6.2.7 Tierra de protección**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### **6.2.7.1 Tierra de servicio**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

#### **6.2.8 Instalaciones secundarias**

#### **6.2.8.1 Armario de primeros auxilios**

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### **6.2.8.2 Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparatamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### **6.3 Medidas de Seguridad en el Trabajo.**

La instalación cumplirá con las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de baja tensión, en particular con las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT-17, BT-20 y BT-40.

- Las conexiones, cableados, equipos y mecanismos de la instalación situados en intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP.535 (Norma UNE 20-324).
- Los enchufes y tomas de corriente serán tales que no puedan producirse confusiones entre los polos positivo y negativo en CC.
- Los equipos electrónicos y aparatos incluidos en la instalación cumplirán las condiciones de seguridad de la Norma UNE 20-5141 que le sean aplicables.
- Los convertidores CC/CA se instalarán lo más cerca posible de la generación.
- Los convertidores CC/CC se instalarán de forma que la línea de menor tensión sea

lo más reducida posible.

- Cuando la instalación fotovoltaica incluya paneles conexcionados en serie, se instalarán diodos de derivación.

## 6.4 **Justificación de equivalencia técnica**

Según artículo 6.3 del RLAT que admite excepciones a las soluciones prescritas en el reglamento siempre que impliquen un nivel de seguridad equivalente.

Se pretende a la modificación en cuanto al tipo de cable de Media Tensión, siendo el cable a instalar el denominado RH5Z1.

El cable dispone de una declaración de equivalencia técnica y de seguridad entre la norma UNE 211620:2010 y la norma UNE-HD 620-E-1:2007 y supone una evolución tecnológica de fabricación de cables.

Igualmente, según informe emitido por el órgano competente con fecha 20 de octubre de 2014, indica:

- La seguridad equivalente es un concepto general incluido en los reglamentos de seguridad Industrial por imperativo de la Unión Europea.
- El Reglamento establece condiciones de mínimos, pero se admiten ejecuciones diferentes a las expuestas en el mismo, siempre que ofrezcan niveles de seguridad, al menos equivalentes.
- El citado cable y está contemplado en un reglamento posterior, el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT 01 a 23).

- Existe informe del Laboratorio Central de Electrotecnia del 21 de diciembre de 2011, el cual realizó un examen comparativo de equivalencia técnica y de seguridad entre la norma UNE-211620:2010 y la norma UNE-HD-620-5-E1:2007, incluida en el listado de la ITC-LAT 02 del reglamento aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
  
- Existe escrito de la Subdirección General de Calidad y Seguridad industrial de reconocimiento de equivalencia, a los efectos previstos en el artículo 6.3 del citado Reglamento.

Lo previsto en el artículo 6.3 del Real Decreto 223/2008 le es aplicable a este tipo de cables, entendiéndose que la expresión "para ciertos casos" del citado Real Decreto se refiere no sólo a casos puntuales, sino también a aquellos casos o circunstancias que por adaptación de tecnologías tengan seguridad equivalente comprobada.

## 7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 7.1 Dimensionado de la instalación FV.

#### 7.1.1 Potencia a Generar.

La instalación objeto de los cálculos tiene la finalidad de generar energía eléctrica para su alimentación de varios electrolizadores para la producción de hidrógeno verde. Las instalaciones se dimensionarán para la generación conjunta de 20 MW.

#### 7.1.2 Cálculo de Módulos.

Características técnicas de los módulos (ver hoja de características en el anexo):

<b>Características del Módulo Fotovoltaico</b>	
Marca	TRINA
Modelo	VERTEX N STM-NEG21C.20
Célula	Tipo N i-TOPCon bifacial doble cristal
Potencia nominal (Wp)	700 Wp
Tensión de circuito abierto Voc	48,6 V (48,6 V)*
Corriente de cortocircuito Isc	18,32 A (20,15 A)*
Tensión de máxima potencia Vmp	40,5 V (40,5 V)*
Corriente de máxima potencia Imp	17,29 A (19,02 A)
Coeficiente de tensión	-0,24%/°C
Coeficiente de corriente	0,04%/°C
Coeficiente de potencia	-0,29%/°C
Tensión máxima del módulo	1.500 V
Dimensiones	2384·1303·33 mm
Peso	38,3 kg
Eficiencia	22,5 %

Características técnicas del inversor (ver hoja de características en el anexo):

<b>CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR GOODWE GW250K-HT</b>	
MARCA	GoodWe
MODELO	GW250K-HT
TIPO DE CONEXIÓN	TRIFÁSICA
MODO DE INSTALACIÓN	VERTICAL, INTEMPERIE
POTENCIA	250 kVA (40°C)
EFICIENCIA (EUROPEA)	98,8 %
TEMPERATURA FUNCIONAMIENTO	-30°C A +60°C
TENSIÓN DE TRABAJO Y MÁXIMA (CC)	1.160 V / 1.500 V
TENSIÓN NOMINAL (AC)	800 V
THDI (ARMÓNICOS)	<3%
MPPT	6
ENTRADAS	18 (3 POR MPPT)
SALIDAS	1
COMUNICACIÓN	RS485 & PLC
FRECUENCIA NOMINAL	50 Hz
INTENSIDAD NOMINAL	180,5 A
RUIDO	65 dB(A) a 1 m
FACTOR DE POTENCIA	0...1 inductive/capacitive
REFRIGERACIÓN	CONVECCIÓN FORZADA
PROTECCIÓN AMBIENTAL	IP 66

Nº máximo de módulos por ramal:

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima de entrada al inversor. Este corresponde a la tensión de circuito abierto del generador fotovoltaico cuando la temperatura del módulo es mínima.

$$N_{max} = \frac{V_{max\ inv}}{V_{oc}(-10^\circ)} = \frac{1500V}{52,68V} = 28 \text{ módulos}$$

65

$$V_{oc}(-10^{\circ}C) = 48,60 \cdot (1 - 0,24\% \cdot (-10^{\circ}C - 25^{\circ}C)) = 52,68 V$$

Nº mínimo de módulos por ramal:

El número mínimo de módulos por ramal viene limitado por la tensión mínima de entrada al inversor. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico que corresponde cuando la temperatura del módulo es máxima.

$$N_{min} = \frac{V_{min\ inv}}{V_{mp}(60^{\circ})} = \frac{550 V}{35,18 V} = 16 \text{ módulos}$$

$$V_{mp}(60^{\circ}) = \frac{P_p(60^{\circ})}{I_{mp}(60^{\circ})} = \frac{616,7 Wp}{17,53 A} = 35,18 V$$

$$P_p(60^{\circ}) = 700Wp \cdot (1 - 0,34\%/^{\circ}C \cdot (60^{\circ}C - 25^{\circ}C)) = 616,7 Wp$$

$$I_{mp}(60^{\circ}) = 17,29 A \cdot (1 + 0,04\%/^{\circ}C \cdot (60^{\circ}C - 25^{\circ}C)) = 17,53 A$$

**Conclusión:**  $28 \geq N^{\circ}$  de ramales conectados en serie  $\geq 16$ .

**Se toman como nº de módulos conectados en serie 25.**

Nº de ramales en paralelo:

Nº módulos totales a instalar por inversor: 450 módulos - 18 ramales.

Este número de ramales en paralelo, además cumple:

$$N_{ramales\ paralelos} \times I_{ramal} \leq I_{m\acute{a}x\ MPPT}$$

$$3 \times 17,53 A \leq 60 A \text{ para el MPPT}$$

$$N_{ramales\ paralelos} \times I_{cc\ ramal} \leq I_{cc\ m\acute{a}x\ MPPT}$$

$$3 \times 18,32 A \leq 90 A \text{ para el MPPT}$$

Así, queda la configuración por inversor de la forma:

<b>Configuración</b>	
Nº de módulos serie	<b>25</b>
Nº de ramales paralelo	<b>18</b>
Nº total de módulos	<b>450</b>

### 7.1.3 Elección de soportes.

Los soportes elegidos es la estructura con seguidor a un eje SCHLETTTER, dispuesto para albergar los módulos de 700 Wp seleccionados.

### 7.1.4 Cálculo de las distancias entre soportes para evitar sombras.

Las interdistancias entre seguidores han sido calculadas buscando el óptimo entre los siguiente parámetros:

Sombreados mutuos: Se ha buscado la máxima distancia entre filas para reducir potenciales sombreados entre seguidores. Este sombreado se reduce mediante el llamado backtracking o retroceso de los seguidores. Esto es que frente a un seguimiento E-O usual en el que el seguidor amanece mirando hacia el Este y se desplaza siguiendo el sol el seguidor en modo retroceso amanece horizontal y se desplaza hacia el este, en sentido contrario al habitual para evitar la sombras. En un determinado momento la normal del seguidor se cruza con el sol y entonces vuelve a su movimiento de seguimiento convencional y sigue dicho movimiento hasta que al anochecer repite el procedimiento, desacoplándose del seguimiento al sol para volver a su posición horizontal final evitando las sombras entre seguidores. Este sistema evita sombras pero reduce el óptimo del seguidor en cuanto a radiación incidente sobre la superficie, por lo que se buscará espaciar los seguidores lo máximo posible para que este funcionamiento sea el mínimo imprescindible.

Área ocupada por los seguidores: Se busca por otro lado reducir el área total ocupada por los seguidores, ya que una mayor superficie implica mayores costes por área ocupada y mayores costes de infraestructuras eléctricas y civiles (cableado, canalizaciones, zanjas y

otros elementos), así como la morfología, geometría y disponibilidad del terreno.

Para ello se realizan distintas simulaciones incorporando ambos criterios hasta dar con la solución final planteada.

#### **7.1.5 Cálculo de Conductores.**

Las instalaciones eléctricas en alterna serán monofásicas de forma que, a cada una de las cajas de conexiones les llegará, un grupo de dos cables (fase y neutro). La acometida para alimentación de los motores y evacuación de la energía producida será trifásica con inversores monofásicos, de tal forma que de cada caja de conexiones saldrán un grupo de cuatro cables (tres fases y neutro).

Para las instalaciones descritas en este proyecto se utilizará cable no flexible de cobre, tripolar (con tierra) con aislamiento de PVC y recubrimiento de PVC, para los cables que llegan de los inversores a la caja de conexiones, y cable no flexible de cobre unipolar (con tierra) con aislamiento de PVC y recubrimiento de PVC para los cables que salen de la caja de conexiones al transformador.

El REBT exige que las secciones de un conductor se calculen por calentamiento y por caída de tensión. Una vez calculadas de las dos formas, se elige la mayor sección que haya resultado. En este proyecto el criterio de caída de tensión es el que limita, si bien se realiza el cálculo según los dos criterios.

#### **7.1.6 Cálculos Eléctricos.**

Las instalaciones eléctricas en alterna serán monofásicas de forma que, a cada una de las cajas de conexiones les llegará, un grupo de dos cables (fase y neutro). La acometida para alimentación de los motores y evacuación de la energía producida será trifásica con inversores monofásicos, de tal forma que de cada caja de conexiones saldrán un grupo de cuatro cables ( tres fases y neutro).

El REBT exige que las secciones de un conductor se calculen por calentamiento y por caída de tensión. Una vez calculadas de las dos formas, se elige la mayor sección que haya resultado. En este proyecto el criterio de caída de tensión es el que limita, si bien se realiza el cálculo según los dos criterios.

### 7.1.7 Cálculo de secciones por criterio térmico

Para el cálculo de las secciones por calentamiento, es preciso hallar la intensidad de corriente que circula por el circuito y obtener la intensidad de cálculo; con dicho valor, se establece la sección adecuada a partir de las tablas correspondientes de la ITC-BT-07 corregida por los factores correspondientes por instalación directa al sol, agrupamiento y montaje en bandeja. Para hallar la intensidad que circula por un circuito trifásico se emplea la siguiente expresión:

$$\text{Monofásico: } I = \frac{P}{V} \qquad \text{Trifásico: } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos\phi \cdot V}$$

$I$  = Intensidad nominal o de diseño en A

$P$  = Potencia de cálculo activa en W

$V$  = Tensión en V entre fase y neutro

Se hace el cálculo del tramo que se encuentra en las condiciones más desfavorables. La sección mínima de cada tramo dependerá de la intensidad que circulará por él (es decir, de la carga que soporta) y estará influenciada por los factores de corrección correspondientes a la temperatura ambiente y al número de cables que se agrupan en cada bandeja ( $F_t$  y  $F_a$  respectivamente) según lo especificado en la ITC-BT-07.

### 7.1.8 Cálculo de secciones por criterio de caída de tensión

En el cálculo por caída de tensión se emplea el método de los momentos eléctricos; al aplicarlo, se toma como valor máximo permitido para la caída de tensión el 1,5%.

Para el cálculo se emplea la siguiente expresión:

$$\text{Monofásico: } S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{e \cdot \sigma} \quad \text{Trifásico: } S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{e \cdot \sigma}$$

$L$  = Longitud del tramo considerado (m).

$I$  = Intensidad (A).

$S$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ ).

$\cos \phi$  = Factor de Potencia.

$e$  = Caída de tensión (V).

$\sigma$  = Conductividad del conductor ( $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ ).  $\sigma_{\text{Cu}} = 59,6 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$

En las tablas que se muestran se presentan las secciones consideradas en todos los tramos de la instalación y las caídas de tensión que se producen en cada uno de ellos.

Las secciones de los conductores se han seleccionado teniendo en cuenta que este criterio es el limitante. La caída total de tensión debe ser inferior al 1,5% según el Reglamento de baja tensión. En el caso de que no se cumpla esta condición, habrá que recalcular la sección del cable hasta que se cumplan ambos criterios.

## 8 PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 20 MW				
INSTALACION FOTOVOLTAICA				
Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
<b>OBRA CIVIL</b>		<b>1</b>	<b>165.096,95</b>	<b>165.096,95</b>
m <sup>2</sup>	ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO			
	Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos.	507.713,00	0,15	76.156,95
ml	VALLADO PERIMETRAL			
	Vallado perimetral de torsión simple con visera, poste galvanizado de 45mmx1.5mm con separación de poste de 3m. Cable de tensión 3 soportados con abrazaderas al poste. Poste principales en los cambios de sentido y cada 30m	4.555,00	8	36.440,00
m	EXCAVACIONES EN ZANJAS			
	Zanjas para CC cableado cadenas a inversor: Excavación de zanjas en terreno flojo de 0,40m de ancho x 0,60m de profundidad para CC	3.500,00	5	17.500,00
	Zanjas para AC cableado de inversores a CT: Excavación de zanjas en terreno flojo de 0,60 y 1m de ancho x 0,90 y 1m de profundidad para AC	5.000,00	5	25.000,00
ud	SOLERA CT			
	Construcción de solera para cada CT así como vallado para el conjunto y accesos.	4	2.500,00	10.000,00
<b>MONTAJE COMPONENTES / EQUIPOS</b>		<b>1</b>	<b>714.175,00</b>	<b>714.175,00</b>
ud	ESTRUCTURA			
	Montaje estructuras tipo seguidor de aluminio y acero modelo SCHLETTER 75x1P para soportes de módulos de gran potencia, Trina Solar Vertex N de 700 Wp o similar. Dichas estructuras cumplen con todas las normas de cálculo estructural que aseguran resistencia a las cargas de viento hasta una velocidad de 150 km/h( en posición horizontal) y de 100 km/h en cualquier posición, frete a cargas de nieve hasta 1,4 kN/m2.. Según ficha de especificaciones técnicas.	307,00	525	161.175,00

	Montaje estructuras tipo seguidor de aluminio y acero modelo SCHLETTER 50x1P para soportes de módulos de gran potencia, Trina Solar Vertex N de 700 Wp o similar. Dichas estructuras cumplen con todas las normas de cálculo estructural que aseguran resistencia a las cargas de viento hasta una velocidad de 150 km/h( en posición horizontal) y de 100 km/h en cualquier posición, frete a cargas de nieve hasta 1,4 kN/m2.. Según ficha de especificaciones técnicas.	176,00	350	61.600,00
	Montaje estructuras tipo seguidor de aluminio y acero modelo SCHLETTER 25x1P para soportes de módulos de gran potencia, Trina Solar Vertex N de 700 Wp o similar. Dichas estructuras cumplen con todas las normas de cálculo estructural que aseguran resistencia a las cargas de viento hasta una velocidad de 150 km/h( en posición horizontal) y de 100 km/h en cualquier posición, frete a cargas de nieve hasta 1,4 kN/m2.. Según ficha de especificaciones técnicas.	167,00	200	33.400,00
ud	MODULOS FV			
	Montaje e instalación de módulos fotovoltaicos Trina Solar Vertex N de 700 Wp Monocristalino dotado de toma de tierra, grado de protección IP68, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura.	36.000,00	12	432.000,00
ud	INVERSORES			
	Montaje e instalación de inversores fotovoltaicos de string tipo GOODWE Serie HT GW250K-HT de 250 kVA de potencia máxima (<40°C) y salida trifásica de 800 V. Incluye elementos y estructura adicional para la instalación así como el conexionado de los strings, baja tensión AC y sistema de puesta a tierra.	80,00	200	16.000,00
ud	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
	Montaje de sistema modular DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN tipo SKID con transformador BT/MT de 5.000 kVA. Incluye transformador 0,8/30 kV, cuadros de baja tensión, celdas de media tensión, transformador de servicios auxiliares, vigilande de aislamiento, smartlogger para comunicación y monitoreo, foso para aceite, vallado y cubierta protectora.	4	2500	10.000,00
	<b>EQUIPOS/COMPONENTES (MAQUINARIA)</b>	<b>1</b>	<b>6.724.600,00</b>	<b>6.724.600,00</b>
ud	ESTRUCTURAS SOPORTE MODULOS			

	Mesa completa de aluminio y acero inoxidable de larga durabilidad con posibilidad de regulación de fácil montaje y fácil ampliación. Tipo 75x1P	307,00	4200	1.289.400,00
	Mesa completa de aluminio y acero inoxidable de larga durabilidad con posibilidad de regulación de fácil montaje y fácil ampliación. Tipo 50x1P	176,00	3000	528.000,00
	Mesa completa de aluminio y acero inoxidable de larga durabilidad con posibilidad de regulación de fácil montaje y fácil ampliación. Tipo 25x1P	167,00	1600	267.200,00
ud	PANELES FOTOVOLTAICOS			
	Unidad de módulos fotovoltaicos Trina Solar Vertex N de 700 Wp Monocristalino dotado de toma de tierra, grado de protección IP68, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura.	36.000,00	105	3.780.000,00
ud	INVERSORES			
	Suministro de inversores fotovoltaicos de string tipo GOODWE Serie HT GW250K-HT de 250 kVA de potencia máxima (<40°C) y salida trifásica de 800 V. Incluye elementos y estructura adicional para la instalación así como el conexionado de los strings, baja tensión AC y sistema de puesta a tierra.	80,00	500	40.000,00
ud	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
	Suministro de sistema modular DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN tipo SKID con transformador BT/MT de 5.000 kVA.	4	205.000,00	820.000,00
	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>1</b>	<b>780.000,00</b>	<b>780.000,00</b>
	DISTRIBUCION DE POTENCIA			
ml	MI. Metro Lineal Cable Unipolar RV-K V6/ 1KV 1x6mm2 Cu BAJO TUBO	200.000,00	3	600.000,00
ml	MI. Metro Lineal Cable RV-K V6/ 1KV 4x185mm2 Al ENTERRADO	16.000,00	10	160.000,00
	SISTEMA PUESTA A TIERRA			
ml	MI. Metro lineal de pletina desnudo para toma de tierra de 30 x 3 mm con 50 mm2 de sección.	5.000,00	4	20.000,00
ud	Ud. Conector puente de tierra entre estructuras. Totalmente instalado.	940,00	2	1.880,00
	<b>TOTAL PRESUPUESTO FV</b>			<b>8.383.871,95</b>

INSTALACION MT				
Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres

LINEA MT Y CTs 0,8/30 kV				
	<b>OBRA CIVIL</b>	<b>1</b>	<b>51.000,00</b>	<b>51.000,00</b>
	EXCAV. ZANJA MT			
m3	Zanjas para cableado MT: Excavación de zanjas en terreno flojo de 0,82m de ancho x 1,20m de profundidad para MT	4.500,00	6	27.000,00
m²	Acondicionamiento del terreno para centro de transformación	400	60	24.000,00
	<b>MONTAJE COMPONENTES</b>	<b>1</b>	<b>71.140,00</b>	<b>71.140,00</b>
ml	Instalación Línea RHZ1 18/30 kV AL ENTERRADO	4.500,00	15	67.500,00
ud	Instalación Arqueta A1	51	40	2.040,00
ud	Instalación Arqueta A2	32	50	1.600,00
	<b>LÍNEAS MT 30 kV</b>	<b>1</b>	<b>239.380,00</b>	<b>239.380,00</b>
ml	Línea 3x240 mm² Al XLPE ENTERRADO	4.500,00	52	234.000,00
ud	Arquetas simple tapa A1	51,00	40	2.040,00
ud	Arquetas simple tapa A2	32,00	50	1.600,00
ud	MATERIAL AUXILIAR DE CONEXIÓN	2.000,00	0,87	1.740,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO MT</b>				<b>361.520,00</b>

<b>PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD " ABADÍN"</b>	<b>25,2</b>	<b>MWp</b>
--	-------------	------------

ITEM	Descripción	€
1.01	Instalación de seguridad e higiene	2.335,00
1.02	Señalización y acotamiento	1.154,00
1.03	Protecciones colectivas	910
1.04	Equipos de protección individual	895
1.05	Organización y seguimiento	950
	<b>TOTAL</b>	<b>6.244,00</b>

PRESUPUESTO TOTAL INSTALACION	
TOTAL PRESUPUESTO FV	<b>8.383.871,95</b>
TOTAL PRESUPUESTO MT	<b>361.520,00</b>
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	<b>6.244,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8.751.635,95</b>
<b><i>TOTAL INVERSION: Ocho millones setecientos cincuenta y un mil seiscientos treinta y cinco euros con noventa y cinco céntimos de euro.</i></b>	

En Marbella, marzo de 2025

Agustín Tonda Hita

Colegiado nº 2133

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental

# ***HOJAS DE CARACTERÍSTICAS***

## 9.1 Inversor Solar

**GOODWE**

### Seri HT

225/250 kW | Trifásico  
6/12 MPPTs

La nueva serie HT1500V (225/250kW) es el inversor estrella de GoodWe con una amplia lista de características diseñadas para optimizar los servicios de O&M y reducir los costes del sistema FV. Es la opción perfecta para maximizar el retorno de la inversión de las grandes plantas FV centralizadas. La serie HT1500V cuenta con opciones de 6 MPPT y 12 MPPT, PLC 2.0 y es compatible con módulos bifaciales de 182mm/210mm. Cuenta con monitorización a nivel de string y diagnóstico inteligente de curvas I-V para la detección de problemas de tensión y corriente. La serie también está equipada con un sistema de recuperación PID opcional que puede realizar un seguimiento durante 24 horas. En el caso de GW225KN-HT y GW250KN-HT, el exclusivo mecanismo de interruptor inteligente de protección de string minimizará la pérdida de producción de energía cuando se produzca un cortocircuito o una conexión inversa. La configuración de la HT1500V puede realizarse fácilmente a través de Bluetooth, mientras que el diagnóstico y las actualizaciones de firmware pueden realizarse de forma remota. Este conjunto de características ha sido diseñado para garantizar el menor coste nivelado de la energía (LCOE) y una planta FV que funcione de manera eficiente.



Diagnóstico de curva i v\*



Interruptor de protección de cadena inteligente\*



20 A máx. Corriente por cadena



Comunicación por línea de potencia 2.0

**Seri HT**
**GOODWE**

Datos técnicos	GW225K-HT	GW250K-HT	GW225KN-HT	GW250KN-HT
<b>Entrada</b>				
Máx. voltaje de entrada (V)	1500	1500	1500	1500
MPPT Rango de voltaje de funcionamiento (V)	500-1500	500-1500	500-1500	500-1500
Voltaje de arranque (V)	550	550	550	550
Voltaje nominal de entrada (V)	1160	1160	1160	1160
Máx. corriente de entrada por MPPT (A)	30	30	60	60
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT (A)	50	50	90	90
Número de MPPT	12	12	6	6
Número de cadenas por MPPT	2	2	3	3
<b>Salida</b>				
Potencia nominal de salida (W)	225	250	225	250
Máx. corriente activa CA (W)	247.5	250	247.5	250
Máx. corriente aparente CA (VA)	247.5	250	247.5	250
Voltaje nominal de salida (V)	800, 3L / PE	800, 3L / PE	800, 3L / PE	800, 3L / PE
Frecuencia nominal de red CA (Hz)	50 / 60	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Máx. corriente de salida (A)	178.7	180.5	178.7	180.5
Factor potencia de salida	-1 (Ajustable desde 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo)			
Máx. distorsión armónica total	<3%	<3%	<3%	<3%
<b>Eficiencia</b>				
Máx. eficiencia	99.00%	99.00%	99.00%	99.00%
Eficiencia europea	98.80%	98.80%	98.80%	98.80%
<b>Protección</b>				
Control de corriente cadena fotovoltaica	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Detección humedad interna	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Detección aislamiento de resistencia fotovoltaica	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Control de corriente residual	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Protección polaridad inversa CC	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Protección anti-isla	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Protección sobrecorriente CA	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Protección cortocircuito CA	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Protección alto voltaje CA	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado
Descargador de sobretensión CC	Tipo II	Tipo II	Tipo II	Tipo II
Descargador de sobretensión CA	Tipo II	Tipo II	Tipo II	Tipo II
AFCI	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
Recuperación PID	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
<b>Datos generales</b>				
Rango de temperatura de funcionamiento (°C)	-30 - 60	-30 - 60	-30 - 60	-30 - 60
Humedad relativa	0-100%	0-100%	0-100%	0-100%
Máx. altura de funcionamiento (m)	5000 (> 4000 moderado)	5001 (> 4000 moderado)	5002 (> 4000 moderado)	5003 (> 4000 moderado)
Método de refrigeración	Refrigeración de ventilador inteligente			
Pantalla	LED (LCD opcional), Bluetooth+APP			
Comunicación	RS485 & PLC	RS485 & PLC	RS485 or PLC	RS485 & PLC
Peso (Kg)	111	111	111	111
Medidas (Ancho x Alto x Profundo mm)	1091 x 678 x 341	1091 x 678 x 341	1091 x 678 x 341	1091 x 678 x 341
Topología	No aislado	No aislado	No aislado	No aislado
Clasificación de protección contra el ingreso	IP66	IP66	IP66	IP66
Conector CC	MC4-Evo2	MC4-Evo2	MC4-Evo2	MC4-Evo2
Conector CA	Terminal OT / DT (máx. 300 mm <sup>2</sup> )			

GoodWe Single page-20230318-EN-V2.0. Information may be subject to change without notice during product improving.

\* visite el sitio web de GoodWe para obtener los certificados más recientes.

\* sólo para GW225K-HT/GW250KN-HT

\* la apariencia del producto mostrado es GW225KN-HT/GW250KN-HT. La apariencia puede variar para GW225K-HT/GW250K-HT.

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

## 9.2 Módulo fotovoltaico

Mono   Multi   Solutions

# Vertex N

N-type i-TOPCon bifacial dual glass  
Monocrystalline module

PRODUCT: TSM-NEG21C.20  
PRODUCT RANGE: 685-710W

## 710W


MAXIMUM POWER OUTPUT

## 0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

## 22.9%

MAXIMUM EFFICIENCY



- High customer value**

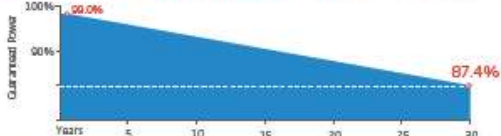
  - The star of LCOE (Levelized Cost Of Energy) .Higher string power feature effectively reduces BOS (Balance of System)and LCOE
  - More energy harvest with cutting-edge N-type I-TOPCon technology
  - Designed for compatibility with existing mainstream system components
- High power up to 710W**

  - Up to 22.9% module efficiency with high density interconnect technology
  - SMBB (Super multi-busbar) technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection
- High reliability**

  - Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
  - Ensured PID resistance through cell process and module material control
  - Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
  - Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load
- High energy yield**

  - Excellent product bifaciality and low irradiation performance, validated by 3rd party
  - Lower degradation: 1% first year, 0.4% annually thereafter
  - Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
  - Up to 30% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty

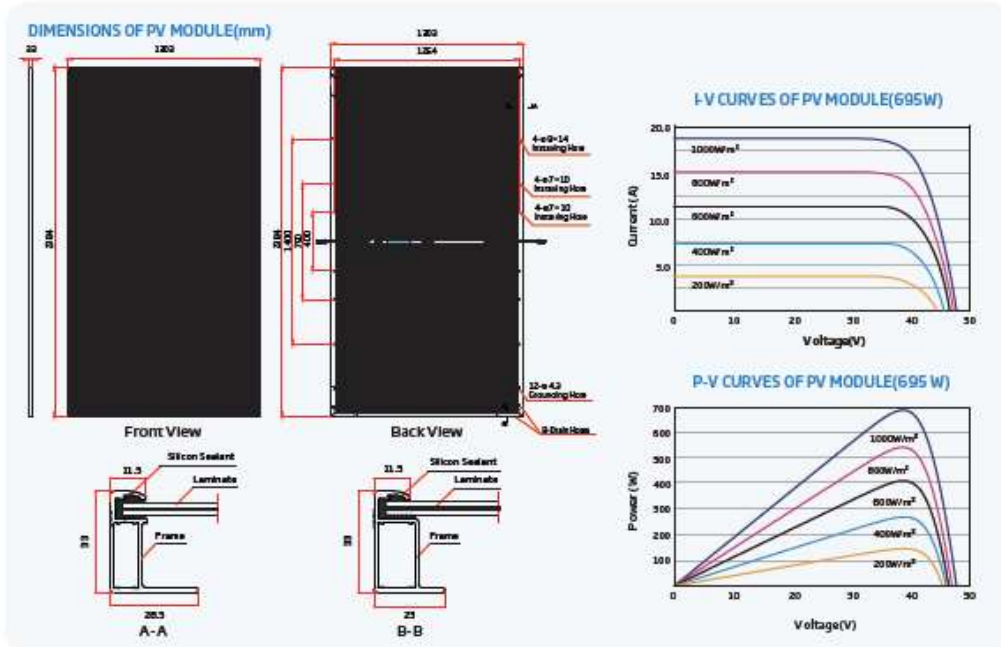


Years	Guaranteed Power (%)
0	100.0%
30	87.4%

**Comprehensive Products and System Certificates**

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System

**Vertex N** N-type I-TOPCon bifacial dual glass Monocrystalline module



**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	N-type Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.85 x 51.30 x 1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance All Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (with Grid Glass)

Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ) Pitch: 350/280mm(13.79/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MCA EV02 / TS4 PLUS / TS4*

\*Please refer to regional connector specifications connector

**ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)**

Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak Power Watts - Pmax (Wp)*	685	522	600	526	605	531	700	534	705	540	710	543
Power Tolerance - Pmax (W)	0 ~ +5											
Maximum Power Voltage - Vmp (V)	30.8	37.4	40.1	37.7	40.3	37.0	40.5	38.0	40.7	38.3	40.9	38.5
Maximum Power Current - Imp (A)	17.10	13.93	17.23	13.95	17.25	14.00	17.20	14.04	17.33	14.08	17.36	14.12
Open Circuit Voltage - Voc (V)	47.7	45.3	47.9	45.4	48.3	45.0	48.6	45.1	48.8	45.3	49.0	45.5
Short Circuit Current - Isc (A)	18.21	14.67	18.25	14.71	18.28	14.72	18.32	14.76	18.36	14.80	18.40	14.83
Module Efficiency - η (%)	22.1		22.2		22.5		22.5		22.7		22.9	

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5, NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 25°C, Wind Speed 1m/s. \*Measuring tolerance ±2%

**Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)**

	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Backside Power Gain	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Total Equivalent power - Pmax (Wp)	710	754	725	750	730	765	735	770	740	776	746	781
Maximum Power Voltage - Vmp (V)	30.8	30.8	40.1	40.1	40.3	40.3	40.5	40.5	40.7	40.7	40.9	40.9
Maximum Power Current - Imp (A)	18.05	18.00	18.00	18.05	18.11	18.08	18.15	18.02	18.20	18.06	18.23	18.10
Open Circuit Voltage - Voc (V)	47.7	47.7	47.9	47.9	48.3	48.3	48.6	48.6	48.8	48.8	49.0	49.0
Short Circuit Current - Isc (A)	18.12	20.03	19.16	20.08	19.19	20.11	19.24	20.15	19.28	20.20	19.32	20.24

Power Efficiency 24.0%

**TEMPERATURE RATINGS**

NOCT (nominal operating cell temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of Pmax	-0.20%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40 ~ +85° C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max. Series Fuse Rating	35A

**WARRANTY**

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warrany
1% first year degradation
0.40% Annual Power Attenuation
(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.  
© 2023 Trina Solar Limited. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.  
Version number: TSM\_EN\_2023\_0 [www.trinasolar.com](http://www.trinasolar.com)

# ***PLANOS***



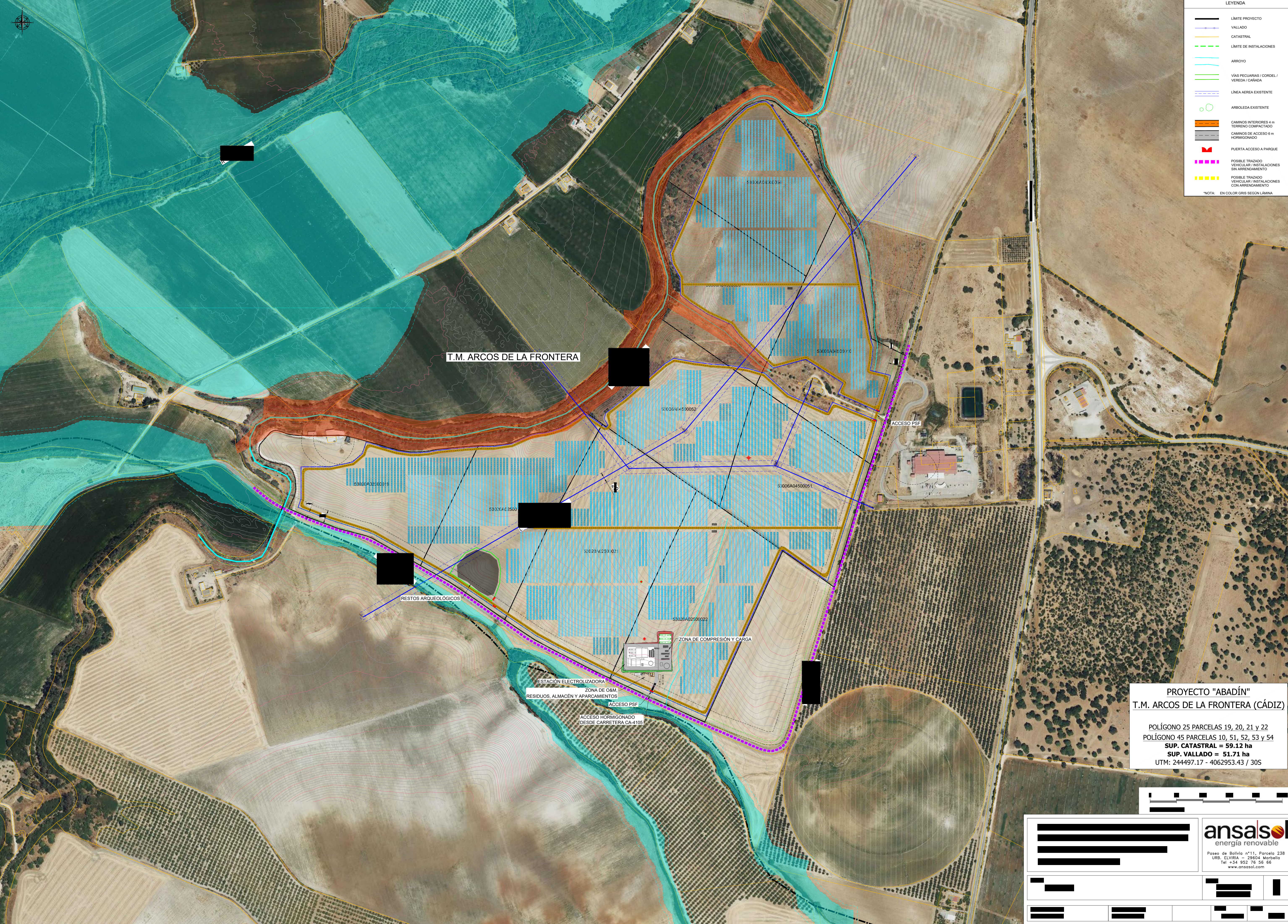
Refundido del Proyecto Básico de Instalación solar fotovoltaica sobre terreno para autoconsumo sin excedentes de instalación generadora de Hidrógeno verde "ABADÍN" de 25 MW  
 T.M. Arcos de la Frontera (CÁDIZ)

**ansasol**  
 energía renovable

Paseo de Bolivia nº11, Parcela 238  
 URB. ELVIRIA - 29604 Marbella  
 952 76 56 66  
 ansol.com

PLANO:	1
SITUACIÓN	

				Escala: 1:50.000



**LEYENDA**

- LÍMITE PROYECTO
- VALLADO
- CATASTRAL
- LÍMITE DE INSTALACIONES
- ARROYO
- VÍAS PECUARIAS / CORDEL / VEREDA / CAÑADA
- LÍNEA AEREA EXISTENTE
- ARBOLEDA EXISTENTE
- CAMINOS INTERIORES 4 m TERRENO COMPACTADO
- CAMINOS DE ACCESO 6 m HORMIGONADO
- PUERTA ACCESO A PARQUE
- POSIBLE TRAZADO VEHICULAR / INSTALACIONES SIN ARRENDAMIENTO
- POSIBLE TRAZADO VEHICULAR / INSTALACIONES CON ARRENDAMIENTO

\*NOTA: EN COLOR GRIS SEGÚN LÁMINA

T.M. ARCOS DE LA FRONTERA

RESTOS ARQUEOLÓGICOS

ESTACIÓN ELECTROLIZADORA  
ZONA DE O&M  
RESIDUOS, ALMACÉN Y APARCAMIENTOS

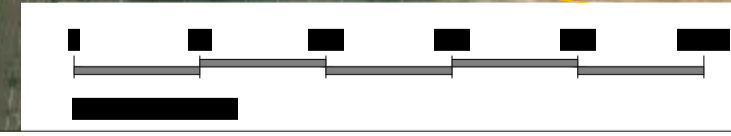
ZONA DE COMPRESIÓN Y CARGA

ACCESO HORMIGONADO  
DESDE CARRETERA CA-4105

ACCESO PSF

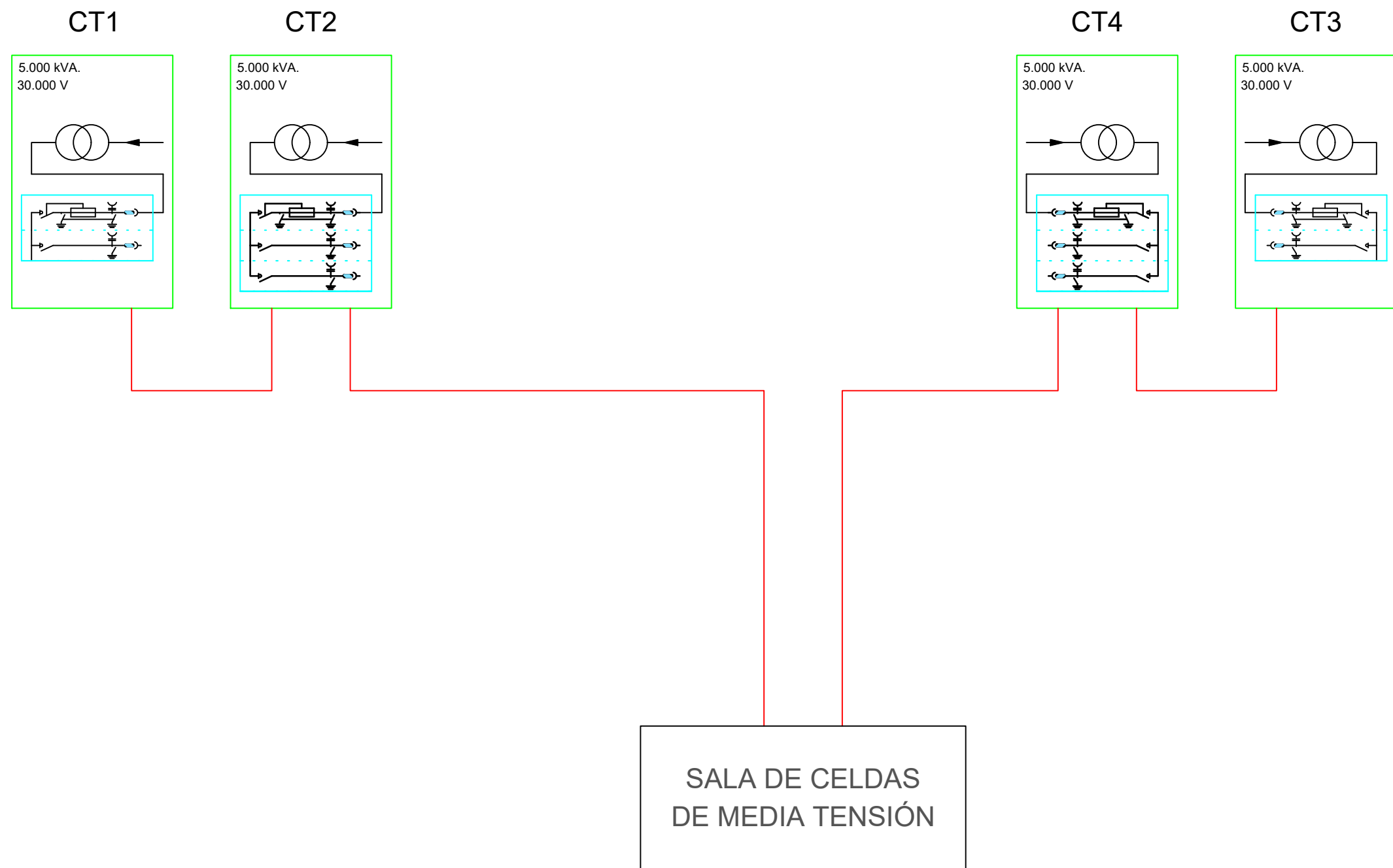
**PROYECTO "ABADÍN"**  
T.M. ARCOS DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

POLÍGONO 25 PARCELAS 19, 20, 21 y 22  
POLÍGONO 45 PARCELAS 10, 51, 52, 53 y 54  
SUP. CATASTRAL = 59.12 ha  
SUP. VALLADO = 51.71 ha  
UTM: 244497.17 - 4062953.43 / 30S



**ansasol**  
energía renovable

Paseo de Bolivia nº11, Parcela 238  
URB. ELVIRIA - 29604 Marbella  
Tel +34 952 76 56 66  
www.ansasol.com



Refundido del Proyecto Básico de Instalación solar fotovoltaica sobre terreno para autoconsumo sin excedentes de instalación generadora de Hidrógeno verde "ABADÍN" de 25 MW T.M. Arcos de la Frontera (CÁDIZ)		 Paseo de Bolivia n°11, Parcela 238 URB. ELVIRIA - 29604 Marbella Tel +34 952 76 56 66 www.ansasol.com	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR MT		Titular: 	<b>3</b>
		Fecha: MARZO 2025	Escala: S/E