



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Estudio de instalación de planta fotovoltaica  
conectada a la red eléctrica

Study of the installation of a photovoltaic plant  
connected to the grid

Autor/es

**Pedro Avellaneda Escámez**

Director/es

**Antonio Montañés Espinosa**

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2019



# Instalación Fotovoltaica

## RESUMEN

En el siguiente documento, se realiza un estudio para implantar una instalación fotovoltaica sobre la cubierta del edificio Betancourt de la Universidad de Zaragoza (EINA). Para su resolución se han analizado los distintos problemas que impedirían o dificultarían la instalación además de los rendimientos que cada solución podría llegar a tener.

Se ha estudiado la rentabilidad y viabilidad de la ejecución de la instalación. También se han estudiado las distintas normativas que regulan las tipologías de instalaciones fotovoltaicas así como las normativas que regulan la ejecución de las instalaciones.

Se han dimensionado los equipos necesarios, habiendo tenido que realizar para ello un estudio del mercado actual, y hecho esto se han elegido los equipos que más se han ajustado a esta tipología de instalación.

## INDICE

### Contenido

1.	Memoria.....	1
1.1.	Introducción .....	1
1.2.	Objeto y datos del proyecto.....	1
1.3.	Alcance .....	1
1.4.	Antecedentes .....	1
2.	Requisitos de diseño .....	3
2.1.	Datos de partida.....	3
2.2.	Ubicación y características del emplazamiento .....	3
2.3.	Datos meteorológicos .....	4
2.4.	Análisis de la demanda energética.....	8
2.5.	Análisis del entorno y soluciones propuestas. ....	9
3.	Descripción de los equipos dimensionados “Opción C” .....	14
3.1.	Configuración de la planta .....	14
3.2.	Módulo fotovoltaico.....	17
3.3.	Inversores.....	18
3.4.	AC Combiner Box.....	20
3.5.	Tipo de instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo .....	21
4.	Estudio “Opción D” .....	23
4.1.	Normativa.....	23
4.2.	Diseño planta .....	24
4.3.	Descripción de los equipos dimensionados “Opción D” .....	24
4.4.	Estudio económico .....	25
5.	Conclusión .....	30
6.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	31
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>32</b>

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Irradiación diaria en Ángulo Óptimo  $36^\circ$
- Figura 2.** Irradiación diaria en Ángulo Óptimo  $36^\circ$
- Figura 3.** Velocidad media del viento, en km/h
- Figura 4.** Análisis temperatura en Zaragoza
- Figura 5.** Análisis Consumos Edificio Betancourt
- Figura 6.** Análisis Consumos Edificio Betancourt en Períodos (P1,P2,P3)
- Figura 7.** Estructura de 9 paneles horizontales en 3 filas de 3
- Figura 8.** Diseño de planta con estructura 3H3
- Figura 9.** Estructura de 4 paneles verticales en 1 fila de 4
- Figura 10.** Estructura de 1 panel en disposición horizontal
- Figura 11.** Diseño de planta con estructura 1H
- Figura 12.** Distancias mínimas para evitar sombreado
- Figura 13.** Estudio distancias mínimas de sombreado
- Figura 14.** Distribución de potencias
- Figura 15.** Configuración eléctrica planta fotovoltaica
- Figura 16.** Distribución inversores por caja AC Combiner
- Figura 17.** Esquema de conexión a red con sistema antivertido
- Figura 18.** Diseño de planta limitada a 100kVA
- Figura 19.** Estudio ahorro económico Opción C
- Figura 20.** Estudio amortización Opción C
- Figura 21.** Estudio ahorro económico Opción D
- Figura 22.** Estudio amortización Opción D



# MEMORIA

## 1. Memoria

### 1.1. Introducción

En el siguiente proyecto se estudia la viabilidad, cálculo y diseño de una instalación fotovoltaica conectada a la red interna del edificio y situada sobre las azoteas del edificio Betancourt de la Universidad de Zaragoza, cuya principal finalidad será la del autoconsumo.

### 1.2. Objeto y datos del proyecto

El principal objeto del proyecto es analizar el impacto económico que supondría dicha instalación, el estudio de la viabilidad de distintas soluciones, materiales necesarios y simulaciones de implementación.

Con este tipo de proyecto se pretendería:

- Reducir los costes en la factura eléctrica global del edificio.
- Contribuir a la creación de energía limpia para reducir la contaminación.
- Servir de referencia como ejemplo de edificio sostenible.

### 1.3. Alcance

El alcance del proyecto consistirá en los siguientes puntos:

- Cálculo y dimensionado de la instalación sobre las azoteas del edificio.
- Descripción de la instalación solar fotovoltaica diseñada y sus componentes.
- Estudio legal y económico sobre la viabilidad de la instalación.
- Presupuesto de la instalación.

### 1.4. Antecedentes

Analizando el Boletín Oficial del Estado observamos esta trayectoria seguida en el marco del autoconsumo:

El **9 de octubre de 2015** se aprueba el Real Decreto 900/2015, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

El **7 diciembre 2018** El Gobierno autoriza la tramitación urgente de las condiciones técnicas y administrativas del autoconsumo de energía

- El **autoconsumo energético** consiste en el uso de la energía generada por una instalación para el consumo propio.
- El desarrollo del autoconsumo garantiza a los consumidores el acceso a alternativas más baratas y respetuosas con los límites del planeta, contribuye a reducir las necesidades de la red eléctrica, genera mayor independencia energética y permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, es una actividad generadora de empleo vinculado a la transición ecológica, como ya se ha demostrado en países de nuestro entorno.

**El 5 de abril de 2019** El Gobierno aprueba el Real Decreto por el que se regulan las condiciones del autoconsumo

El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, completa el marco regulatorio sobre autoconsumo, impulsado con el Real Decreto-ley 15/2018 que derogó el denominado impuesto al sol, aportando certidumbre y seguridad a los usuarios. En particular desarrolla:

- las **condiciones** administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica,
- define las **instalaciones próximas** a efectos de autoconsumo,
- desarrolla el autoconsumo **individual y colectivo**,
- establece un sistema de **compensación simplificada** entre los déficits de los consumidores y los excedentes de sus instalaciones de autoconsumo, y
- organiza el **registro administrativo de autoconsumo** de energía eléctrica así como su procedimiento de inscripción que no supondrá carga administrativa para los consumidores.

## 2. Requisitos de diseño

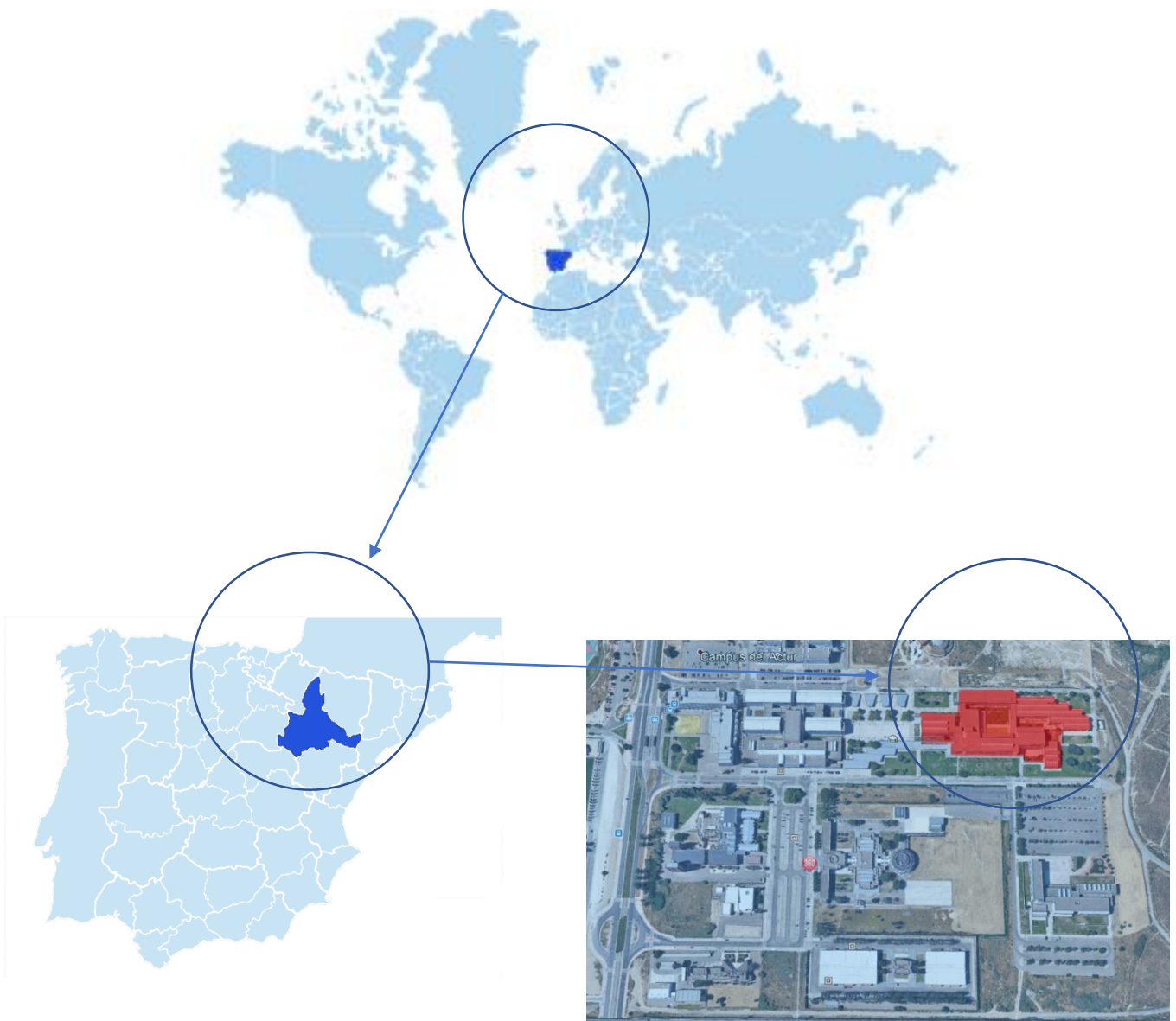
### 2.1. Datos de partida

Los datos de partida del proyecto para la instalación fotovoltaica en la cubierta del Betancourt son:

- Planos de distribución y superficies y facturas eléctricas del año 2018 del propio edificio.

### 2.2. Ubicación y características del emplazamiento

El edificio se encuentra en la provincia de Zaragoza, Aragón (España) cuyas coordenadas geográficas son: 41°41'00.3"N 0°53'04.1"W



C/ María de Luna s/n Edf. Betancourt 50018, Zaragoza



### 2.3. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos necesarios para el diseño y desarrollo del sistema fotovoltaico necesarios para el estudio son principalmente irradiación y temperatura aunque al tratarse de la ciudad de Zaragoza también tendremos en cuenta los datos con relación al viento.

- ❖ **Irradiación:** Obtenida a través del denominado PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) desarrollado por la Comisión Europea a través del “joint Research Centre-Institute for energy and Transport”, con objeto de contribuir a la implantación de las energías renovables en la Unión Europea. La aplicación PVGIS nos va a proporcionar valores medios de la irradiación diaria, mensual y anual global, en superficies horizontales e inclinadas.

En primer lugar, para obtener estos datos en PVGIS hay que meter 2 ángulos como parámetros de entrada. El primero de ellos es el ángulo de inclinación óptima del módulo fotovoltaico. Para el cálculo del ángulo óptimo hay muchas fórmulas matemáticas y en el propio PVGIS podemos calcular nuestro ángulo óptimo simplemente seleccionando nuestras coordenadas geográficas de estudio. Obtenemos un ángulo de 36°.

El segundo ángulo a introducir en PVGIS es el ángulo de desfase que va a tener nuestro panel con respecto al sur geográfico (conocido como ángulo Azimutal),

Una vez introducidos estos datos obtenemos los siguientes resultados:

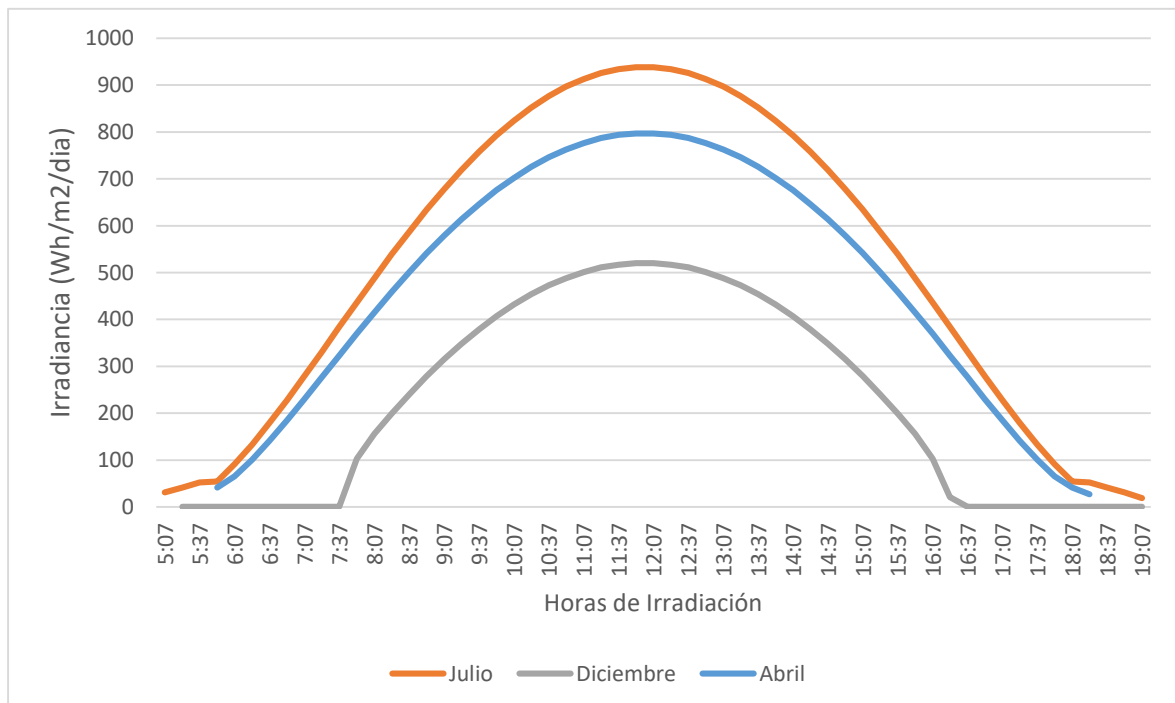
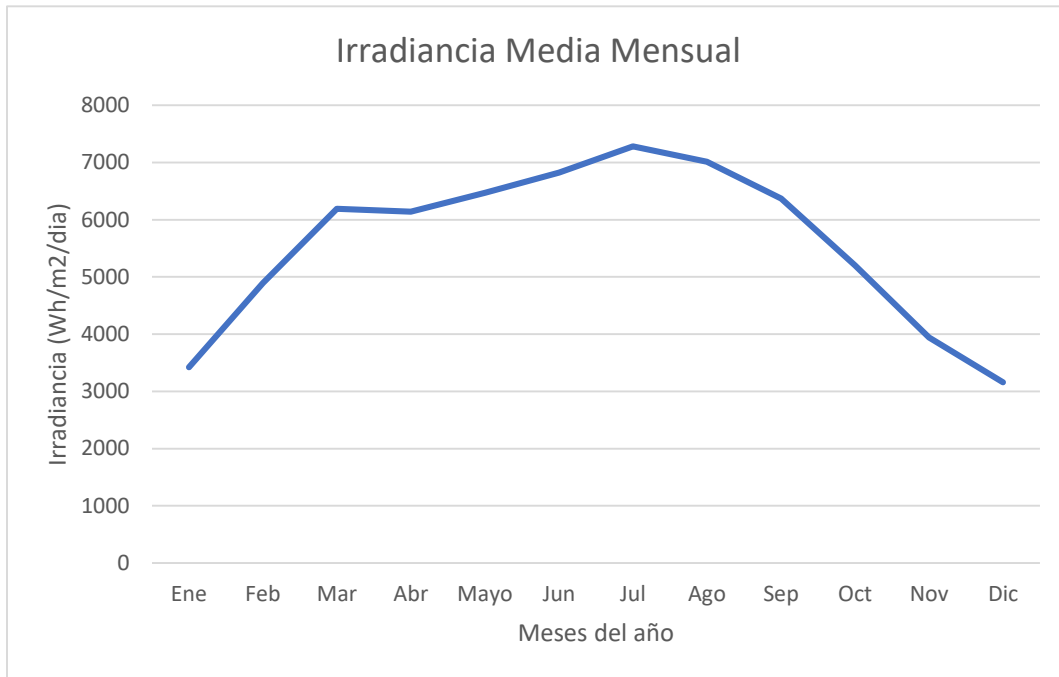


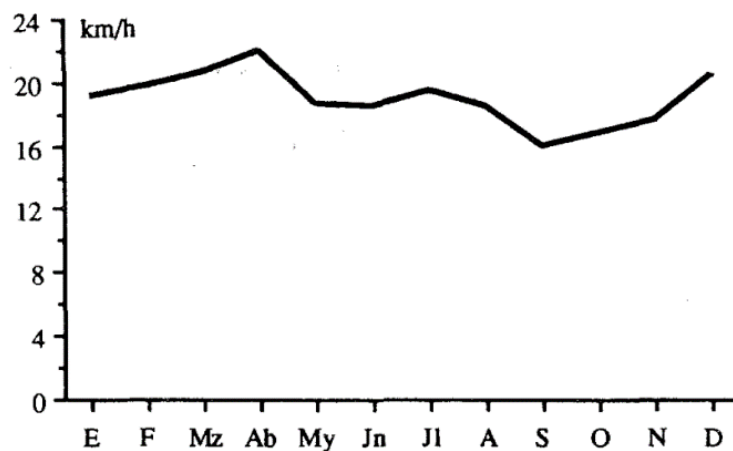
Figura 1. Irradiación diaria en Ángulo Óptimo 36°



**Figura 2.** Irradiación diaria en Ángulo Óptimo 36°

A la vista de ambas gráficas observamos que tenemos unos valores de radiación diaria mayor en los meses de verano y obtenemos valores muy bajos de radiación en meses de invierno. A nivel global observamos lo mismo en los valores de irradiancia mensual.

- ❖ **Viento:** Obtenemos la siguiente tabla de un estudio de la Universidad de Zaragoza realizado por M<sup>a</sup> Luz Hernández Navarro. A su vez para su estudio fueron utilizados datos del Instituto Nacional de Meteorología.



**Figura 3.** Velocidad media del viento, en km/h

*“En un 60% de las ocasiones el viento se observa con una velocidad superior a los 12 km/h., velocidad umbral a partir de la que los efectos comienzan a ser más perjudiciales que beneficiosos. Un 43% de las ocasiones sopla con una velocidad superior a los 20 km/h y en un 16% supera los 30 Km/h. Se registran rachas máximas con velocidades de más de 100 km/h.”*

- ❖ **Temperatura:** Obtenida a través del instituto aragonés de estadística (IAEST).  
(Fuente: Secretaría General Técnica. Servicio de Estudios, Análisis e Información. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.)

	Temperatura máxima absoluta (°C)	Temperatura mínima absoluta (°C)	Temperatura media de medias (°C)
<b>2018</b>			
<b>Enero</b>			
50297 Zaragoza	19.7	-0.6	8.7
<b>Febrero</b>			
50297 Zaragoza	19.9	-2.9	6.8
<b>Marzo</b>			
50297 Zaragoza	22.7	1.9	10.7
<b>Abril</b>			
50297 Zaragoza	26.6	3.0	14.7
<b>Mayo</b>			
50297 Zaragoza	28.4	5.5	18.4
<b>Junio</b>			
50297 Zaragoza	35.4	13.3	22.9
<b>Julio</b>			
50297 Zaragoza	37.6	17.7	27.1
<b>Agosto</b>			
50297 Zaragoza	39.2	15.4	26.4
<b>Septiembre</b>			
50297 Zaragoza	34.3	12.1	23.7
<b>Octubre</b>			
50297 Zaragoza	28.3	2.1	16.5
<b>Noviembre</b>			
50297 Zaragoza	22.8	2.1	11.6
<b>Diciembre</b>			
50297 Zaragoza	18.5	-2.0	8.6

**Figura 4.** Análisis temperatura en Zaragoza

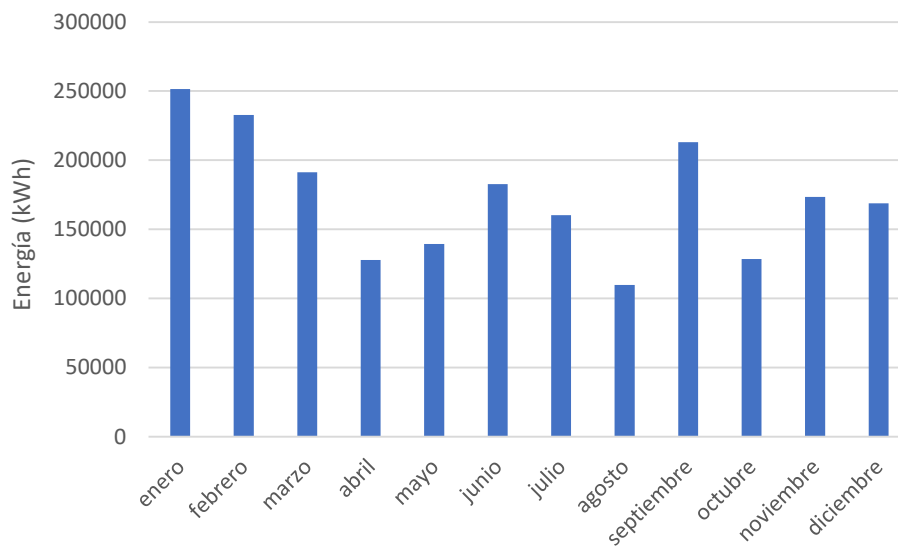


De la tabla de la Figura 4, nos interesa especialmente el valor de la temperatura mínima más extrema, ya que esta influye directamente en la tensión de circuito abierto de nuestro sistema y es un parámetro clave de diseño.

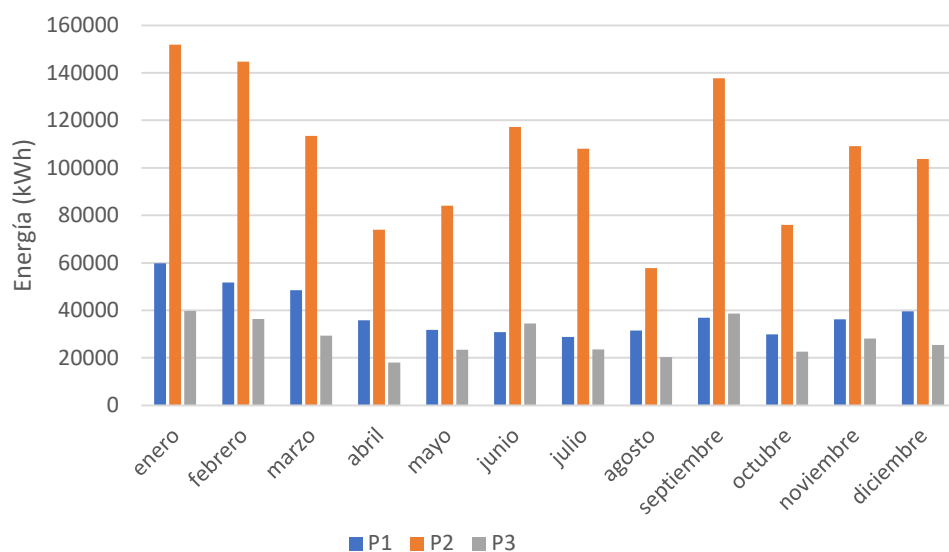
#### 2.4. Análisis de la demanda energética

Realizamos un estudio de los consumos del edificio. Entre los principales encontramos:

- Aire acondicionado y calefacción (según la época del año)
- Alumbrado y fuerza
- Cafetería y restauración con cocina (lo que implica hornos, ventilación, y otros consumos importantes)
- Laboratorios de ensayos con equipos y maquinaria de potencia elevada.



**Figura 5.** Análisis Consumos Edificio Betancourt



**Figura 6.** Análisis Consumos Edificio Betancourt en Períodos (P1,P2,P3)

- Siendo P1 VALLE: 00.00h a 08.00h
- Siendo P2 LLANO: 08.00h a 18.00h y de 22.00h a 00.00
- Siendo P3 PUNTA: 18.00H a 22.00h

Observamos que Enero tiene el mayor consumo del período de invierno y del año completo. Esto se puede deber a que:

-Es el mes más frío y la calefacción está a pleno rendimiento

-Se inicia el período de exámenes y las aulas, bibliotecas, cafetería, tienen mayor demanda.

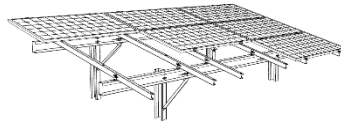
En agosto observamos el mes de menor consumo, ya que la universidad está cerrada por vacaciones aunque a pesar de ello hay consumos permanentes que tienen que estar siempre en funcionamiento.

Por otro lado, septiembre es el mes de mayor consumo de la época de verano-otoño. Esto se debe a que coincide con convocatoria de exámenes e inicio de curso. Además en septiembre, todavía es utilizado el aire acondicionado, lo que supone también un importante peso sobre el consumo mensual.

### *2.5. Análisis del entorno y soluciones propuestas.*

Observamos que nuestro edificio dispone de una orientación Sur ( $0^\circ$ ). La cubierta del edificio es totalmente horizontal.

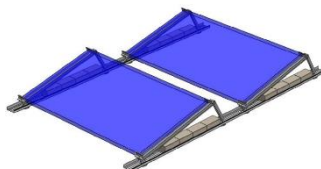
Solución A) Sistema 3H3 fijo  $30^\circ$



Solución B) Sistema 1V  $30^\circ$

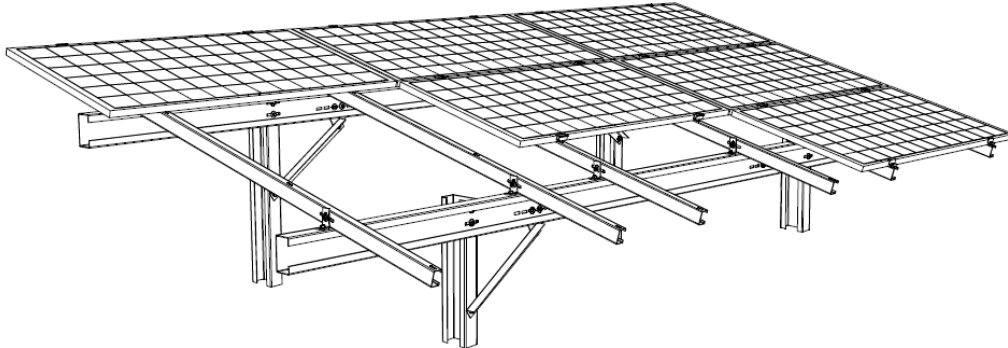


Solución C) Sistema 1H  $15^\circ$



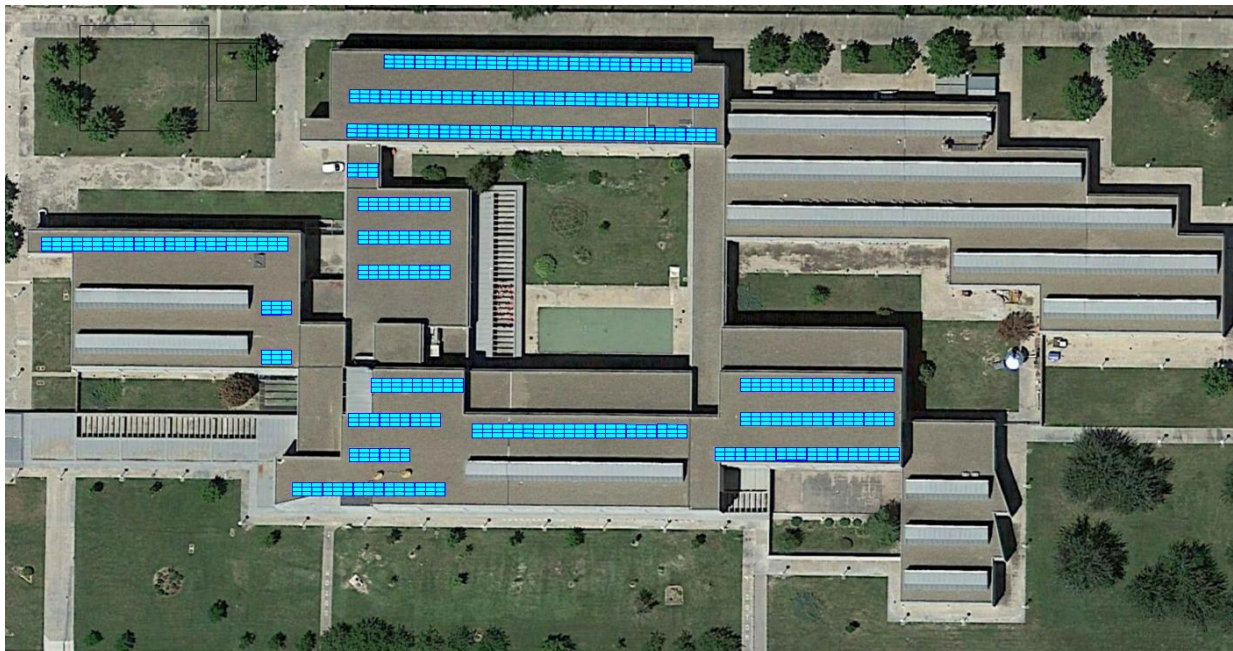
En las páginas siguientes se detallan las opciones descritas:

A) SISTEMA 3H3 FIJO



**Figura 7.** Estructura de 9 paneles horizontales en 3 filas de 3

Se valora la siguiente estructura 3H3 con 30 grados de inclinación para instalar en la cubierta del edificio. Las 4 patas de la estructura irían embebidas a unos bloques de hormigón como forma de anclaje. Tras realizar el estudio de sombras proyectadas y distancia entre filas obtendríamos la siguiente disposición:



**Figura 8.** Diseño de planta con estructura 3H3

Con esta tipología de instalación tendríamos:

- Potencia instalada: 283 kWp
- Nº Mesas 3H3: 90
- Nº Módulos (350 Wp): 810

Nos disponemos a realizar la instalación y para ello tenemos que tener en cuenta estos factores importantes:

- Las cubiertas de un edificio están diseñadas para soportar de media **500kg/m<sup>2</sup>**. Los contrapesos (bloques de hormigón) que habría que poner en cada estructura tienen un peso de 40kg/m<sup>2</sup>, por lo que estaríamos con este sistema estaríamos sobrecargando la cubierta del edificio pudiendo llegar a ocasionar un grave problema a medio-largo plazo.



A) SISTEMA 1V FIJO 30°



**Figura 9.** Estructura de 4 paneles verticales en 1 fila de 4

Después de realizar un estudio de mercado con distintos fabricantes encontramos esta solución para evitar la sobrecarga de la azotea. Consiste en una disposición de paneles verticales en serie. La solución dada también nos mantendría el mismo ángulo de inclinación que la solución 3H3 de 30°. El número de paneles a instalar, al tener que guardar menos distancia entre filas, va a ser similar, por lo que podríamos tener una planta en términos generales idéntica, evitando el problema de sobrecarga.

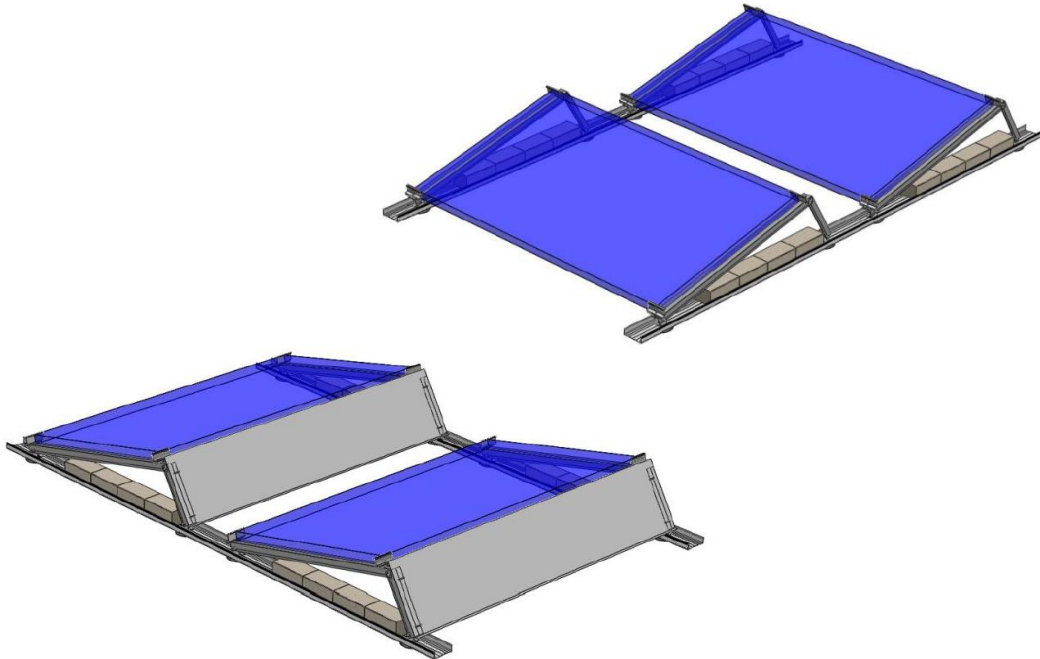
*\*Para ver más características de las estructuras ver [Anexo Documentación Técnica de Equipos](#)*

*\*Para ver rendimiento de la instalación ver [Anexo Energía producida](#)*

Dado que esta solución a términos de potencia, orientación, rendimiento, etc. sería idéntica a la solución A), asumimos los datos obtenidos para la simulación de A) válidos para B).

Como conclusión de esta opción de diseño podríamos decir que aunque a efectos de ligereza es viable su construcción, recordamos según hemos visto en el apartado 5.3 Datos meteorológicos – Viento, Zaragoza alcanza rachas en ocasiones de más de 100 km/h, y aunque esta estructura “en principio” estaría preparada para ello, seguimos con nuestro estudio para encontrar una solución que se adapte mejor a nuestro emplazamiento.

B) SISTEMA 1H 15°



**Figura 10.** Estructura de 1 panel en disposición horizontal

Finalmente estudiamos el sistema autoportante CSWIND de CSolar de una inclinación de 15°. Es una estructura muy ligera, para evitar sobrecargas en cubiertas, y a la vez con una alta protección contra la fuerza del viento gracias a los deflectores de viento de acero galvanizado que evitan que el viento penetre creando una fuerza de empuje en los módulos fotovoltaicos. Están sustentados por unos pequeños contrapesos pero que, en ningún caso, suponen un problema de sobrecarga a la estructura.

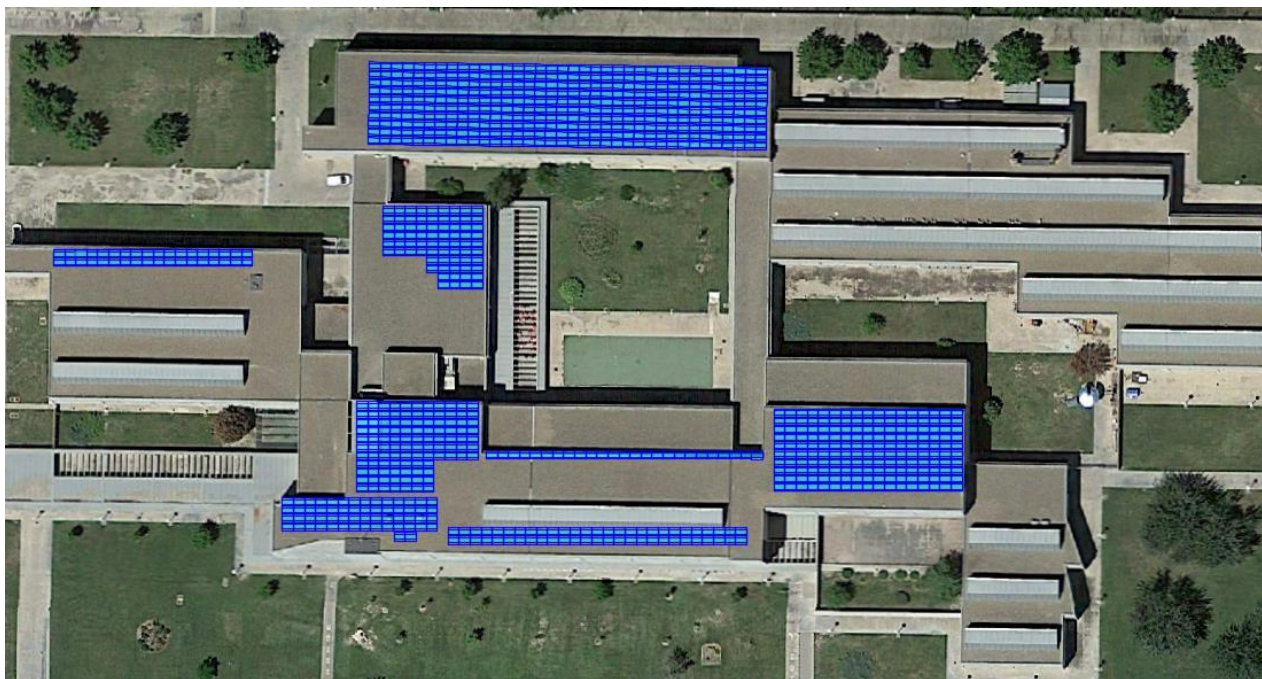
*\*Para ver más características de las estructuras ver [Anexo Documentación Técnica de Equipos](#)*

*\*Para ver rendimiento de la instalación ver [Anexo Energía producida](#)*

Esta opción tienen la desventaja de que el ángulo máximo de inclinación es de 15°, por lo que es de esperar que la energía máxima anual obtenida con respecto a las opciones anteriores vaya a ser menor. Pero por el contrario, representa la opción más segura y lógica. Es por esto que va a ser la opción que se va a desarrollar para el estudio económico.

### 3. Descripción de los equipos dimensionados “Opción C”

La OPCIÓN C será la opción a desarrollar en este TFG ya que presenta la opción más segura para Zaragoza al contar con esa protección mecánica a los fuertes vientos y su ligereza de cara a la sobrecarga de la cubierta. Por lo que todo el dimensionamiento de equipos será utilizado en base a esta instalación.



**Figura 11.** Diseño de planta con estructura 1H

#### 3.1. Configuración de la planta

- El generador fotovoltaico se dispondrá en las azoteas y solo se puede acceder de forma privada.

La configuración de los Strings se dimensiona teniendo en cuenta la  $V_{oc}$  (tensión de circuito abierto) del módulo de la siguiente manera:

$$V_{oc_{string}} = N^{\circ} \text{Módulos}_{serie} \times V_{oc_{módulo}}$$

$$V_{oc_{string}} = 18 \times 41,71 = 858,78 \text{ V}$$

Esto va a definir una instalación con un sistema a 1000V.

- El siguiente punto a tener en cuenta es la intensidad de cortocircuito y esto define el número de ramas en paralelo que podemos llegar a poner:

$$I_{sc_{máxima}} = N^{\circ} \text{Strings}_{paralelo} \times I_{sc_{módulo}}$$

$$I_{sc_{máxima}} = 5 \times 9,69 = 48,45 \text{ A}$$

- Tensión en el punto de máximo potencia:

$$V_{ppm} = N^{\circ} \text{Módulos}_{serie} \times V_{ppm}$$

$$V_{ppm} = 18 \times 38.23 = 688.14V$$

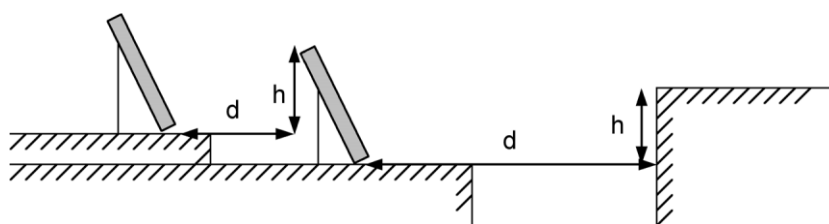
- Intensidad en el punto de máxima potencia:

$$I_{ppm} = \text{Strings}_{paralelo} \times I_{ppm}$$

$$I_{ppm} = 6 \times 9.15 = 54.9a$$

Toda la planta se orientará con un ángulo Azimutal de  $0^{\circ}$  y un ángulo de inclinación de  $15^{\circ}$ .

Las azoteas donde se dispondrá la planta fotovoltaica están hecha a distintas alturas y encontramos a demás obstáculos que condicionan el diseño de la misma. Por ello hay que realizar un estudio para calcular las distancias a las que pueden colocarse estos módulos de los obstáculos en función de su altura. Hay distintas formas de hacer este cálculo y para esta planta se ha seguido la fórmula recomendada por el “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red” del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)

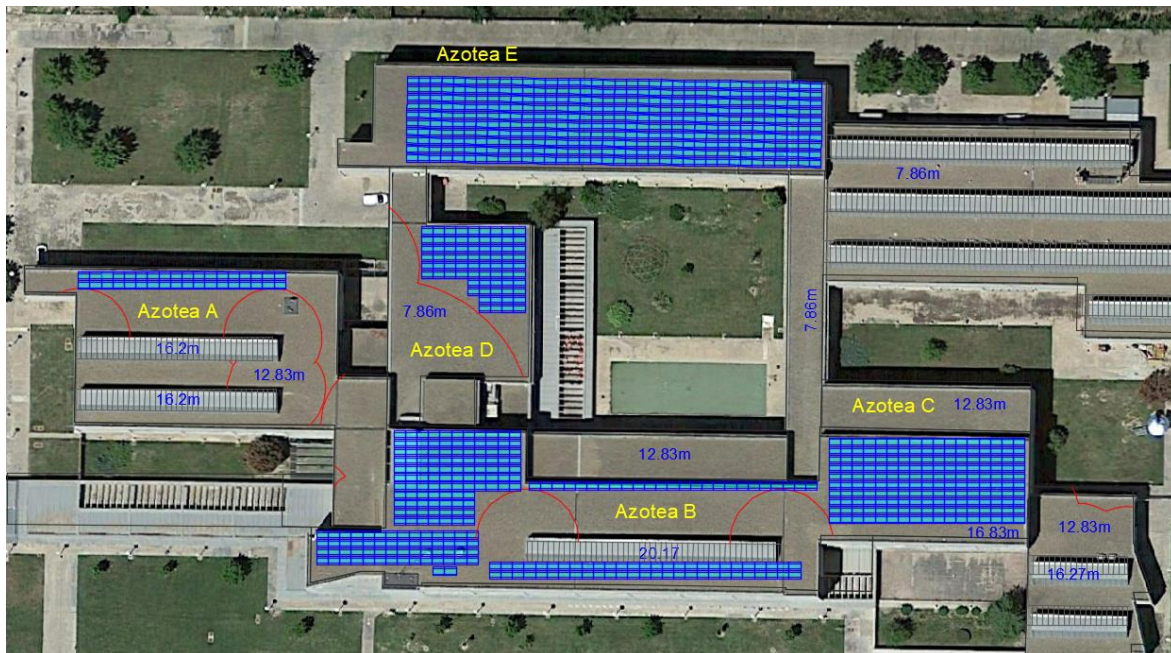


**Figura 12.** Distancias mínimas para evitar sombreado

La distancia **d**, medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura **h** que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

$$d = \frac{h}{\tan(61^{\circ} - \text{latitud})}$$

Después de realizar los distintos cálculos de distancias para evitar sombreados se obtiene el siguiente diseño de planta:



**Figura 13.** Estudio distancias mínimas de sombreado

Con esta tipología de instalación, nuestra planta fotovoltaica tiene 882 módulos PV:

- Azotea A: 54 módulos (3 Strings de 18 módulos)
- Azotea B: 396 módulos (22 Strings de 18 módulos)
- Azotea E: 360 módulos (20 Strings de 18 módulos)
- Azotea D: 72 módulos (4 Strings de 18 módulos)

Por lo que la potencia instalada total será :

$$P_{total} = 882 \times 350Wp = 308,700 Wp$$

### 3.2. Módulo fotovoltaico

El módulo a emplear será del fabricante Q.Antum, siendo el modelo el Q.PLUS L-G4.2-350Wp. Estos emplean tecnología de células de silicio policristalino.

El motivo de elegir este módulo es que con esta tecnología de Silicio policristalino conseguimos una buena relación rendimiento / coste de instalación / mantenimiento, ya que se trata de una de las tecnologías que mayor madurez tecnológica posee en la actualidad.

Estas son sus características generales:

MECHANICAL SPECIFICATION	
<b>Format</b>	78.5 in × 39.4 in × 1.38 in (including frame) (1994 mm × 1000 mm × 35 mm)
<b>Weight</b>	52.9 lbs (24 kg)
<b>Front Cover</b>	0.13 in (3.2mm) thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology
<b>Back Cover</b>	Composite film
<b>Frame</b>	Anodized aluminum
<b>Cell</b>	6 × 12 Q.ANTUM solar cells
<b>Junction box</b>	3.35-4.53 in × 2.36-3.15 in × 0.59-0.75 in (85-115 × 60-80 × 15-19mm), Protection class ≥ IP67, with bypass diodes
<b>Cable</b>	4 mm <sup>2</sup> Solar cable; (+) ≥ 47.24 in (1200mm), (-) ≥ 47.24 in (1200mm)
<b>Connector</b>	MC4 or MC4-EVO 2, IP65 and IP68

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
POWER CLASS		340	345	350	355	
MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC <sup>1</sup> (POWER TOLERANCE +5W / -0W)						
Minimum	Power at MPP <sup>2</sup>	P <sub>MPP</sub> [W]	340	345	350	355
	Short Circuit Current*	I <sub>SC</sub> [A]	9.59	9.64	9.69	9.74
	Open Circuit Voltage*	V <sub>OC</sub> [V]	47.07	47.46	47.71	47.97
	Current at MPP*	I <sub>MPP</sub> [A]	9.03	9.09	9.15	9.21
	Voltage at MPP*	V <sub>MPP</sub> [V]	37.63	37.93	38.23	38.52
	Efficiency <sup>2</sup>	η [%]	≥ 17.1	≥ 17.3	≥ 17.6	≥ 17.8
MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NOC <sup>3</sup>						
Minimum	Power at MPP <sup>2</sup>	P <sub>MPP</sub> [W]	252.1	255.8	259.5	263.2
	Short Circuit Current*	I <sub>SC</sub> [A]	7.73	7.77	7.81	7.85
	Open Circuit Voltage*	V <sub>OC</sub> [V]	43.92	44.29	44.53	44.77
	Current at MPP*	I <sub>MPP</sub> [A]	7.09	7.14	7.19	7.24
	Voltage at MPP*	V <sub>MPP</sub> [V]	35.56	35.83	36.10	36.36

<sup>1</sup>1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, spectrum AM 1.5G    <sup>2</sup>Measurement tolerances STC ±3%; NOC ±5%    <sup>3</sup>800W/m<sup>2</sup>, NOCT, spectrum AM 1.5G    \* typical values, actual values may differ

Nuestra planta fotovoltaica tiene 882 módulos PV

Por lo que la potencia instalada total será:

$$P_{total} = 882 \times 350Wp = 308,700 Wp$$

\*Para ver más características ver [Anexo Documentación Técnica de Equipos](#)

### 3.3. Inversores

El inversor es el encargado de convertir la corriente continua generada en corriente alterna de las mismas características de la red interior donde inyectará la energía nuestro sistema.

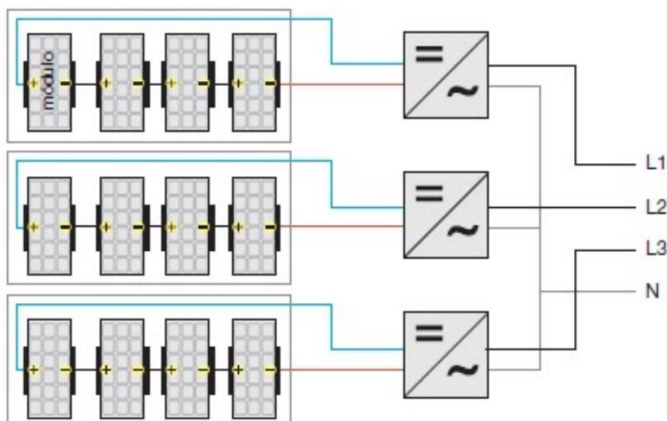
Para dimensionar los inversores tenemos que tener en cuenta las pérdidas que se producen en el sistema por rendimientos y conducciones eléctricas. Es por esto que los inversores deben estar con más potencia pico instalada que la potencia nominal de los propios inversores.

El ratio de sobredimensionado suele ser entre 1,2 y 1,5 aproximadamente.

Nº Inversor	Nº Strings por inversor	Potencia por inversor (W)	Potencia del inversor (W)	Ratio
1	3	18900	15000	1,26
2	4	25200	20000	1,26
3	5	31500	20000	1,58
4	4	25200	20000	1,26
5	4	25200	20000	1,26
6	5	31500	20000	1,58
7	4	25200	20000	1,26
8	5	31500	20000	1,58
9	5	31500	20000	1,58
10	5	31500	20000	1,58
11	5	31500	20000	1,58

**Figura 14.** Distribución de potencias

Para el diseño de la planta se ha elegido el Inversor de Strings y no un inversor central ya que son más fáciles de instalar en azoteas debido a su peso reducido. En nuestro caso hemos instalada 1 inversor de 15000W y 10 de 20000W, ya que es la combinación que mejor se ajusta a la distribución de la planta.



**Figura 15.** Configuración eléctrica planta fotovoltaica

El inversor de 15000W es el modelo PVSNVC15000 de la marca Schneider Electric y tiene una tensión de salida de 400/230V.

Los inversores de 20000W son del modelo SUN2000-20KTL de la marca Huawei y también disponen de una tensión de salida 400/230V.

Para ambos la tensión de trabajo es de hasta 1000V, y este es un parámetro importante a la hora de definir los Strings que, como hemos visto en ese apartado, tenían una tensión de circuito abierto  $V_{oc} = 858.78V$  por lo que estaríamos dentro del rango de trabajo.

*\*Para ver más características ver [Anexo Documentación Técnica de Equipos](#)*



### 3.4. AC Combiner Box

Para poder simplificar la instalación y llevar hasta el punto de conexión el menor número de circuitos posible utilizamos las AC Combiner Box.

El modelo es HAC-06-0301-13-A001 de la marca HISbox AC COMBINER.

Se dispondrá de una caja 1 en las azoteas B, D, E y de ellas partirá la acometida al punto de conexión.

Para dimensionar estas cajas hay que tener en cuenta el número de entradas disponibles (7 en este modelo) y la intensidad máxima de trabajo, que en nuestro estaríamos siempre por debajo de ese valor como podemos ver en la siguiente tabla:

Caja 1	Potencia (W)	Tensión de trabajo (V)	Intensidad por inversor (A)
IN2	25200	400	63,00
IN3	31500	400	78,75
IN4	25200	400	63,00
Total=			204,75

Caja 2	Potencia (W)	Tensión de trabajo (V)	Intensidad por inversor (A)
IN1	18900	400	47,25
IN7	25200	400	63,00
Total=			110,25

Caja 3	Potencia (W)	Tensión de trabajo (V)	Intensidad por inversor (A)
IN02	25200	400	63,00
IN03	31500	400	78,75
IN04	25200	400	63,00
IN05	25200	400	63,00
IN06	31500	400	78,75
Total=			346,50

**Figura 16.** Distribución inversores por caja AC Combiner

\*Para ver más características ver [Anexo Documentación Técnica de Equipos](#)

### 3.5. Tipo de instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo

Para definir la tipología de nuestra instalación revisamos el R.D. 244/2019 *Artículo 4*, por el que se regulan las condiciones técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo

#### Artículo 4

a) *Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.* Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.a) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades se deberá instalar un mecanismo anti-vertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que será el sujeto consumidor.

b) *Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.* Corresponde a las modalidades definidas en el artículo 9.1.b) de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre. En estas modalidades las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo podrán, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que serán el sujeto consumidor y el productor.

a) *Modalidad con excedentes acogida a compensación:* Pertenece a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.

ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.

iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.

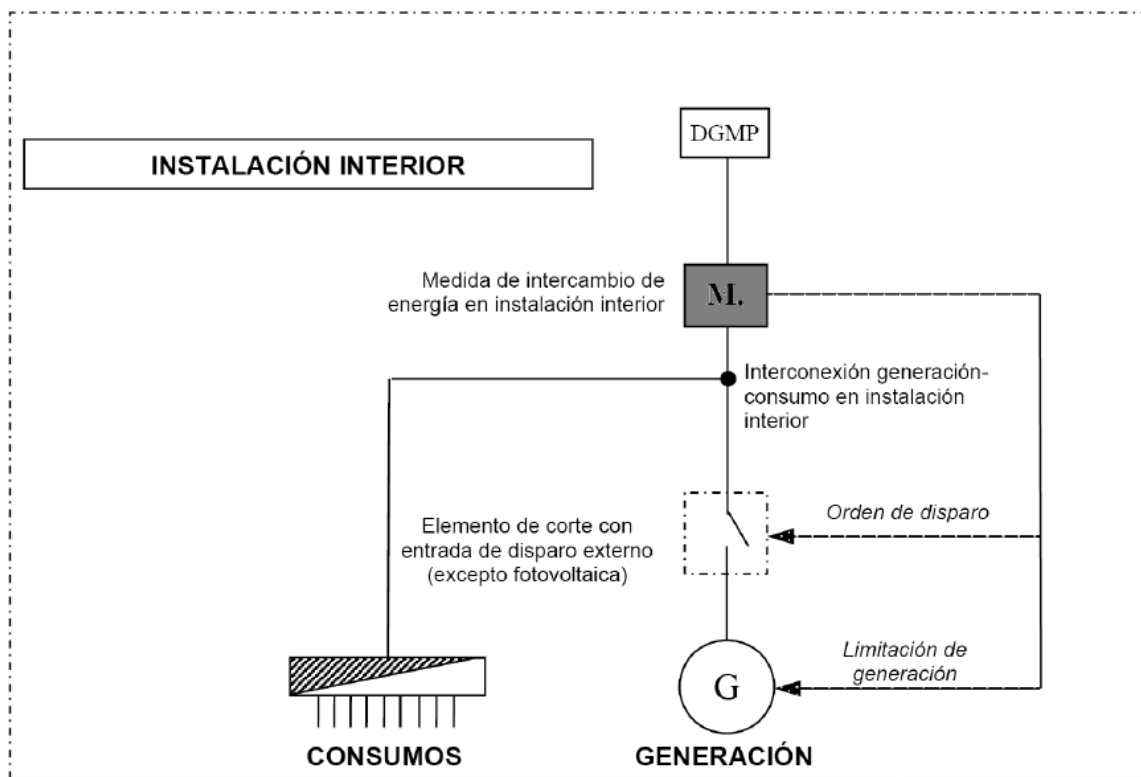
iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

b) *Modalidad con excedentes no acogida a compensación:* Pertenece a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a dicha modalidad.

Dado que nuestra planta tiene una potencia superior a 100kW nos acogemos a Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes. Para esta modalidad tendremos que instalar un sistema para evitar el vertido de energía a red y para ello revisamos la ITC-BT-40 Anexo I donde se recogen las particularidades anti-vertido.

La potencia en el punto de conexión a red debe mantenerse con saldo consumidor, siempre que exista un consumo interno superior al valor de tolerancia del sistema de medida, calculada como la suma de la clase de exactitud del equipo de medida de potencia y la clase de los transformadores o sondas de medida de corriente. Cualquier valor que incumpla el requisito anterior deberá de ser corregido en un tiempo inferior a 2 segundos, mediante la limitación de la generación, o su disparo.



**Figura 17.** Esquema de conexión a red con sistema anti-vertido

#### 4. Estudio “Opción D”

Según hemos visto en la opción anterior, el BOE sitúa nuestra instalación como una planta de autoconsumo sin excedentes, obligándola a instalar un sistema anti-vertido que impida la inyección de la energía excedentaria a la red de transporte o de distribución.

Esta última opción pretende ver qué instalación tendría que llevarse a cabo para poder acogerse a la modalidad de suministro de autoconsumo con compensación. Según el “Punto 2 del artículo 4 del R.D. 244/2019” tenemos las siguientes condiciones.

##### 4.1. Normativa

- a) *La Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenerán a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:*
- I. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.*
  - II. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.*
  - III. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.*
  - IV. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.*
  - V. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.*
- En el régimen económico previsto en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, prevé que el productor pueda vender la energía excedentaria o acogerse al mecanismo de compensación simplificado.*
  - Los consumidores que se acojan al mecanismo de compensación simplificada no podrán vender energía excedentaria, si la hubiera, mientras se encuentren acogidos a este mecanismo.*
  - En caso de que deseen hacerlo deberán renunciar a dicho mecanismo de compensación. Por tanto, en la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, el productor podrá vender la energía excedentaria, siempre y cuando no esté acogido al mecanismo de compensación.*
  - Cuando venda dicha energía horaria excedentaria, percibirá por la misma las contraprestaciones económicas correspondientes, de acuerdo a la normativa en vigor. En el caso de instalaciones con régimen retributivo específico se aplicará éste, en su caso, sobre dicha energía horaria excedentaria vertida.*

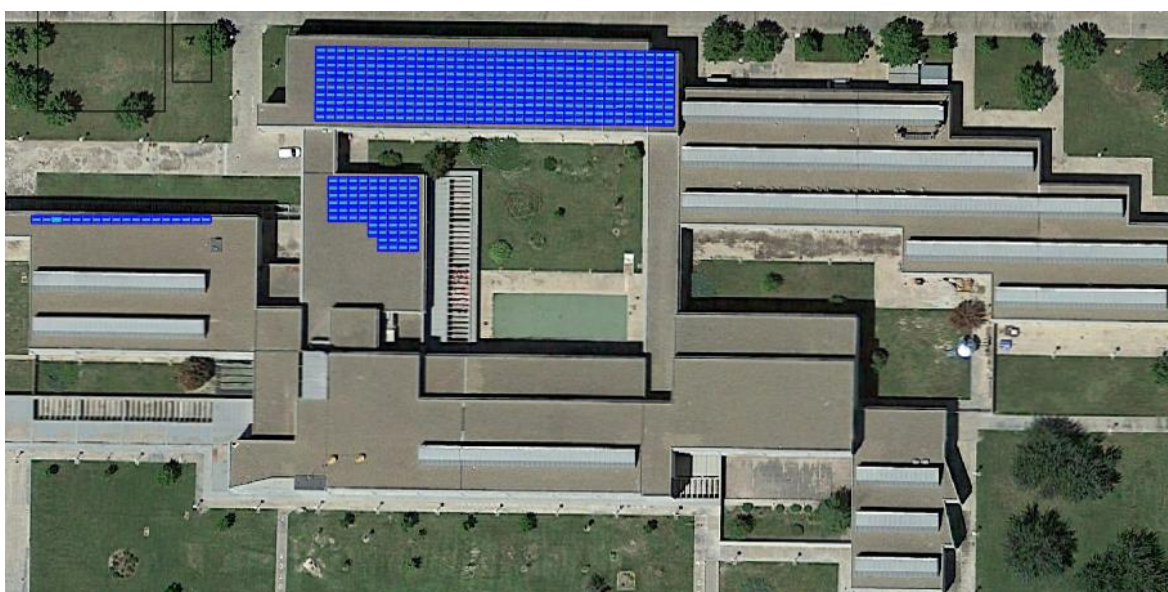
#### 4.2. Diseño planta

Para poder acogernos a esta modalidad vemos que tendríamos que reducir la potencia de la instalación instalada a no más de 100kW. Esto implicaría reducir a la tercera parte la instalación diseñada en la Opción C. Por otra parte, según observamos en el punto anterior, no podemos acogernos a compensación y venta de excedentes simultáneamente.

Según el R.D. 244/2019 Artículo 3 se define como potencia instalada la potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias máximas de los inversores.

Esto significa a que podríamos instalar hasta 5 inversores de 20kVA por ejemplo.

Nos disponemos pues a la realización de esta opción:



**Figura 18.** Diseño de planta limitada a 100kVA

#### 4.3. Descripción de los equipos dimensionados "Opción D"

Con esta tipología de instalación, nuestra planta fotovoltaica tiene 450 módulos PV:

- Azotea A: 18 módulos (1 Strings de 18 módulos)
- Azotea E: 360 módulos (20 Strings de 18 módulos)
- Azotea D: 72 módulos (4 Strings de 18 módulos)

Por lo que la potencia instalada total será :

$$P_{total} = 450 \times 350Wp = 157,500 Wp$$

#### 4.4. Estudio económico

Los siguientes datos los obtenemos de la empresa suministradora Endesa para realizar los cálculos referentes a la Tarifa 3.1.A.



##### Término de Energía €/kWh y mes

0,10787 Punta

0,10131 Llano

0,07664 Valle

Al tener los consumos de todo el año desglosados por períodos horarios podemos calcular nuestra factura exacta y, con las estimaciones realizadas de generación fotovoltaica (ver [Anexo Energía Producida](#)) podemos calcular cuánto sería el ahorro estimado.

Para hacer la estimación suponemos que durante los primeros 25 años de vida de la instalación vamos a tener una generación que supondrá un ahorro anual en la Opción C de **45.459,14€** y en la Opción D de **23.688,36€** (ver [Figura19 página 26](#) y [Figura21 página 28](#)).

A continuación se calculará el TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) de la inversión que se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión según esta fórmula:

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

- A: Desembolso inicial
- $Q_s$ : Flujo de la caja en el instante "s"
- n: nº de años que dura la inversión

Para los cálculos de mantenimiento se tendrá en cuenta el primer año 250€ de contrato de mantenimiento mensual (3000€ en total el primer año) y a partir de ese año además un incremento lineal anual que reflejaría las sustituciones de elementos defectuosos que fuesen apareciendo a lo largo de los 25 años de estudio de la planta.

A continuación se muestran los cálculos y las conclusiones de los mismos:

OPCIÓN C							
MES	PERIO.	Coste Periodo (€/kWh)	CONSUMO (sin instalación FV) (kWh)	FV Generada (kWh)	CONSUMO (con instalación FV) (kWh)	Consumo por periodos (€)	Ahorro (€)
Enero	P1	0,10787	59825	399,65	59425,35	6453,32	43,11
	P2	0,10131	151910	17199,53	134710,47	15390,00	1742,48
	P3	0,07664	39734	2400,82	37333,18	3045,21	184,00
Febrero	P1	0,10787	51660	818,26	50841,74	5572,56	88,27
	P2	0,10131	144745	23205,74	121539,26	14664,12	2350,97
	P3	0,07664	36308	3276,00	33032,00	2782,65	251,07
Marzo	P1	0,10787	48432	1939,54	46492,46	5224,36	209,22
	P2	0,10131	113453	32203,11	81249,89	11493,92	3262,50
	P3	0,07664	29353	4657,35	24695,65	2249,61	356,94
Abril	P1	0,10787	35817	24624,12	11192,88	3863,58	2656,20
	P2	0,10131	73917	13824,12	60092,88	7488,53	1400,52
	P3	0,07664	18065	4751,75	13313,25	1384,50	364,17
Mayo	P1	0,10787	31783	27609,68	4173,32	3428,43	2978,26
	P2	0,10131	84087	17069,02	67017,98	8518,85	1729,26
	P3	0,07664	23426	5521,30	17904,70	1795,37	423,15
Junio	P1	0,10787	30888	28050,00	2838,00	3331,89	3025,75
	P2	0,10131	117270	17850,00	99420,00	11880,62	1808,38
	P3	0,07664	34499	5100,00	29399,00	2644,00	390,86
Julio	P1	0,10787	28785	30084,52	0,00	3105,04	3245,22
	P2	0,10131	108041	18597,94	89443,06	10945,63	1884,16
	P3	0,07664	23496	6017,54	17478,46	1800,73	461,18
Agosto	P1	0,10787	31570	29291,13	2278,87	3405,46	3159,63
	P2	0,10131	57791	15653,77	42137,23	5854,81	1585,88
	P3	0,07664	20319	5555,10	14763,90	1557,25	425,74
Septiembre	P1	0,10787	36894	24600,00	12294,00	3979,76	2653,60
	P2	0,10131	137673	11890,67	125782,33	13947,65	1204,64
	P3	0,07664	38616	4509,33	34106,67	2959,53	345,59
Octubre	P1	0,10787	29896	20609,17	9286,83	3224,88	2223,11
	P2	0,10131	75979	8050,00	67929,00	7697,43	815,55
	P3	0,07664	22560	3540,83	19019,17	1729,00	271,37
Noviembre	P1	0,10787	36176	441,21	35734,79	3902,31	47,59
	P2	0,10131	109086	19005,46	90080,54	11051,50	1925,44
	P3	0,07664	28192	2653,33	25538,67	2160,63	203,35
Diciembre	P1	0,10787	39645	176,56	39468,44	4276,51	19,05
	P2	0,10131	103748	15398,85	88349,15	10510,71	1560,06
	P3	0,07664	25432	2124,59	23307,41	1949,11	162,83
		<b>TOTAL</b>	<b>2.079.071,00 kWh</b>	<b>448.700,00 kWh</b>	<b>1.631.670,52 kWh/año</b>	<b>205.269,48 €/año</b>	<b>45.459,14 €/año</b>

Figura 19. Estudio ahorro económico Opción C

Observamos como conclusión un ahorro anual de **45.459,14€ al año**. Utilizamos este dato como ahorro medio para la vida útil de la instalación.

Año	Ahorro anual (€)	Mantenimiento (€)	Beneficio neto (€)	Balance (€)
0	-264.874,83			-264.874,83
1	45.459,14	-3.000,00	42.459,14	-222.415,69
2	45.459,14	-3.150,00	42.309,14	-180.106,55
3	45.459,14	-3.300,00	42.159,14	-137.947,42
4	45.459,14	-3.450,00	42.009,14	-95.938,28
5	45.459,14	-3.600,00	41.859,14	-54.079,14
6	45.459,14	-3.750,00	41.709,14	-12.370,00
7	45.459,14	-3.900,00	41.559,14	29.189,14
8	45.459,14	-4.050,00	41.409,14	70.598,27
9	45.459,14	-4.200,00	41.259,14	111.857,41
10	45.459,14	-4.350,00	41.109,14	152.966,55
11	45.459,14	-4.500,00	40.959,14	193.925,69
12	45.459,14	-4.650,00	40.809,14	234.734,83
13	45.459,14	-4.800,00	40.659,14	275.393,96
14	45.459,14	-4.950,00	40.509,14	315.903,10
15	45.459,14	-5.100,00	40.359,14	356.262,24
16	45.459,14	-5.250,00	40.209,14	396.471,38
17	45.459,14	-5.400,00	40.059,14	436.530,52
18	45.459,14	-5.550,00	39.909,14	476.439,65
19	45.459,14	-5.700,00	39.759,14	516.198,79
20	45.459,14	-5.850,00	39.609,14	555.807,93
21	45.459,14	-6.000,00	39.459,14	595.267,07
22	45.459,14	-6.150,00	39.309,14	634.576,21
23	45.459,14	-6.300,00	39.159,14	673.735,34
24	45.459,14	-6.450,00	39.009,14	712.744,48
25	45.459,14	-6.600,00	38.859,14	751.603,62

**Figura 20.** Estudio amortización Opción C

Utilizando la función "TIR" de Excel tenemos que : TIR = **16.81%**

Calculamos ahora el PRC (período de retorno) con la siguiente fórmula:

$$PRC = A + \frac{B}{C} = 6,42$$

- A: Período de último flujo negativo
- B: Valor absoluto del último flujo negativo
- C: Valor del flujo siguiente

Por lo tanto en **6,42 años** habríamos amortizado la instalación.



OPCIÓN D							
MES	PERIO.	Coste Periodo (€/kWh)	CONSUMO (sin instalación FV) (kWh)	FV Generada (kWh)	CONSUMO (con instalación FV) (kWh)	Consumo por periodos (€)	Ahorro (€)
Enero	P1	0,10787	59825	207,82	59617,18	6453,32	22,42
	P2	0,10131	151910	8943,76	142966,24	15390,00	906,09
	P3	0,07664	39734	1248,43	38485,57	3045,21	95,68
Febrero	P1	0,10787	51660	425,62	51234,38	5572,56	45,91
	P2	0,10131	144745	12070,38	132674,62	14664,12	1222,85
	P3	0,07664	36308	1704,00	34604,00	2782,65	130,59
Marzo	P1	0,10787	48432	1009,76	47422,24	5224,36	108,92
	P2	0,10131	113453	16765,54	96687,46	11493,92	1698,52
	P3	0,07664	29353	2424,70	26928,30	2249,61	185,83
Abril	P1	0,10787	35817	12825,06	22991,94	3863,58	1383,44
	P2	0,10131	73917	7200,06	66716,94	7488,53	729,44
	P3	0,07664	18065	2474,87	15590,13	1384,50	189,67
Mayo	P1	0,10787	31783	14409,83	17373,17	3428,43	1554,39
	P2	0,10131	84087	8908,53	75178,47	8518,85	902,52
	P3	0,07664	23426	2881,63	20544,37	1795,37	220,85
Junio	P1	0,10787	30888	14630,00	16258,00	3331,89	1578,14
	P2	0,10131	117270	9310,00	107960,00	11880,62	943,20
	P3	0,07664	34499	2660,00	31839,00	2644,00	203,86
Julio	P1	0,10787	28785	15674,75	13110,25	3105,04	1690,84
	P2	0,10131	108041	9689,97	98351,03	10945,63	981,69
	P3	0,07664	23496	3135,28	20360,72	1800,73	240,29
Agosto	P1	0,10787	31570	15254,59	16315,41	3405,46	1645,51
	P2	0,10131	57791	8152,36	49638,64	5854,81	825,92
	P3	0,07664	20319	2893,05	17425,95	1557,25	221,72
Septiembre	P1	0,10787	36894	12840,00	24054,00	3979,76	1385,05
	P2	0,10131	137673	6206,35	131466,65	13947,65	628,77
	P3	0,07664	38616	2353,65	36262,35	2959,53	180,38
Octubre	P1	0,10787	29896	10752,61	19143,39	3224,88	1159,88
	P2	0,10131	75979	4200,00	71779,00	7697,43	425,50
	P3	0,07664	22560	1847,39	20712,61	1729,00	141,58
Noviembre	P1	0,10787	36176	229,59	35946,41	3902,31	24,77
	P2	0,10131	109086	9889,72	99196,28	11051,50	1001,93
	P3	0,07664	28192	1380,69	26811,31	2160,63	105,82
Diciembre	P1	0,10787	39645	91,87	39553,13	4276,51	9,91
	P2	0,10131	103748	8012,62	95735,38	10510,71	811,76
	P3	0,07664	25432	1105,51	24326,49	1949,11	84,73
		<b>TOTAL</b>	<b>2.079.071,00 kWh</b>	<b>233.810,00 kWh</b>	<b>1.845.261,00 kWh/año</b>	<b>205.269,48 €/año</b>	<b>23.688,36 €/año</b>

Figura 21. Estudio ahorro económico Opción D

Observamos como conclusión un ahorro anual de **23.688,36€ al año**. Utilizamos este dato como ahorro medio para la vida útil de la instalación.

OPCIÓN D				
Año	Ahorro anual (€)	Mantenimiento (€)	Beneficio neto (€)	Balance (€)
0	-137.571,13			-137.571,13
1	23.686,36	-3.000,00	20.686,36	-116.884,77
2	23.686,36	-3.150,00	20.536,36	-96.348,41
3	23.686,36	-3.300,00	20.386,36	-75.962,05
4	23.686,36	-3.450,00	20.236,36	-55.725,69
5	23.686,36	-3.600,00	20.086,36	-35.639,33
6	23.686,36	-3.750,00	19.936,36	-15.702,97
7	23.686,36	-3.900,00	19.786,36	4.083,39
8	23.686,36	-4.050,00	19.636,36	23.719,75
9	23.686,36	-4.200,00	19.486,36	43.206,11
10	23.686,36	-4.350,00	19.336,36	62.542,47
11	23.686,36	-4.500,00	19.186,36	81.728,83
12	23.686,36	-4.650,00	19.036,36	100.765,19
13	23.686,36	-4.800,00	18.886,36	119.651,55
14	23.686,36	-4.950,00	18.736,36	138.387,91
15	23.686,36	-5.100,00	18.586,36	156.974,27
16	23.686,36	-5.250,00	18.436,36	175.410,63
17	23.686,36	-5.400,00	18.286,36	193.696,99
18	23.686,36	-5.550,00	18.136,36	211.833,35
19	23.686,36	-5.700,00	17.986,36	229.819,71
20	23.686,36	-5.850,00	17.836,36	247.656,07
21	23.686,36	-6.000,00	17.686,36	265.342,43
22	23.686,36	-6.150,00	17.536,36	282.878,79
23	23.686,36	-6.300,00	17.386,36	300.265,15
24	23.686,36	-6.450,00	17.236,36	317.501,51
25	23.686,36	-6.600,00	17.086,36	334.587,87

Figura 22. Estudio amortización Opción D

Utilizando la función "TIR" de Excel tenemos que : TIR = **16.87%**

Calculamos ahora el PRC (período de retorno) con la siguiente fórmula:

$$PRC = A + \frac{B}{C} = 6,44$$

- A: Período de último flujo negativo
- B: Valor absoluto del último flujo negativo
- C: Valor del flujo siguiente

Por lo tanto en **6,44 años** habríamos amortizado la instalación.

## 5. Conclusión

Una vez realizado el estudio completo de soluciones hemos visto que dadas las condiciones climatológicas de Zaragoza, la solución “C” era la única solución fiable que se adaptaba perfectamente a este clima, a veces extremo, en cuanto al viento al tener una protección mecánica que evita que se produzcan fuerzas de empuje que puedan dañar o incluso expulsar de la propia estructura.

Diseñando y dimensionando la opción “C” hemos observado que tendríamos instalada una potencia pico de **308 kWp** en la azotea que reduciría en un **21,5%** la factura eléctrica anual. Para poder llevar a cabo esta instalación tendríamos que instalar el sistema anti-vertido a red para poder acogernos a la modalidad de autoconsumo sin excedentes, por lo que no podríamos en ningún caso verter a red.

Por otro lado, la opción “D” se plantea con una potencia máxima de salida de **100kVA** para poder acogerse a la modalidad de autoconsumo con excedentes, que implicaría que en períodos de bajo consumo (sobre todo en los días festivos o en periodo vacacional) poder vender los excedentes a la red eléctrica. Según la normativa el precio del kWh de excedente se fijará en el contrato de suministro por lo que para este estudio de viabilidad se han considerado nulos estos excedentes. En cualquier caso considerando únicamente la potencia de autoconsumo, la factura eléctrica anual se reduciría en un **11,25%**

En cualquiera de las 2 opciones hemos visto que tanto el TIR como el período de retorno son prácticamente idénticos, por lo que no sería un factor que decantase la solución a tomar y ambas opciones traerían beneficio económico.

Si nos instalásemos en la modalidad con excedentes es cierto que podríamos aprovechar esa energía generada y sacar beneficio por ella pero también hay que tener en cuenta que el precio del kWh de venta es mucho menor que el kWh de compra rondando los 0,04€/kWh. Además habría que pagar por cada kWh el peaje de acceso a la red.

Si nos instalásemos en la modalidad sin excedentes anualmente el ahorro de la factura tendría mucho más impacto y podríamos tener un beneficio a largo plazo mayor que si limitamos la instalación a 100kVA ya que si consideramos que los días de no actividad de la Universidad serían principalmente los festivos y el mes de agosto (aproximadamente un 16.4% de los días del año estaríamos vendiendo excedentes).

En cualquier caso espero que este proyecto haya podido servir como un estudio previo a la implantación en el edificio y pueda utilizarse de referencia.

En Zaragoza a 22 de noviembre de 2019

El ingeniero Eléctrico:

Pedro Avellaneda Escámez

## 6. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). Datos climatológicos
- [2] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) 2002
- [3] Apuntes Instalaciones con Energías Renovables – Metodología y Diseño (Miguel García Gracia)
- [4] [www.idae.es/](http://www.idae.es/) [www.autoconsumoaldetalle.es/](http://www.autoconsumoaldetalle.es/) [www.energaen.org/](http://www.energaen.org/)
- [5] Pliego de condiciones PCT-C-REV - julio 2011. Instalaciones de energía solar fotovoltaica
- [6] Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (PVGIS) <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis.html>
- [7] B.O.E Real Decreto 244/2019

# ANEXOS

## **INDICE**

---

ANEXO PLANOS

ANEXO CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO ENERGÍA PRODUCIDA

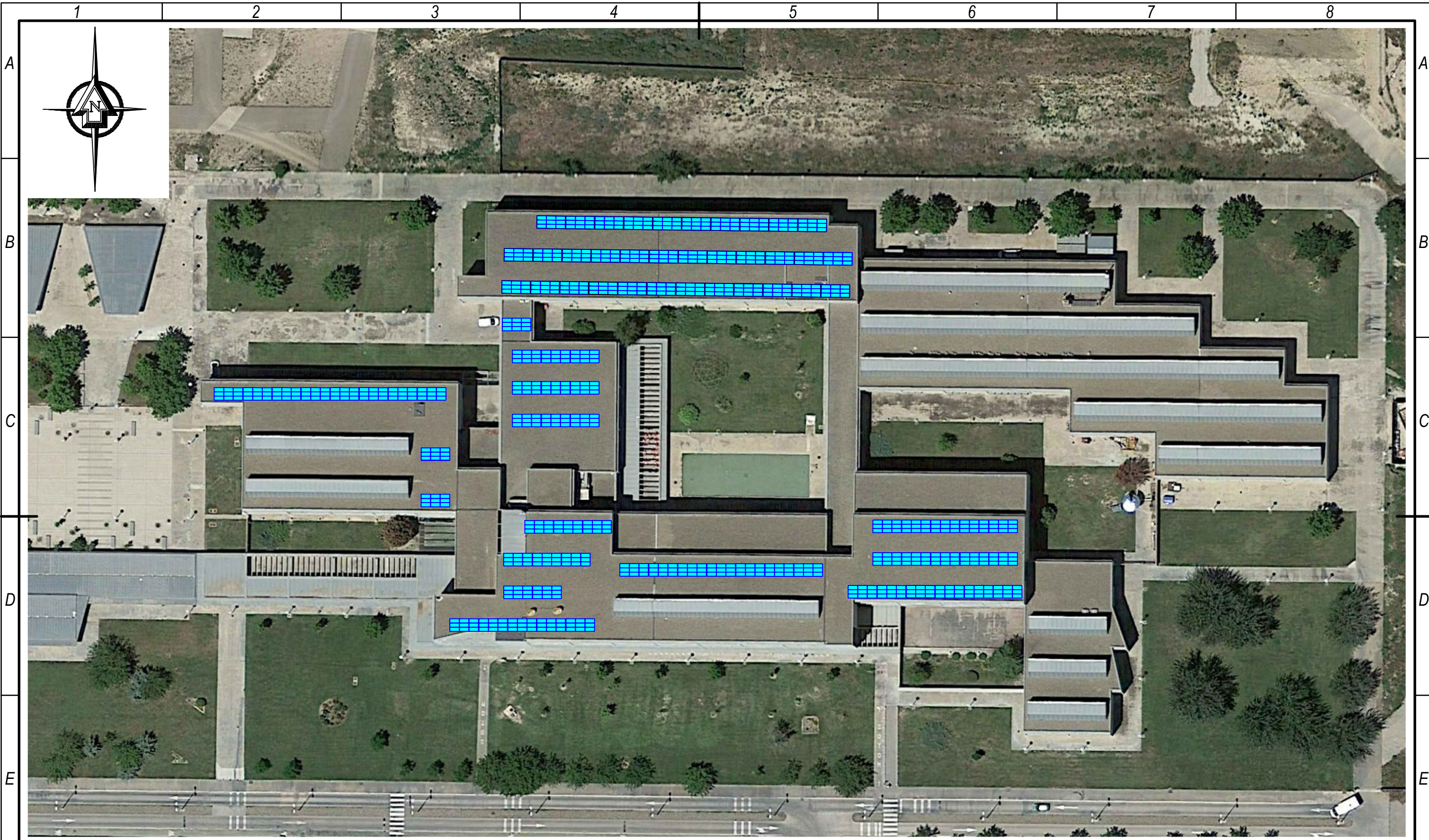
ANEXO PRESUPUESTO

ANEXO DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS

ANEXO TRAMITACIONES

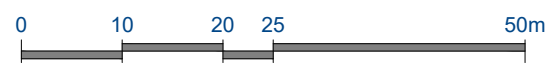



**ANEXO**  
**PLANOS**

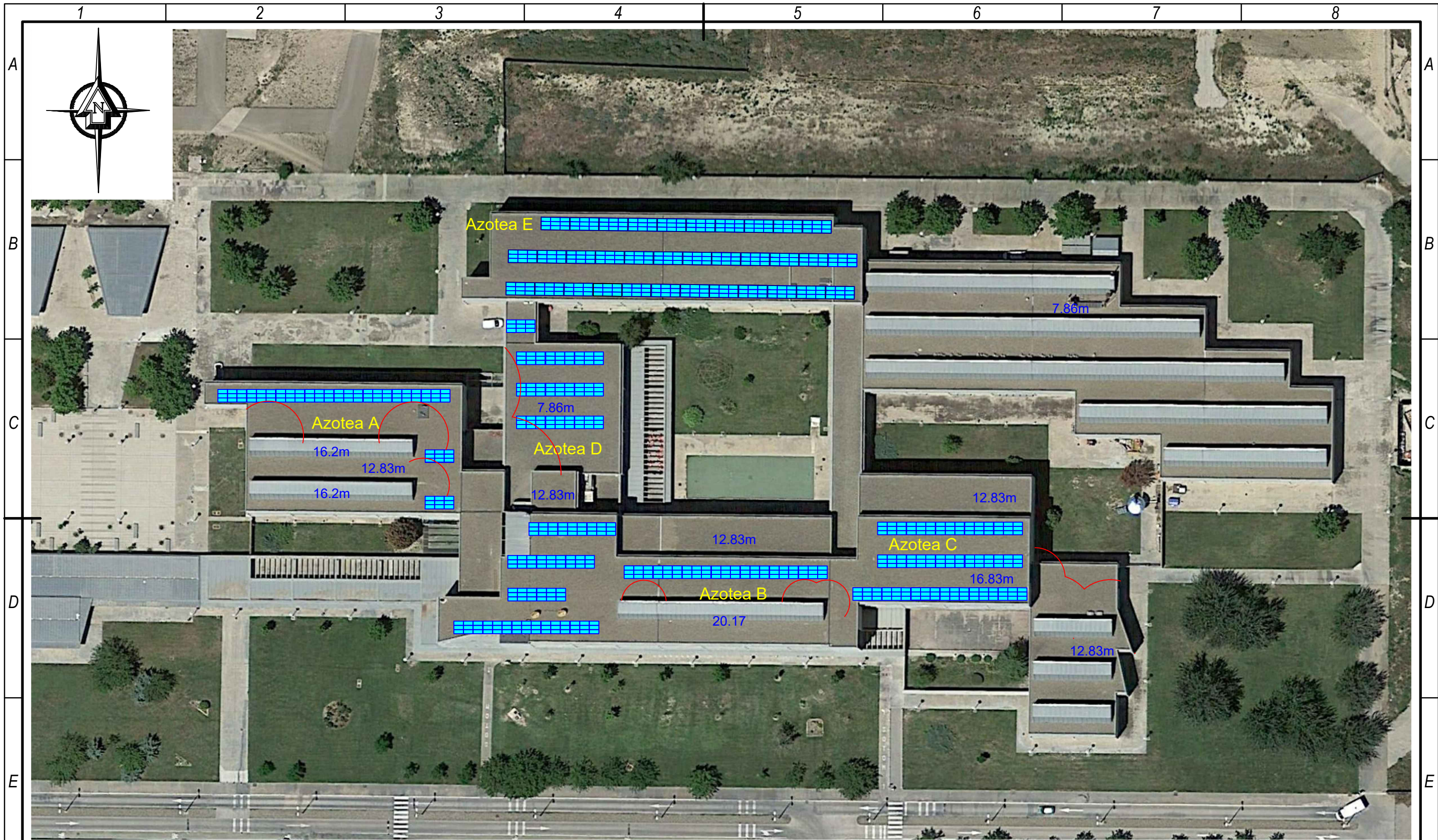


**PV BETANCOURT 283 kWp - 240 kVA**

Total potencia instalada DC	Wp	283,500
Total Potencia AC	VA	240,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	810
Modelo del Inversor (20kVA)	-	SUN2000-20KTL
Inversores (20 kVA)	units	12
Estructura 3Hx3	units	90
Ángulo Tilt	°	30
Ángulo Azimuth	°	0°




	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b>	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	B_1		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
1 / 750	Proyecto				
	PLANO DE EMPLAZAMIENTO				
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				



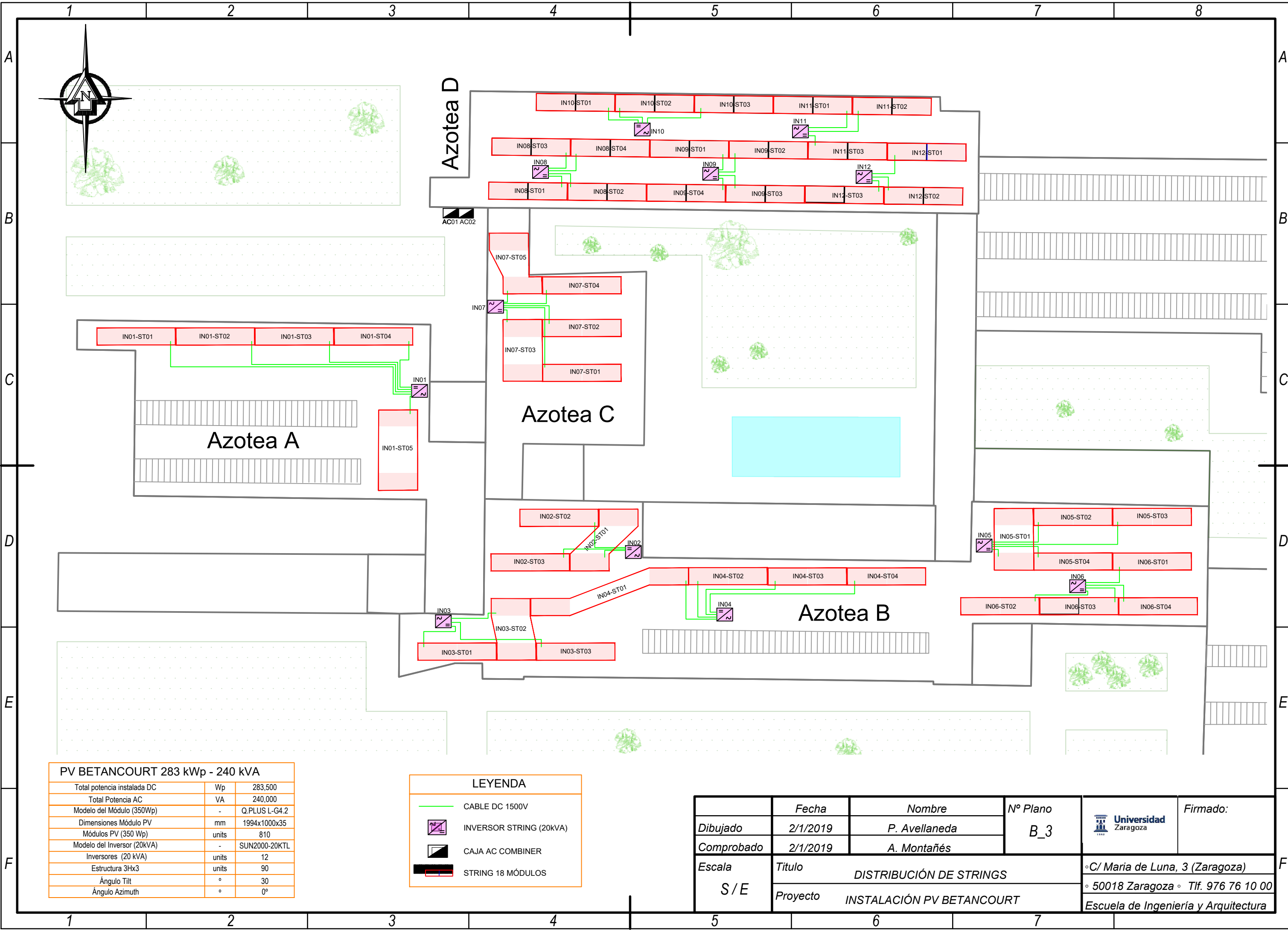
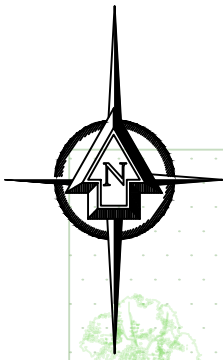
**PV BETANCOURT 283 kWp - 240 kVA**

Total potencia instalada DC	Wp	283,500
Total Potencia AC	VA	240,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	810
Modelo del Inversor (20kVA)	-	SUN2000-20KTL
Inversores (20 kVA)	units	12
Estructura 3Hx3	units	90
Ángulo Tilt	°	30
Ángulo Azimuth	°	0°



	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b>	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	B_2		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza)	
1 / 750	Proyecto			° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00	
	ESTUDIO DE SOMBRAS			Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				

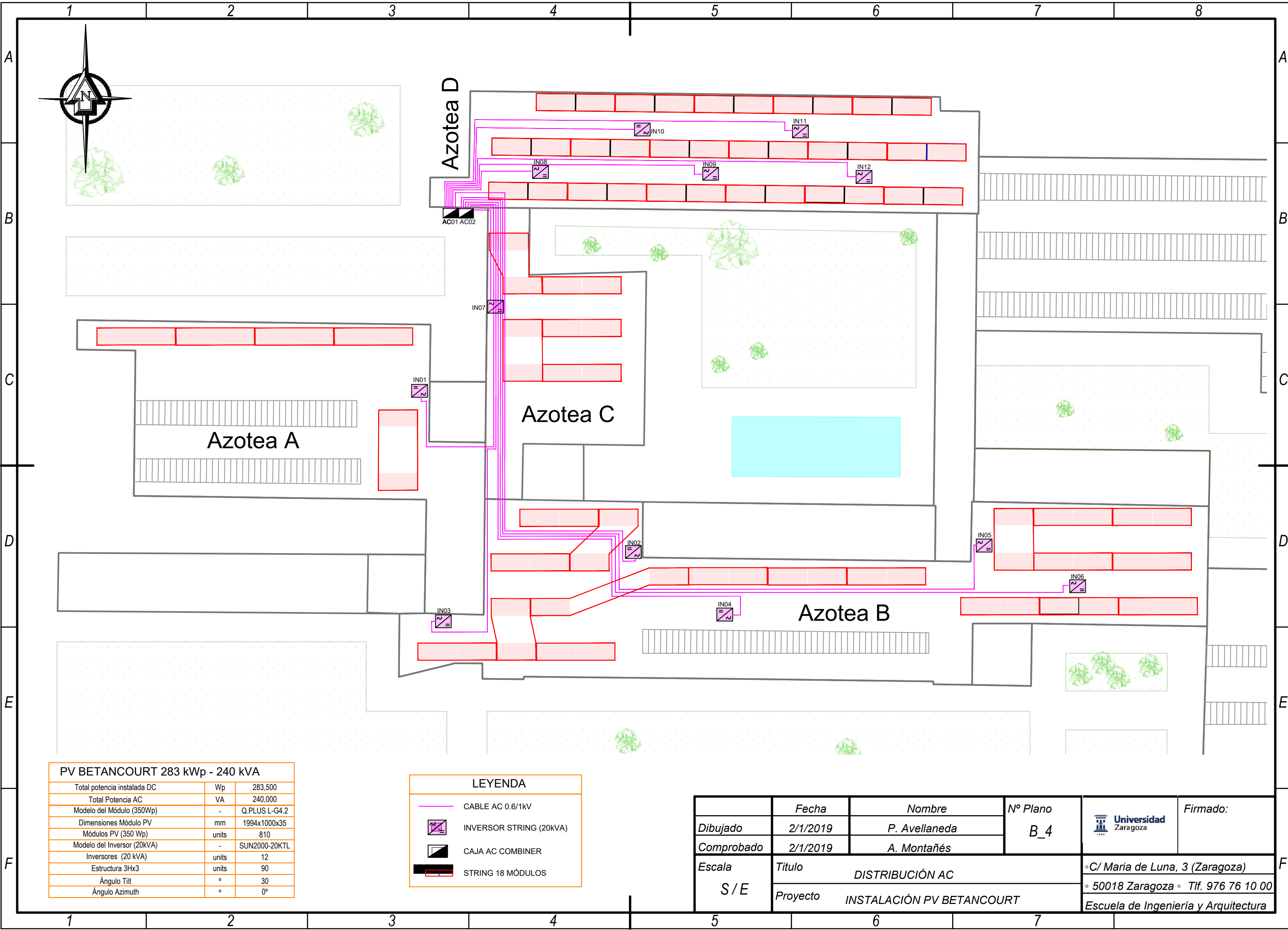




PV BETANCOURT 283 kWp - 240 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	283,500
Total Potencia AC	VA	240,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	810
Modelo del Inversor (20kVA)	-	SUN2000-20KTL
Inversores (20 kVA)	units	12
Estructura 3Hx3	units	90
Ángulo Tilt	°	30
Ángulo Azimuth	°	0°

LEYENDA	
	CABLE DC 1500V
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS

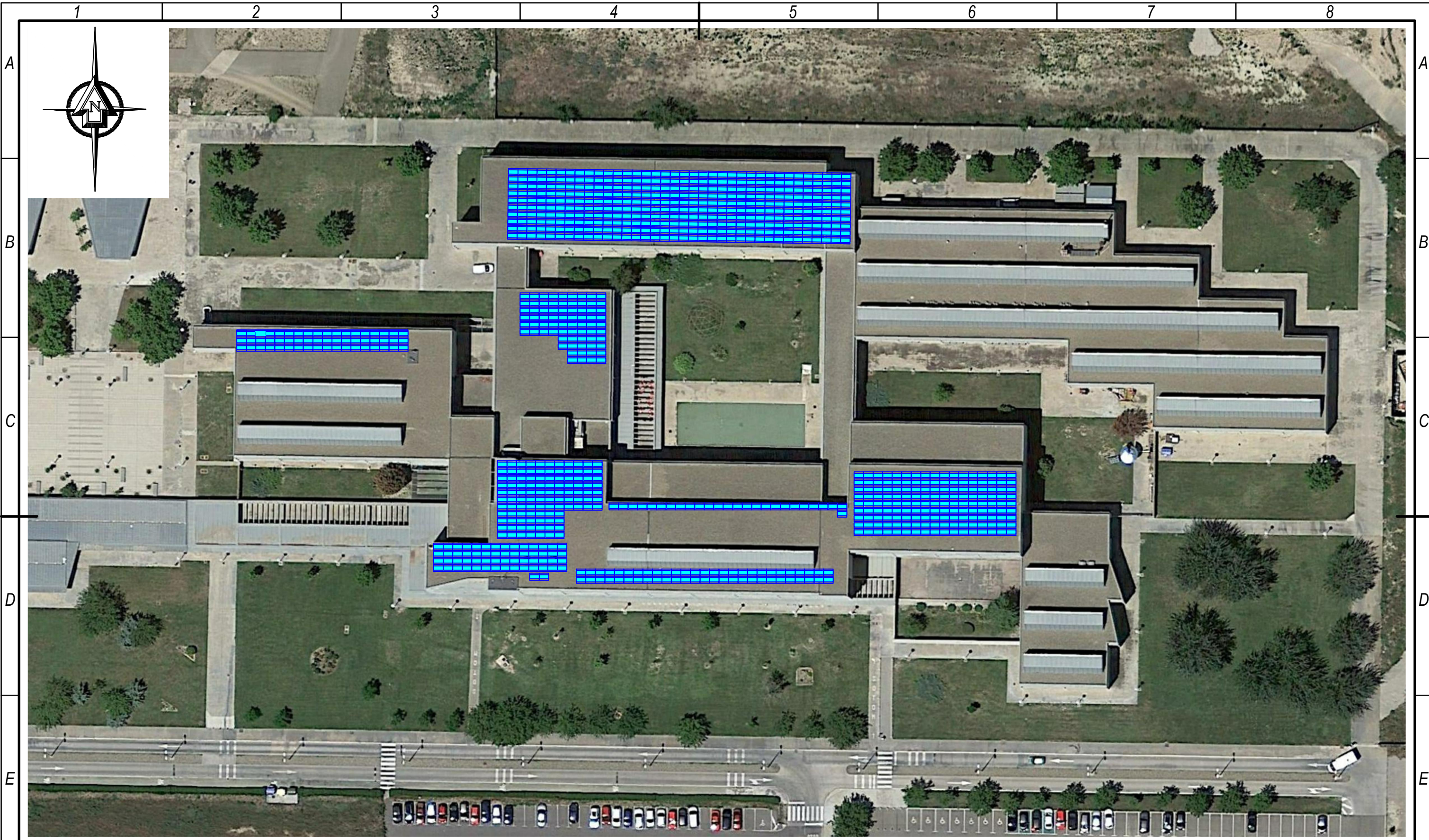
	Fecha	Nombre	Nº Plano	 Universidad Zaragoza	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	B_3		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tif. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
S / E	Proyecto				
	DISTRIBUCIÓN DE STRINGS				
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				



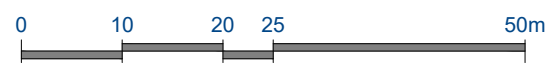
PV BETANCOURT 283 kWp - 240 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	283,500
Total Potencia AC	VA	240,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	810
Modelo del Inversor (20kVA)	-	SUN2000-20KTL
Inversores (20 kVA)	units	12
Estructura 3Hx3	units	90
Ángulo Tilt	°	30
Ángulo Azimuth	°	0°


LEYENDA	
	CABLE AC 0.6/1kV
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS

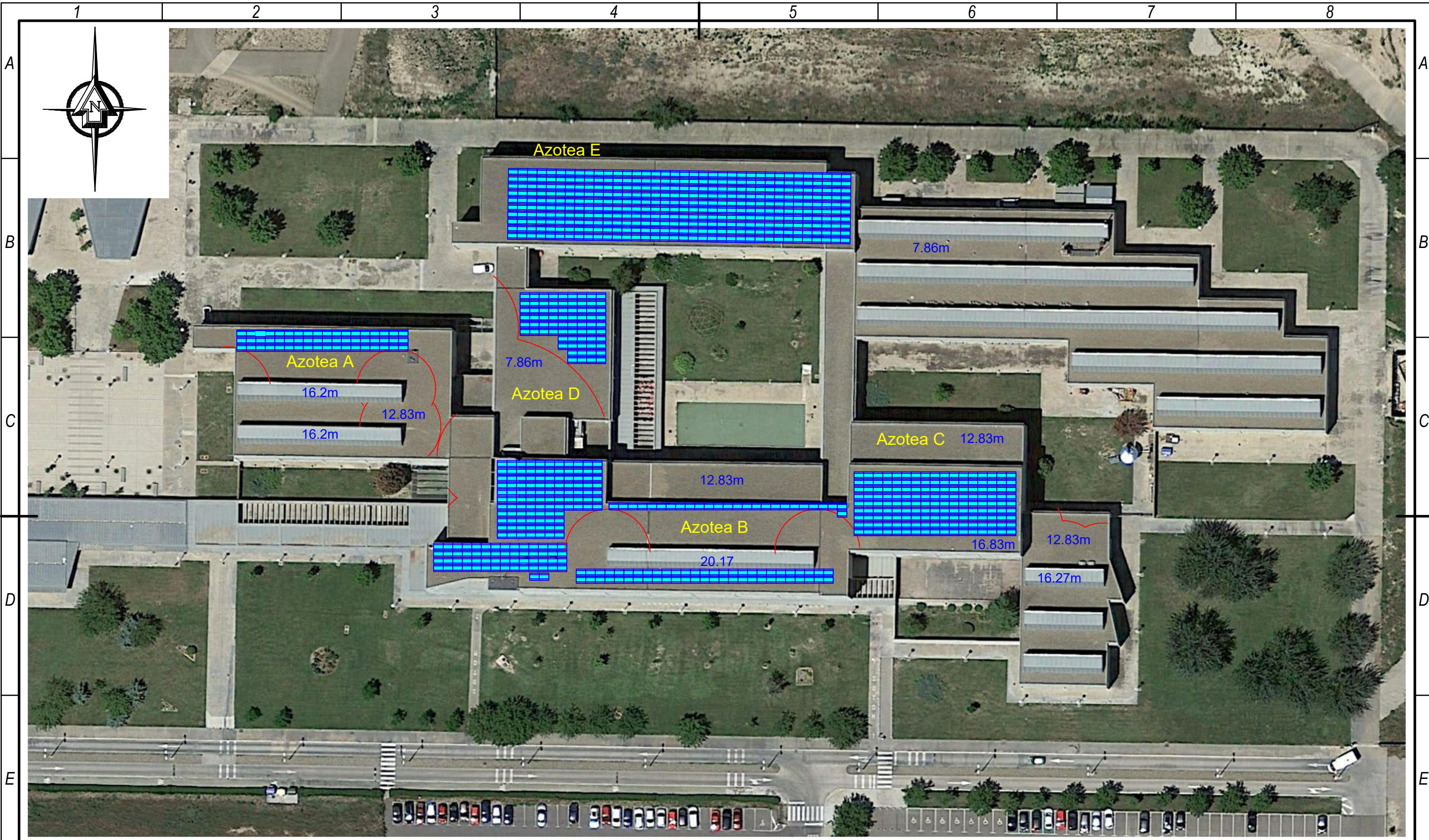
	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b>	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	B_4		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Título <b>DISTRIBUCIÓN AC</b> Proyecto <b>INSTALACIÓN PV BETANCOURT</b>			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tif. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	



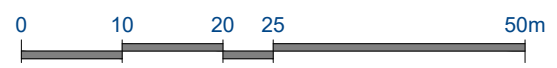
PV BETANCOURT 308.7 kWp - 215 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	308,700
Total Potencia AC	VA	215,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	882
Número Inversores (20kVA)	units	10
Número Inversores (15 kVA)	units	1
Estructura 1H	units	882
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°




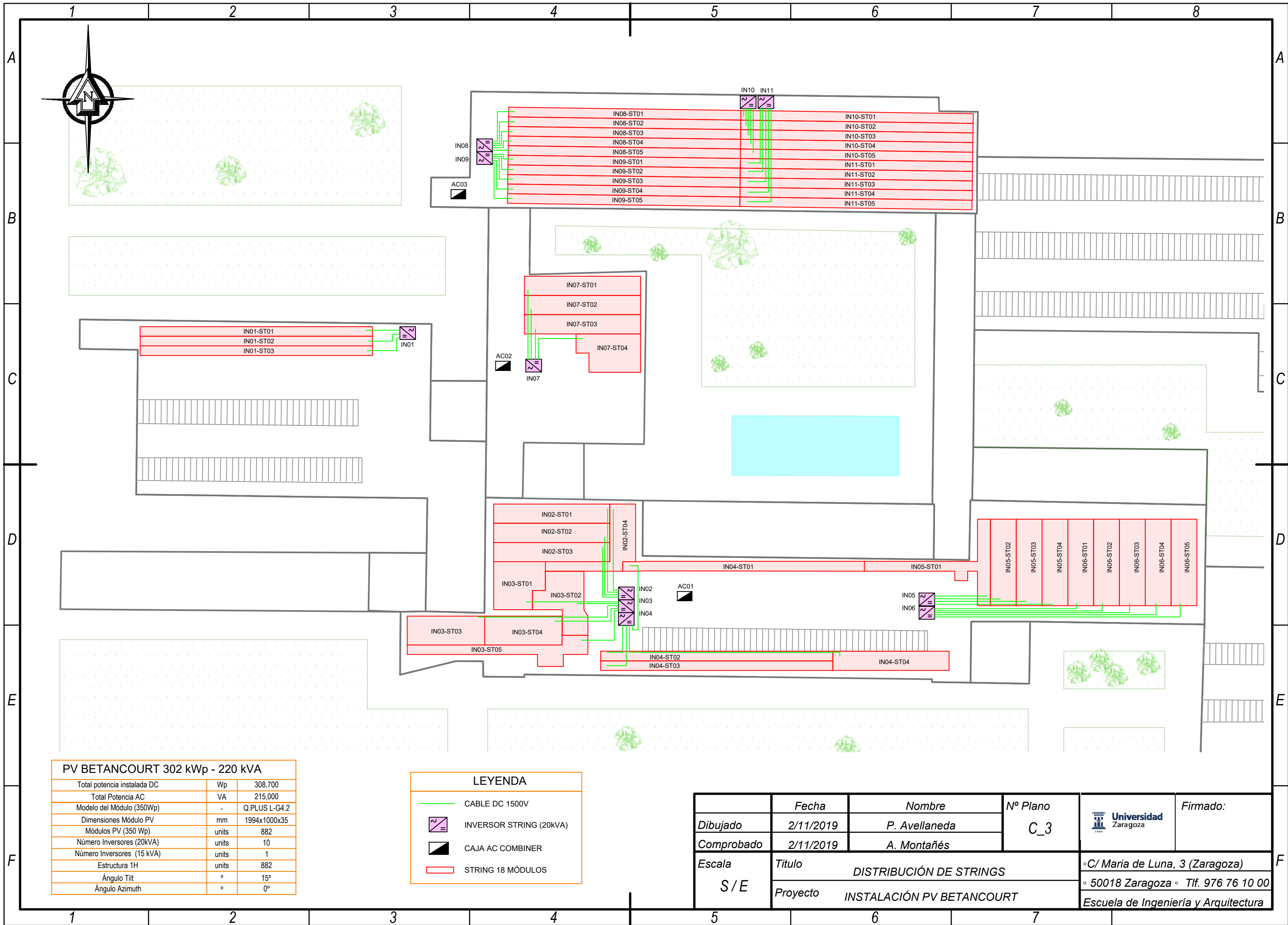
	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b>	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	C_1		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Título <b>PLANO DE EMPLAZAMIENTO</b>			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza)	
1 / 750	Proyecto <b>INSTALACIÓN PV BETANCOURT</b>			° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00	
				<b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura</b>	



PV BETANCOURT 308.7 kWp - 215 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	308,700
Total Potencia AC	VA	215,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	882
Número Inversores (20kVA)	units	10
Número Inversores (15 kVA)	units	1
Estructura 1H	units	882
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°



	Fecha	Nombre	Nº Plano	 Universidad Zaragoza	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	C_2		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Título ESTUDIO DE SOMBRAS Proyecto INSTALACIÓN PV BETANCOURT			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	



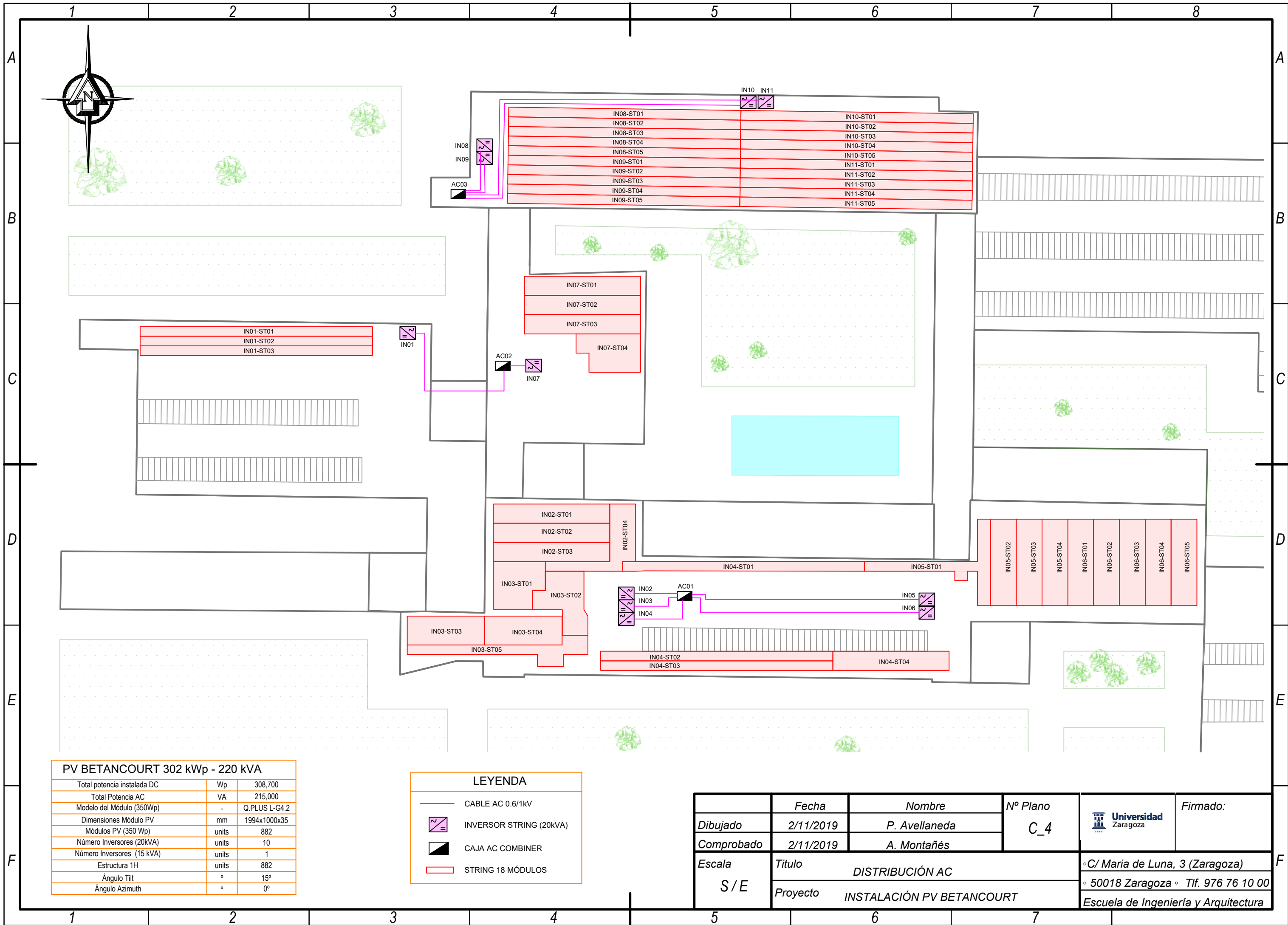
**PV BETANCOURT 302 kWp - 220 kVA**

Total potencia instalada DC	Wp	308,700
Total Potencia AC	VA	215,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	882
Número Inversores (20kVA)	units	10
Número Inversores (15 kVA)	units	1
Estructura 1H	units	882
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°

**LEYENDA**

	CABLE DC 1500V
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS

	Fecha	Nombre	Nº Plano		Firmado:
Dibujado	2/11/2019	P. Avellaneda	C_3		
Comprobado	2/11/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
S / E	Proyecto				
	DISTRIBUCIÓN DE STRINGS				
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				



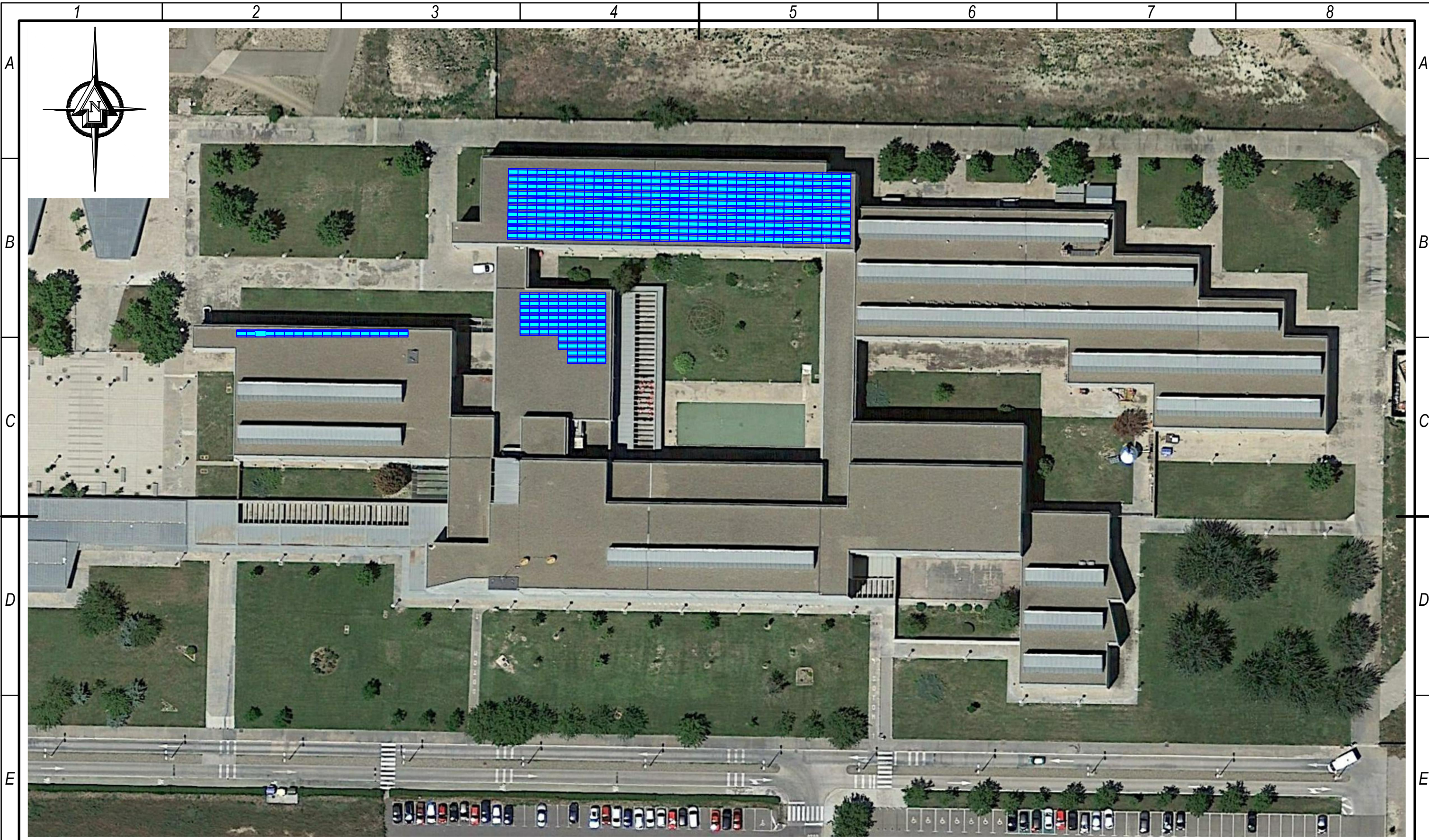
**PV BETANCOURT 302 kWp - 220 kVA**

Total potencia instalada DC	Wp	308,700
Total Potencia AC	VA	215,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	882
Número Inversores (20kVA)	units	10
Número Inversores (15 kVA)	units	1
Estructura 1H	units	882
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°

**LEYENDA**

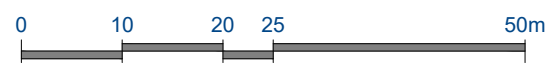
	CABLE AC 0.6/1kV
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS


	Fecha	Nombre	Nº Plano		Firmado:
Dibujado	2/11/2019	P. Avellaneda	C_4		
Comprobado	2/11/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
S / E	Proyecto				
	DISTRIBUCIÓN AC				
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				

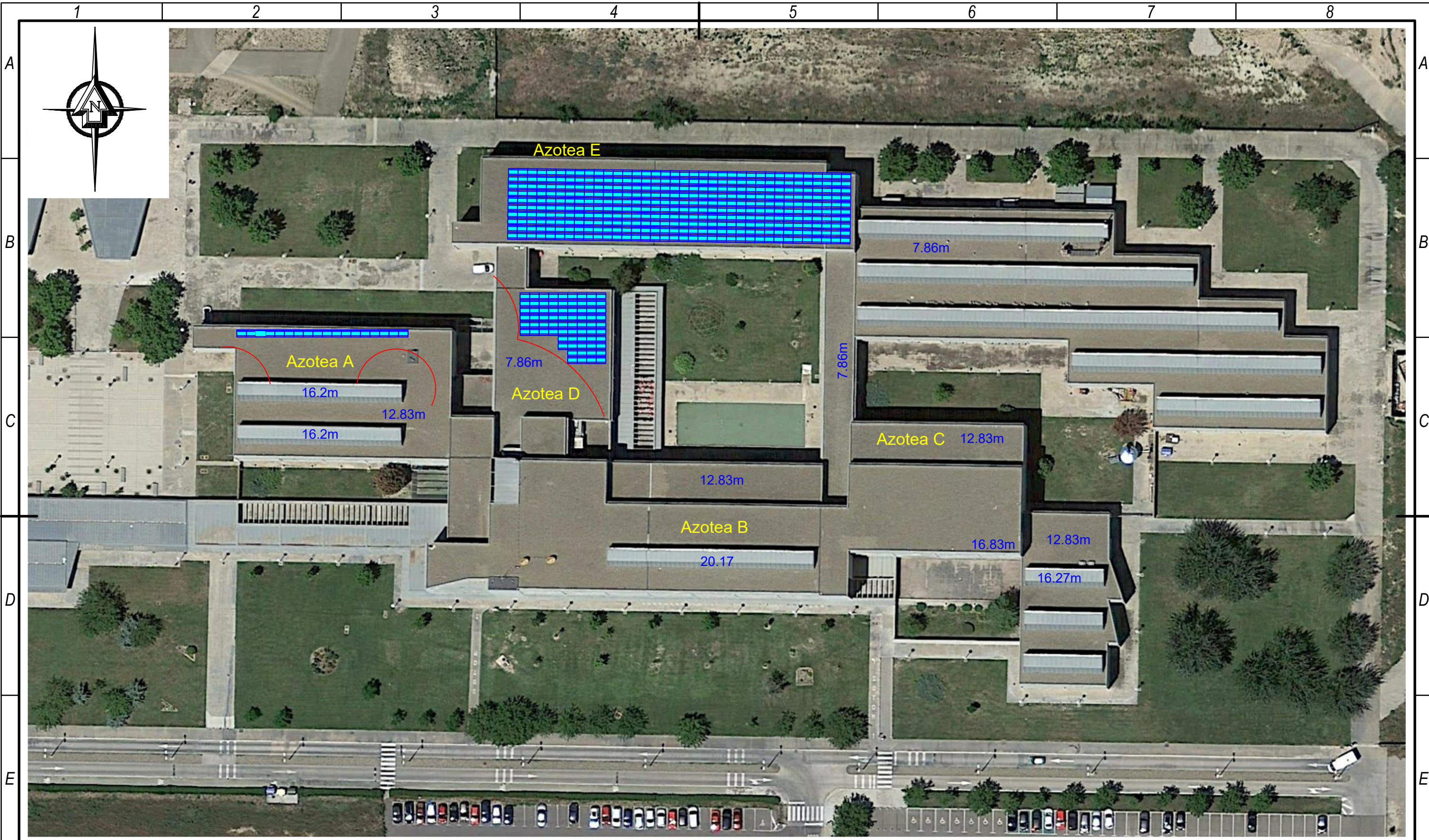


**PV BETANCOURT 157.5 kWp - 100 kVA**

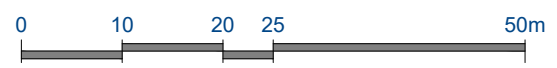
Total potencia instalada DC	Wp	157,500
Total Potencia AC	VA	100,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	450
Número Inversores (20kVA)	units	5
Modelo del Inversor (20 kVA)	-	SUN2000-20KTL
Estructura 1H	units	450
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°




	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b> Firmado:
Dibujado	2/11/2019	P. Avellaneda	D_1	
Comprobado	2/11/2019	A. Montañés		
Escala	Titulo		°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
1 / 750	Proyecto			
	PLANO DE EMPLAZAMIENTO			
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT			

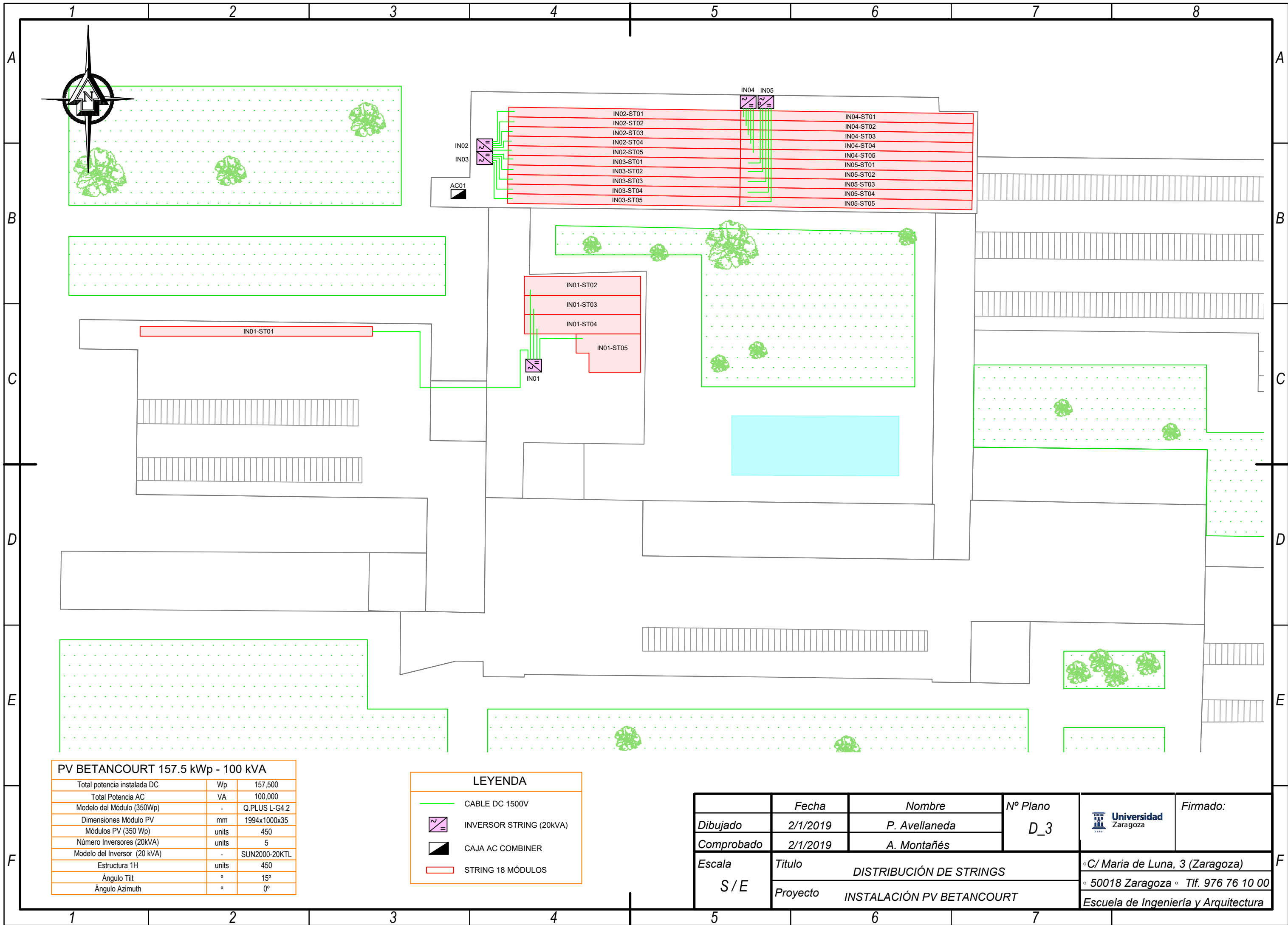


PV BETANCOURT 157.5 kWp - 100 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	157,500
Total Potencia AC	VA	100,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	450
Número Inversores (20kVA)	units	5
Modelo del Inversor (20 kVA)	-	SUN2000-20KTL
Estructura 1H	units	450
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°



	Fecha	Nombre	Nº Plano	 Universidad Zaragoza	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	D_2		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Título ESTUDIO DE SOMBRAS Proyecto INSTALACIÓN PV BETANCOURT			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tlf. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	

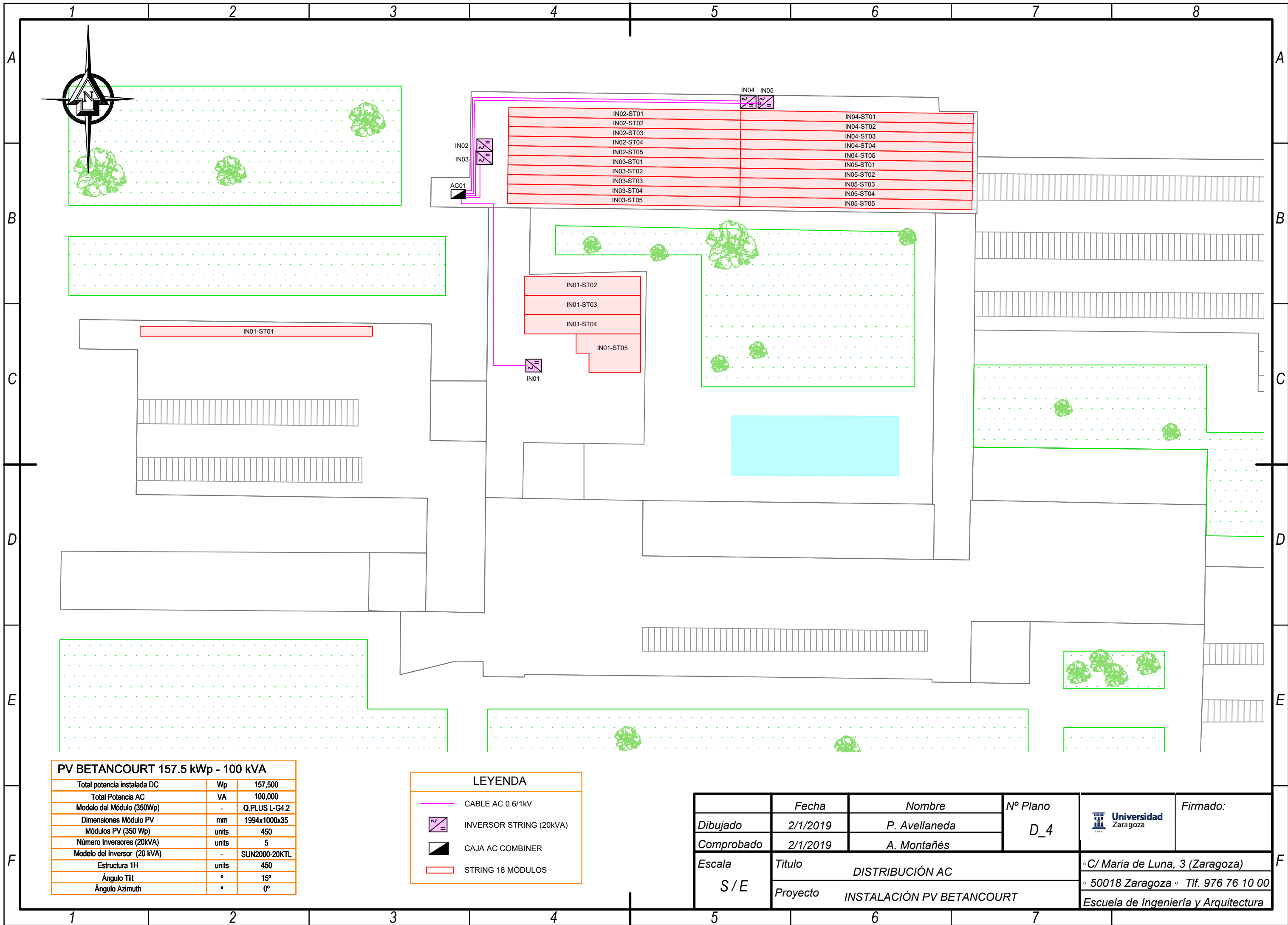




PV BETANCOURT 157.5 kWp - 100 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	157,500
Total Potencia AC	VA	100,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	450
Número Inversores (20kVA)	units	5
Modelo del Inversor (20 kVA)	-	SUN2000-20KTL
Estructura 1H	units	450
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°

LEYENDA	
	CABLE DC 1500V
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS

	Fecha	Nombre	Nº Plano	 <b>Universidad Zaragoza</b>	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	D_3		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza)	
S / E	Proyecto			° 50018 Zaragoza ° Tif. 976 76 10 00	
	DISTRIBUCIÓN DE STRINGS			Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				



PV BETANCOURT 157.5 kWp - 100 kVA		
Total potencia instalada DC	Wp	157,500
Total Potencia AC	VA	100,000
Modelo del Módulo (350Wp)	-	Q.PLUS L-G4.2
Dimensiones Módulo PV	mm	1994x1000x35
Módulos PV (350 Wp)	units	450
Número Inversores (20kVA)	units	5
Modelo del Inversor (20 kVA)	-	SUN2000-20KTL
Estructura 1H	units	450
Ángulo Tilt	°	15°
Ángulo Azimuth	°	0°

LEYENDA	
	CABLE AC 0.6/1kV
	INVERSOR STRING (20kVA)
	CAJA AC COMBINER
	STRING 18 MÓDULOS

	Fecha	Nombre	Nº Plano	 Universidad Zaragoza	Firmado:
Dibujado	2/1/2019	P. Avellaneda	D_4		
Comprobado	2/1/2019	A. Montañés			
Escala	Titulo			°C/ Maria de Luna, 3 (Zaragoza) ° 50018 Zaragoza ° Tif. 976 76 10 00 Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
S / E	Proyecto				
	DISTRIBUCIÓN AC				
	INSTALACIÓN PV BETANCOURT				



**ANEXO**  
**CALCULOS ELECTRICOS**

Los siguientes cálculos se han realizado con las siguientes fórmulas:

✂ 1 Resistencia del conductor:

$$R_t = R \times (1 + \alpha \times (t - 20))$$

- $R_t$  = Resistencia del conductor a la temperatura "t"
- $R$  = Resistencia del conductor a 20 ° C
- $\alpha$  = coeficiente de resistencia de temperatura

✂ 2 Caída de tensión

$$V_d = K_u \times I \times L \times Z \times 10^{-3}$$

- $V_d$  = Caída de tensión
- $K_u$  = Coeficiente de distribución (igual a 2 en sistemas DC 2 cables)
- $I$  = Corriente (A)
- $L$  = Longitud de un cable
- $Z$  = Impedancia ( $\Omega$  / km)  
 $Z = R \cos \theta + X \sin \theta$  (en corriente continua  $\cos \theta = 1$  y  $Z = R$ )

✂ 3 Potencia trifásica

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \theta$$

- $P$  = Potencia
- $U$  = Tensión de línea
- $I$  = Intensidad de línea
- $\theta$  = desfase entre tensión e intensidad

Siguiendo la guía técnica de diseño IDAE tenemos vemos que

*"Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5%, siendo recomendable no superar el 0,5%."*

El criterio de diseño en nuestra instalación será calculado por lo tanto de forma que en el lado de CC no superemos en ningún caso el 1,5% de caída de tensión.

Según la tabla de intensidades máximas admisibles de la ITC BT 19 del REBT, utilizamos también para nuestros cálculos las secciones normalizadas y las intensidades máximas admisibles.

**Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados  
Temperatura ambiente 40°C en el aire**

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
A1													
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE								
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE				
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE			
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
Sección mm <sup>2</sup> COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269	
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678	
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812	
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931	
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071	

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.  
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

En las siguientes páginas podemos ver los metrajes y caídas de tensión correspondientes a las opciones estudiadas:



Características		OPCIÓN B		3						Aprobado	A.M.E	nov-19	Planta PV			
Potencia DC del módulo PV	350 W			2						Revisado	A.M.E	nov-19				
Máxima tensión de operación	37,93 V			1						Preparado	P.A.E.	nov-19				
Máxima corriente de operación	9,1 A			Rev.	Comentarios	Preparado	Revisado	Aprobado	Fecha	Nombre	Fecha	Objeto				
Corriente de cortocircuito	9,59 A															
Caída de tensión entre String - Inversor		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección n	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión $\times 2$			Verificación(<1,5%)	
Línea desde String:	Hasta Inversor:	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm <sup>2</sup>	Uts.	20°C	90°C $\times 1$	volt.	% drop	Total		
IN01-ST01	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	45	4	1	4,310	5,496	4,50	0,66	0,66	OK	4x1
IN01-ST02	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	32	4	1	4,310	5,496	3,20	0,47	0,47	OK	4x1
IN01-ST03	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	20	4	1	4,310	5,496	2,00	0,29	0,29	OK	4x1
IN01-ST04	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1
IN01-ST05	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN02-ST01	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1
IN02-ST02	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN02-ST03	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1
IN03-ST01	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN03-ST02	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1
IN03-ST03	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	18	4	1	4,310	5,496	1,80	0,26	0,26	OK	4x1
IN04-ST01	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1
IN04-ST02	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN04-ST03	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	18	4	1	4,310	5,496	1,80	0,26	0,26	OK	4x1
IN04-ST04	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	29	4	1	4,310	5,496	2,90	0,42	0,42	OK	4x1
IN05-ST01	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	2	4	1	4,310	5,496	0,20	0,03	0,03	OK	4x1
IN05-ST02	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1
IN05-ST03	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	23	4	1	4,310	5,496	2,30	0,34	0,34	OK	4x1
IN05-ST04	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN06-ST01	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1
IN06-ST02	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1
IN06-ST03	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1
IN06-ST04	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN07-ST01	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	17	4	1	4,310	5,496	1,70	0,25	0,25	OK	4x1
IN07-ST02	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1
IN07-ST03	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN07-ST04	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN07-ST05	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN08-ST01	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	4	4	1	4,310	5,496	0,40	0,06	0,06	OK	4x1
IN08-ST02	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1
IN08-ST03	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1
IN08-ST04	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1
IN09-ST01	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN09-ST02	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1
IN09-ST03	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1
IN09-ST04	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN10-ST01	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1
IN10-ST02	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1
IN10-ST03	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1
IN11-ST01	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1
IN11-ST02	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1
IN11-ST03	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
IN12-ST01	IN12	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1
IN12-ST02	IN12	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1
IN12-ST03	IN12	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1
Caída de tensión entre Inversor - AC combiner		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección n	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión $\times 2$			check(<1,5%)	
FROM	TO	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm <sup>2</sup>	Uts.	20°C	90°C $\times 1$	volt.	% drop	Total		
IN01	AC02	18	5	31,5	45,47	400	97,83	35	1	0,493	0,628	5,59	1,40	1,40	OK	35X1
IN02	AC01	18	3	18,9	27,28	400	98,83	25	1	0,690	0,879	4,74	1,19	1,19	OK	25X1
IN03	AC02	18	3	18,9	27,28	400	95,83	25	1	0,690	0,879	4,60	1,15	1,15	OK	25X1
IN04	AC02	18	4	25,2	36,37	400	120,83	35	1	0,493	0,628	5,52	1,38	1,38	OK	35X1
IN05	AC02	18	4	25,2	36,37	400	160,83	50	1	0,345	0,440	5,14	1,29	1,29	OK	50X1
IN06	AC02	18	4	25,2	36,37	400	168,83	50	1	0,345	0,440	5,40	1,35	1,35	OK	50X1
IN07	AC02	18	5	31,5	45,47	400	42,83	16	1	1,078	1,374	5,35	1,34	1,34	OK	16X1
IN08	AC01	18	4	25,2	36,37	400	20,83	35	1	0,493	0,628	0,95	0,24	0,24	OK	35X1
IN09	AC01	18	4	25,2	36,37	400	59,83	35	1	0,493	0,628	2,73	0,68	0,68	OK	35X1
IN10	AC01	18	3	18,9	27,28	400	53,83	35	1	0,493	0,628	1,84	0,46	0,46	OK	35X1
IN11	AC01	18	3	18,9	27,28	400	80,83	25	1	0,690	0,879	3,88	0,97	0,97	OK	25X1
IN12	AC01	18	3	18,9	27,28	400	84,83	25	1	0,690	0,879	4,07	1,02	1,02	OK	25X1



Características		OPCIÓN C										Aprobado		A.M.E		nov-19		Planta PV		
Potencia DC del módulo PV	350 W											Revisado	A.M.E	nov-19						
Máxima tensión de operación	37,93 V											Preparado	P.A.E.	nov-19						
Máxima corriente de operación	9,1 A											Rev.	Comentarios	Preparado	Revisado	Aprobado	Fecha		Nombre	Fecha
Corriente de cortocircuito	9,59 A																			
Caída de tensión entre String - Inversor		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión $\sum 2$			Verificación(<1,5%)					
Línea desde String:	Hasta Inversor:	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm <sup>2</sup>	Uts.	20°C	90°C $\sum 1$	volt.	% drop	Total						
IN01-ST01	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN01-ST02	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN01-ST03	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN02-ST01	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	15	4	1	4,310	5,496	1,50	0,22	0,22	OK	4x1				
IN02-ST02	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	13	4	1	4,310	5,496	1,30	0,19	0,19	OK	4x1				
IN02-ST03	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1				
IN02-ST04	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	15	4	1	4,310	5,496	1,50	0,22	0,22	OK	4x1				
IN03-ST01	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	15	4	1	4,310	5,496	1,50	0,22	0,22	OK	4x1				
IN03-ST02	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1				
IN03-ST03	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	24	4	1	4,310	5,496	2,40	0,35	0,35	OK	4x1				
IN03-ST04	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	12	4	1	4,310	5,496	1,20	0,18	0,18	OK	4x1				
IN03-ST05	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1				
IN04-ST01	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1				
IN04-ST02	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1				
IN04-ST03	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	13	4	1	4,310	5,496	1,30	0,19	0,19	OK	4x1				
IN04-ST04	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
IN05-ST01	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
IN05-ST02	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	11	4	1	4,310	5,496	1,10	0,16	0,16	OK	4x1				
IN05-ST03	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	15	4	1	4,310	5,496	1,50	0,22	0,22	OK	4x1				
IN05-ST04	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	19	4	1	4,310	5,496	1,90	0,28	0,28	OK	4x1				
IN06-ST01	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	22	4	1	4,310	5,496	2,20	0,32	0,32	OK	4x1				
IN06-ST02	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	24	4	1	4,310	5,496	2,40	0,35	0,35	OK	4x1				
IN06-ST03	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	28	4	1	4,310	5,496	2,80	0,41	0,41	OK	4x1				
IN06-ST04	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	33	4	1	4,310	5,496	3,30	0,48	0,48	OK	4x1				
IN06-ST05	IN06	18	1	6,3	9,1	682,74	40	4	1	4,310	5,496	4,00	0,59	0,59	OK	4x1				
IN07-ST01	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1				
IN07-ST02	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1				
IN07-ST03	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1				
IN07-ST04	IN07	18	1	6,3	9,1	682,74	9	4	1	4,310	5,496	0,90	0,13	0,13	OK	4x1				
IN08-ST01	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
IN08-ST02	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1				
IN08-ST03	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN08-ST04	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1				
IN08-ST05	IN08	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1				
IN09-ST01	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1				
IN09-ST02	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1				
IN09-ST03	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN09-ST04	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1				
IN09-ST05	IN09	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
IN10-ST01	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
IN10-ST02	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1				
IN10-ST03	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN10-ST04	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1				
IN10-ST05	IN10	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1				
IN11-ST01	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1				
IN11-ST02	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1				
IN11-ST03	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1				
IN11-ST04	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1				
IN11-ST05	IN11	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1				
Caída de tensión entre Inversor - AC combiner		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión $\sum 2$			check(<1,5%)					
FROM	TO	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm <sup>2</sup>	Uts.	20°C	90°C $\sum 1$	volt.	% drop	Total						
IN01	AC02	18	3	18,9	27,28	400	35	16	1	1,078	1,374	2,62	0,66	0,66	OK	16X1				
IN02	AC01	18	4	25,2	36,37	400	8	16	1	1,078	1,374	0,80	0,20	0,20	OK	16X1				
IN03	AC01	18	5	31,5	45,47	400	8	16	1	1,078	1,374	1,00	0,25	0,25	OK	16X1				
IN04	AC01	18	4	25,2	36,37	400	10	16	1	1,078	1,374	1,00	0,25	0,25	OK	16X1				
IN05	AC01	18	4	25,2	36,37	400	38	16	1	1,078	1,374	3,80	0,95	0,95	OK	16X1				
IN06	AC01	18	5	31,5	45,47	400	40	16	1	1,078	1,374	5,00	1,25	1,25	OK	16X1				
IN07	AC02	18	4	25,2	36,37	400	5	16	1	1,078	1,374	0,50	0,12	0,12	OK	16X1				
IN08	AC03	18	5	31,5	45,47	400	8	16	1	1,078	1,374	1,00	0,25	0,25	OK	16X1				
IN09	AC03	18	5	31,5	45,47	400	7	16	1	1,078	1,374	0,87	0,22	0,22	OK	16X1				
IN10	AC03	18	5	31,5	45,47	400	60	25	1	0,690	0,879	4,80	1,20	1,20	OK	25X1				
IN11	AC03	18	3	18,9	27,28	400	56	16	1	1,078	1,374	4,20	1,05	1,05	OK	16X1				



Características		OPCIÓN D			3										Aprobado	A.M.E	nov-19	Planta	
Potencia DC del módulo PV	350 W				2												Revisado		A.M.E
Máxima tensión de operación	37,93 V				1												Preparado	P.A.E.	nov-19
Máxima corriente de operación	9,1 A				Rev.		Comentarios		Preparado		Revisado		Aprobado		Fecha		Nombre		Fecha
Corriente de cortocircuito	9,59 A																		
Caída de tensión entre String - Inversor		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión ✖2			Verificación(<1,5%)				
Línea desde String:	Hasta Inversor:	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm²	Uts.	Ω/km	90°C✖1	volt.	% drop	Total					
IN01-ST01	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	55	4	1	4,310	5,496	5,50	0,81	0,81	OK	4x1			
IN01-ST02	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	15	4	1	4,310	5,496	1,50	0,22	0,22	OK	4x1			
IN01-ST03	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	12	4	1	4,310	5,496	1,20	0,18	0,18	OK	4x1			
IN01-ST04	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1			
IN01-ST05	IN01	18	1	6,3	9,1	682,74	10	4	1	4,310	5,496	1,00	0,15	0,15	OK	4x1			
IN02-ST01	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1			
IN02-ST02	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1			
IN02-ST03	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1			
IN02-ST04	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1			
IN02-ST05	IN02	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1			
IN03-ST01	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1			
IN03-ST02	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1			
IN03-ST03	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1			
IN03-ST04	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1			
IN03-ST05	IN03	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1			
IN04-ST01	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1			
IN04-ST02	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1			
IN04-ST03	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1			
IN04-ST04	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1			
IN04-ST05	IN04	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1			
IN05-ST01	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	3	4	1	4,310	5,496	0,30	0,04	0,04	OK	4x1			
IN05-ST02	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	5	4	1	4,310	5,496	0,50	0,07	0,07	OK	4x1			
IN05-ST03	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	6	4	1	4,310	5,496	0,60	0,09	0,09	OK	4x1			
IN05-ST04	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	7	4	1	4,310	5,496	0,70	0,10	0,10	OK	4x1			
IN05-ST05	IN05	18	1	6,3	9,1	682,74	8	4	1	4,310	5,496	0,80	0,12	0,12	OK	4x1			
Caída de tensión entre Inversor - AC combiner		Nº Serie	Nº Paral.	Potencia	Intens.	Voltaje	Long.	Sección	nº circuitos	Resistencia		Caída de tensión ✖2			check(<1,5%)				
FROM	TO	Uts.	Uts.	kW	A	V	m	mm²	Uts.	Ω/km	90°C✖1	volt.	% drop	Total					
IN01	AC01	18	5	31,5	45,47	400	45	25	1	0,690	0,879	3,60	0,90	0,90	OK	25X1			
IN02	AC01	18	5	31,5	45,47	400	10	25	1	0,690	0,879	0,80	0,20	0,20	OK	25X1			
IN03	AC01	18	5	31,5	45,47	400	8	25	1	0,690	0,879	0,64	0,16	0,16	OK	25X1			
IN04	AC01	18	5	31,5	45,47	400	56	25	1	0,690	0,879	4,48	1,12	1,12	OK	25X1			
IN05	AC01	18	5	31,5	45,47	400	50	25	1	0,690	0,879	4,00	1,00	1,00	OK	25X1			





ANEXO  
**ENERGÍA PRODUCIDA**

### Energía producida $E_p$

Para el cálculo de la energía producida nos basamos en la guía técnica IDAE de donde obtenemos que:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times FS \times PR}{G_{CEM}}$$

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

**$G_{dm}(\alpha, \beta)$ :** Valor medio anual de la irradiación diaria (kWh/(m<sup>2</sup> año))

Valor medio anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en (kWh/(m<sup>2</sup> año)), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual. El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

**PR:** Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

**$P_{mp}$**  = Potencia pico del generador

**$G_{CEM}$**  = 1 kW/m<sup>2</sup>

**FS:** Factor de sombra, orientación, inclinación

PVGIS es capaz de calcular automáticamente esta energía anual producida aplicando esta fórmula y obtendríamos así los siguientes informes para cada solución valorada:

OPCIÓN B)



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

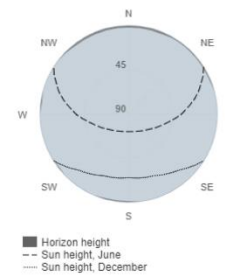
**Provided inputs:**

Latitude/Longitude: 41.684, -0.884  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-CMSAF  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 283 kWp  
 System loss: 14 %

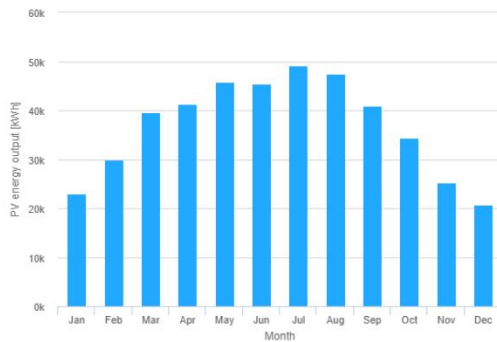
**Simulation outputs**

Slope angle: 30 °  
 Azimuth angle: 0 °  
 Yearly PV energy production: 443000 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1980 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year to year variability: 11300.00 %  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.6 %  
 Spectral effects: 0.7 %  
 Temperature and low irradiance: -6.3 %  
 Total loss: -21 %

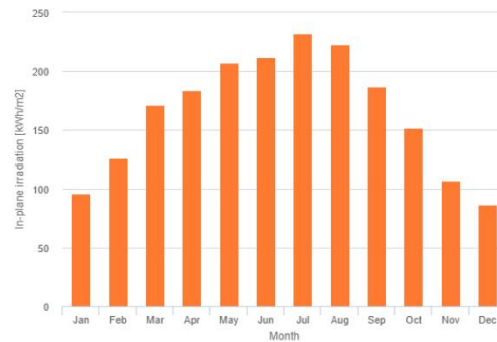
**Outline of horizon at chosen location:**



**Monthly energy output from fix-angle PV system:**



**Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:**



**Monthly PV energy and solar irradiation**

Month	Em	Hm	SDm
January	22900	95.8	3380
February	29900	126	4610
March	39600	171	3850
April	41300	184	3200
May	45800	207	2370
June	45500	212	1510
July	49200	232	1420
August	47500	223	842
September	40900	187	2010
October	34400	152	2690
November	25200	107	4070
December	20800	86.8	3770

Em: Average monthly electricity production from the given system [kWh].  
 Hm: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].  
 SDm: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

OPCIÓN C)



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

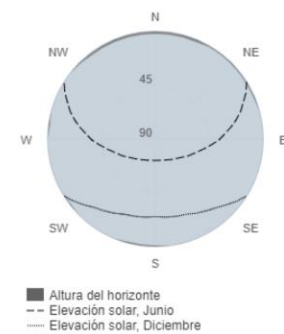
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.684, -0.884  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-CMSAF  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 302 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

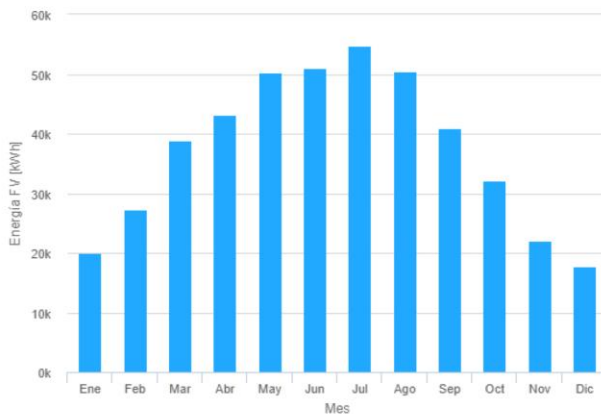
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 449000 kWh  
 Irradiación anual : 1890 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 9920.00 %  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -3 %  
 Efectos espectrales: 0.6 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -6.4 %  
 Pérdidas totales: -21.4 %

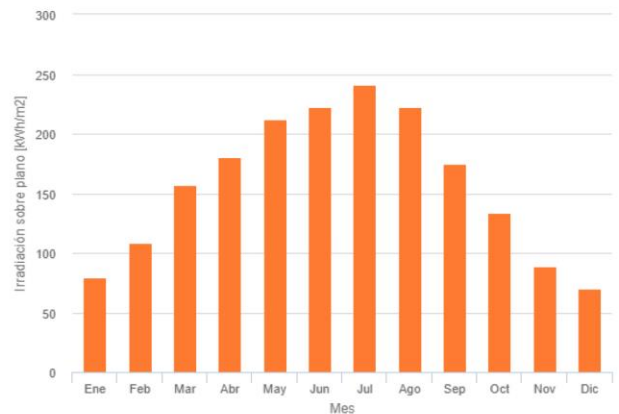
Perfil del horizonte:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	Em	Hm	SDm
Enero	20000	79.4	2690
Febrero	27300	108	3960
Marzo	38800	157	3570
Abril	43200	180	3210
Mayo	50200	212	2660
Junio	51000	222	1680
Julio	54700	241	1600
Agosto	50500	222	898
Septiembre	41000	175	1900
Octubre	32200	134	2350
Noviembre	22100	88.7	3250
Diciembre	17700	70.5	2920

Em: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

Hm: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].

SDm: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

OPCIÓN D)



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

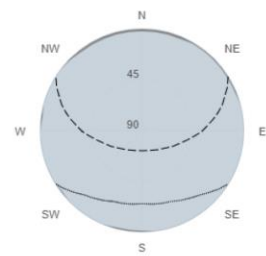
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.684, -0.884  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-CMSAF  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 157.5 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

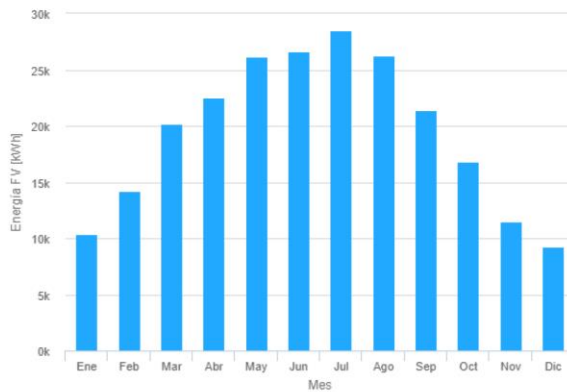
Ángulo de inclinación: 15 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 234000 kWh  
 Irradiación anual : 1890 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 5170.00 %  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -3 %  
 Efectos espectrales: 0.6 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -6.4 %  
 Pérdidas totales: -21.4 %

Perfil del horizonte:

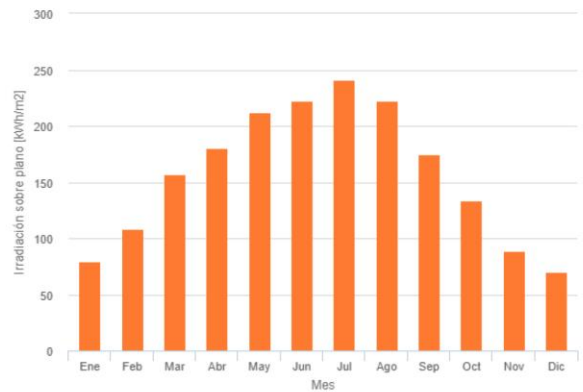


■ Altura del horizonte  
 - - Elevación solar, Junio  
 - - Elevación solar, Diciembre

Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



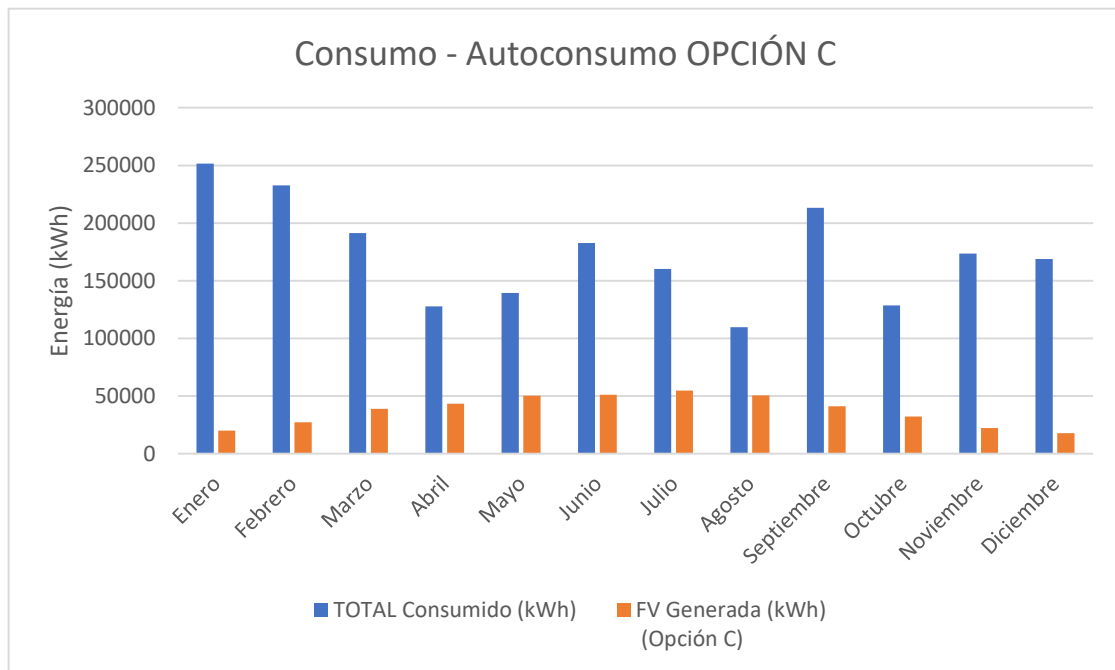
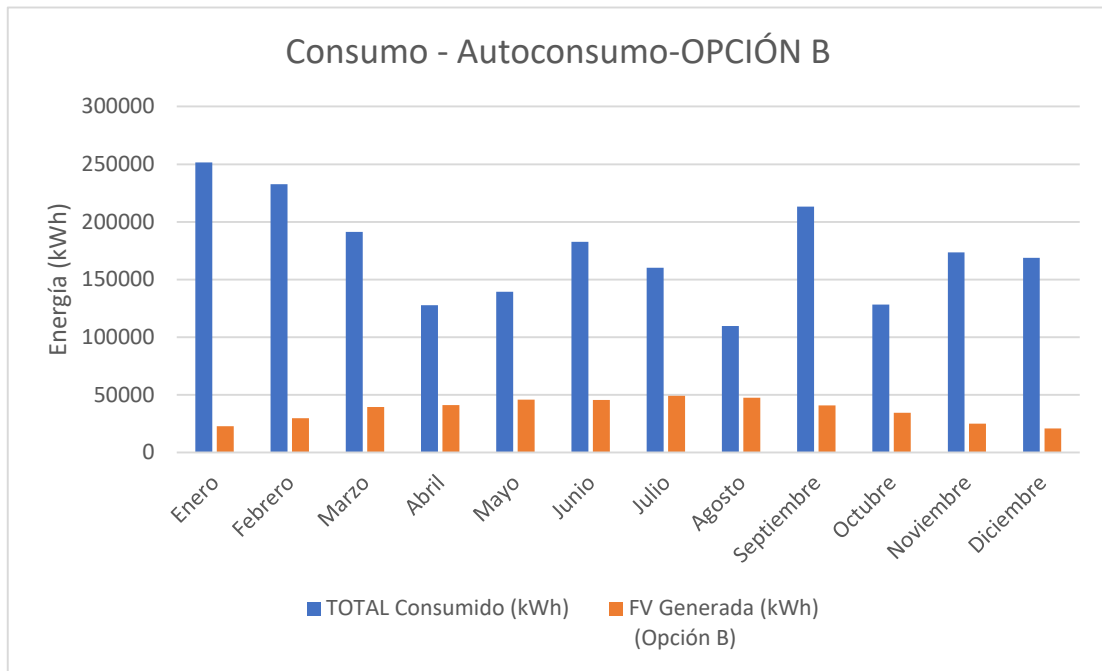
Energía FV y radiación solar mensual

Mes	Em	Hm	SDm
Enero	10400	79.4	1410
Febrero	14200	108	2060
Marzo	20200	157	1860
Abril	22500	180	1670
Mayo	26200	212	1390
Junio	26600	222	874
Julio	28500	241	837
Agosto	26300	222	468
Septiembre	21400	175	992
Octubre	16800	134	1230
Noviembre	11500	88.7	1700
Diciembre	9210	70.5	1520

Em: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

Hm: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].

SDm: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].



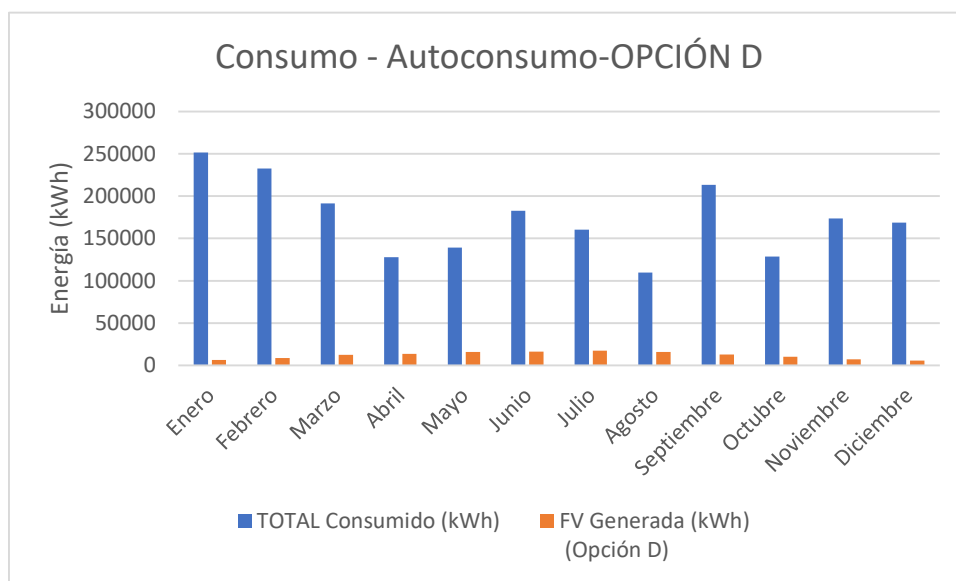
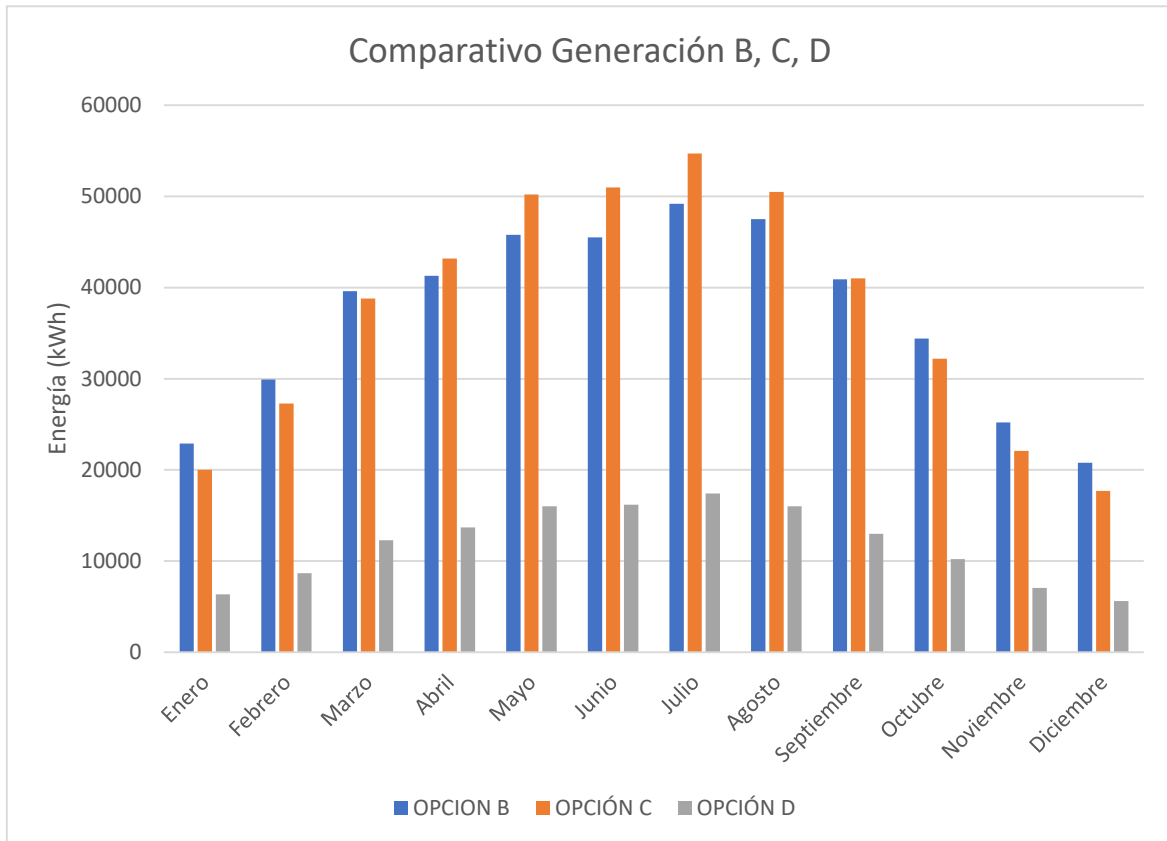


Tabla Resumen Consumos - Generación

MES	TOTAL Consumido (kWh)	FV Generada (kWh) (Opción B)	FV Generada (kWh) (Opción C)	FV Generada (kWh) (Opción D)
Enero	251469	22900	20000	6350
Febrero	232713	29900	27300	8680
Marzo	191238	39600	38800	12300
Abril	127799	41300	43200	13700
Mayo	139296	45800	50200	16000
Junio	182657	45500	51000	16200
Julio	160322	49200	54700	17400
Agosto	109680	47500	50500	16000
Septiembre	213183	40900	41000	13000
Octubre	128435	34400	32200	10200
Noviembre	173454	25200	22100	7040
Diciembre	168825	20800	17700	5620

Comparativo Potencia generada







**ANEXO**  
**PRESUPUESTOS**

<b>PRESUPUESTO OPCIÓN C</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Medidas</b>		<b>Precio Unitario</b>	<b>TOTAL</b>
		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>		
<b>1</b>	<b>MÓDULOS, CABLEADO DC, OTROS</b>				
	Suministro e instalación panel fotovoltaico Q.ANTUM solar module Q.PLUS L-G4.2 350	882	uni.	188,60 €	166.345,20 €
	Suministro e instalación Estructura CSWIND	882	uni.	31,50 €	27.783,00 €
	Suministro e instalación cable 1500V-DC 1x 4mm <sup>2</sup>	1060	m	0,99 €	1.049,40 €
	Suministro e instalación conectores rápidos MC4	100	uni.	3,78 €	378,50 €
	Conexión entre módulos PV	882	uni.	4,00 €	3.526,42 €
	Suministro e instalación de Tubo protector superficial 16mm con elementos de sujeción incluidos	530	ml	7,97 €	4.224,02 €
<b>2</b>	<b>EQUIPOS, CABLEADO AC, OTROS</b>				
	Suministro e instalación INVERSOR 15kW Schneider Electric TL 15000 E	1	uni.	2.166,50 €	2.166,50 €
	Suministro e instalación INVERSOR 20kW Huawei SUN2000-17/20KTL	11	uni.	2.706,17 €	29.767,87 €
	Suministro e instalación AC Combiner Box HISbox® AC Combiner 400/800V	3	uni.	675,00 €	2.025,00 €
	Suministro e instalación cable RV-K0.6/1kV XLPE Cu 3x 25mm <sup>2</sup>	275	m	42,28 €	11.627,86 €
	Suministro e instalación de Tubo protector superficial 40mm con elementos de sujeción incluidos	275	ml	13,00 €	3.575,00 €
	Suministro e instalación terminales de conexión de Cu 25mm <sup>2</sup>	110	uni.	2,35 €	258,50 €
<b>3</b>	<b>INSTALACIÓN DE TIERRA</b>				
	Suministro e instalación cable de Cu desnudo para puesta a tierra de 50mm <sup>2</sup> (piquetas y caja seccionadora incluida)	150	ml	5,70 €	855,00 €
	Suministro e instalación de cables de 4mm <sup>2</sup> para puesta a tierra entre módulos	884	uni.	0,84 €	742,56 €
<b>4</b>	<b>TEST</b>				
	Pruebas y puesta en marcha	1	uni.	1.800,00 €	1.800,00 €
<b>5</b>	<b>INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>				
	Estudio y realización del proyecto	1	uni.	4.500,00 €	4.500,00 €
	Permisos, gestiones y trámites administrativos	1	uni.	2.500,00 €	2.500,00 €
	Dirección de Obra	1	uni.	1.500,00 €	1.500,00 €
<b>6</b>	<b>OTROS</b>				
	Alquiler de grúa de tijera	1	uni.	250,00 €	250,00 €

<b>No.</b>	<b>RESUMEN OPCIÓN C</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	MÓDULOS, CABLEADO DC, OTROS	203.306,54 €
<b>2</b>	EQUIPOS, CABLEADO AC, OTROS	49.420,73 €
<b>3</b>	INSTALACIÓN DE TIERRA	1.597,56 €
<b>4</b>	TEST	1.800,00 €
<b>5</b>	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	8.500,00 €
<b>6</b>	OTROS	250,00 €
	<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>	<b>264.874,83 €</b>

<b>PRESUPUESTO OPCIÓN D</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Medidas</b>		<b>Precio Unitario</b>	<b>TOTAL</b>
		<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>		
<b>1</b>	<b>MÓDULOS, CABLEADO DC, OTROS</b>				
	Suministro e instalación panel fotovoltaico Q.ANTUM solar module Q.PLUS L-G4.2 350	450	uni.	188,60 €	84.870,00 €
	Suministro e instalación Estructura CSWIND	450	uni.	31,50 €	14.175,00 €
	Suministro e instalación cable 1500V-DC 1x 4mm <sup>2</sup>	760	m	0,99 €	752,40 €
	Suministro e instalación conectores rápidos MC4	60	uni.	3,78 €	227,10 €
	Conexión entre módulos PV	450	uni.	4,00 €	1.799,20 €
	Suministro e instalación de Tubo protector superficial 16mm con elementos de sujeción incluidos	350	ml	7,97 €	2.789,45 €
<b>2</b>	<b>EQUIPOS, CABLEADO AC, OTROS</b>				
	Suministro e instalación INVERSOR 20kW Huawei SUN2000-17/20KTL	5	uni.	2.706,17 €	13.530,85 €
	Suministro e instalación AC Combiner Box HISbox® AC Combiner 400/800V	1	uni.	675,00 €	675,00 €
	Suministro e instalación cable RV-K0.6/1kV XLPE Cu 3x 25mm <sup>2</sup>	125	m	42,28 €	5.285,39 €
	Suministro e instalación de Tubo protector superficial 40mm con elementos de sujeción incluidos	125	ml	13,00 €	1.625,00 €
	Suministro e instalación terminales de conexión de Cu 25mm <sup>2</sup>	25	uni.	2,35 €	58,75 €
<b>3</b>	<b>INSTALACIÓN DE TIERRA</b>				
	Suministro e instalación cable de Cu desnudo para puesta a tierra de 50mm <sup>2</sup> (piquetas y caja seccionadora incluida)	150	ml	5,70 €	855,00 €
	Suministro e instalación de cables de 4mm <sup>2</sup> para puesta a tierra entre módulos	450	uni.	0,84 €	378,00 €
<b>4</b>	<b>TEST</b>				
	Pruebas y puesta en marcha	1	uni.	1.800,00 €	1.800,00 €
<b>5</b>	<b>INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>				
	Estudio y realización del proyecto	1	uni.	4.500,00 €	4.500,00 €
	Permisos, gestiones y trámites administrativos	1	uni.	2.500,00 €	2.500,00 €
	Dirección de Obra	1	uni.	1.500,00 €	1.500,00 €
<b>6</b>	<b>OTROS</b>				
	Alquiler de grúa de tijera	1	uni.	250,00 €	250,00 €

<b>No.</b>	<b>RESUMEN OPCIÓN D</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	MÓDULOS, CABLEADO DC, OTROS	104.613,14 €
<b>2</b>	EQUIPOS, CABLEADO AC, OTROS	21.174,99 €
<b>3</b>	INSTALACIÓN DE TIERRA	1.233,00 €
<b>4</b>	TEST	1.800,00 €
<b>5</b>	INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA	8.500,00 €
<b>6</b>	OTROS	250,00 €
<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>		<b>137.571,13 €</b>



**ANEXO**  
**DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS**

❖ **MÓDULO FOTOVOLTAICO**



The **Q.ANTUM** solar module **Q.PLUS L-G4.2** with power classes up to 355Wp is the strongest module of its type on the market globally. Powered by 72 Q CELLS solar cells **Q.PLUS L-G4.2** was specially designed for large solar power plants to reduce BOS costs. Only Q CELLS offers German engineering quality with our unique triple Yield Security.



**LOW ELECTRICITY GENERATION COSTS**

Higher yield per surface area and lower BOS costs thanks to higher power classes and an efficiency rate of up to 18.1%.



**INNOVATIVE ALL-WEATHER TECHNOLOGY**

Optimal yields, whatever the weather with excellent low-light and temperature behavior.



**ENDURING HIGH PERFORMANCE**

Long-term yield security with Anti-PID Technology<sup>1</sup>, Hot-Spot-Protect and Traceable Quality Tra.Q™.



**EXTREME WEATHER RATING**

High-tech aluminum alloy frame, certified for high snow (5400 Pa) and wind loads (2400 Pa).



**A RELIABLE INVESTMENT**

Inclusive 12-year product warranty and 25-year linear performance guarantee<sup>2</sup>.



**THE IDEAL SOLUTION FOR:**



Ground-mounted solar power plants

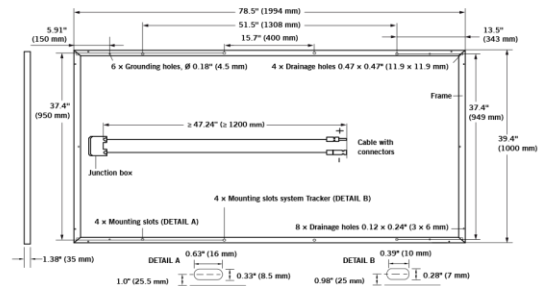
Engineered in **Germany**

<sup>1</sup> APT test conditions: Cells at -1500V against grounded, with conductive metal foil covered module surface, 25 °C, 168h

<sup>2</sup> See data sheet on rear for further information.

**MECHANICAL SPECIFICATION**

<b>Format</b>	78.5 in × 39.4 in × 1.38 in (including frame) (1994 mm × 1000 mm × 35 mm)
<b>Weight</b>	52.9 lbs (24 kg)
<b>Front Cover</b>	0.13 in (3.2 mm) thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology
<b>Back Cover</b>	Composite film
<b>Frame</b>	Anodized aluminum
<b>Cell</b>	6 × 12 Q.ANTUM solar cells
<b>Junction box</b>	3.35-4.53 in × 2.36-3.15 in × 0.59-0.75 in (85-115 × 60-80 × 15-19 mm), Protection class ≥ IP67, with bypass diodes
<b>Cable</b>	4 mm <sup>2</sup> Solar cable; (+) ≥ 47.24 in (1200 mm), (-) ≥ 47.24 in (1200 mm)
<b>Connector</b>	MC4 or MC4-EVO 2, IP65 and IP68



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

POWER CLASS		340	345	350	355	
<b>MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC<sup>1</sup> (POWER TOLERANCE +5W / -0W)</b>						
<b>Minimum</b>	<b>Power at MPP<sup>2</sup></b>	<b>P<sub>MPP</sub> [W]</b>	340	345	350	355
	<b>Short Circuit Current*</b>	<b>I<sub>SC</sub> [A]</b>	9.59	9.64	9.69	9.74
	<b>Open Circuit Voltage*</b>	<b>V<sub>OC</sub> [V]</b>	47.07	47.46	47.71	47.97
	<b>Current at MPP*</b>	<b>I<sub>MPP</sub> [A]</b>	9.03	9.09	9.15	9.21
	<b>Voltage at MPP*</b>	<b>V<sub>MPP</sub> [V]</b>	37.63	37.93	38.23	38.52
	<b>Efficiency<sup>2</sup></b>	<b>η [%]</b>	≥ 17.1	≥ 17.3	≥ 17.6	≥ 17.8
<b>MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NOC<sup>3</sup></b>						
<b>Minimum</b>	<b>Power at MPP<sup>2</sup></b>	<b>P<sub>MPP</sub> [W]</b>	252.1	255.8	259.5	263.2
	<b>Short Circuit Current*</b>	<b>I<sub>SC</sub> [A]</b>	7.73	7.77	7.81	7.85
	<b>Open Circuit Voltage*</b>	<b>V<sub>OC</sub> [V]</b>	43.92	44.29	44.53	44.77
	<b>Current at MPP*</b>	<b>I<sub>MPP</sub> [A]</b>	7.09	7.14	7.19	7.24
	<b>Voltage at MPP*</b>	<b>V<sub>MPP</sub> [V]</b>	35.56	35.83	36.10	36.36

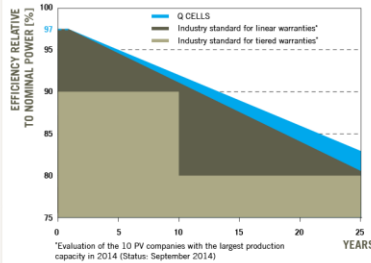
<sup>1</sup> 1000W/m<sup>2</sup>, 25 °C, spectrum AM 1.5 G

<sup>2</sup> Measurement tolerances STC ± 3%; NOC ± 5%

<sup>3</sup> 800W/m<sup>2</sup>, NOCT, spectrum AM 1.5 G

\* typical values, actual values may differ

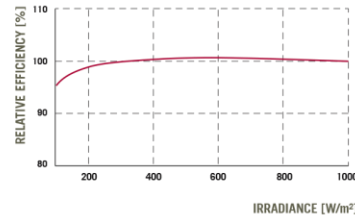
**Q CELLS PERFORMANCE WARRANTY**



At least 97% of nominal power during first year. Thereafter max. 0.6% degradation per year.  
At least 92% of nominal power up to 10 years.  
At least 83% of nominal power up to 25 years.

All data within measurement tolerances. Full warranties in accordance with the warranty terms of the Q CELLS sales organization of your respective country.

**PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE**



Typical module performance under low irradiance conditions in comparison to STC conditions (25 °C, 1000W/m<sup>2</sup>).

**TEMPERATURE COEFFICIENTS**

<b>Temperature Coefficient of I<sub>SC</sub></b>	<b>α</b>	<b>[%/K]</b>	+0.04	<b>Temperature Coefficient of V<sub>OC</sub></b>	<b>β</b>	<b>[%/K]</b>	-0.29
<b>Temperature Coefficient of P<sub>MPP</sub></b>	<b>γ</b>	<b>[%/K]</b>	-0.40	<b>Normal Operating Cell Temperature</b>	<b>NOCT</b>	<b>[°F]</b>	113 ± 5.4 (45 ± 3 °C)

**PROPERTIES FOR SYSTEM DESIGN**

<b>Maximum System Voltage V<sub>sys</sub></b>	<b>[V]</b>	1500 (IEC) / 1500 (UL)	<b>Safety Class</b>	II
<b>Maximum Series Fuse Rating</b>	<b>[A DC]</b>	20	<b>Fire Rating</b>	C (IEC) / TYPE 1 (UL)
<b>Design load, push (UL)<sup>2</sup></b>	<b>[lbs/ft<sup>2</sup>]</b>	75 (3600 Pa)	<b>Permitted module temperature on continuous duty</b>	-40 °F up to +185 °F (-40 °C up to +85 °C)
<b>Design load, pull (UL)<sup>2</sup></b>	<b>[lbs/ft<sup>2</sup>]</b>	33 (1600 Pa)	<sup>2</sup> safety factor of 1.5 included, see installation manual	

**QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES**

IEC 61215 (Ed. 2); IEC 61730 (Ed. 1), Application class A



**PACKAGING INFORMATION**

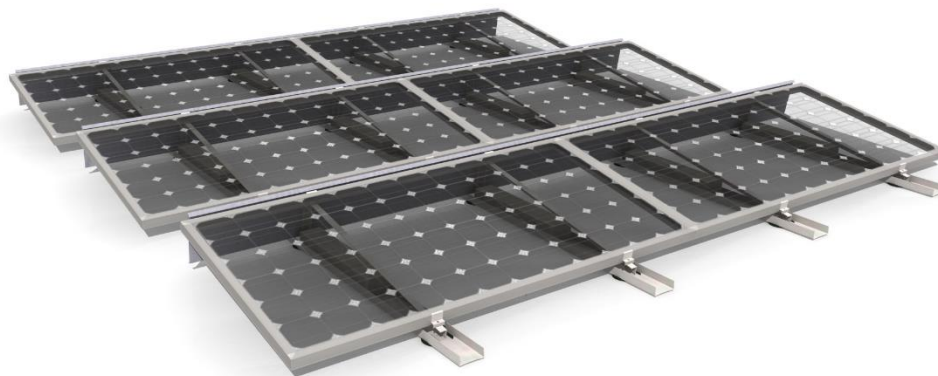
<b>Number of Modules per Pallet</b>	29
<b>Number of Pallets per 53' Container</b>	26
<b>Number of Pallets per 40' Container</b>	22
<b>Pallet Dimensions (L × W × H)</b>	81.3 × 45.3 × 46.9 in (2065 × 1150 × 1190 mm)
<b>Pallet Weight</b>	1671 lbs (758 kg)

**NOTE:** Installation instructions must be followed. See the installation and operating manual or contact our technical service department for further information on approved installation and use of this product.

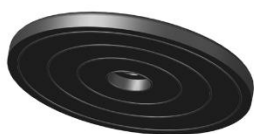
Hanwha Q CELLS America Inc.

300 Spectrum Center Drive, Suite 1250, Irvine, CA 92618, USA | TEL +1 949 748 59 96 | EMAIL inquiry@us.q-cells.com | WEB www.q-cells.us

Specifications subject to technical changes © Hanwha Q CELLS Q.PLUS L-G4-2\_340-355\_2017-05\_Rev01\_NA



PIE DE EPDM  
EPDM SUPPORT

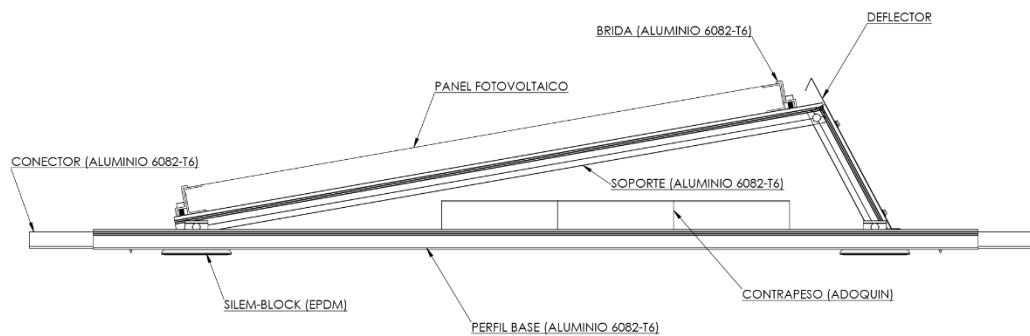


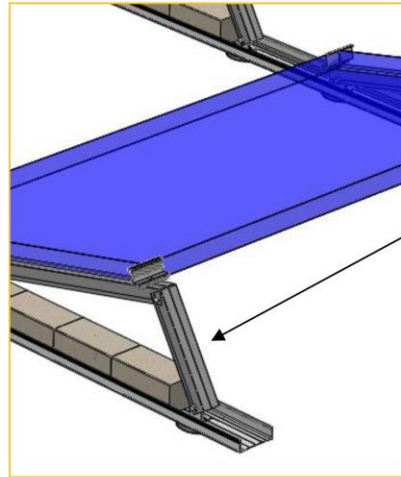
PERFIL BASE  
BASE PROFILE



### CSwind

- SISTEMA AUTOPORTANTE PARA CUBIERTAS QUE ADMITEN POCA CARGA  
SELF-SUPPORTING SYSTEM FOR WEAK ROOF
- INCLINACIÓN OPCIONAL ENTRE 5 Y 15°  
OPTIONAL INCLINATION BETWEEN 5 AND 15°
- PERFLERÍA DE ALUMINIO DE ALTA RESISTENCIA (6082-T6)  
HIGH RESISTANCE ALUMINUM PROFILES (6082-T6)
- TORNILLERÍA DE ACERO INOXIDABLE A2  
A2 STAINLESS STEEL BOLTS
- PIE DE EPDM CON SUPERFICIE ANTIDESLIZANTE  
EPDM NONSLIP SURFACE SUPPORT
- FACILIDAD Y RAPIDEZ DE MONTAJE  
EASY ASSEMBLY



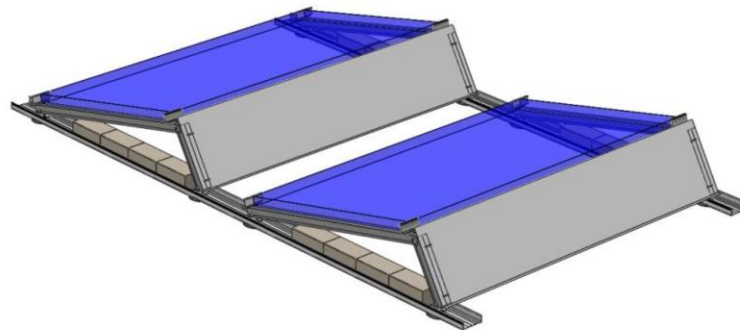


EN ESTE PASO SE HA DE COLOCAR LA CINTA AUTOADHESIVA DE EPDM SUMINISTRADA EN ROLLO.

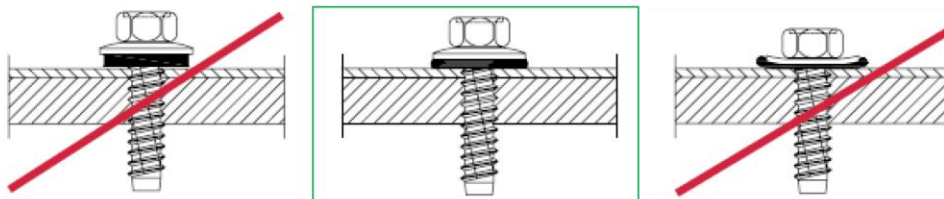
ES RECOMENDABLE COLOCAR LA CINTA AL INICIO DURANTE EL MONTAJE DEL TRIANGULO

SE COLOCARÁ A LO LARGO DE LA ESPALADA PARA EVITAR EL CONTACTO ALUMINIO -CHAPA

9



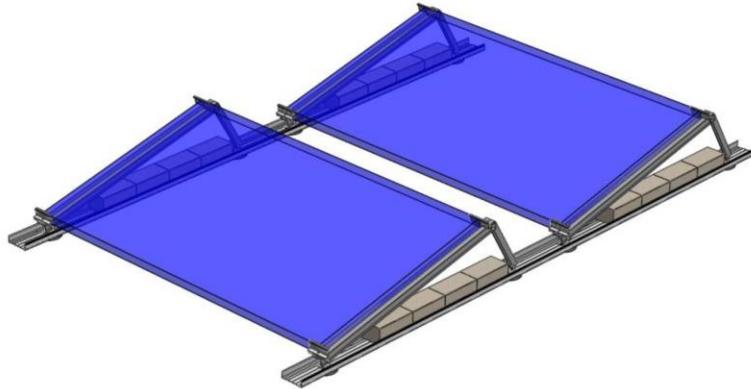
COLOCACIÓN DEL DEFLECTOR DE VIENTO DE ACERO GALVANIZADO. SE FIJARÁ MEDIANTE 4 TORNILLOS AUTOTALADRANTES (5)



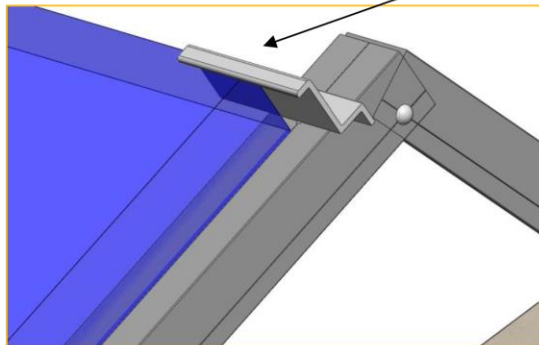




8

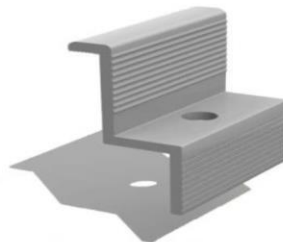


COLOCAR BRIDAS BCSE-100 (5) EN LA PARTE SUPERIOR DEL TRIANGULO Y AJUSTAR CON LOS TORNILLOS DIN 912 M8x25 (2) Y LAS TUERCAS DIN 6923 M8 (3)



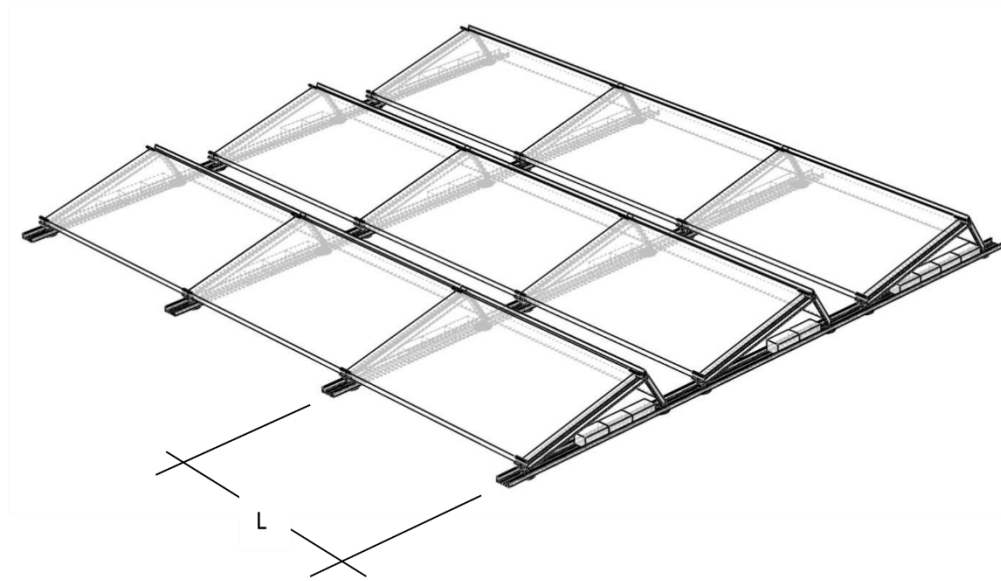
La Brida BCSE se coloca mediante el tornillo **DIN 912 (2)** y se fija a la tuerca **DIN 6923 (3)** que se situará por debajo del angular del triángulo TRD1.

**BRIDA EXTREMO  
BCSE-100**





## 2. CONFIGURACIÓN GENERAL



L= Largo del módulo

 <b>SOPORTES SOLARES</b>	<h1>KIT SOBREELEVADO</h1>	Referencia	001
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	1
Denominación: Estructura de aluminio para suportación de módulos fotovoltaicos a una inclinación determinada			



## 1 – CARACTERISTICAS

- Estructura de aluminio de alta resistencia ensamblada mediante tornillería de acero inoxidable y tornillería autotaladrante zinc-niquelada con 1000 horas en cámara de niebla salina
- Los materiales de los que se compone la estructura garantizan una resistencia excepcional a la corrosión con el paso del tiempo
- Todo el kit viene preparado para su rápida instalación, ya que todas las perforaciones para pernos están premecanizadas y controladas por el departamento de calidad para cumplir las normas ISO
- La estructura es adaptable al módulo fotovoltaico de cualquier fabricante
- Esta estructura conjuntamente con el abanico de soportes ofrecidos se puede colocar en cualquier superficie, teja, soleras hormigón, cubiertas metálicas, fachadas, contrapesos de hormigón etc.

## 2 – MATERIAL

El material de fabricación del soporte es aleación de Aluminio, concretamente 6005 T6. El aluminio 6005 T6 es un aluminio estructural comúnmente empleado en este tipo de estructuras, con muy buena resistencia a la corrosión. El material una vez extrusionado recibe un tratamiento térmico, en este caso un templado, para mejorar sus características mecánicas. El temple empleado por SOPORTES SOLARES es el T6, el mayor que se le puede proporcionar al aluminio

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE 38349

Tratamiento	Carga de Rotura (Rm)		Límite elástico (Rp0'2)		Alargamiento		Dureza mínima (Wb)	
	6060	6005	6060	6005	6060	6005	6060	6005
T4	120	180	60	90	16	15	2	2
T5	160	-	120	-	8	-	11	14
T6	190	270	150	225	8	8	12	15

	<h1 style="margin: 0;">KIT SOBREELEVADO</h1>	Referencia	001
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	2
Denominación: Estructura de aluminio para suportación de módulos fotovoltaicos a una inclinación determinada			

El material de fabricación de los pernos es aleación de Acero Inoxidable, concretamente A2-70. El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno reaccionando con este y formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro que contiene.

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE-EN ISO 3506

Calidad	Carga de Rotura (Rm)	Límite elástico (Rp0'2)	Alargamiento	Dureza mínima (Hb)
A2-70	700	450	0,4d	175

El material de fabricación de los tornillos autotaladrantes es acero SAR J403 1022 con una protección zinc-niquelada sellante que le proporciona una resistencia a la corrosión de 1000 horas en cámara de niebla salina según ISO 9227.

Se cumplen las características mecánicas de resistencia y propiedades físicas que se detallan en la Norma UNE-EN ISO 10666

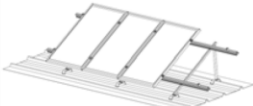
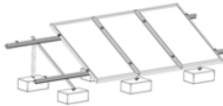
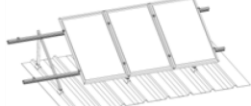
Norma	Medida	Resistencia a Tracción (kN)	Resistencia a Cortadura (kN)	Dureza mínima (Hb)
7504-K	ST 6.3	13.36	6.68	165

### 3 – DATOS TÉCNICOS

La estructura en su conjunto resiste las cargas de viento y nieve que indica el eurocódigo hasta una altura de 200 metros sobre el nivel del mar según las normas vigentes de la edificación UNE EN ISO 1991. La estructura está fabricada conforme a las normas de fabricación de estructuras de aluminio UNE EN ISO 1090.

La instalación de los kits sobreelevados debe llevarse a acabo conjuntamente con un tipo de soporte junto con el que conformarán una estructura completa que cumplirá los estándares indicados. El montaje de la estructura se llevará a cabo introduciendo los pernos de M6 en los agujeros premecanizados para tal uso y los tornillos autotaladrantes que unen el resto de la estructura como se indica en los manuales de montaje siempre teniendo en cuenta que **todas las fijaciones deben realizarse sobre la línea de taladro para asegurar la integridad de la estructura.**

	<h1 style="margin: 0;">KIT SOBREELEVADO</h1>	Referencia	001
		Fecha	06/10/2017
		Revisión	0
		Página	3
Denominación: Estructura de aluminio para suportación de módulos fotovoltaicos a una inclinación determinada			

Código		Tipo de Soporte		
		Soporte S8	Soporte Varilla Roscada	Soporte S3
Distancia máxima entre bastidores	[m]	2	2//1.5**	1
Distancia máxima de Voladizo	[m]	0.5	0.5	0.4
Dirección de los bastidores	[-]	Alineados a la cumbre	Cualquiera	Perpendicular a la cumbre
Posibilidades de montaje	[-]			

\*El ensamblaje de la estructura debe hacerse correctamente y conforme a las indicaciones del manual de montaje para que cumpla las características de resistencia enunciadas

\*\* En el soporte de varilla roscada sobre cubierta de teja la máxima distancia será de 1.5m

## 4 – POSIBILIDADES DE MONTAJE

El kit sobreelevado dispone de una gran variedad de posibles montajes para todo tipo de cubiertas ya que es combinable con todos los tipos de soporte ofrecidos y puede ser de mayor o menor longitud gracias a la posibilidad de conectar sus perfiles P26 superiores mediante el conector P26.

La combinación más utilizada es el kit sobreelevado conjuntamente con el soporte de varilla, lo que nos permite colocar la estructura en cualquier tipo de superficie de hormigón, teja y pizarra. El soporte se anclará al hormigón mediante el uso de una resina química de poliéster de alta resistencia que permitirá de esta forma colocar debidamente los bastidores y posteriormente los perfiles para formar un único cuerpo estructural.

Si se combina el kit sobreelevado con el soporte S8 podremos instalar el kit en cubiertas industriales cuya cumbre esté alineada con los bastidores, ya que los soportes S8 se deben atornillar a la subestructura de la nave industrial. De esta forma en cada una de las correas de acero de la nave industrial dispondremos de un bastidor y posteriormente los perfiles P26 que formarán un único cuerpo estructural.

En caso de combinarse el kit sobreelevado con el soporte S3 se podrá instalar el kit en cubiertas metálicas grecadas, de forma que los bastidores estén en el mismo sentido que la greca, es decir, perpendiculares a la cumbre de la nave industrial. De esta forma se instalará a la distancia indicada colocaremos un bastidor y encima de estos el perfil P26 formando un único cuerpo estructural. *Previamente a la instalación de este tipo de soporte es necesario cerciorarse de que el soporte se adapta a la greca de la cubierta donde se va a realizar la instalación.*

## Ficha de producto

### Características

## PVSNVC15000

Inversor para conexión a red trifásico Conext  
TL 15000 E - 15 kVA salida



### Principal

Estatus comercial	Commercialised
Gama de producto	Conext TL
Modelo de dispositivo	TL 15000 E
Tipo de producto o componente	Inversor solar para conexión a la red
Número de fases de la red	Trifásica
Potencia salida nominal	15 kVA

### Complementario

Potencia fotovoltaica	17 kW
Tensión de salida	230/400 V AC
Número de MPPT	2
Corriente de salida	22 A AC
Frecuencia asignada de empleo	50 Hz +/- 3 Hz
Cos phi	> 0.99 a pleno rango de potencia 0.85 ajustable
Distorsión armónica	< 3 % a potencia nominal
Tensión de entrada	350...800 V CC Seguimiento del punto máximo de potencia <= 1000 V CC circuito abierto
Corriente de entrada	23 A x 2
Eficiencia	98.05 % pico 97.3 % europeo
Consumo de potencia en W	< 2 W horario nocturno
Función disponible	Desconexión DC Registro de datos integrado Contacto seco Desconexión remota del inversor
Interfaz de comunicación	RS485 Modbus
Tipo de refrigeración	Ventilador
Alto	96 cm
Ancho	61.2 cm
Profundidad	27.2 cm
Peso del producto	67.2 kg
Nivel acústico	< 55 dBA
Material de envoltorio	Aluminio

### Entorno

Grado de protección IP	IP65 (electrónica) IP55 (global)
Temperatura ambiente de trabajo	-20...60 °C
Compatibilidad electromagnética	De acuerdo con EN 61000-6-2 inmunidad para entornos industriales De acuerdo con EN 61000-6-3 estándar de emisión para entornos comerciales e industriales ligeros
Normas	DK 5940 EN 50178 EN 60950 VDE 0126-1-1 RD 1663 BDEW AS4777 IEC 62109-1 AS 3100 ENEL UTE G59 IEC 61209-2
Certificados de producto	CE Directiva EMC 2004/108/EC Directiva de Baja Tensión 2006/95/EC
Altitud máxima de funcionamiento	< 2000 m sin reducir la capacidad normal
Humedad relativa	5...95 % (sin condensación)



# Inversor de String Inteligente

SUN2000-17/20KTL



## Inteligente

- Monitoreo inteligente de 6 strings y resolución rápida de problemas
- Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos
- Pantalla LCD gráfica local y monitoreo remoto

## Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,6%
- Eficiencia europea del 98,3%
- 3 MPPT para adaptarse a distintos diseños y desajustes de strings

## Seguro

- Desconector de DC integrados para un O&M seguro y práctico
- Unidad de Monitoreo de Corriente Residual (RCMU) integrada
- Diseño de operación sin fusibles

## Confiable

- Tecnología de enfriamiento natural
- Grado de protección IP65
- Protectores de sobrecorriente tipo II para DC y AC

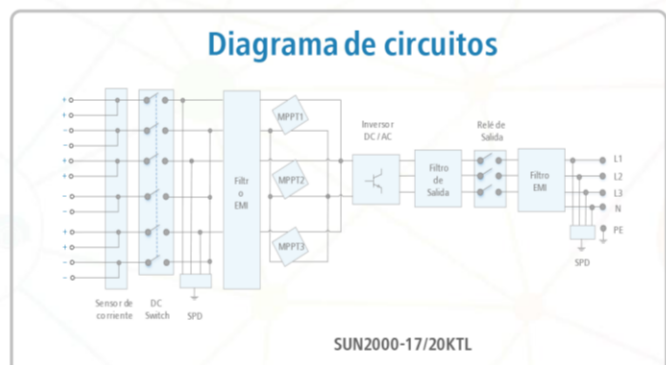
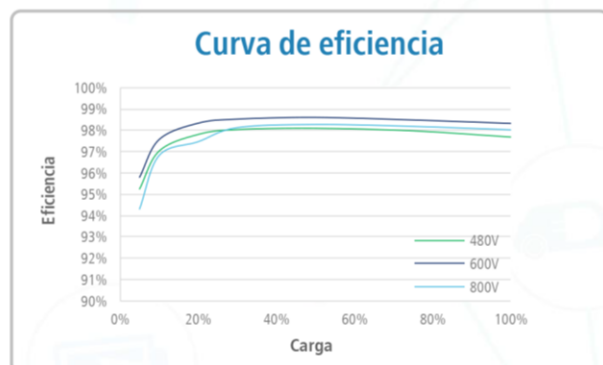
Siempre disponible para obtener un mejor rendimiento

[solar.huawei.com/la](http://solar.huawei.com/la)



# Inversor de String Inteligente (SUN2000-17/20KTL)

Especificaciones técnicas	SUN2000-17KTL	SUN2000-20KTL
<b>Eficiencia</b>		
Eficiencia máxima	98.6%	98.6%
Eficiencia europea	98.3%	98.3%
<b>Entrada</b>		
Máx. voltaje de entrada	1,000 V	1,000 V
Máx. corriente por MPPT	18 A	18 A
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT	25 A	25 A
Voltaje de entrada inicial	250 V	250 V
Rango de voltaje de operación de MPPT	200 V ~ 950 V	200 V ~ 950 V
Voltaje nominal de entrada	620 V	620 V
Cantidad de entradas	6	6
Cantidad de MPPT	3	3
<b>Salida</b>		
Potencia nominal activa de AC	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de AC	18,700 VA	22,000 VA
Máx. potencia activa de AC (cosφ=1)	18,700 W	22,000 W
Voltaje nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W + N + PE	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W + N + PE
Frecuencia nominal de red de AC	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Corriente de salida nominal	25.8 A @380 V, 24.7 A @400 V	30.4 A @380 V, 29 A @400 V
Máx. corriente de salida	28.5 A	33.5 A
Rango de factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%	< 3%
<b>Protección</b>		
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí	Sí
Protección anti-isla	Sí	Sí
Protección contra sobrecorriente de AC	Sí	Sí
Protección contra polaridad inversa de DC	Sí	Sí
Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Sí	Sí
Protector contra sobrecorriente de DC	Tipo II	Tipo II
Protector contra sobrecorriente de AC	Tipo II	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC	Sí	Sí
Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual	Sí	Sí
<b>Comunicación</b>		
Visualización	LCD gráfica	LCD gráfica
RS485	Sí	Sí
USB	Sí	Sí
<b>General</b>		
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	50 kg (110.2 lb.)	50 kg (110.2 lb.)
Temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Método de enfriamiento	Convección natural	Convección natural
Máx. altitud de operación	3,000 m (9,842 ft.)	3,000 m (9,842 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%	0 ~ 100%
Conector de DC	Amphenol Helios H4	Amphenol Helios H4
Conector de AC	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3
Grado de protección	IP65	IP65
Topología	Sin transformador	Sin transformador
<b>Cumplimiento de normas (Más información disponible previa solicitud)</b>		
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC62116	
Código de red	ABNT, IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11 EN 50438-Ireland, EN 50438-Turkey, AS 4777, PEA (Only 20KTL), MEA (Only 20KTL), NRS 097-2-1	



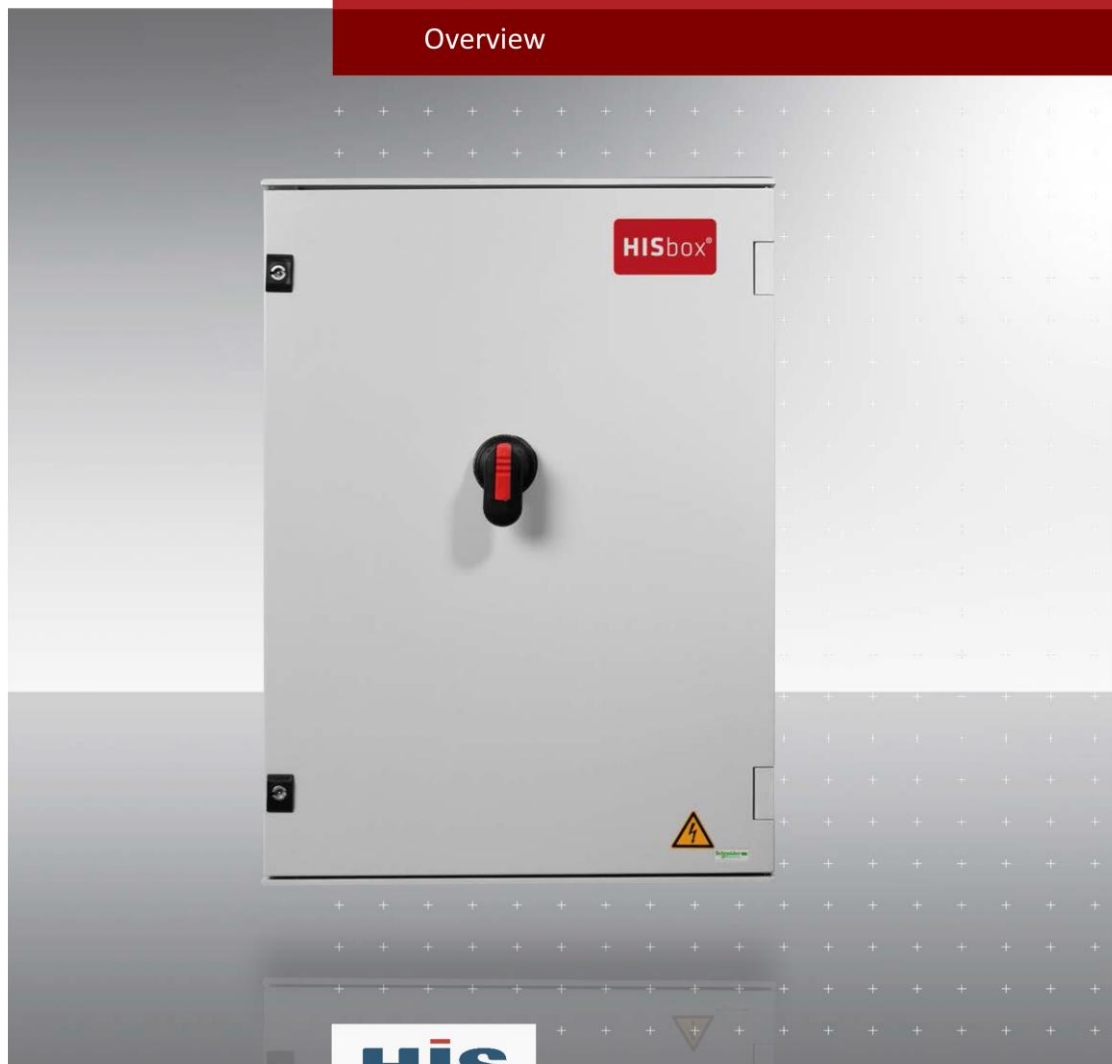
# HISbox<sup>®</sup>

DC/AC string boxes  
part of HIS CONNECT

## HISbox<sup>®</sup> AC Combiner

HAC 400V AC  
HAC 800V AC  
HAC 1000V AC

Overview



**HIS**  
we connect solar energy

# HISCONNECT®

solar wiring system

## ONE-STOP-SHOP SOLUTION FOR WIRING OF PV PLANTS



Whether high quality single components, pre-assembled solar cables or individually developed string boxes: the cabling and switch system HIS CONNECT® has everything that plant operators, installers and service specialists need for cabling, switching and repairing of solar plants, including the safety you would wish for in your work.

### Project-specific design

HISbox® stringboxes are always designed specifically for the project: for this purpose we clarify your need for protection, switching and measuring devices in coordination with the country-specific regulations.

### HIS CONNECT® is the highest quality

We only use standard and certified components from leading manufacturers. Of course with the most modern machinery and in a professional environment. The quality is immediately obvious.

### HIS CONNECT® has greater availability

This is catered for by our international sales structure as well as our expert employees who look after logistics, and customs and deal with all particular features, both local

### HIS CONNECT® is perfectly matched

Not only the individual components and solutions for your whole system but also the particular climatic and insurance requirements of your plant.

### HIS CONNECT® is individually adaptable

No PV plant is like another. For this reason, we tailor industrial components to your exact requirements: for the highest possible customization in accordance with the industrial standard.

### HIS CONNECT® is one system

This means a modular system which you can make full use of. Solar cables, connectors, cable splitters, string boxes: here is everything you need for connecting and wiring.

PART OF HISCONNECT SOLAR WIRING SYSTEM

# HISbox<sup>®</sup> AC COMBINER



HISbox<sup>®</sup> String boxes are synonymous with uncompromising product quality, the greatest possible cost-efficiency and longevity. We plan, develop and manufacture string boxes optimized and ready for connection from high quality industrial components of leading manufacturers to meet the exact requirements of your plant.

**DESIGNED WITH HIGH QUALITY COMPONENTS.  
DESIGNED TO INDIVIDUAL REQUIREMENTS.  
TESTED FOR HIGH PLANT AVAILABILITY.**

A large portfolio of standard string boxes. All manufactured from first class industrial components. Always perfectly tailored to your individual requirements. If necessary, specifically modified to your own concept. And always delivered ready to use.



## HUGE WEALTH OF EXPERIENCE

Benefit from our many years of experience in numerous projects in the world.



## QUALITY & TESTING

Engineering, manufacturing and testing under one roof. Additional testing for special requirements.



## EASY TO INSTALL

Well thought out. Ready to use. Including necessary accessories to make installation safe, simple and quick.



## MAINTENANCE-FREE

Smart design to avoid extensive work during operations. Long-life components ensure the efficiency.



## INTERNATIONAL SUPPORT

With a multilingual engineering and sales team, HIS is managing several country-specific standards.



## REDUCE COST. RAISE PROFIT

Tailored concepts by comprehensive expert knowledge. Cost effective and sustainable solution for PV projects.

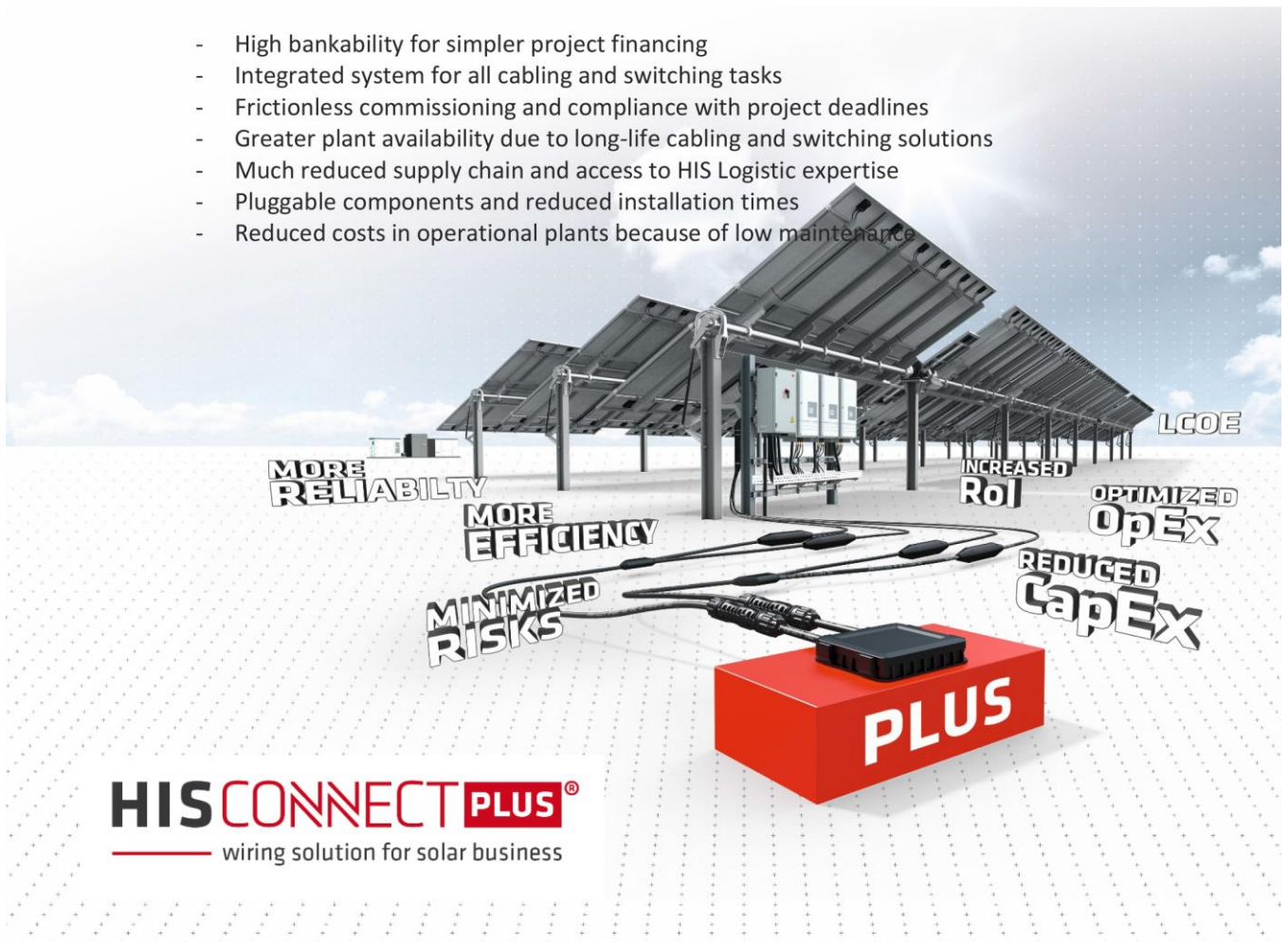
# HISbox<sup>®</sup> POWER PLANT

XXXXXXXXXX

## COST EFFECTIVE AND SUSTAINABLE COMPLETE SOLUTION FOR PV PROJECTS

At the development of a HIS CONNECT PLUS<sup>®</sup> solution, the requirements of all those involved in the project are taken into account. This results in individual benefits for all concerned.

- High bankability for simpler project financing
- Integrated system for all cabling and switching tasks
- Frictionless commissioning and compliance with project deadlines
- Greater plant availability due to long-life cabling and switching solutions
- Much reduced supply chain and access to HIS Logistic expertise
- Pluggable components and reduced installation times
- Reduced costs in operational plants because of low maintenance



# HISbox® AC COMBINER 400V / 800V AC

**HISbox®**  
DC/AC string boxes  
part of HIS CONNECT

XXXXXXXXXX

String inverters are increasingly used in PV power plants. With our AC Combiners, you can collect the output of your inverters, including the necessary switching and protection facilities. As well as variety of standard solutions, our Development and Construction team also offer customer specific solutions.

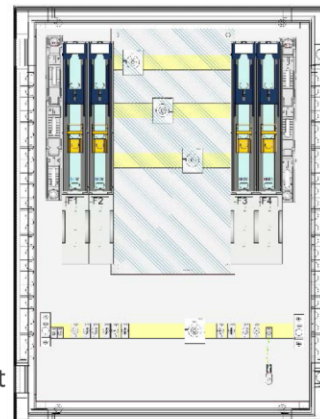


# HISbox<sup>®</sup> AC COMBINER

## NH00 400V AC

**Overview:**

- 3-Pole inverter protection, max. 125A
- System: 100mm copper busbar
- Outgoing cables: direct connection on the busbar, without protect
- Without protection device for low-voltage switchgear assembly
- Without Surge protection device

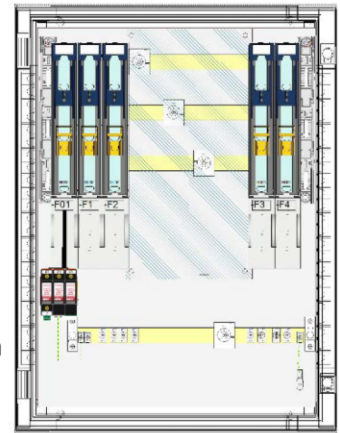


Technical Data	HAC-02-0301-10-A001	HAC-03-0301-10-A001	HAC-04-0301-10-A001	HAC-05-0301-10-A001	HAC-06-0301-10-A001	HAC-07-0301-10-A001
Grid topology	TNC/ TNC-S					
Rated voltage (U <sub>N</sub> )	230 / 400 V AC					
Rated insulation voltage (U <sub>i</sub> )	690V AC					
Rated current per input (I <sub>nc</sub> )	up to 125A	up to 125A	up to 100A	up to 100A	up to 80	up to 63
Rated current output (I <sub>na</sub> )	250 A	400 A	400 A	500 A	500 A	500 A
Rated frequency (f <sub>n</sub> ):	50 Hz					
Short-circuit strength (I <sub>cp</sub> ):	max. 10 kA					
RDF-Factor:	1					
Amount of input (inverter)	2	3	4	5	6	7
Amount of output cables	1 per phase (optionally 2)					
Protection Class	II, insulated (acc. IEC 61140)					
Conformity	IEC 61439-1; -2					
<b>Connection</b>						
Input cable connection	Cable lug M8; 16-70mm <sup>2</sup> (12-14Nm)					
Input cable gland	M40 (Ø 16mm to 28 mm)					
Output cable connection	Cable lug M10 (10-20Nm); Optionally M12 (35-40Nm)					
Output cable gland	M63 (Ø 34mm to 48mm); Optionally cable insertion grommet M75 (Ø 39mm to 60mm)					
<b>Protection devices</b>						
NH fuse line switch disconnector (Size):	NH00					
Fuse-links type NH00	63A up to 160A gG, 400V					
Protection of switch gear combination	-					
Overvoltage protection	-					
<b>Enclosure</b>						
Dimension height x width x depth	845x635x300	845x635x300	845x635x300	845x635x300	1065x852x350	1065x852x350
Material	Glass-fibre reinforced Polyester (GRP); UV- and ozone stabile					
Description	Incl. anti-pressure ventile; mounting brackets in stainless steel					
Protection Class / Impact resistance	Up to IP65 (IEC 60529) / IK 10 (IEC62262)					
<b>Operation and environmental conditions</b>						
Ambient temperature	-20 °C to max. +55°C (derating applies)					
Altitude above sea level (MLS)	Standard 2000m above, max. 4000m (DERATING applies)					
Relative humidity	Indoor: Max. 50% at +40°C, max. 90% at +20°C (not condensating) Outdoor application: temporarily up to 95% at +25°C (not condensating)					

# HISbox<sup>®</sup> AC COMBINER NH00 400V AC

## Overview:

- 3-Pole inverter protection, max. 125A
- System: 100mm copper busbar
- Outgoing cables: Direct connection on busbar, without protection
- Without protection device for low-voltage switchgear assembly
- With SPD Type 1+2



Technical Data	HAC-02-0301-13-A001	HAC-03-0301-13-A001	HAC-04-0301-13-A001	HAC-05-0301-13-A001	HAC-06-0301-13-A001	HAC-07-0301-13-A001
Grid topology	TNC/ TNC-S					
Rated voltage (U <sub>N</sub> )	230 / 400 V AC					
Rated insulation voltage (U <sub>i</sub> )	690V AC					
Rated current per input (I <sub>in</sub> )	up to 125A	up to 125A	up to 100A	up to 100A	up to 80	up to 63
Rated current output (I <sub>NA</sub> )	250 A	400 A	400 A	500 A	500 A	500 A
Rated frequency (f <sub>n</sub> ):	50 Hz					
Short-circuit strength (I <sub>cp</sub> ):	max. 10 kA					
RDF-Factor:	1					
Amount of input (inverter)	2	3	4	5	6	7
Amount of output cables	1 per phase (optionally 2)					
Protection Class	II, insulated (acc. IEC 61140)					
Conformity	IEC 61439-1; -2					
<b>Connection</b>						
Input cable connection	Cable lug M8; 16-70mm <sup>2</sup> (12-14Nm)					
Input cable gland	M40 (Ø 16mm to 28 mm)					
Output cable connection	Cable lug M10 (10-20Nm); Optionally M12 (35-40Nm)					
Output cable gland	M63 (Ø 34mm to 48mm); Optionally cable insertion grommet M75 (Ø 39mm to 60mm)					
<b>Protection devices</b>						
NH fuse line switch disconnector (Size):	NH00					
Fuse-links type NH00	63A up to 160A gG, 400V					
Protection of switch gear combination	-					
Overvoltage protection	12,5 kA					
<b>Enclosure</b>						
Dimension Height x width x depth	845x635x300	845x635x300	845x635x300	845x635x300	1065x852x350	1065x852x350
Material	Glass-fiber reinforced Polyester (GRP); UV- and ozone stabile					
Description	Incl. anti-pressure ventile; mounting brackets in stainless steel					
Protection Class / Impact resistance	Up to IP65 (IEC 60529) / IK 10 (IEC62262)					
<b>Operation and environmental conditions</b>						
Ambient temperature	-20 °C to max. +55°C (derating applies)					
Altitude above sea level (MLS)	Standard 2000m above, max. 4000m (DERATING applies)					
Relative humidity	Indoor: Max. 50% at +40°C, max. 90% at +20°C (not condensating) Outdoor application: temporarily up to 95% at +25°C (not condensating)					





# HISCONNECT®

solar wiring system



**Headquarters**  
Germany

HIS Renewables GmbH  
Siemensstraße 4  
64760 Oberzent  
T +49 60689314400  
E info@his-solar.de

**France**

HIS Renewables  
15 Avenue Emile Zola  
74100 Annemasse  
T +33 623293246  
E guillaume.picat@his-solar.de

**Spain**

HIS Renewables  
Avenida de Brasil 17  
Madrid 28020  
T +34 634285033  
E carlos.fornes@his-solar.de

**Turkey**

HIS Solar Sistemleri A.S.  
Alsancak Mah. 1479 Sk.15/17  
35220 Konak Izmir  
T +90 2324220931  
E info@his-solar.com.tr



**ANEXO**  
**TRAMITACIONES**

[www.idae.es/](http://www.idae.es/) [www.autoconsumoaldetalle.es/](http://www.autoconsumoaldetalle.es/) [www.energaen.org/](http://www.energaen.org/)

*Informes técnicos IDAE: Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v2.0) Madrid, agosto de 2019 Autor: Departamento Solar del IDAE Grupo de Trabajo de Autoconsumo de ENERAGEN Coordinación y revisión: Departamento Solar IDAE – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – MITECO – **PUNTO 5.2 Aragón***

En Aragón no existe un procedimiento específico para la tramitación administrativa de las instalaciones en autoconsumo. Estas se tramitan en el mismo contexto que el resto de las instalaciones eléctricas de generación, con las particularidades que por la regulación específica de autoconsumo le sea de aplicación.

La normativa general en Aragón que regula estos procedimientos en la actualidad es:

- Orden de 25 de junio de 2004, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica (BOA nº 82 de 14 de julio de 2004).
- Orden de 7 de noviembre de 2005, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación y la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas en redes de distribución.
- Orden de 7 de noviembre de 2006, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación del otorgamiento y la autorización administrativa de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica (BOA nº134 de 20 de noviembre de 2006).
- Orden de 5 de febrero de 2008, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen normas complementarias para la tramitación de expedientes de instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica (BOA nº23 de 25 de febrero de 2008).
- Orden de 1 de abril de 2009, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se modifican diversas órdenes de este Departamento relativas a instalaciones de energía solar fotovoltaica (BOA nº78 de 27 de abril de 2009).
- Decreto-ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010, de 22 de junio, y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en Aragón.
- Orden EIE/1972/2017, de 15 de noviembre, por la que se da publicidad a la resolución conjunta de la Dirección General de Energía y Minas y de la Dirección del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, por la que se aprueba Circular para la coordinación e impulso de los procedimientos de autorización administrativa previa y de construcción de instalaciones de producción de energía a partir de la energía eólica en Aragón.

- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón (BOA nº241 de 10 de diciembre de 2014).

- Orden EIE/1731/2017, de 5 de octubre, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión (BOA nº217 de 5 de octubre de 2017).

En cuanto a los procedimientos, se resumen en la siguiente tabla:

Nº procedimiento	Denominación
783	Instalaciones de producción de energía eléctrica (autorizaciones)
606	Instalaciones alta tensión de energía eléctrica de transporte secundario, distribución, líneas directas y particulares (autorizaciones / comunicaciones)
	Instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de energía eólica (autorizaciones)
1572	Registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica ( <i>sección segunda</i> )
2177	Garantía económica de acceso y conexión a red de las instalaciones de producción de energía eléctrica (prestación y devolución)
2202	Garantía económica de servicio y desmantelamiento de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de energía eólica (prestación y devolución)
319	Evaluación de impacto ambiental de proyectos
876	Evaluación de impacto ambiental simplificada
877	Consultas previas de evaluación de impacto ambiental de proyectos
26	Instalaciones de baja tensión: comunicación de puesta en servicio y baja

En cada uno de los procedimientos se ofrece la siguiente información, además de poner a disposición el formulario y los anexos necesarios para realizar los trámites administrativos que correspondan en cada caso:

- Objeto.
- Quien puede solicitarlo.
- Requisitos y observaciones.
- Qué documentación necesito.
- Lugar y forma de representación.
- Normativa.
- Organismo responsable.
- Más información.

Actualmente la página web del Gobierno de Aragón está en proceso de evolución y por lo tanto se pueden producir algunos cambios sobre la información disponible en dicha página que se ha venido a reseñar en este documento.

## 58 5. Tramitación autonómica

### **021**

Respecto a la tramitación de la autorización administrativa de las instalaciones eléctricas responsable es el Departamento de Economía, Industria y Empleo, a través de la Dirección General de Energía y Minas y/o el Servicio Provincial de Economía, Industria y Empleo de la provincia correspondiente.

En lo referente a trámites de seguridad industrial en alta o baja tensión, la unidad competente del mencionado Departamento de Economía, Industria y Empleo, es la Dirección General de Industria, PYMES, Comercio y Artesanía y/o el Servicio Provincial de Economía, Industria y Empleo de la provincia correspondiente.

Respecto a la tramitación ambiental, el Órgano Ambiental es el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA), adscrito al Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón.

Puede obtener más información en la Oficina virtual de trámites de la página web del Gobierno de Aragón [online.aragon.es](http://online.aragon.es).

Actualmente a partir del enlace Energía en Aragón se puede acceder a los siguientes contenidos relacionados con el autoconsumo:

- Ayudas y subvenciones en materia de energía en Aragón
- Energía eólica en Aragón
- Acceso y conexión de instalaciones de producción de energía eléctrica
- Proyectos en información pública
- Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (Sección Segunda)
- Legislación sobre energía

Igualmente, a partir del enlace Seguridad industrial, se accede a los contenidos relacionados con la tramitación de instalaciones eléctricas de baja tensión y, por lo tanto, de aplicación a las instalaciones eléctricas de autoconsumo de potencia instalada menor o igual a 100 kW conectadas en baja tensión. Entre otros:

- Ejecución y puesta en servicio.
- Inspecciones periódicas y otras inspecciones.
- Formularios, impresos y tablas informativas.
- Profesionales y empresas de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Legislación autonómica y estatal.

Por último, la información sobre la tramitación ambiental se encuentra disponible en el enlace del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) en su apartado de evaluación ambiental, dentro del portal del Gobierno de Aragón.

