

**ANEXO XVIII**  
***ESTUDIOS DE RECURSO***  
***ENERGÉTICO Y PRODUCTIVO***

**SUBANEXO I**  
***ESTUDIO DE RECURSO DE LOS***  
***ACTIVOS DE GENERACIÓN EÓLICA***

---

## ÍNDICE DE LOS EGR

<b><i>EGR 01</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA I"</i></b>
<b><i>EGR 02</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA II"</i></b>
<b><i>EGR 03</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA IV"</i></b>
<b><i>EGR 04</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA V"</i></b>
<b><i>EGR 05</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA VII"</i></b>
<b><i>EGR 06</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA VIII"</i></b>
<b><i>EGR 07</i></b>	<b><i>PARQUE EÓLICO "CATALINA IX"</i></b>



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# **Cálculo de producción energética**

Catalina I – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

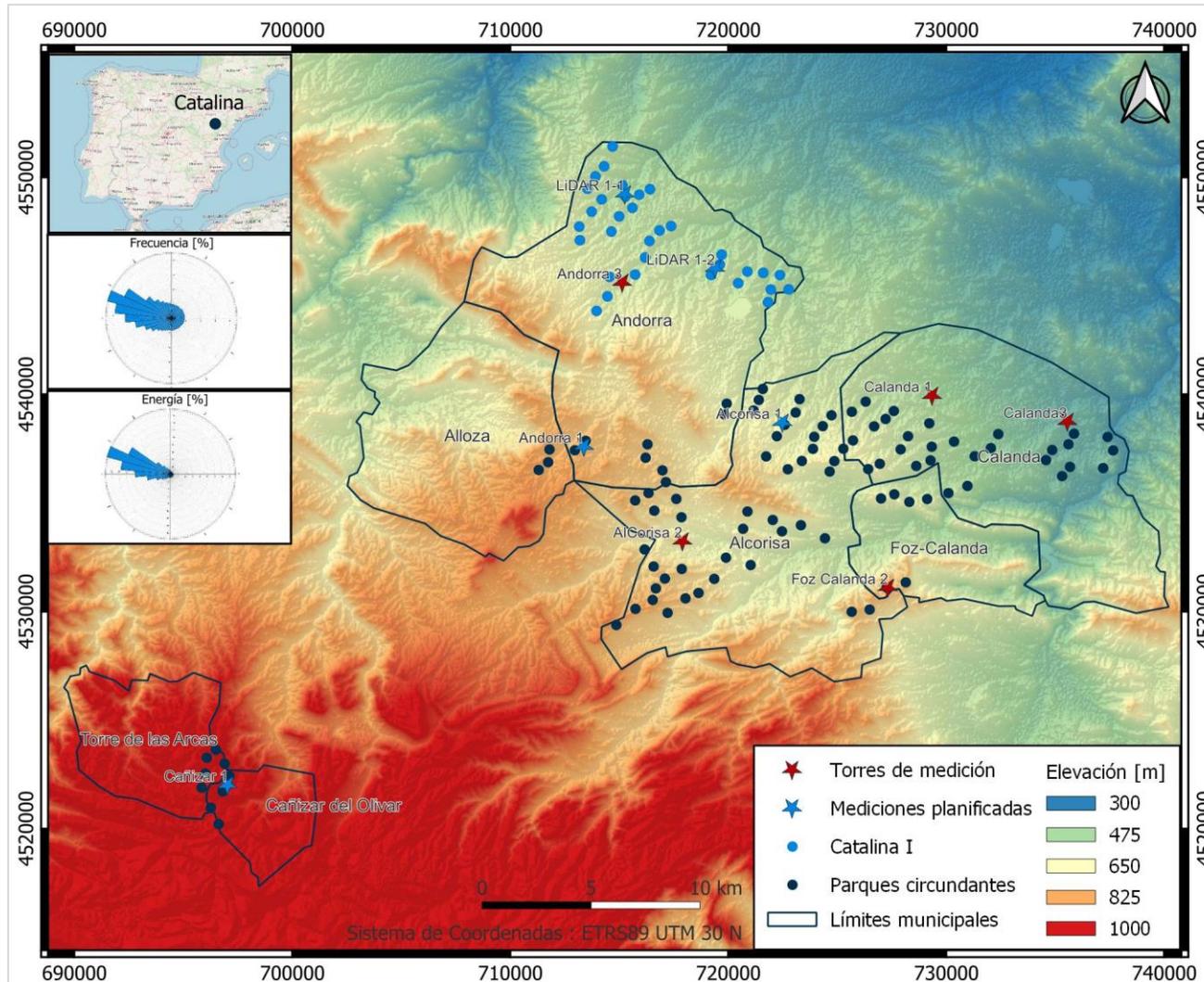
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

### Mapa de elevación



### Comentarios

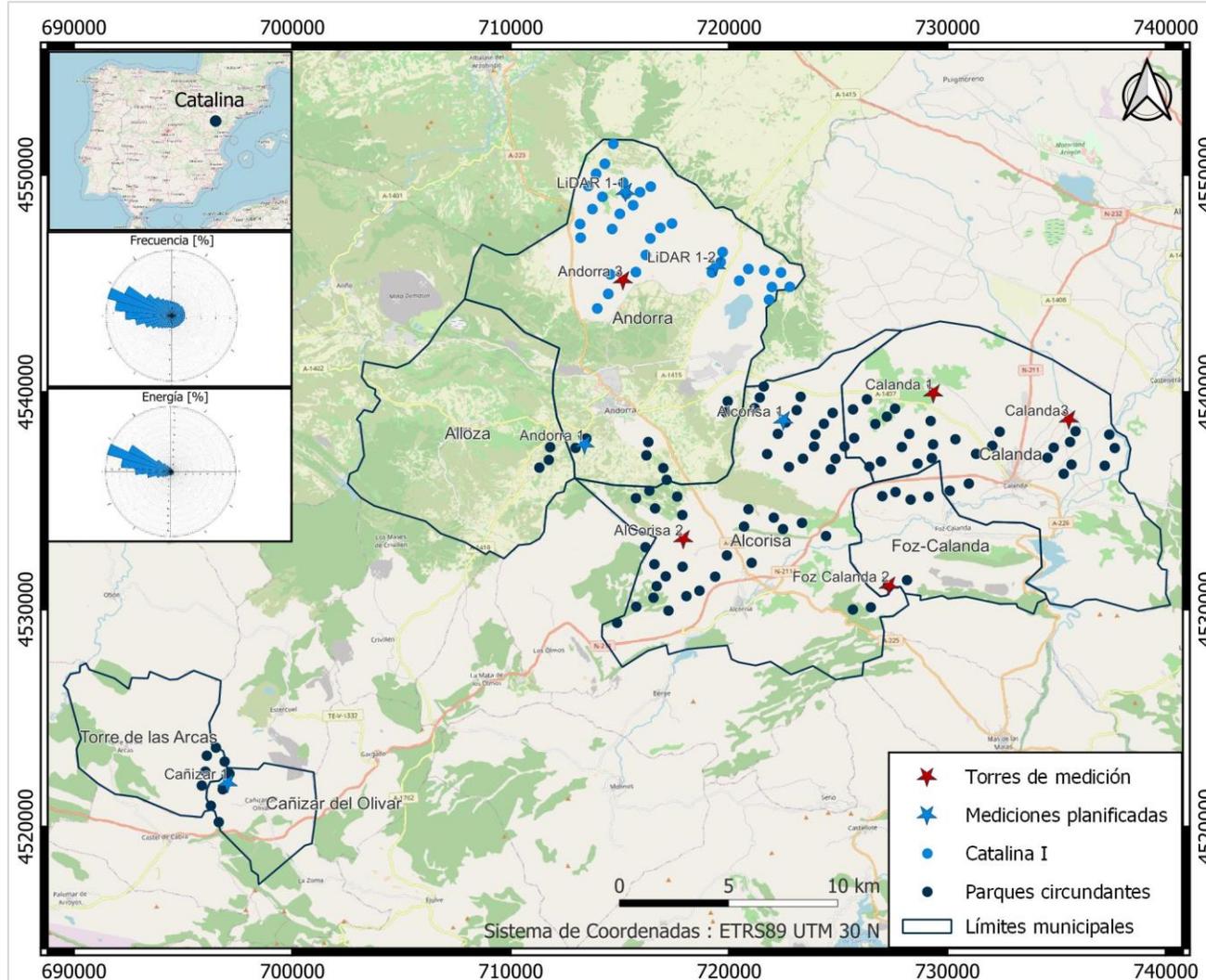
- El parque eólico Catalina I se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en el municipio de Andorra
- Catalina I y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina I es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 505m y 645m, con una media de 556m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 5.7m/s y 6.4m/s, con una media de 6.2m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 2.3% y el 18.7% según el aerogenerador, con una media del 9.9%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 23.1% y el 30.0%, con una media del 26.4%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina I y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 23.1% y el 30.0%, con una media del 26.4%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina I
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	224.4
Número de aerogeneradores	#	33
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	208
Elevación media	[m]	556
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.134
Velocidad del viento media	[m/s]	6.2
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	633.0
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	9.9
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	570.6
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	519.7
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	26.4
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	2316

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diaria, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina I : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.7m/s y 6.4m/s

NCF entre el 23.1% y el 30.0%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA1-01	714698	4551424	547	6.4	20260.2	3.1	19635.8	17882.3	30.0
CA1-02	714310	4550508	547	6.3	19766.9	5.3	18717.7	17046.2	28.6
CA1-03	713912	4550047	558	6.3	19826.1	5.4	18750.8	17076.3	28.6
CA1-04	713550	4549479	573	6.4	19994.8	4.8	19041.4	17341.0	29.1
CA1-05	715148	4549647	515	6.0	18479.6	12.5	16162.9	14719.6	24.7
CA1-06	714198	4548987	540	6.1	18812.0	9.4	17036.9	15515.5	26.0
CA1-07	713739	4548421	572	6.2	19381.9	5.5	18320.4	16684.4	28.0
CA1-08	713172	4547735	604	6.3	19703.7	4.0	18916.4	17227.2	28.9
CA1-09	716413	4549456	530	6.3	19663.1	14.4	16826.0	15323.5	25.7
CA1-10	715921	4549201	525	6.1	18933.3	18.7	15391.9	14017.4	23.5
CA1-11	715291	4549118	535	6.1	19069.3	14.4	16317.0	14859.9	24.9
CA1-12	715606	4548601	544	6.2	19155.8	14.6	16353.5	14893.1	25.0
CA1-13	714997	4548204	556	6.2	19303.9	11.8	17029.0	15508.3	26.0
CA1-14	714645	4547506	570	6.1	18906.1	9.2	17162.7	15630.1	26.2
CA1-15	713198	4547107	606	6.2	19230.4	3.6	18533.5	16878.5	28.3
CA1-16	713964	4543850	645	6.1	18757.3	2.3	18332.3	16695.2	28.0
CA1-17	714466	4544519	594	5.7	17162.2	3.7	16530.4	15054.2	25.3
CA1-18	714556	4545421	614	6.2	19161.2	4.1	18382.0	16740.5	28.1
CA1-19	715734	4545524	585	6.0	18671.3	7.2	17323.7	15776.7	26.5
CA1-20	716192	4546310	573	6.2	19129.4	7.6	17669.1	16091.3	27.0
CA1-21	716392	4547072	560	6.2	19302.6	10.2	17335.1	15787.1	26.5
CA1-22	716852	4547558	544	6.2	19138.1	12.3	16782.9	15284.2	25.6
CA1-23	717383	4547759	538	6.2	19396.5	14.4	16599.7	15117.4	25.4
CA1-24	719215	4545506	555	6.1	19048.4	8.1	17511.7	15947.9	26.8
CA1-25	719616	4545987	555	6.3	19585.5	10.1	17616.2	16043.1	26.9
CA1-26	719702	4546444	540	6.3	19598.2	10.0	17629.5	16055.2	26.9
CA1-27	720463	4545128	550	6.1	19053.3	11.2	16916.6	15405.9	25.8
CA1-28	720884	4545666	540	6.2	19359.1	13.8	16684.7	15194.8	25.5
CA1-29	721612	4545606	535	6.3	19683.8	16.8	16385.4	14922.2	25.0
CA1-30	722376	4545502	525	6.3	19738.7	16.1	16563.7	15084.6	25.3
CA1-31	721960	4544834	525	6.1	18937.3	13.7	16351.7	14891.5	25.0
CA1-32	721831	4544254	535	6.0	18425	9.4	16694.6	15203.7	25.5
CA1-33	722778	4544840	505	6.0	18348.7	17.5	15129	13778	23.1

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# **Cálculo de producción energética**

Catalina II – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

# Agenda

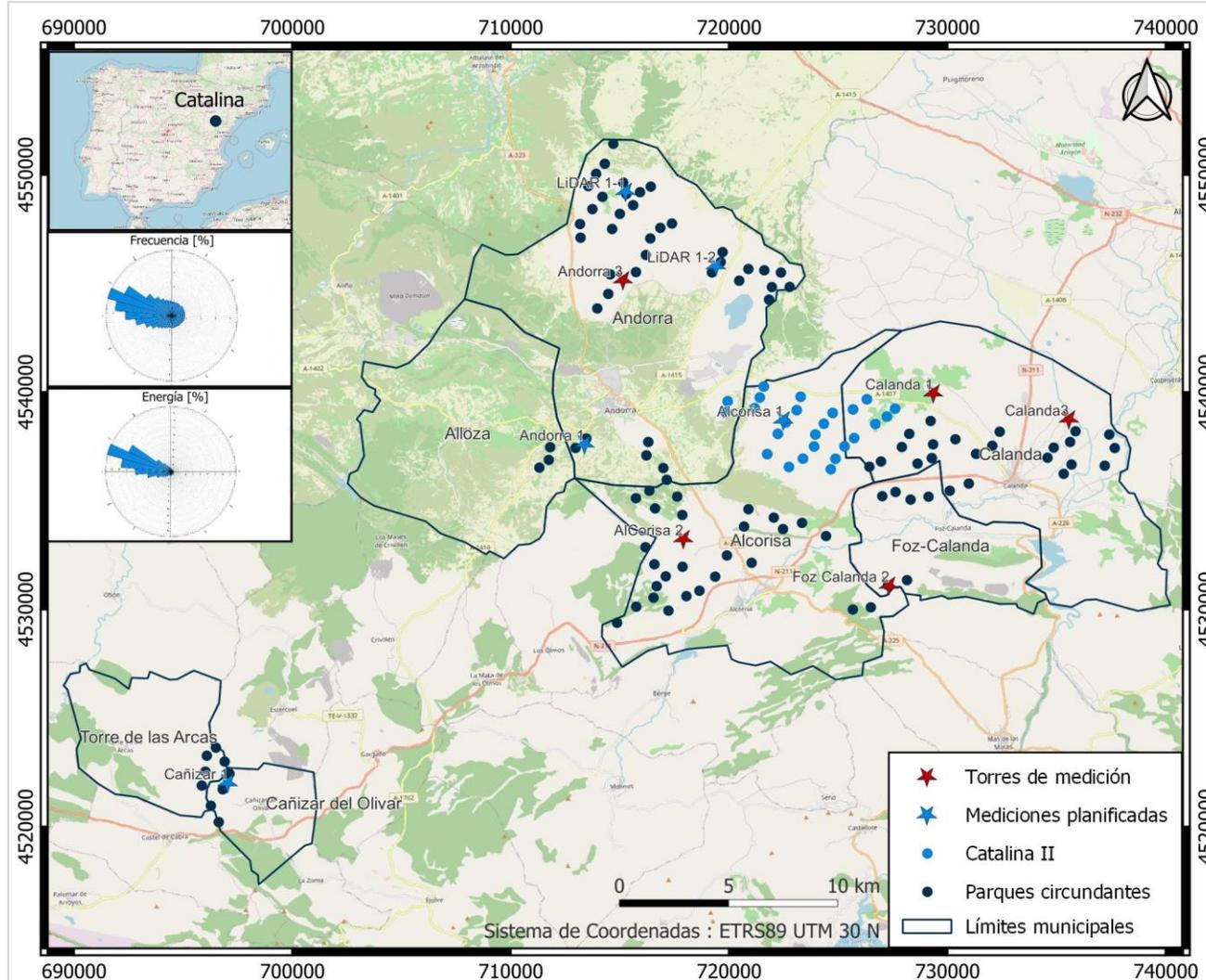
1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09



# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina II y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 21.8% y el 28.3%, con una media del 24.8%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina II
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	170
Número de aerogeneradores	#	25
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	621
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.126
Velocidad del viento media	[m/s]	6.1
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	463.8
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	12.3
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	406.6
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	370.3
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	24.8
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	2178

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diurna, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina II : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.4m/s y 6.6m/s

NCF entre el 21.8% y el 28.3%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA2-01	719937	4539578	635	5.4	15524.5	6.2	14566.3	13265.5	22.3
CA2-02	719844	4539073	650	5.5	15727.3	5.9	14802.3	13480.5	22.6
CA2-03	721588	4540258	625	6.4	19949.0	7.0	18544.8	16888.8	28.3
CA2-04	721406	4539751	627	5.6	16454.1	9.9	14831.6	13507.2	22.7
CA2-05	721172	4539264	640	5.6	16573.6	11.7	14628.3	13322.0	22.3
CA2-06	723278	4539785	607	6.4	19717.0	10.6	17623.6	16049.8	26.9
CA2-07	723098	4539170	615	6.3	19511.5	12.0	17163.2	15630.5	26.2
CA2-08	722593	4538602	637	6.4	19776.2	10.9	17614.1	16041.1	26.9
CA2-09	722234	4538080	652	5.7	16709.7	9.9	15052.9	13708.7	23.0
CA2-10	721745	4537150	659	5.5	15889.1	7.6	14683.1	13371.9	22.4
CA2-11	726313	4539671	548	6.2	18798.9	11.4	16647.0	15160.5	25.4
CA2-12	725676	4539205	590	6.4	19674.0	13.9	16947.2	15433.8	25.9
CA2-13	724745	4539042	599	6.3	19376.6	13.9	16682.0	15192.3	25.5
CA2-14	724341	4538544	610	6.3	19304.7	15.3	16349.8	14889.7	25.0
CA2-15	723953	4538052	624	6.3	19416.8	14.5	16596.3	15114.2	25.4
CA2-16	723893	4537497	635	6.3	19375.3	13.1	16843.5	15339.4	25.7
CA2-17	723383	4536939	653	5.6	16515.3	13.5	14283.4	13007.9	21.8
CA2-18	722739	4536556	675	5.8	17064.8	10.5	15279.1	13914.7	23.3
CA2-19	727603	4539241	547	6.3	19288.6	14.3	16523.4	15047.8	25.2
CA2-20	727225	4538873	560	6.3	19339.5	16.4	16163.4	14720.0	24.7
CA2-21	726699	4538534	585	6.3	19523.6	15.6	16474.2	15003.0	25.2
CA2-22	725729	4537886	631	6.4	19979.9	16.1	16759.3	15262.7	25.6
CA2-23	725287	4537501	650	6.5	20325.4	15.7	17129.3	15599.6	26.2
CA2-24	724875	4536933	670	6.6	20916.2	14.6	17857.6	16262.9	27.3
CA2-25	724659	4536451	610	6.2	19019.3	12.8	16579.8	15099.2	25.3

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# **Cálculo de producción energética**

Catalina IV – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

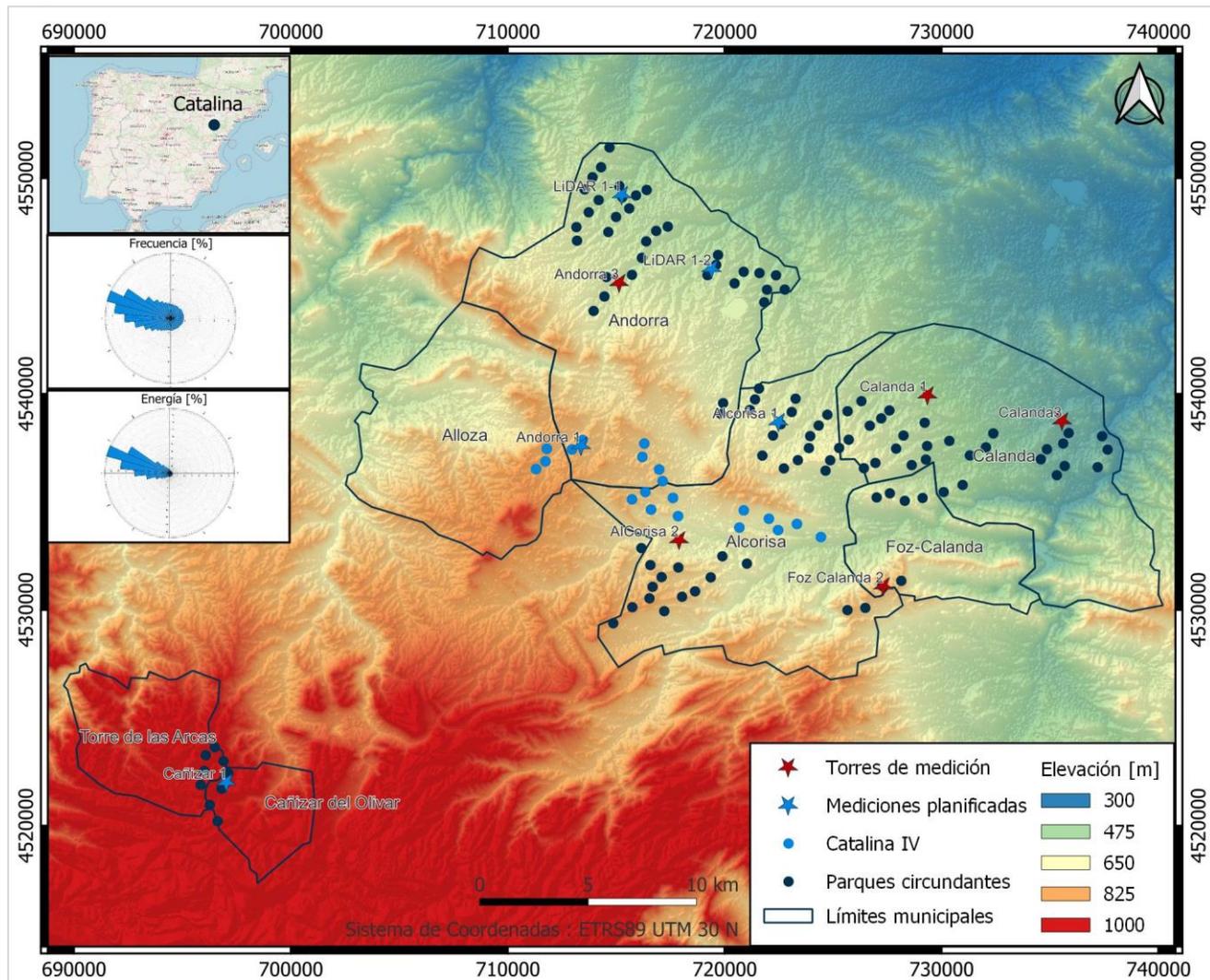
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

Mapa de elevación



Comentarios

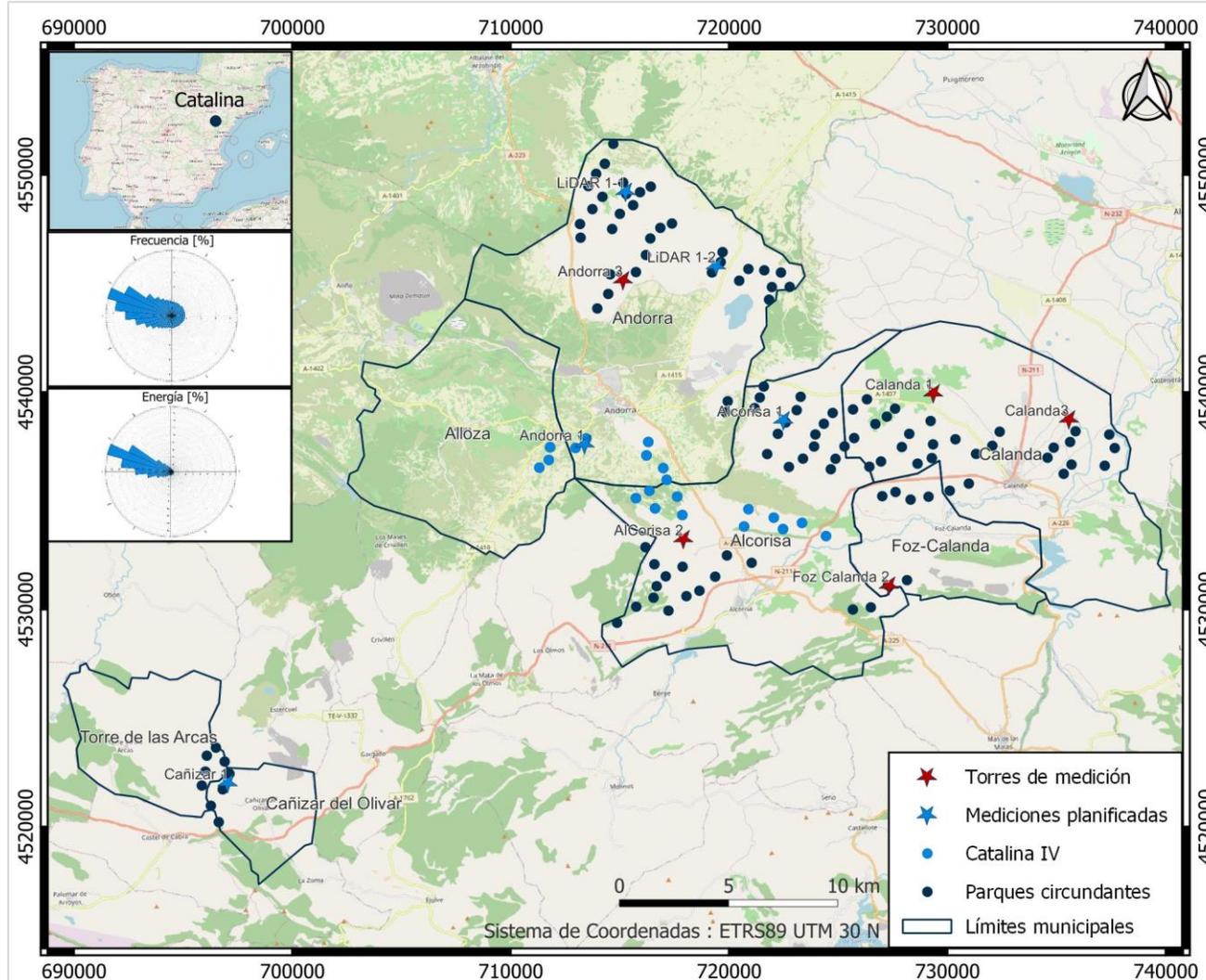
- El parque eólico Catalina IV se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en los municipios de Andorra, Alloza y Alcorisa
- Catalina IV y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina IV es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 585m y 819m, con una media de 718m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 5.2m/s y 5.9m/s, con una media de 5.6m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 2.3% y el 15.2% según el aerogenerador, con una media del 9.2%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 18.8% y el 25.5%, con una media del 22.3%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina IV y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 18.8% y el 25.5%, con una media del 22.3%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina IV
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	136
Número de aerogeneradores	#	20
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	718
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.116
Velocidad del viento media	[m/s]	5.6
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	320.9
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	9.1
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	291.6
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	265.6
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	22.3
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	1953

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diaria, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina IV : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.2m/s y 5.9m/s

NCF entre el 18.8% y el 25.5%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA4-01	713462	4537866	773	5.6	16057.4	5.7	15148.3	13795.6	23.1
CA4-02	712967	4537432	784	5.6	16011.1	7.7	14782.7	13462.6	22.6
CA4-03	711804	4537468	816	5.9	17308.6	3.4	16721.2	15228.0	25.5
CA4-04	711744	4536880	815	5.7	16506.4	4.8	15719.5	14315.8	24.0
CA4-05	711310	4536524	819	5.6	16365.6	2.3	15982.2	14554.9	24.4
CA4-06	716300	4537706	739	5.6	16265.8	5.9	15304.5	13937.8	23.4
CA4-07	716214	4537088	745	5.6	16242.7	7.1	15085.3	13738.2	23.0
CA4-08	716987	4536506	728	5.6	16249.5	10.5	14540.8	13242.3	22.2
CA4-09	717145	4535966	765	5.9	17690.8	9.3	16040.4	14608.0	24.5
CA4-10	716350	4535462	740	5.5	15825.3	8.8	14439.3	13149.9	22.1
CA4-11	715735	4535122	755	5.5	15755.5	5.7	14860.7	13533.7	22.7
CA4-12	716613	4534648	709	5.4	15516.3	10.2	13937.4	12692.8	21.3
CA4-13	717624	4535192	695	5.4	15147.5	14.2	13003.0	11841.9	19.9
CA4-14	717859	4534346	661	5.2	14160.1	13.1	12300.7	11202.2	18.8
CA4-15	720686	4533816	648	5.5	15828.6	9.1	14381.1	13096.8	22.0
CA4-16	720888	4534610	693	5.6	16424.6	9.2	14921.2	13588.8	22.8
CA4-17	722047	4534223	650	5.5	15734.5	13.8	13558.4	12347.7	20.7
CA4-18	722469	4533697	610	5.3	15114.2	14.3	12948.3	11792.0	19.8
CA4-19	723340	4533981	628	5.7	16439.4	15.2	13941.9	12696.9	21.3
CA4-20	724441	4533378	585	5.6	16230.0	13.8	13983.3	12734.6	21.4

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# **Cálculo de producción energética**

Catalina V – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

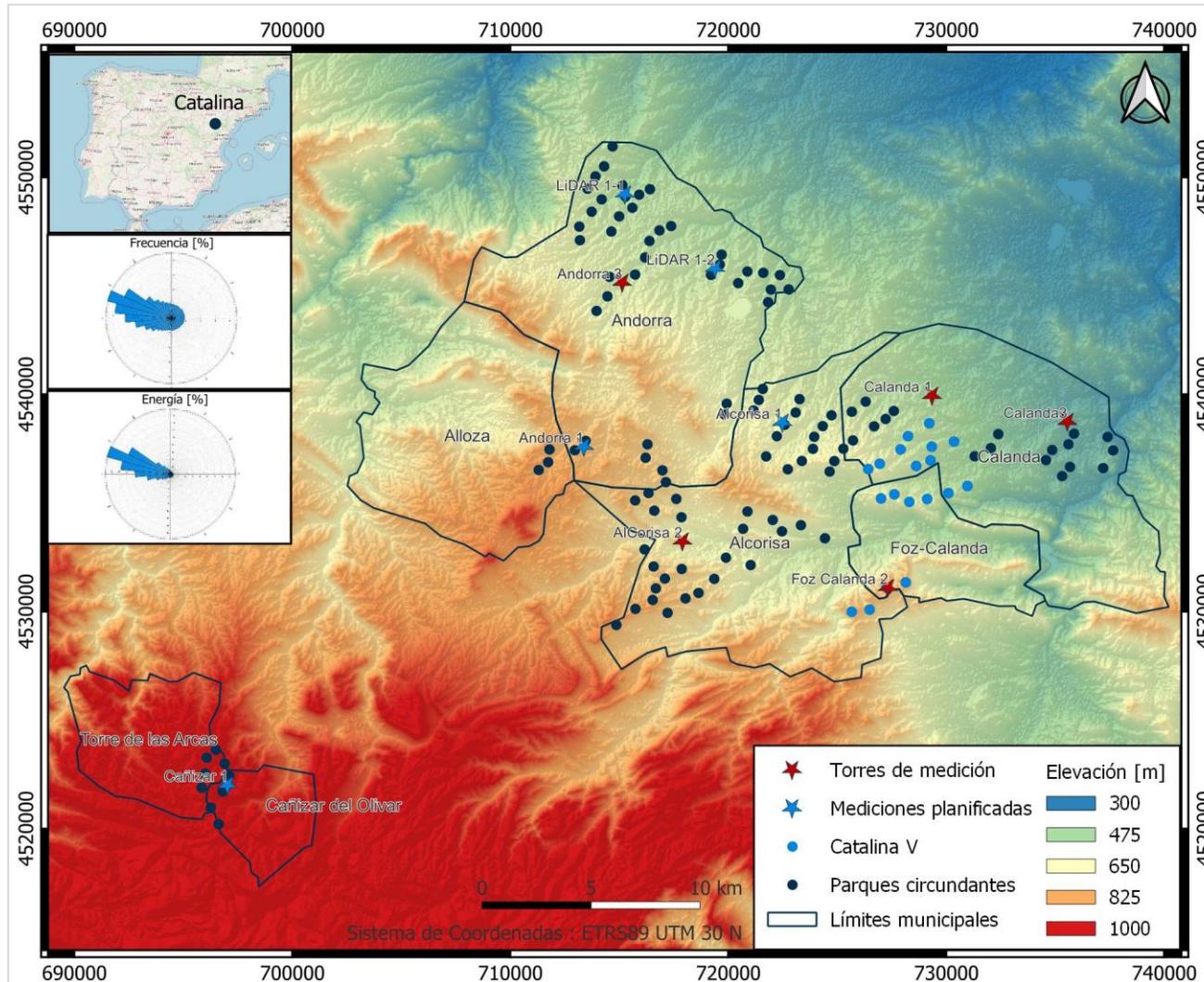
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

Mapa de elevación



Comentarios

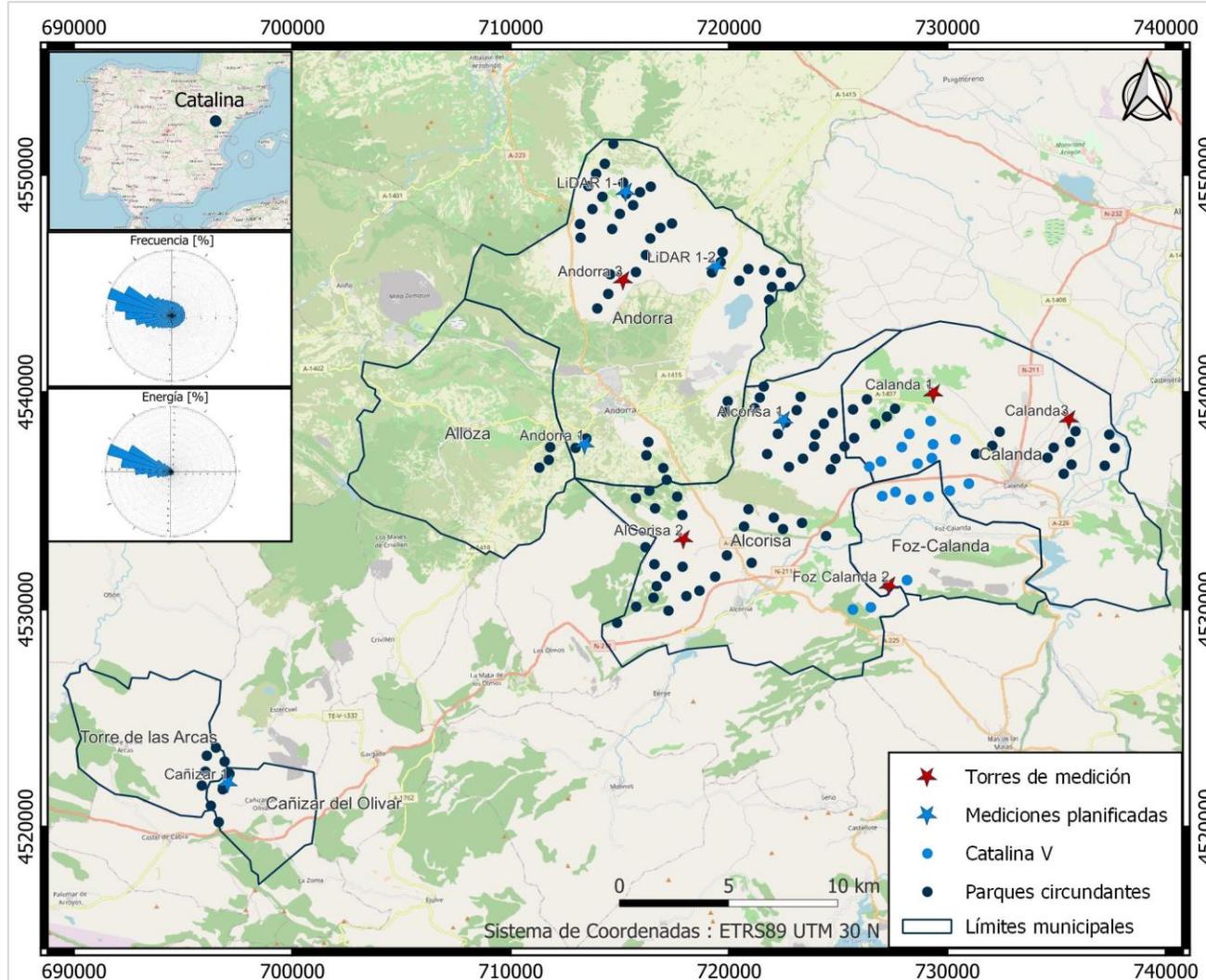
- El parque eólico Catalina V se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en los municipios de Alcorisa, Foz-Calanda y Calanda
- Catalina V y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina V es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 500m y 807m, con una media de 624m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 5.9m/s y 7.2m/s, con una media de 6.4m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 4.7% y el 19.4% según el aerogenerador, con una media del 13.3%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 21.7% y el 33.4%, con una media del 26.5%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina V y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 21.7% y el 33.4%, con una media del 26.5%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina V
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	129.2
Número de aerogeneradores	#	19
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	624
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.126
Velocidad del viento media	[m/s]	6.4
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	378.7
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	13.1
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	329.2
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	299.8
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	26.5
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	2320

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diaria, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina V : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.9m/s y 7.2m/s

NCF entre el 21.1% y el 33.4%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA5-01	726427	4536566	668	6.8	21408.1	13.5	18514.7	16861.3	28.3
CA5-02	726958	4536809	649	6.7	20945.5	15.5	17700.0	16119.4	27.0
CA5-03	727913	4537474	580	6.4	19676.6	15.5	16631.3	15146.2	25.4
CA5-04	728253	4538080	568	6.4	19755.2	16.4	16519.0	15043.8	25.2
CA5-05	729231	4538672	535	6.4	19726.1	13.7	17030.1	15509.3	26.0
CA5-06	730367	4537830	500	6.1	18837.0	16.1	15798.4	14387.6	24.1
CA5-07	729342	4537596	545	6.3	19670.1	17.0	16322.3	14864.7	24.9
CA5-08	729287	4536966	555	6.4	19814.3	16.9	16456.4	14986.8	25.1
CA5-09	728632	4536709	575	6.4	19833.3	15.3	16805.6	15304.9	25.7
CA5-10	727017	4535212	622	6.0	18338.3	11.6	16203.3	14756.3	24.8
CA5-11	727624	4535404	644	6.3	19886.5	14.9	16928.9	15417.1	25.9
CA5-12	728314	4535054	604	5.9	17637.3	19.4	14217.6	12948.0	21.7
CA5-13	729135	4535187	596	6.0	18450.3	17.1	15295.4	13929.6	23.4
CA5-14	730107	4535461	550	6.3	19483.9	13.1	16922.8	15411.6	25.9
CA5-15	730980	4535790	517	6.3	19517.5	12.5	17072.5	15547.9	26.1
CA5-16	725669	4529994	795	6.6	20918.3	4.7	19943.8	18162.8	30.5
CA5-17	726493	4530095	760	6.4	19716.9	7.5	18240.5	16611.6	27.9
CA5-18	727275	4531117	793	6.8	21879.6	5.3	20721.3	18870.9	31.7
CA5-19	728151	4531348	807	7.2	23200.7	5.9	21834.9	19885.0	33.4

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# **Cálculo de producción energética**

Catalina VII – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

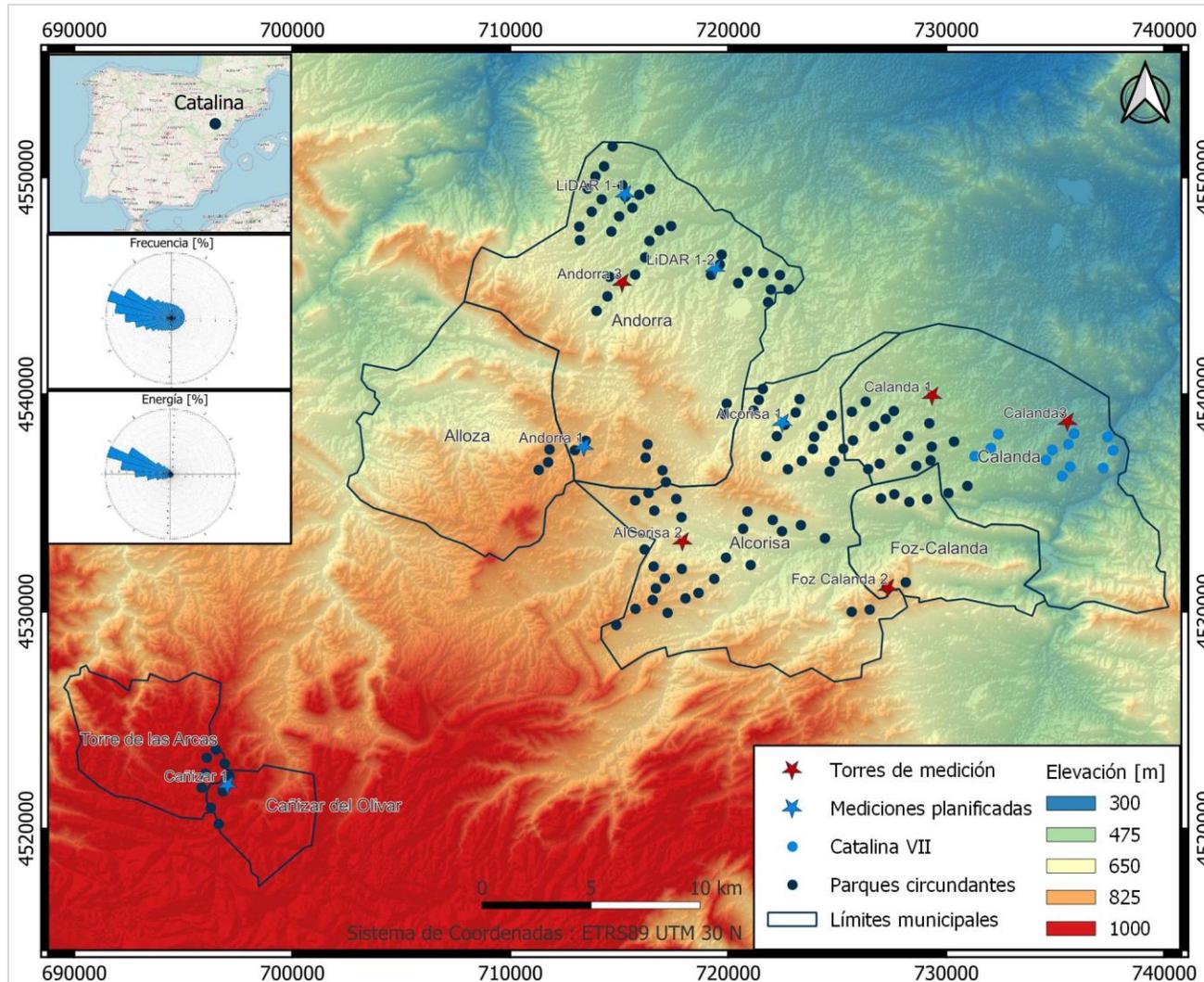
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

### Mapa de elevación



### Comentarios

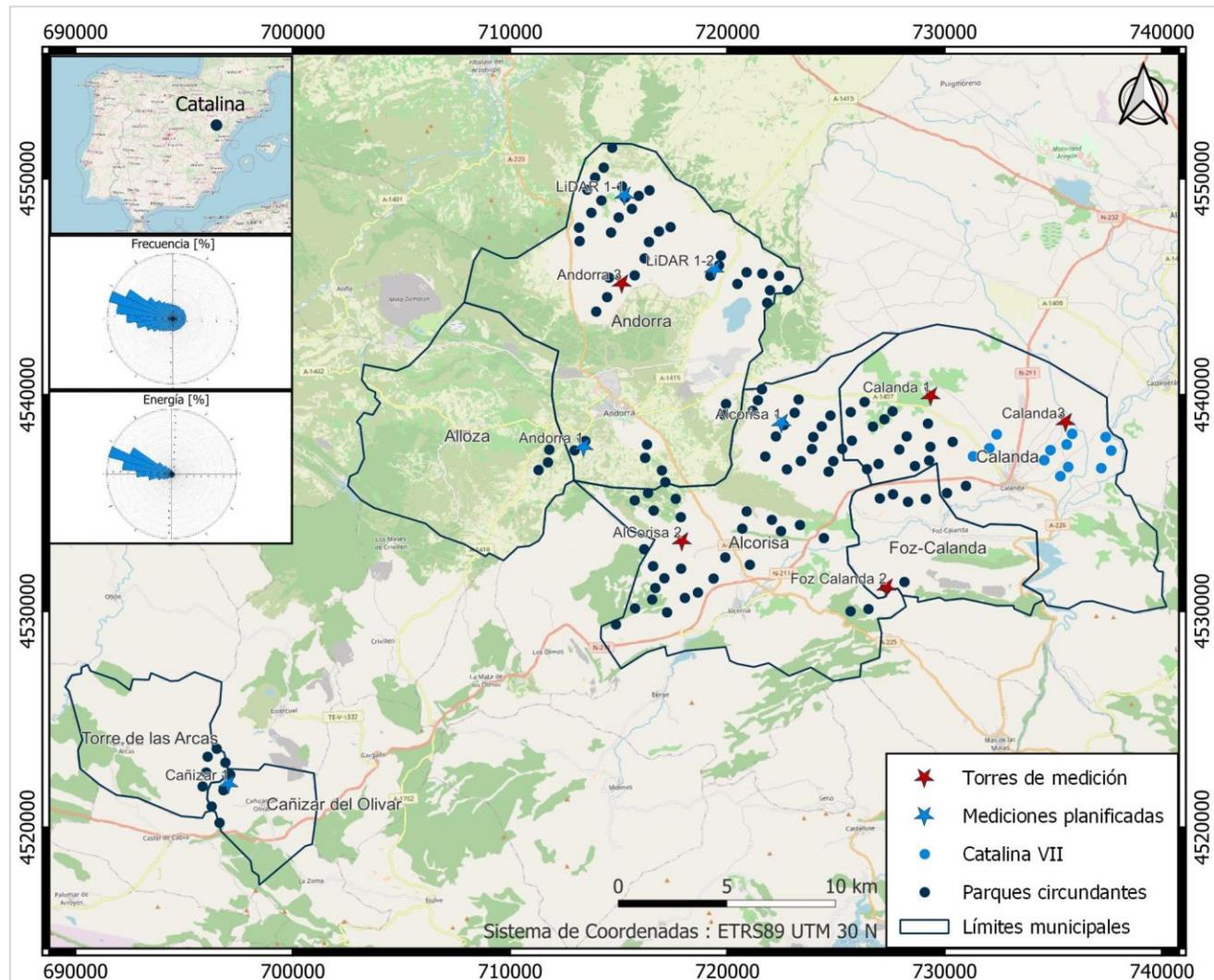
- El parque eólico Catalina VII se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en el municipio de Calanda
- Catalina VII y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina VII es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 405m y 485m, con una media de 433m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 6.0m/s y 6.3m/s, con una media de 6.1m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 9.4% y el 15.2% según el aerogenerador, con una media del 11.8%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 23.7% y el 26.8%, con una media del 25.3%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina VII y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 23.7% y el 26.8%, con una media del 25.3%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina VII
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	81.6
Número de aerogeneradores	#	12
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	433
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.147
Velocidad del viento media	[m/s]	6.1
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	225.2
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	11.8
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	198.6
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	180.8
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	25.3
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	2216

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diurna, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina VII : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 6.0m/s y 6.3m/s

NCF entre el 23.7% y el 26.8%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA7-01	731312	4537158	485	6.2	18911.8	15.2	16043.1	14610.5	24.5
CA7-02	732055	4537530	463	6.1	18589.2	14.5	15898.6	14478.8	24.3
CA7-03	732394	4538177	455	6.1	18756.9	10.9	16718.0	15225.1	25.5
CA7-04	734586	4536981	435	6.1	18658.3	11.2	16566.1	15086.7	25.3
CA7-05	734869	4537445	427	6.1	18675.6	11.6	16500.8	15027.3	25.2
CA7-06	735619	4537707	413	6.0	18433.9	12.2	16183.1	14738.0	24.7
CA7-07	735869	4538198	410	6.1	18640.9	9.4	16880.5	15373.0	25.8
CA7-08	735325	4536240	415	6.0	18094.0	11.0	16106.9	14668.6	24.6
CA7-09	735684	4536667	415	6.0	18209.1	14.8	15508.7	14123.8	23.7
CA7-10	737207	4536613	445	6.3	19683.3	10.7	17568.2	15999.4	26.8
CA7-11	737665	4537427	430	6.3	19623.5	10.5	17556.1	15988.4	26.8
CA7-12	737412	4538049	405	6.2	18909.9	9.9	17038.2	15516.7	26.0

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

# Cálculo de producción energética

Catalina VIII – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

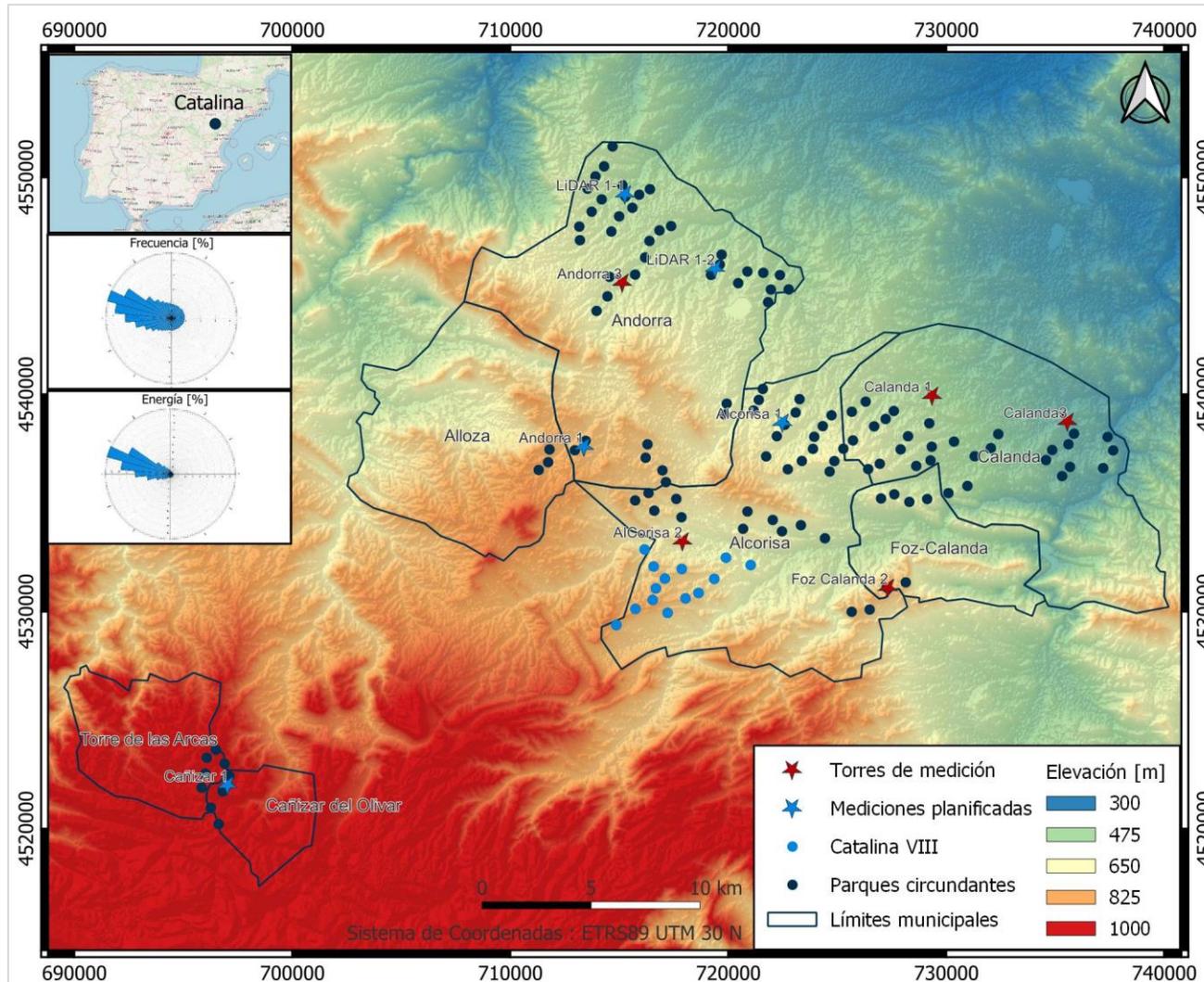
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

Mapa de elevación



Comentarios

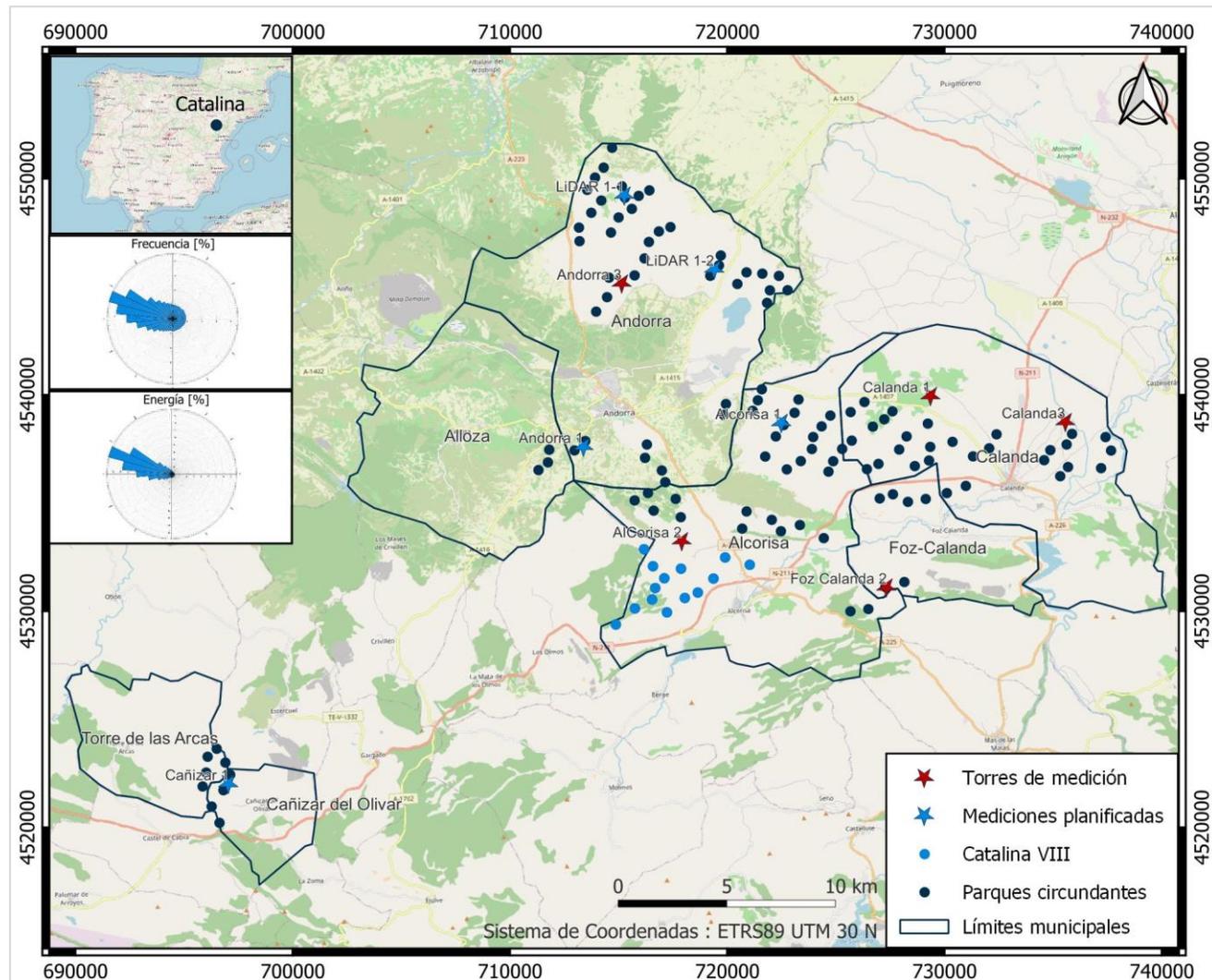
- El parque eólico Catalina VIII se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en el municipio de Alcorisa
- Catalina VIII y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina VIII es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 647m y 821m, con una media de 741m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 5.2m/s y 5.8m/s, con una media de 5.6m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 1.4% y el 13.8% según el aerogenerador, con una media del 8.3%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 19.8% y el 25.1%, con una media del 22.6%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina VIII y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 19.8% y el 25.1%, con una media del 22.6%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina VIII
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	95.2
Número de aerogeneradores	#	14
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	741
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.114
Velocidad del viento media	[m/s]	5.6
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	225.8
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	8.3
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	207.1
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	188.6
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	22.6
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	1981

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diurna, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina VIII : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.2m/s y 5.8m/s

NCF entre el 19.8% y el 25.1%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA3-01	716168	4532864	681	5.2	14246.8	4.3	13633.7	12416.2	20.8
CA3-02	717870	4531965	730	5.7	16627.8	11.4	14735.1	13419.3	22.5
CA3-03	716580	4532079	734	5.6	15946.1	6.0	14983.5	13645.5	22.9
CA3-04	717100	4531522	780	5.8	17075.9	8.9	15559.4	14170.0	23.8
CA3-05	716685	4531070	760	5.5	15720.9	6.0	14776.4	13456.9	22.6
CA3-06	716539	4530537	800	5.7	16696.8	6.2	15665.4	14266.5	23.9
CA3-07	717224	4529943	733	5.2	14448.0	10.3	12962.9	11805.3	19.8
CA3-08	715750	4530126	821	5.8	16947.6	3.2	16404.8	14939.9	25.1
CA3-09	714871	4529382	813	5.6	16227.2	1.4	15993.0	14564.9	24.4
CA3-10	718045	4530610	775	5.7	16696.3	12.3	14646.9	13339.0	22.4
CA3-11	718643	4530861	740	5.7	16571.2	13.8	14284.0	13008.4	21.8
CA3-12	719363	4531508	690	5.5	15655.2	12.2	13738.6	12511.8	21.0
CA3-13	719901	4532484	647	5.4	15632.7	8.7	14276.9	13002.0	21.8
CA3-14	721032	4532145	675	5.8	17324.2	11.0	15424.9	14047.5	23.6

CONFIDENCIAL

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto



**|| BLUE  
|| POWER  
|| PARTNERS**

# Cálculo de producción energética

Catalina IX – 20 Oct 2023

*Solo se permite acceder y leer este documento a los destinatarios correctos/previstos. Este documento puede contener información confidencial y no se deberá compartir con terceros, referenciar o publicar sin el previo consentimiento escrito de Blue Power Partners*

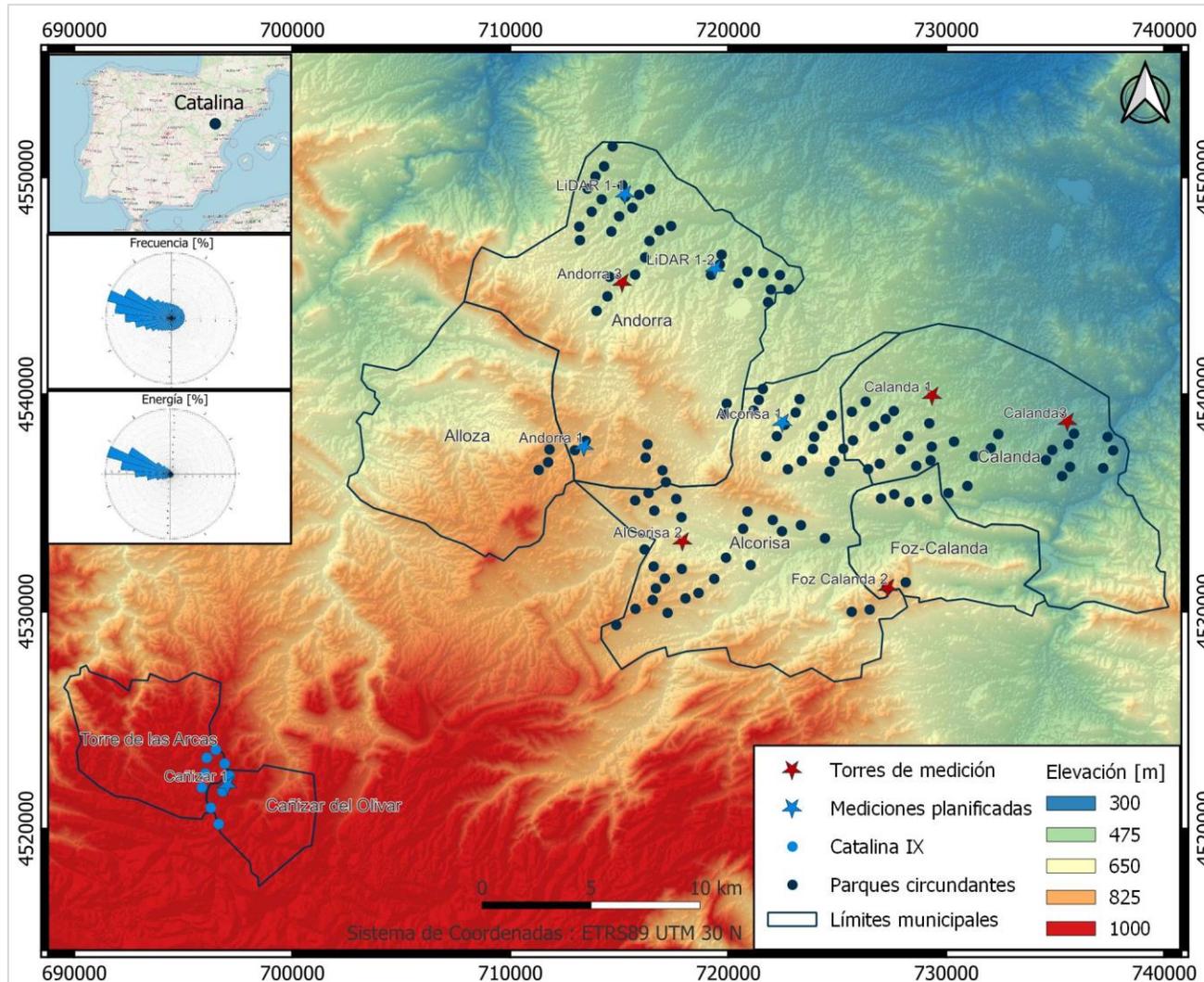
# Agenda

1	Descripción del emplazamiento	03
2	Descripción de las mediciones	04
3	Estimaciones de producción	05
	Anexo	06
	Resultados individuales de los aerogeneradores	07
	Resumen de la campaña de medición	08
	Desglose de pérdidas de planta	09

# Descripción del emplazamiento

## Terreno complejo con recurso eólico bajo

Mapa de elevación



Comentarios

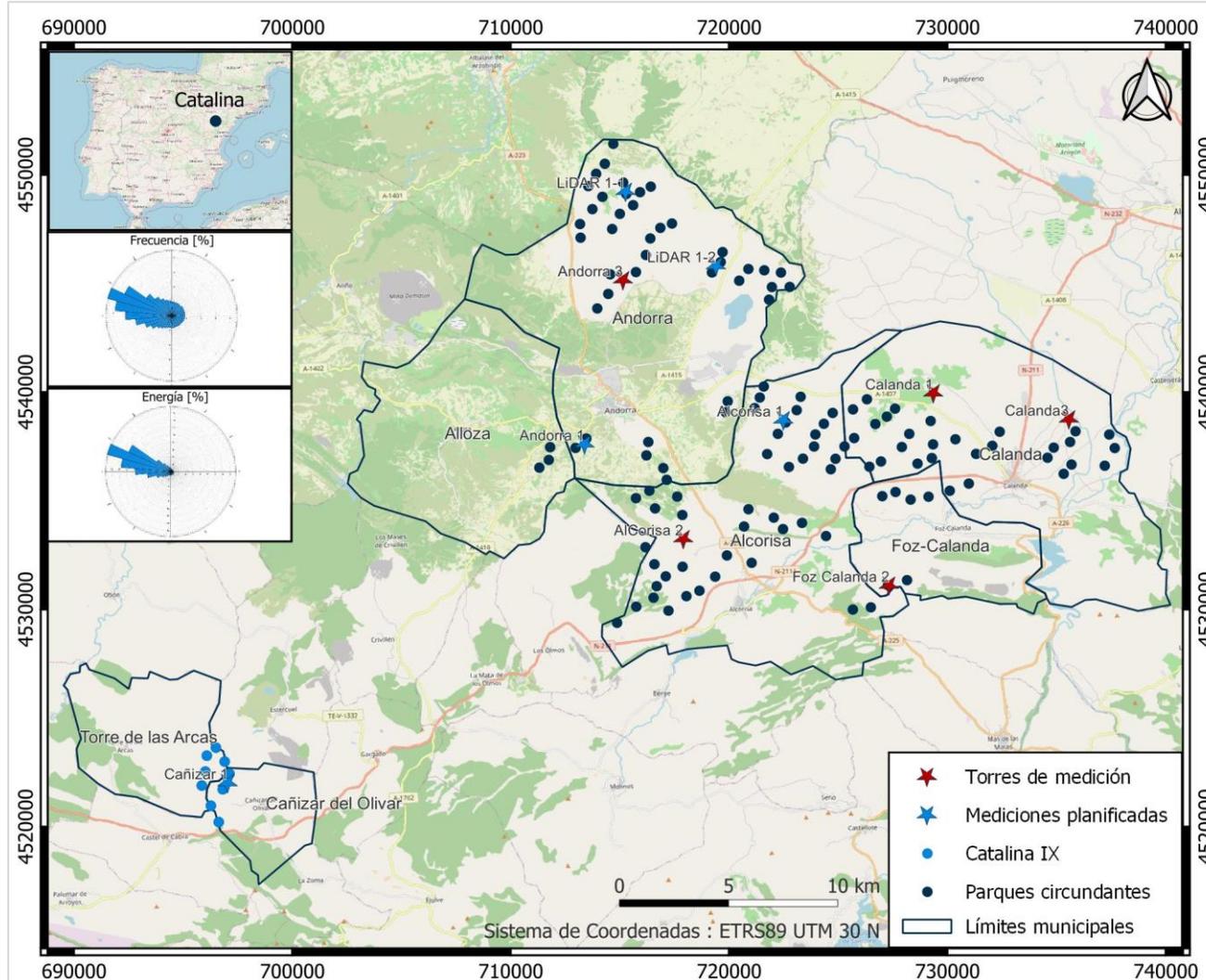
- El parque eólico Catalina IX se encuentra en la provincia de Teruel, Aragón, en el nordeste de España
- El parque eólico propuesto (puntos azules en el mapa) se encuentra en los municipios Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- Catalina IX y los parques circundantes (un total de 132 aerogeneradores) están distribuidos en siete municipios: Alcorisa, Alloza, Andorra, Calanda, Foz-Calanda, Cañizar del Olivar y Torre de las Arcas
- El terreno del parque eólico Catalina IX es generalmente complejo, y está mayormente cubierto por tierras de cultivo
- Este estudio se ha llevado a cabo considerando aerogeneradores Nordex N175-6.8MW con 120m de altura de buje
- Entre los aerogeneradores del parque, la elevación de los emplazamientos varía entre 1065m y 1152m, con una media de 1098m
- Entre los aerogeneradores del parque, la velocidad media anual del viento a la altura del buje varía entre 5.5m/s y 6.0m/s, con una media de 5.8m/s
- Entre los aerogeneradores del parque, las pérdidas de estela varían entre el 2.3% y el 11.6% según el aerogenerador, con una media del 5.6%
- Entre los aerogeneradores del parque, el NCF<sup>1</sup> varía entre el 22.7% y el 25.9%, con una media del 24.4%
- Conforme progresa la campaña de medición las estimaciones de producción serán actualizadas con los nuevos datos eólicos

Notas: 1) Net Capacity Factor, factor de capacidad neto

# Descripción de las mediciones

## Velocidades bajas y turbulencia intermedia

Posiciones de medición



Comentarios

- Para el desarrollo de Catalina IX y los parques circundantes se han instalado cinco torres de medición<sup>1</sup> de 98m de altura
- Todas las torres cuentan con sensores calibrados y excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Las mediciones comenzaron el 30 de Mayo de 2022 y continúan a día de hoy
- Se van a instalar tres torres adicionales y un LiDAR para complementar la campaña de medición
- Para este ejercicio se han utilizado los datos hasta el 31 de Julio (~14 meses de datos)
- La torre de medición Calanda3 fue instalada el 30 de Mayo de 2023, con lo que sus datos se han descartado de este análisis para reducir la incertidumbre (más detalles en el Anexo – Resumen de la campaña de medición)
- Para la corrección de largo plazo del recurso eólico se han utilizado datos de ERA5T y una regresión lineal
- Para reducir la incertidumbre se recomienda repetir este ejercicio una vez haya más datos de medición disponibles
- La torre Foz-Calanda 2 se encuentra en lo alto de una cordillera y está expuesta a unas velocidades relativamente altas de 6.5m/s, mientras que Calanda3 se encuentra en una zona deprimida donde se espera encontrar las velocidades más bajas, con una media de 5.1m/s

Notas: 1) La torre Calanda3 ha tenido un periodo de medición más corto que las demás, con lo que sus datos se han descartado para las estimaciones de producción presentadas en este reporte

# Estimaciones de producción

El NCF varía entre el 22.7% y el 25.9%, con una media del 24.4%

Resumen de resultados de producción para el aerogenerador N175-6.8MW

Descripción	Unidades	Catalina IX
Modelo de aerogenerador	[-]	N175-6.8MW
Emplazamientos de los aerogeneradores	[-]	Definido por BPP y Satel
Capacidad instalada [MW]	[MW]	61.2
Número de aerogeneradores	#	9
Capacidad del generador	[MW]	6.8
Diámetro del rotor	[m]	175
Altura del buje	[m]	120
Altura de la punta de pala	[m]	207.5
Elevación media	[m]	1098
<b>Recurso eólico a la altura del buje</b>		
Densidad del aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1.075
Velocidad del viento media	[m/s]	5.8
<b>Estimaciones de producción</b>		
Producción bruta	[GWh/año]	152.3
Pérdidas de estela (Internas, externas y <i>blockage</i> )	[%]	5.6
Producción tras pérdidas de estela	[GWh/año]	143.7
Pérdidas de planta	[%]	8.9
Producción neta P50	[GWh/año]	130.9
Factor de Planta Neto (NCF) P50	[%]	24.4
Horas de carga completa basadas en el NCF	[h]	2139

## Comentarios

- Este modelado de producción se basa en datos de cuatro torres de medición en torno al parque eólico con alturas de 98m<sup>1</sup>
- Se han empleado los datos medidos hasta Julio de 2023 (~14 meses)
- Se ha llevado a cabo una corrección de largo plazo usando datos de ERA5T mediante una regresión linear por sectores para reflejar el recurso eólico a largo plazo en el emplazamiento
- Los datos de elevación se basan en SRTM (1arc-sec) y el uso de terreno se basa en Copernicus 2018 (100m)
- BPP ha empleado el modelo de pérdidas de estela Park 2 (N.O. Jensen 2018) con WDC<sup>2</sup> basado en turbulencia por sectores
- BPP ha empleado el modelo Self-similar para estimar el *Global Blockage Effect* (GBE), que contribuye a aproximadamente un 0.4% de las pérdidas de estela para todos los aerogeneradores considerados
- En base a la información disponible (véase Anexo) se han estimado unas pérdidas de planta del 8.9%, conforme madure el proyecto este valor será actualizado para reflejar las particularidades del emplazamiento
- Dada la complejidad del terreno, BPP recomienda utilizar Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para modelar el flujo del viento, reduciendo la incertidumbre
- Durante este ejercicio BPP no ha tenido acceso a información sobre otros parques eólicos en la zona, con lo que no se han considerado pérdidas de estela externas

Notas: 1) BPP ha extrapolado las mediciones a la altura del buje (120m) en base a una matriz de cizalladura mensual y diurna, seguido de una corrección de largo plazo; 2) *Wake Decay Constant*, factor de decadencia de estelas

**BLUE  
POWER  
PARTNERS**

**Anexo**

# Catalina IX : Resultados individuales de los aerogeneradores

Velocidades del viento entre 5.5m/s y 6.0m/s

NCF entre el 22.7% y el 25.9%

Aerogenerador	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Velocidad media del viento [m/s]	Producción bruta [MWh/año]	Pérdidas de estela [%]	Prod. tras estelas [MWh/año]	Producción neta P50 [MWh/año]	NCF [%]
CA6-02	696807	4521721	1107	5.9	17167.7	9.2	15584.7	14193.0	23.8
CA6-04	696265	4520967	1127	5.8	16921.7	2.6	16473.7	15002.6	25.2
CA6-06	696897	4522997	1070	5.8	16770.1	11.6	14828.7	13504.5	22.7
CA6-07	697117	4522438	1090	5.9	17256.7	10.3	15481.8	14099.3	23.7
CA6-08	696080	4523270	1075	5.8	16653.4	3.7	16040.5	14608.0	24.5
CA6-09	696497	4523638	1077	6.0	17748.9	4.4	16960.6	15446.0	25.9
CA6-01	696012	4522539	1065	5.5	15469.8	3.8	14875.7	13547.3	22.7
CA6-03	695849	4521895	1120	5.9	17381.0	2.7	16915.9	15405.3	25.8
CA6-05	696626	4520215	1152	5.8	16958.2	2.3	16572.1	15092.2	25.3

# Resumen de la campaña de medición

Cinco torres de medición midiendo el recurso eólico a través del parque con excelente tasa de recuperación

Resumen de las mediciones

	2022			2023		
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
Alcorisa2						
Andorra3						
Calanda1						
Foz-calanda2						
Calanda3						

Comentarios

- Las torres de medición han estado en funcionamiento durante unos 14 meses, a excepción de Calanda3, que solo tiene 3 meses y por tanto no ha sido considerada para este ejercicio
- Todas las torres tienen una excelente disponibilidad de datos (>98%)
- Debido a que solo se han empleado cuatro de las torres para este ejercicio, es necesario actualizar las estimaciones de producción una vez haya datos suficientes de Calanda3
- En base a los datos actuales, Foz-Calanda2 muestra el mejor recurso eólico con una media de 6.5m/s, mientras que Alcorisa2 tiene los peores resultados con una media de 5.6m/s
- Los emplazamientos propuestos para los aerogeneradores tienen elevaciones entre los 404m y los 840m (a excepción de Cañizar del Olivar), y las torres de medición están entre 400m y 795m, cubriendo la mayoría del espectro de elevación de los parques eólicos

Torre	Este [m]	Norte [m]	Elevación [m]	Periodo de medición [meses]	Velocidad del viento a 120m [m/s]	Velocidad de largo plazo a 120m [m/s]
Alcorisa2	717900	4533263	720	12	5.6	5.9
Andorra3	715139	4545169	588	14	5.6	5.9
Calanda1	729353	4539963	505	14	5.8	6.2
Foz-calanda2	727317	4531118	795	14	6.5	6.9
Calanda3	735561	4538765	400	3	5.1	-

Notas: Durante este ejercicio la torre de medición Calanda 3 tenía menos de 3 meses de datos, con lo que no se ha empleado para el análisis. Las mediciones de Calanda3 son durante un periodo de bajo viento, con lo que no se puede concluir que tenga peor recurso

# Desglose de pérdidas de planta

Los valores aquí asumidos se basan en estándares industriales y buena praxis

Pérdidas estimadas

Categoría	Eficiencia (100% - pérdidas)
<b>1. Pérdidas de estela</b>	Específicas del parque
Internas + <i>Blockage</i>	Específicas del parque
Externas	Específicas del parque
Futuras	Específicas del parque
<b>2. Disponibilidad</b>	96.9%
Disponibilidad de los aerogeneradores	97.6
Balance de planta	99.6
Disponibilidad de la red eléctrica	99.7
<b>3. Pérdidas eléctricas</b>	<b>97.0%</b>
Eficiencia eléctrica en operación	97.0
Consumo eléctrico parasítico	100.0
<b>4. Funcionamiento de los aerogeneradores</b>	<b>96.9%</b>
Ajuste genérico de la curva de potencia	99.0
Histéresis por velocidades de viento elevadas	99.9
Ajuste específico del emplazamiento de la curva de potencia	99.5
Funcionamiento sub-óptimo	99.5
Degradación de las palas y elementos mecánicos	99.0
<b>5. Medioambiental</b>	<b>100.0%</b>
Paradas por hielo	100.0
Paradas por temperaturas elevadas y bajas	100.0
Acceso al parque	100.0
Crecimiento y tala de árboles (media de 10 años)	100.0
<b>6. Curtailment</b>	<b>100.0%</b>
<i>Wake sector management</i>	100.0
<i>Curtailment</i> de la red eléctrica	100.0
<i>Curtailment</i> por ruido, impacto visual o razones medioambientales	100.0
<b>Pérdidas totales excluyendo estelas</b>	<b>91.1%</b>

Comentarios

- En base a la información disponible durante este ejercicio BPP ha estimado unas pérdidas de planta del 8.9% para obtener la producción neta
- Estas pérdidas son indicativas, BPP recomienda llevar a cabo un análisis más detallado cuando haya más información disponible
- BPP recomienda entablar conversaciones con el desarrollador para obtener información sobre futuros proyectos eólicos en la zona y poder considerar su impacto en el parque
- Las pérdidas por control de sectores están sujetas a evaluación por parte del proveedor de los aerogeneradores
- La validez del aerogenerador seleccionado también está sujeta al estudio de cargas del proveedor
- Las pérdidas por disponibilidad, eficiencia eléctrica y funcionamiento de los aerogeneradores se han asumido en base a buena praxis en la industria, y deberán actualizarse conforme al TSA<sup>1</sup> y un modelado detallado del sistema colector
- BPP recomienda encarecidamente tener en cuenta la incertidumbre de estos resultados al evaluar el proyecto

**SUBANEXO II**  
***ESTUDIO DE RECURSO DE LOS***  
***ACTIVOS DE GENERACIÓN***  
***FOTOVOLTAICA***

---

## ÍNDICE DE MEMORIAS

<b><i>EGR 01</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA III"</i></b>
<b><i>EGR 02</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA VI"</i></b>
<b><i>EGR 03</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA X"</i></b>
<b><i>EGR 04</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA XI"</i></b>
<b><i>EGR 05</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA XII"</i></b>
<b><i>EGR 06</i></b>	<b><i>PARQUE FOTOVOLTAICO "CATALINA XIV"</i></b>

**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT III

Variante: 85,90MWp /65,941MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 85.91 MWp

Alloza - Spain

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
<b>Alloza</b>	Latitud 40.95 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.49 °W	
	Altitud 835 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Los Olmos		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje -0.9 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 126336 unidades	Núm. de unidades 28 unidades	
Pnom total 85.91 MWp	Pnom total 65.94 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 162205433 kWh/año	Producción específica 1888 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 86.29 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 4511 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		Conjuntos idénticos	
Plano de rastreo, eje inclinado				<b>Tamaños</b>	
Inclin.media del eje	-0.9 °			Espaciado de rastreador 6.00 m	
Azimut del eje medio	0 °			Ancho de colector 2.38 m	
				Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.5 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	1.0 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra		0.30	
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad		80 %	
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero		5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero		10.0 %	
		Fracción transparente de cobertizo		0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	24192 unidades	Número de inversores	9 unidades
Nominal (STC)	16.45 MWp	Potencia total	12627 kWca
Módulos	864 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	15.05 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	15064 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	102144 unidades	Número de inversores	19 unidades
Nominal (STC)	69.46 MWp	Potencia total	53314 kWca
Módulos	3648 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	63.54 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	63604 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	85908 kWp	Potencia total	65941 kWca
Total	126336 módulos	Número de inversores	28 unidades
Área del módulo	392444 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global	0.21 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global	1.1 mΩ	Res. conjunto global	0.26 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 1.0 %	constante (ventiladores) 80.0 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Inversor: INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (9 Inv.) Cobre 9 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Inversor: DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (19 Inv.) Cobre 19 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud 5000 m  
Frac. de pérdida 0.49 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 84.53 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 84.53 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 845.33 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.03 mΩ



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Definición del horizonte

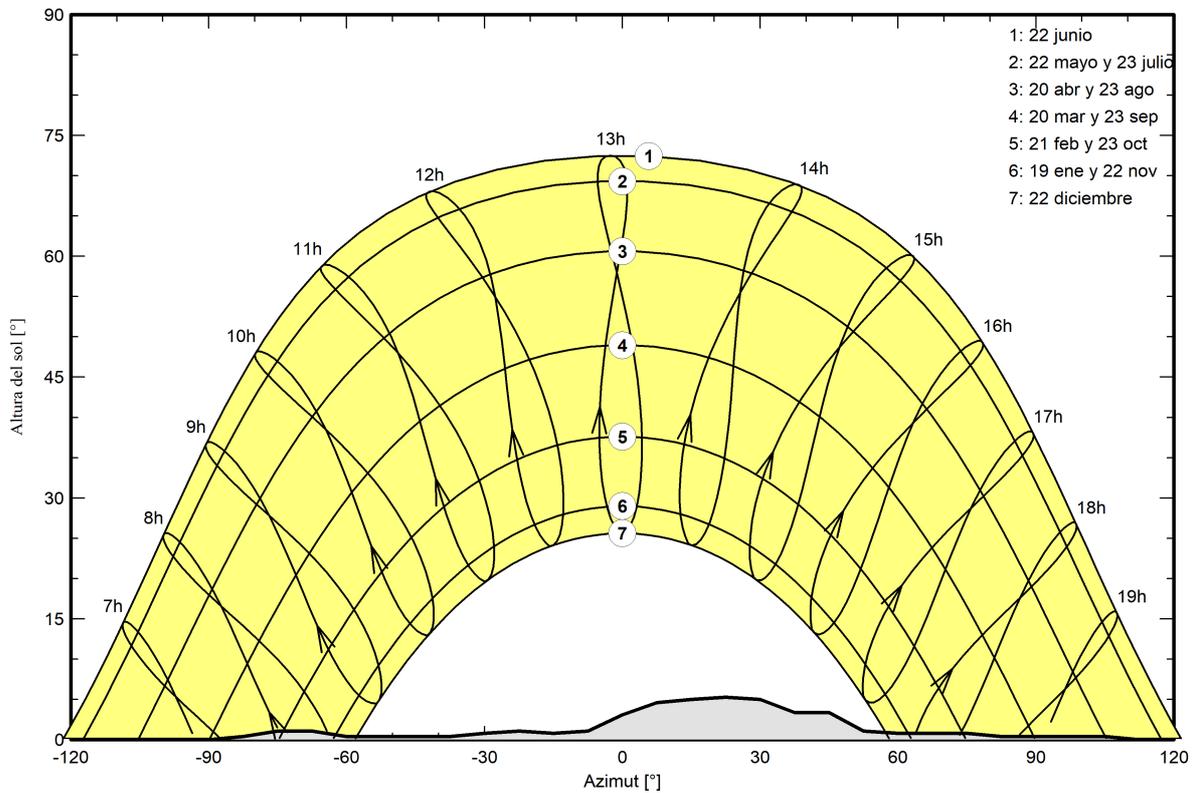
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°56'51', Long=0°-29'24', Alt=835m

Altura promedio	1.0 °	Factor Albedo	0.96
Factor difuso	1.00	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-90	-83	-75	-68	-60	-38	-30
Altura [°]	0.8	0.8	0.0	0.0	0.4	1.1	1.1	0.4	0.4	0.8
Azimut [°]	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45
Altura [°]	1.1	0.8	1.1	3.1	4.6	5.0	5.3	5.0	3.4	3.4
Azimut [°]	53	60	75	83	105	113	143	150	180	
Altura [°]	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.0	0.0	0.8	0.8	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





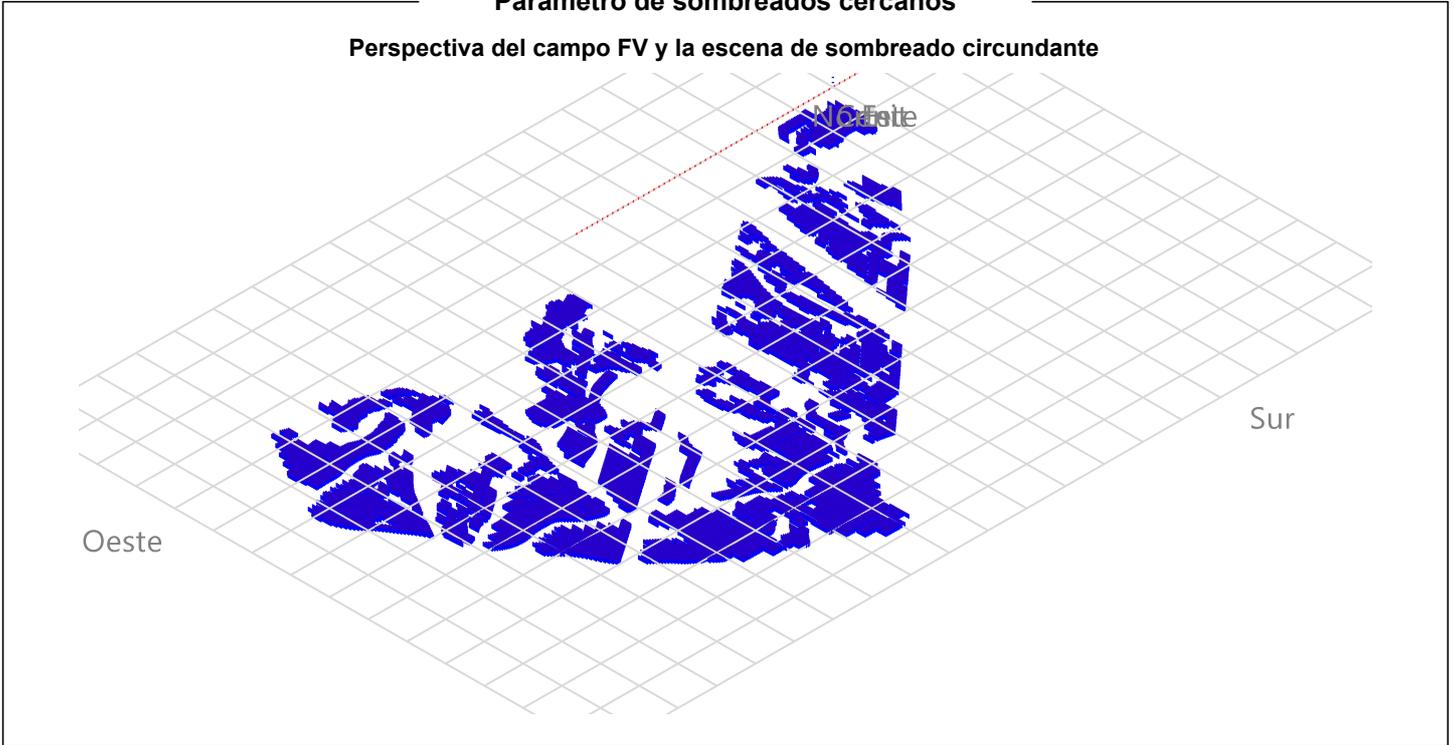
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

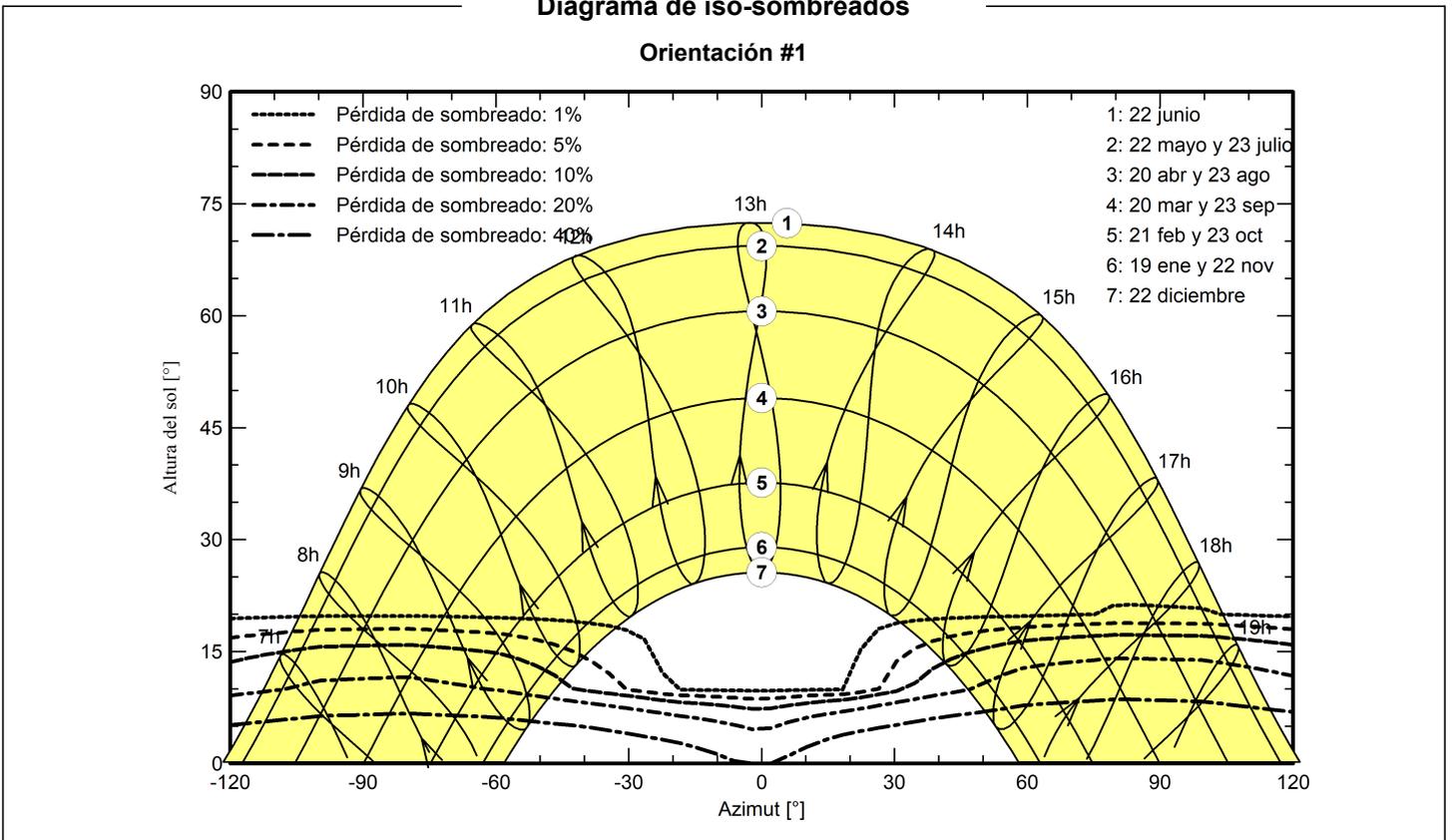
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:47  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resultados principales****Producción del sistema**

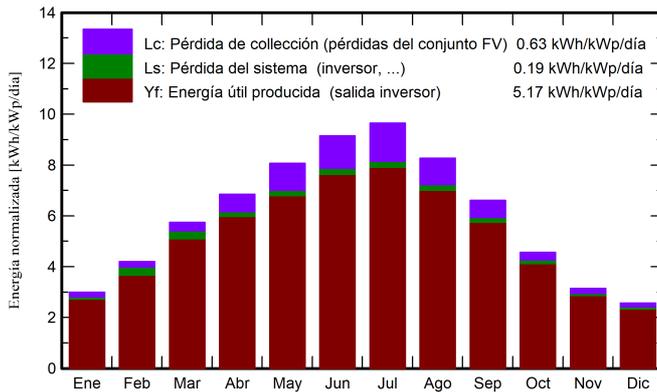
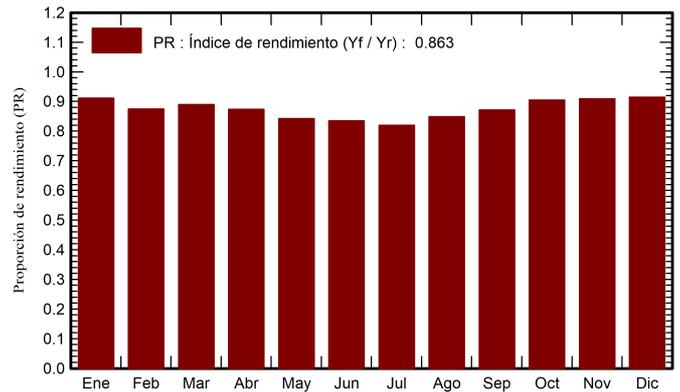
Energía producida 162205433 kWh/año

Producción específica

1888 kWh/kWp/año

Proporción rend. PR

86.29 %

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)****Proporción de rendimiento (PR)****Balances y resultados principales**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> kWh	<b>E_Grid</b> kWh	<b>PR</b> proporción
<b>Enero</b>	67.3	23.60	5.60	93.0	84.8	7523489	7276672	0.911
<b>Febrero</b>	88.0	29.80	6.60	117.5	109.5	9630558	8835023	0.875
<b>Marzo</b>	134.4	46.80	9.20	178.0	167.7	14435982	13602251	0.890
<b>Abril</b>	159.7	59.20	11.40	205.5	195.5	15902158	15421202	0.874
<b>Mayo</b>	195.2	72.40	15.60	250.3	238.6	18674793	18114520	0.842
<b>Junio</b>	213.8	71.50	20.50	274.6	263.7	20301368	19703756	0.835
<b>Julio</b>	229.9	67.30	23.40	299.3	286.5	21723055	21081318	0.820
<b>Agosto</b>	197.7	62.00	23.00	256.2	245.3	19266935	18687702	0.849
<b>Septiembre</b>	149.9	51.50	18.50	198.3	186.8	15318488	14855013	0.872
<b>Octubre</b>	108.0	40.00	14.50	141.4	133.1	11383396	10993506	0.905
<b>Noviembre</b>	70.4	26.10	8.70	94.5	87.0	7637112	7387616	0.910
<b>Diciembre</b>	59.0	21.70	6.10	79.5	72.7	6465489	6246854	0.915
<b>Año</b>	1673.3	571.90	13.64	2188.1	2071.2	168262823	162205433	0.863

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

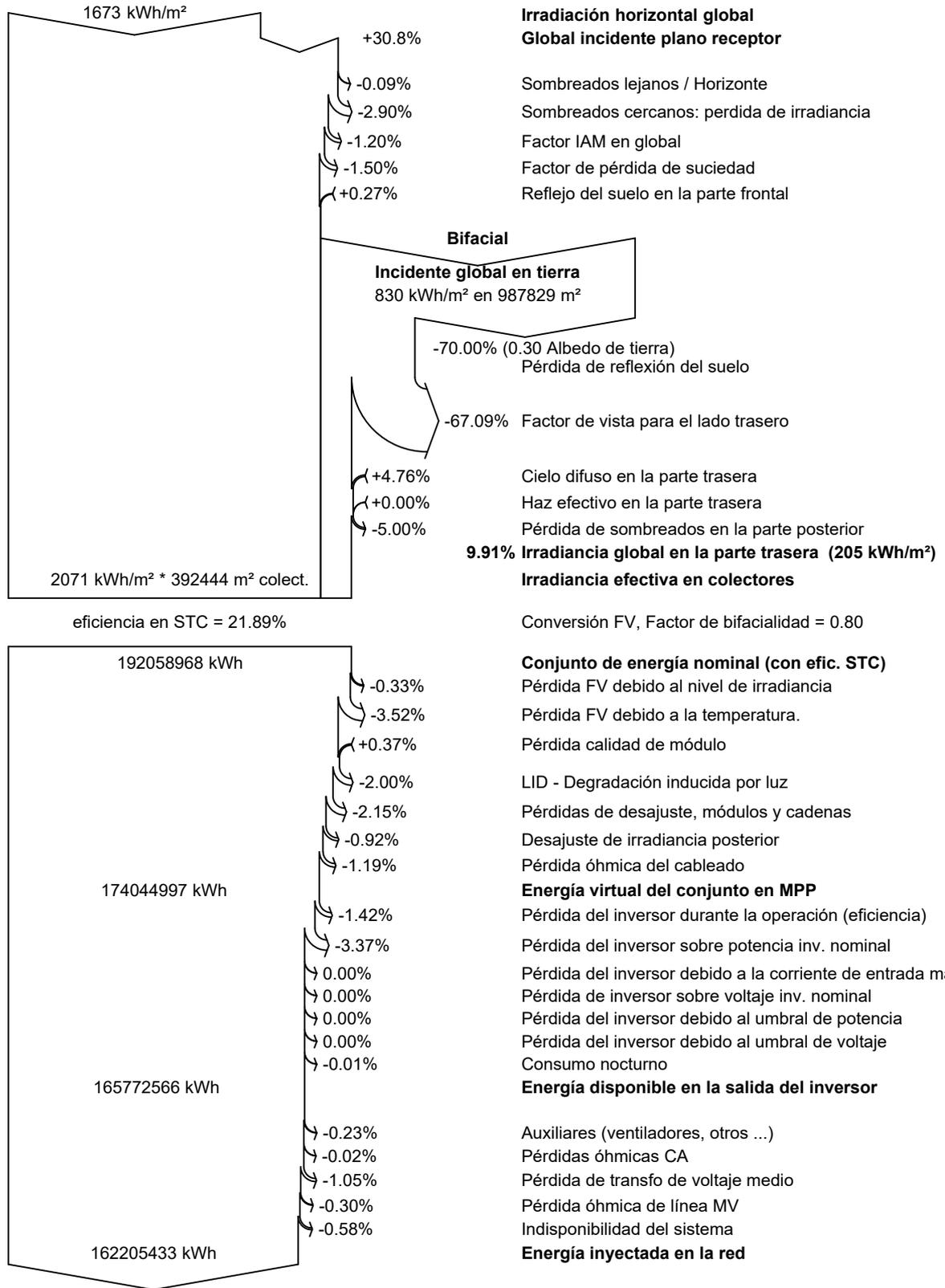


PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Diagrama de pérdida





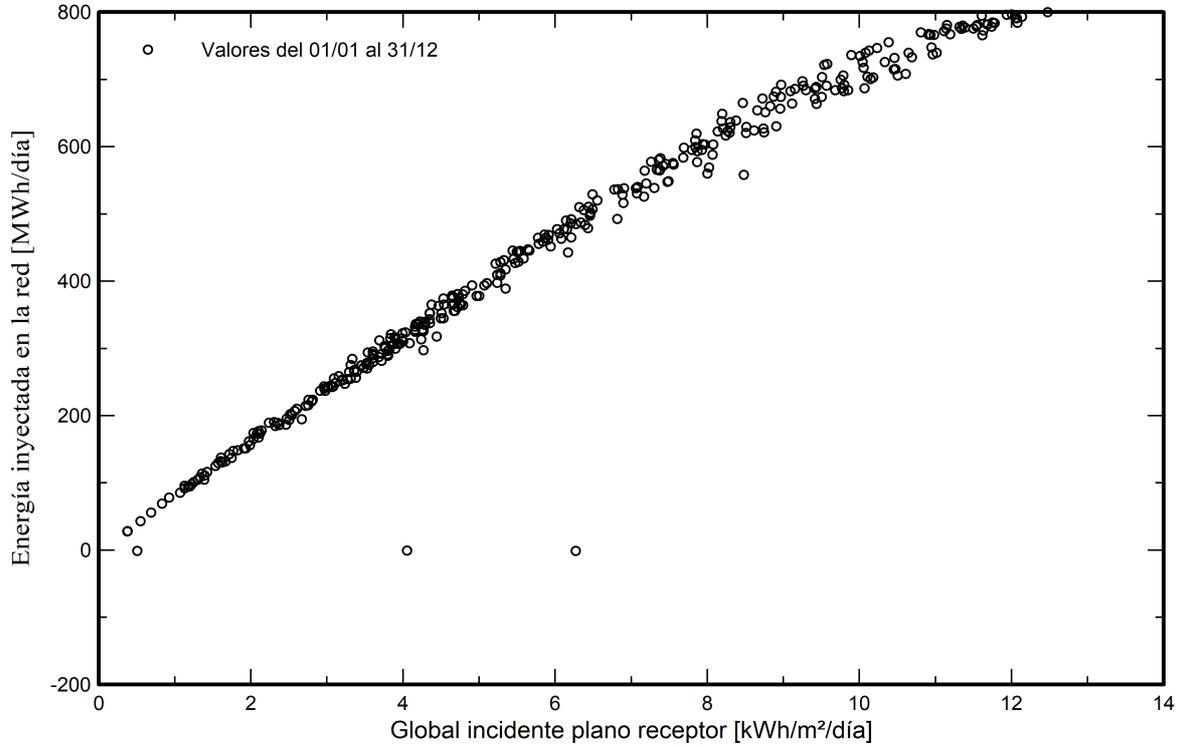
**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

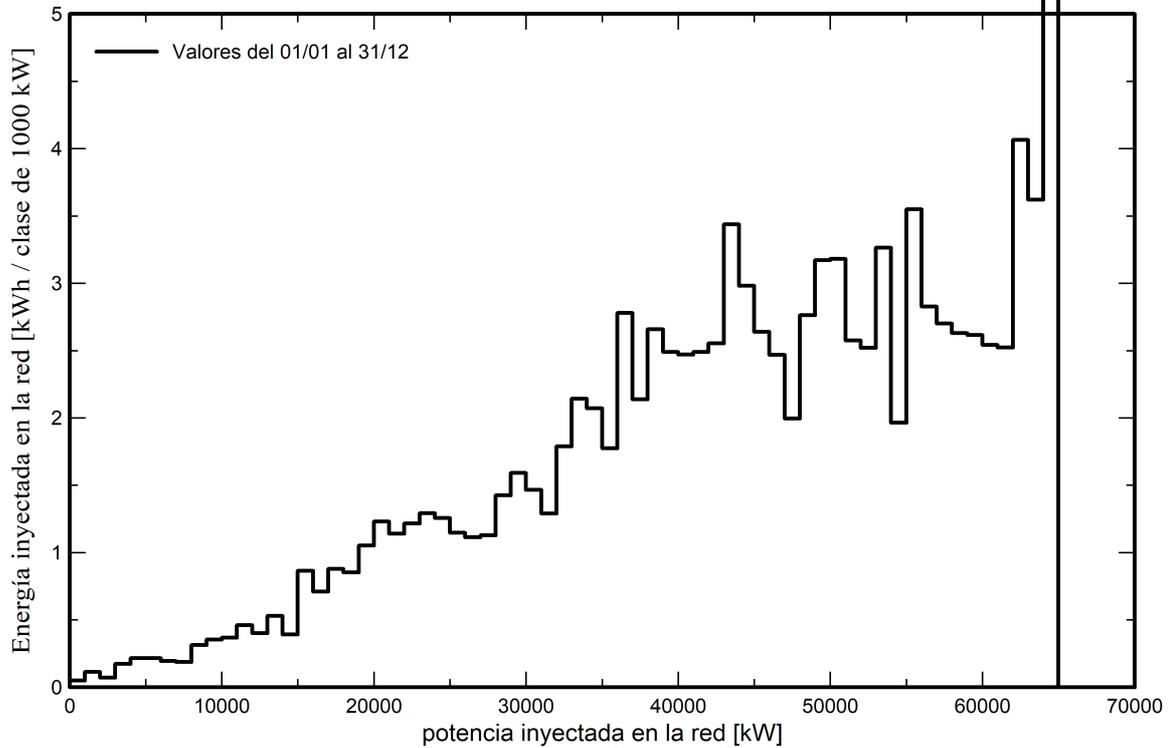
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.5 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.1 %

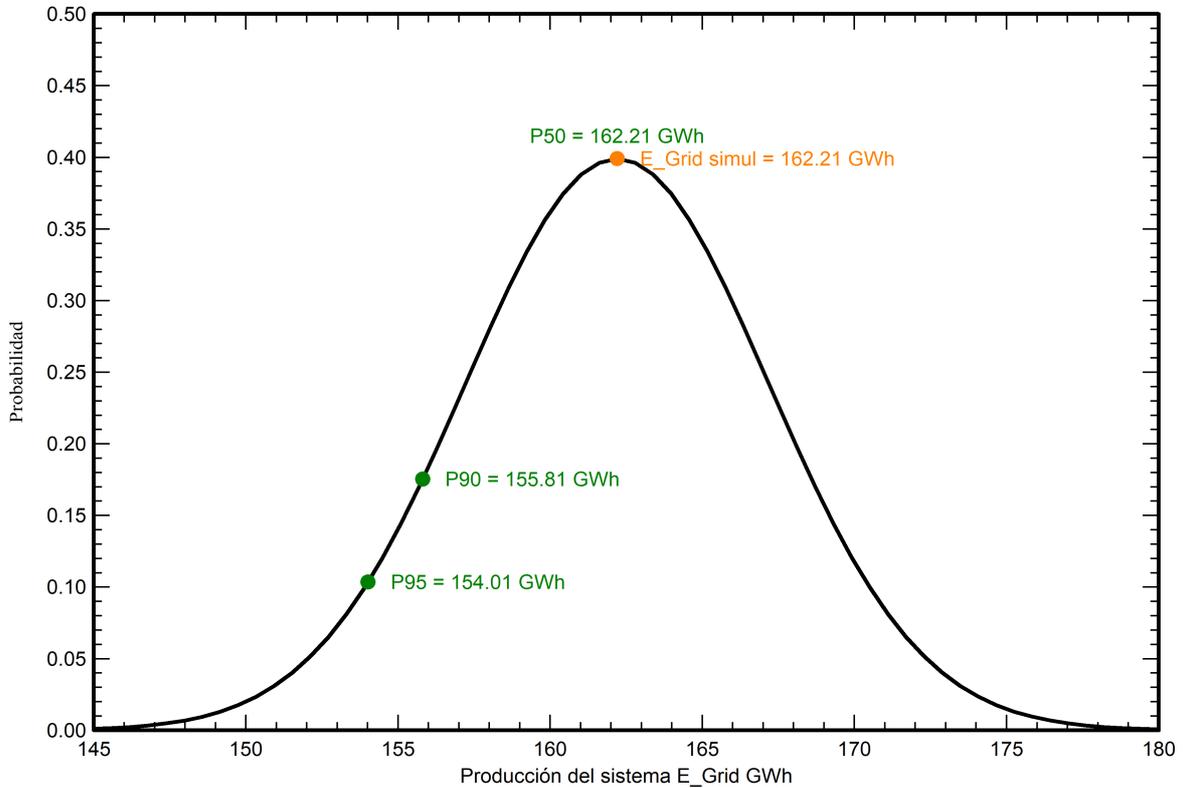
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 4.99 GWh  
P50 162.21 GWh  
P90 155.81 GWh  
P95 154.01 GWh

**Distribución de probabilidad**



# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT III

Variante: 85,90MWp /65,941MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 85.91 MWp

Alloza - Spain

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
<b>Alloza</b>	Latitud 40.95 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.49 °W	
	Altitud 835 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Los Olmos		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje -0.9 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 126336 unidades	Núm. de unidades 28 unidades	
Pnom total 85.91 MWp	Pnom total 65.94 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 162205433 kWh/año	Producción específica 1888 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 86.29 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 4511 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		Conjuntos idénticos	
Plano de rastreo, eje inclinado				<b>Tamaños</b>	
Inclin.media del eje	-0.9 °			Espaciado de rastreador	6.00 m
Azimut del eje medio	0 °			Ancho de colector	2.38 m
				Proporc. cob. suelo (GCR)	39.7 %
				Phi mín/máx.	-/+ 30.0 °
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.5 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	1.0 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra	0.30		
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad	80 %		
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero	5.0 %		
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero	10.0 %		
		Fracción transparente de cobertizo	0.0 %		

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	24192 unidades	Número de inversores	9 unidades
Nominal (STC)	16.45 MWp	Potencia total	12627 kWca
Módulos	864 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	15.05 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	15064 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	102144 unidades	Número de inversores	19 unidades
Nominal (STC)	69.46 MWp	Potencia total	53314 kWca
Módulos	3648 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	63.54 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	63604 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	85908 kWp	Potencia total	65941 kWca
Total	126336 módulos	Número de inversores	28 unidades
Área del módulo	392444 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global	0.21 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global	1.1 mΩ	Res. conjunto global	0.26 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 1.0 %	constante (ventiladores) 80.0 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Inversor: INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (9 Inv.) Cobre 9 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Inversor: DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (19 Inv.) Cobre 19 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud 5000 m  
Frac. de pérdida 0.49 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 84.53 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 84.53 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 845.33 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.03 mΩ



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Definición del horizonte

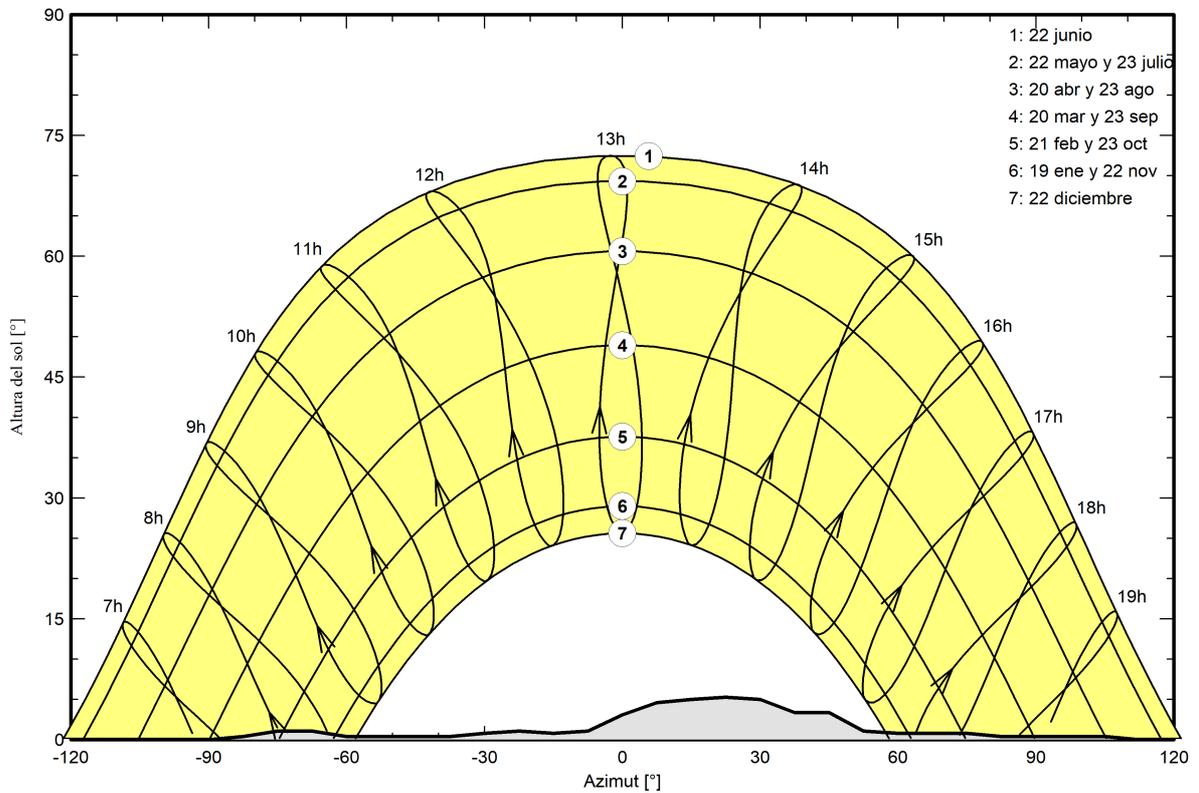
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°56'51', Long=0°-29'24', Alt=835m

Altura promedio	1.0 °	Factor Albedo	0.96
Factor difuso	1.00	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-90	-83	-75	-68	-60	-38	-30
Altura [°]	0.8	0.8	0.0	0.0	0.4	1.1	1.1	0.4	0.4	0.8
Azimut [°]	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45
Altura [°]	1.1	0.8	1.1	3.1	4.6	5.0	5.3	5.0	3.4	3.4
Azimut [°]	53	60	75	83	105	113	143	150	180	
Altura [°]	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.0	0.0	0.8	0.8	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





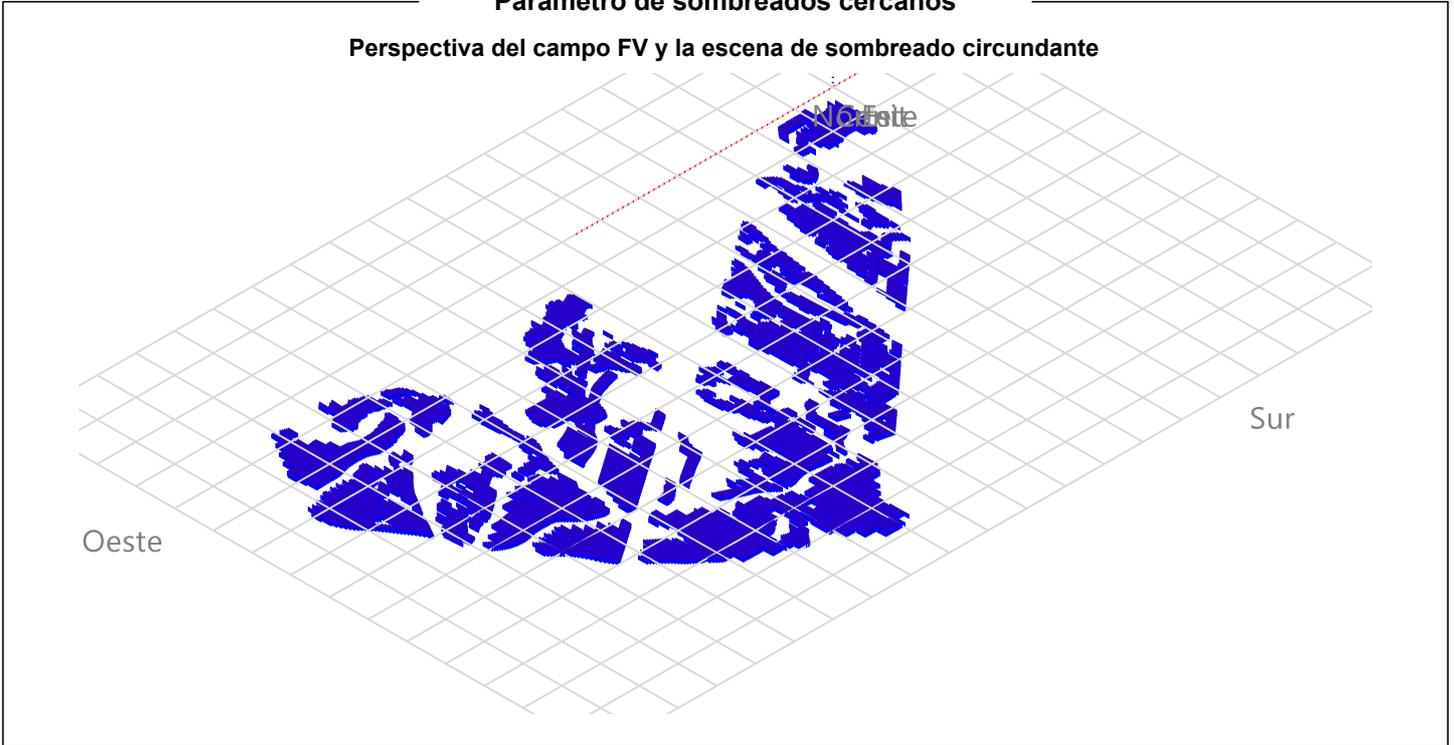
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

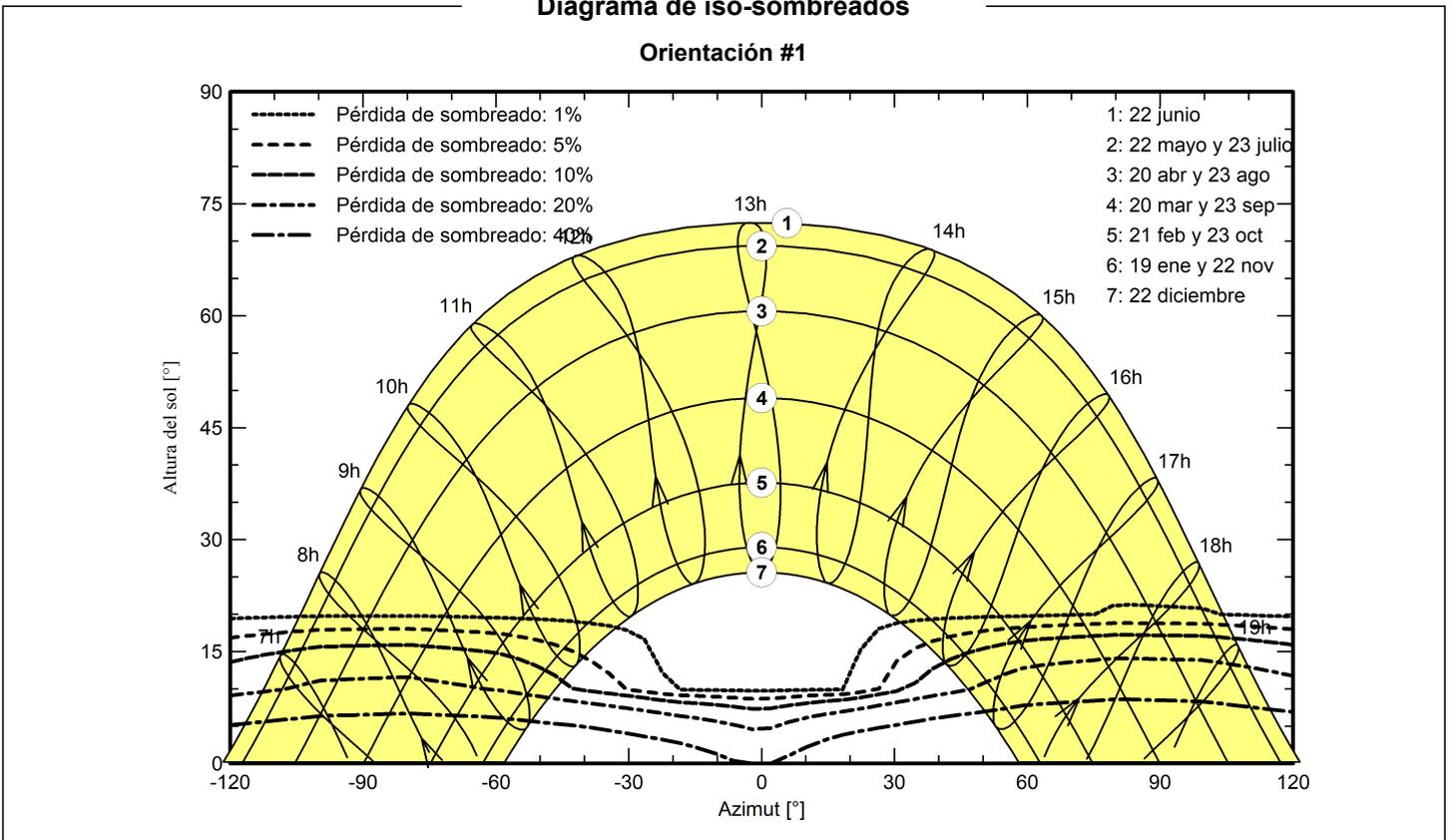
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:47  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resultados principales**

**Producción del sistema**

Energía producida 162205433 kWh/año

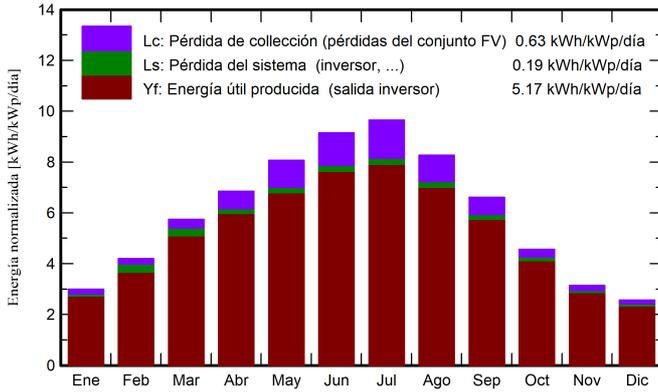
Producción específica

1888 kWh/kWp/año

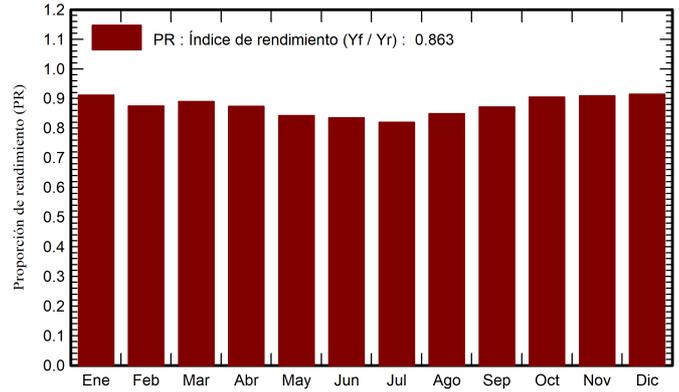
Proporción rend. PR

86.29 %

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)**



**Proporción de rendimiento (PR)**



**Balances y resultados principales**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	proporción
<b>Enero</b>	67.3	23.60	5.60	93.0	84.8	7523489	7276672	0.911
<b>Febrero</b>	88.0	29.80	6.60	117.5	109.5	9630558	8835023	0.875
<b>Marzo</b>	134.4	46.80	9.20	178.0	167.7	14435982	13602251	0.890
<b>Abril</b>	159.7	59.20	11.40	205.5	195.5	15902158	15421202	0.874
<b>Mayo</b>	195.2	72.40	15.60	250.3	238.6	18674793	18114520	0.842
<b>Junio</b>	213.8	71.50	20.50	274.6	263.7	20301368	19703756	0.835
<b>Julio</b>	229.9	67.30	23.40	299.3	286.5	21723055	21081318	0.820
<b>Agosto</b>	197.7	62.00	23.00	256.2	245.3	19266935	18687702	0.849
<b>Septiembre</b>	149.9	51.50	18.50	198.3	186.8	15318488	14855013	0.872
<b>Octubre</b>	108.0	40.00	14.50	141.4	133.1	11383396	10993506	0.905
<b>Noviembre</b>	70.4	26.10	8.70	94.5	87.0	7637112	7387616	0.910
<b>Diciembre</b>	59.0	21.70	6.10	79.5	72.7	6465489	6246854	0.915
<b>Año</b>	1673.3	571.90	13.64	2188.1	2071.2	168262823	162205433	0.863

**Leyendas**

- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T\_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E\_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción de rendimiento

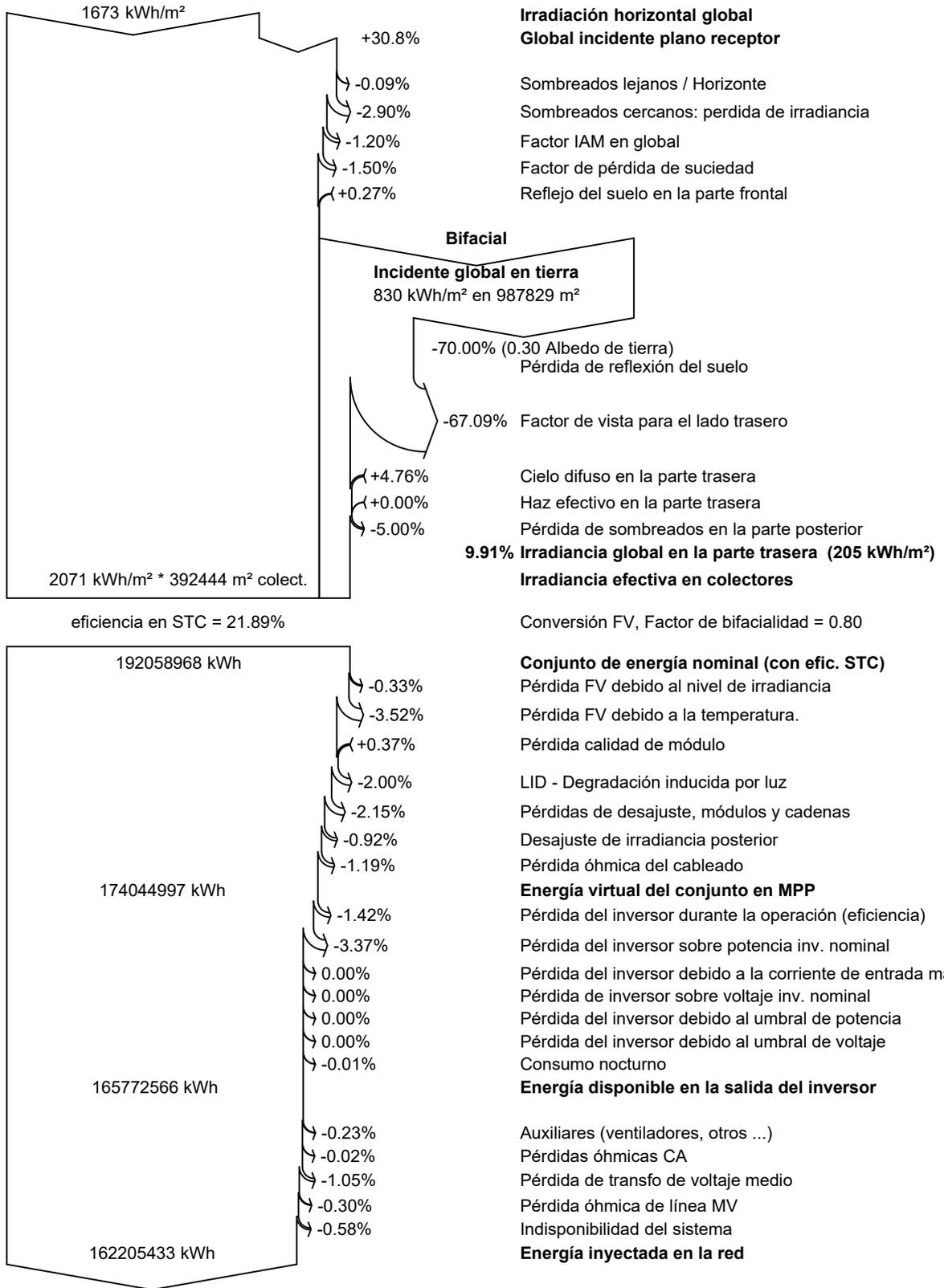


PVsyst V7.3.3

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Diagrama de pérdida





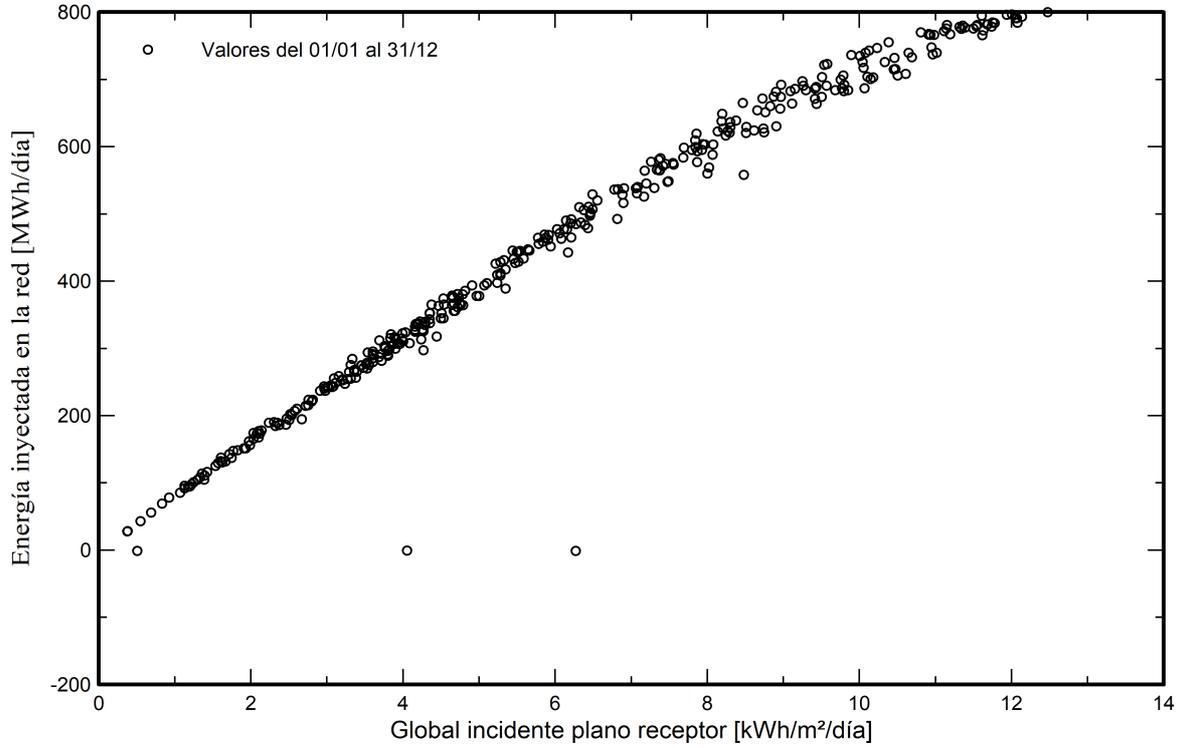
**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

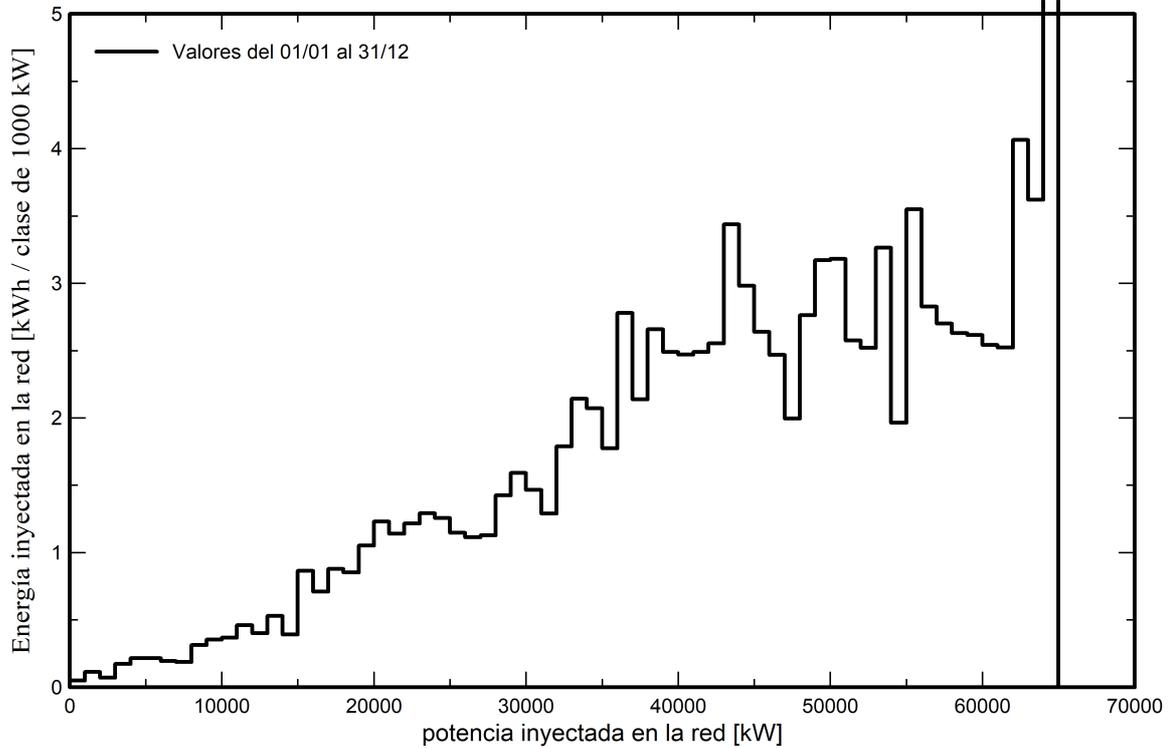
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:47  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.5 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.1 %

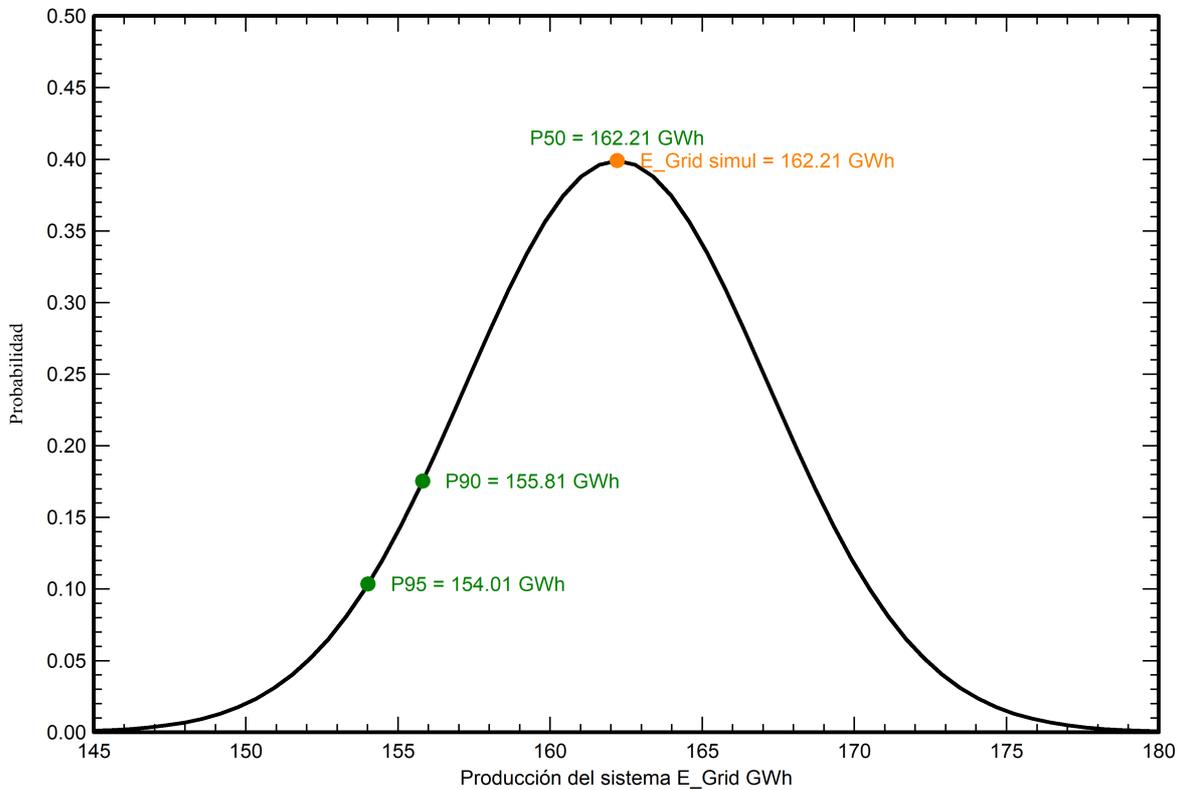
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 4.99 GWh  
P50 162.21 GWh  
P90 155.81 GWh  
P95 154.01 GWh

**Distribución de probabilidad**



**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT6 ALLOZA SUR

Variante: 135,26MWp /103,82MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 135.3 MWp

Crivillén - Spain

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
<b>Crivillén</b>	Latitud 40.91 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.54 °W	
	Altitud 798 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Los Olmos		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje 1.1 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 198912 unidades	Núm. de unidades 47 unidades	
Pnom total 135.3 MWp	Pnom total 103.8 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 255610577 kWh/año	Producción específica 1890 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 85.31 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 7102 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		Conjuntos idénticos	
Plano de rastreo, eje inclinado				<b>Tamaños</b>	
Inclin.media del eje	1.1 °			Espaciado de rastreador 6.00 m	
Azimut del eje medio	0 °			Ancho de colector 2.38 m	
				Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.4 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición Perez		Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso Perez, Meteonorm		Sombreado difuso Automático			
Circunsolar separado					
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio 2.6 °					
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo		Cálculo 2D			
		rastreadores ilimitados			
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador 6.00 m				Albedo de tierra 0.30	
Ancho de rastreador 2.38 m				Factor de bifacialidad 80 %	
GCR 39.7 %				Fact. sombreado trasero 5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo 2.10 m				Fact. desajuste trasero 10.0 %	
				Fracción transparente de cobertizo 0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante		CSI Solar	
Modelo		CS7N-680TB-AG	
(Definición de parámetros personalizados)			
Unidad Nom. Potencia		680 Wp	
Número de módulos FV		53760 unidades	
Nominal (STC)		36.56 MWp	
Módulos		1920 Cadenas x 28 En series	
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>			
Pmpp		33.44 MWp	
U mpp		999 V	
I mpp		33476 A	
<b>Inversor</b>			
Fabricante		Ingeteam	
Modelo		INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR	
(Definición de parámetros personalizados)			
Unidad Nom. Potencia		1403 kWca	
Número de inversores		20 unidades	
Potencia total		28060 kWca	
Voltaje de funcionamiento		782-1300 V	
Proporción Pnom (CC:CA)		1.30	



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	145152 unidades	Número de inversores	27 unidades
Nominal (STC)	98.70 MWp	Potencia total	75762 kWca
Módulos	5184 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	90.29 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	90385 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	135260 kWp	Potencia total	103822 kWca
Total	198912 módulos	Número de inversores	47 unidades
Área del módulo	617891 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>
Frac. de pérdida	Temperatura módulo según irradiancia	Frac. de pérdida
1.5 %	Uc (const)	2.0 %
	Uv (viento)	
	29.0 W/m <sup>2</sup> K	
	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>
Frac. de pérdida	Frac. de pérdida	Frac. de pérdida
-0.4 %	2.0 % en MPP	0.2 %
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global	0.13 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global	0.49 mΩ	Res. conjunto global	0.18 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo	constante (ventiladores)
1.0 %	80.0 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Sistema global**

Sección cables Cobre 3 x 100000 mm<sup>2</sup>  
Longitud de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud 1000 m  
Frac. de pérdida 0.15 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 133.0 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 133.04 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 1330.41 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.02 mΩ



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Definición del horizonte

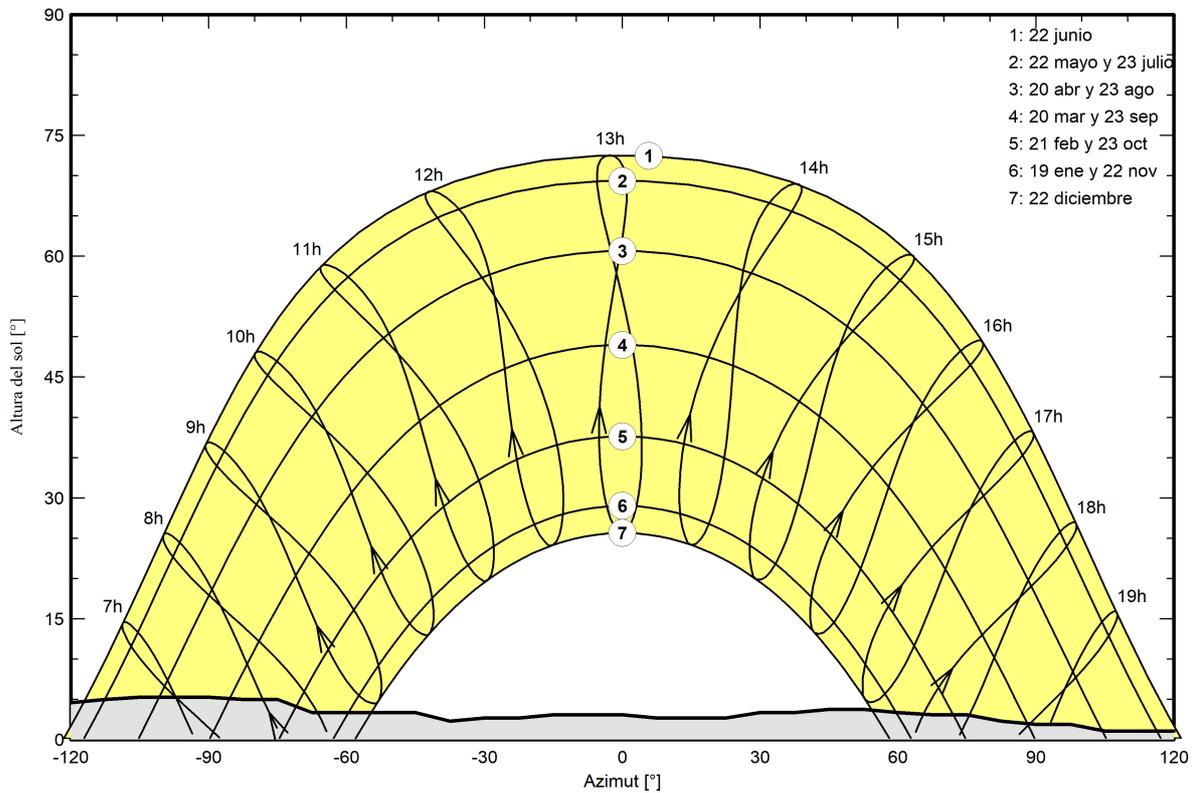
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°54'27', Long=0°-32'13', Alt=798m

Altura promedio	2.6 °	Factor Albedo	0.89
Factor difuso	0.99	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-113	-105	-90	-83	-75
Altura [°]	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5	1.5	3.4	4.2	5.0	5.3	5.3	5.0	5.0
Azimut [°]	-68	-45	-38	-30	-23	-15	0	8	23	30	38	45	53
Altura [°]	3.4	3.4	2.3	2.7	2.7	3.1	3.1	2.7	2.7	3.4	3.4	3.8	3.8
Azimut [°]	60	68	75	83	90	98	105	135	143	158	165	180	
Altura [°]	3.4	3.1	3.1	2.3	1.9	1.9	1.1	1.1	0.4	0.4	0.8	0.8	

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



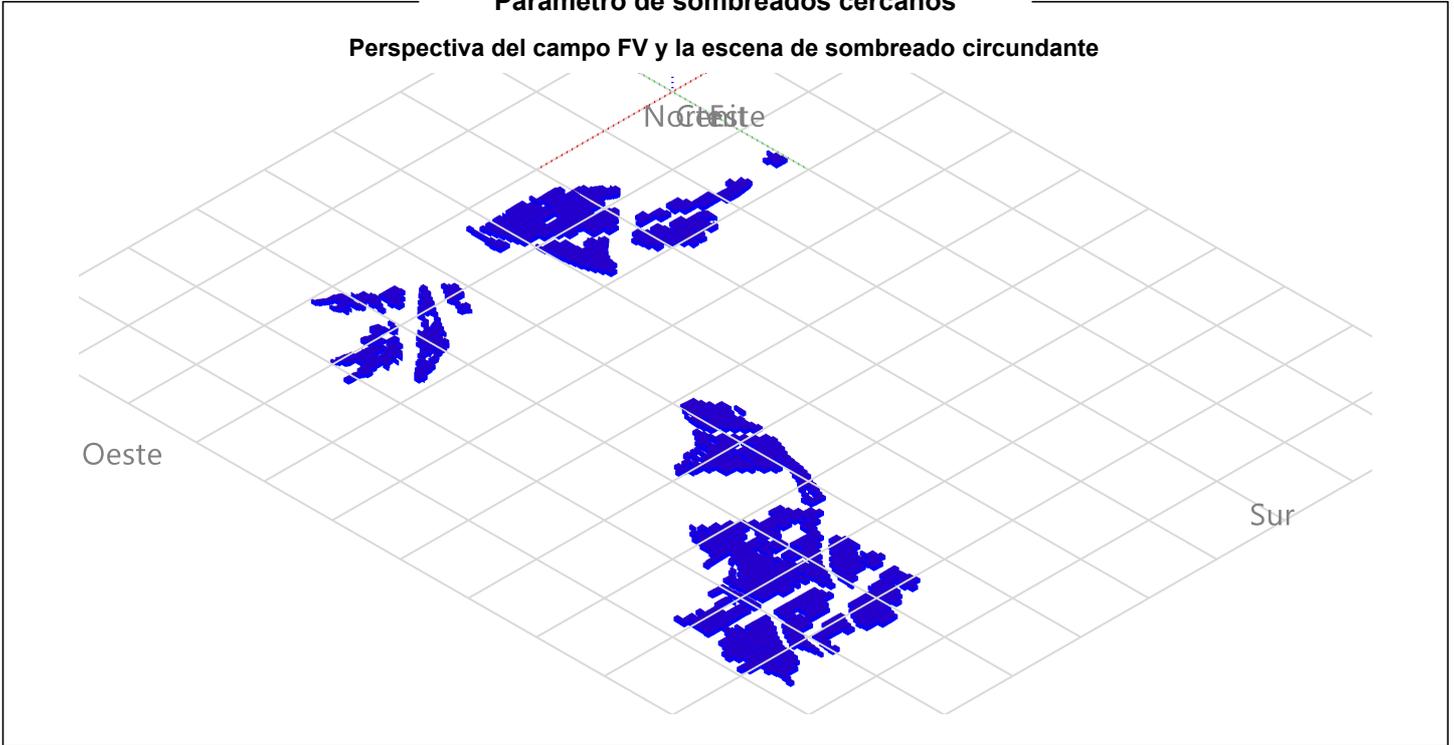


**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

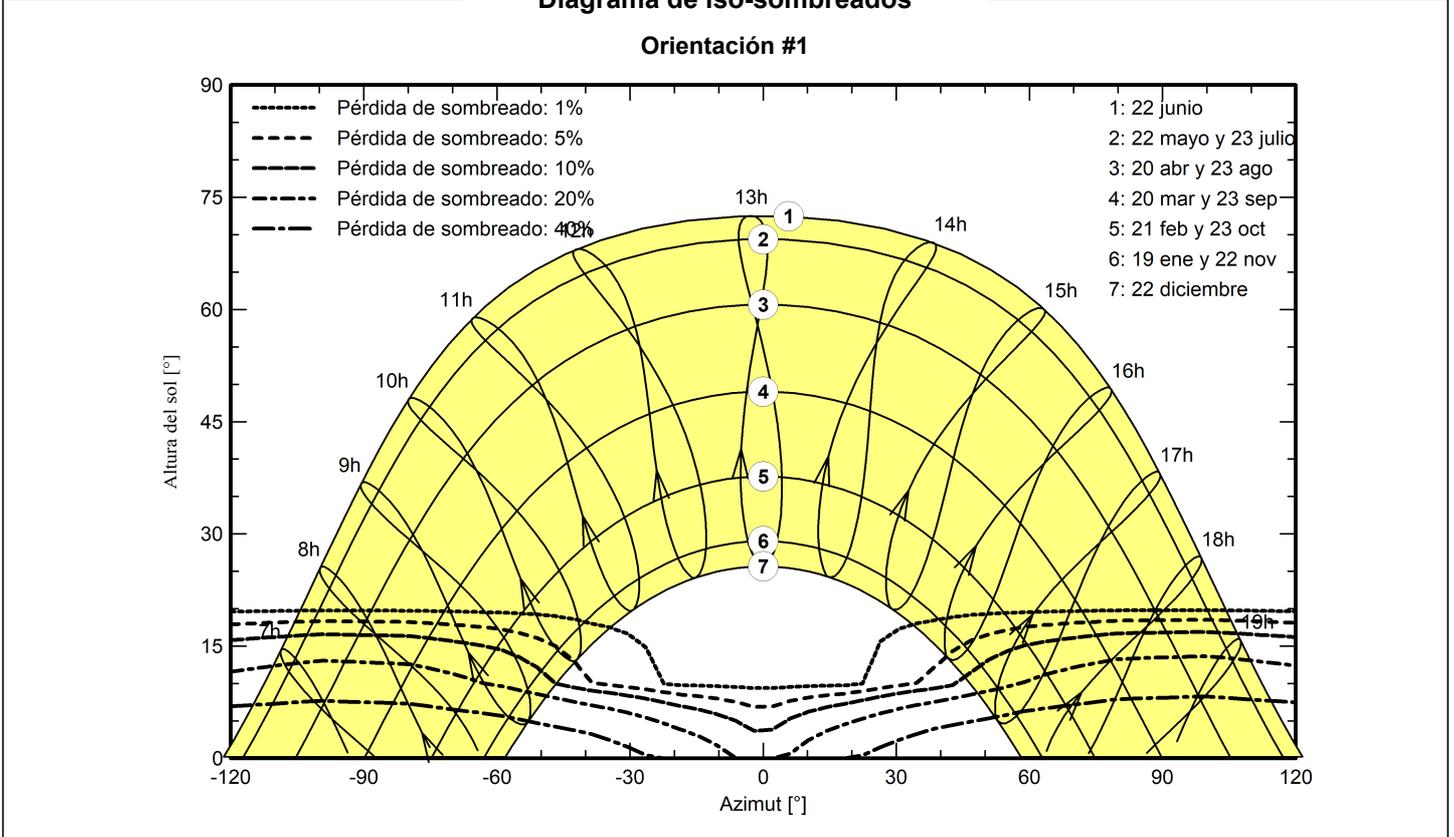
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1





PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

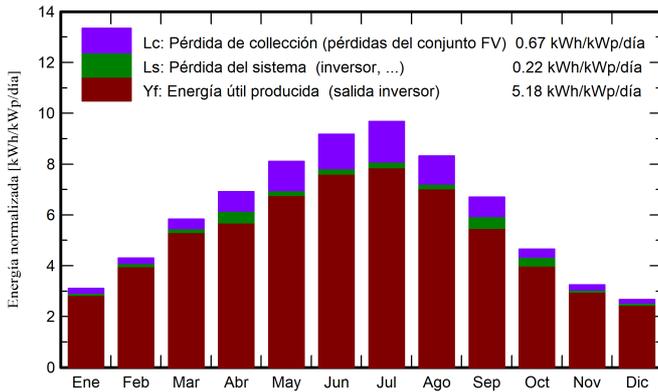
SATEL,s.a. (Spain)

Resultados principales

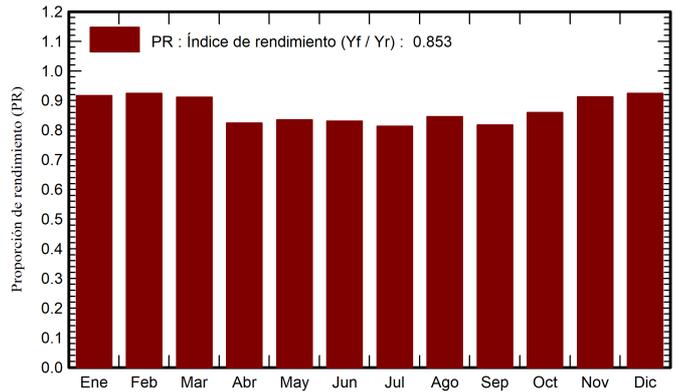
Producción del sistema

Energía producida (P50) 255610577 kWh/año      Producción específica (P50) 1890 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR      85.31 %  
 Energía producida (P90) 245494837 kWh/año      Producción específica (P90) 1815 kWh/kWp/año  
 Energía producida (P95) 232648662 kWh/año      Producción específica (P95) 1794 kWh/kWp/año

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	proporción
Enero	67.3	23.60	5.60	96.3	88.4	12314668	11944379	0.917
Febrero	88.0	29.80	6.60	120.5	112.3	15511156	15069341	0.925
Marzo	134.4	46.80	9.20	180.9	169.9	22926794	22292228	0.911
Abril	159.7	59.20	11.40	207.4	196.4	25000743	23110700	0.824
Mayo	195.2	72.40	15.60	251.3	237.7	29182726	28385640	0.835
Junio	213.8	71.50	20.50	275.1	262.6	31752451	30903796	0.831
Julio	229.9	67.30	23.40	300.1	285.1	33923083	33012883	0.813
Agosto	197.7	62.00	23.00	258.1	246.3	30332939	29504783	0.845
Septiembre	149.9	51.50	18.50	201.0	188.1	24120390	22234847	0.818
Octubre	108.0	40.00	14.50	144.4	136.0	18245664	16792983	0.860
Noviembre	70.4	26.10	8.70	97.5	90.1	12409938	12039069	0.913
Diciembre	59.0	21.70	6.10	82.6	76.3	10648876	10319929	0.924
Año	1673.3	571.90	13.64	2215.3	2089.3	266369427	255610577	0.853

Leyendas

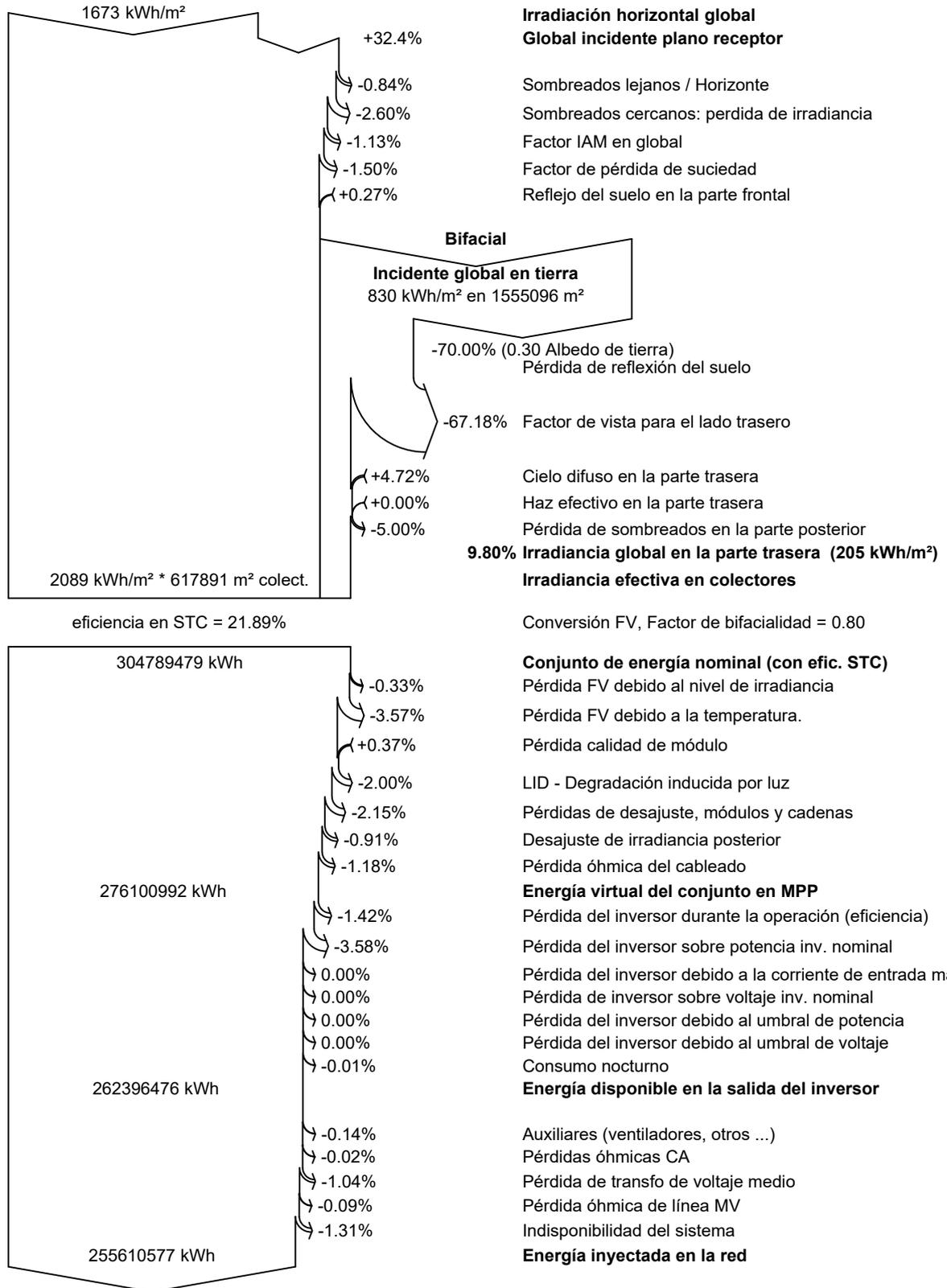
- GlobHor    Irradiación horizontal global
- DiffHor    Irradiación difusa horizontal
- T\_Amb      Temperatura ambiente
- GlobInc    Global incidente plano receptor
- GlobEff    Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray     Energía efectiva a la salida del conjunto
- E\_Grid     Energía inyectada en la red
- PR          Proporción de rendimiento



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

Diagrama de pérdida



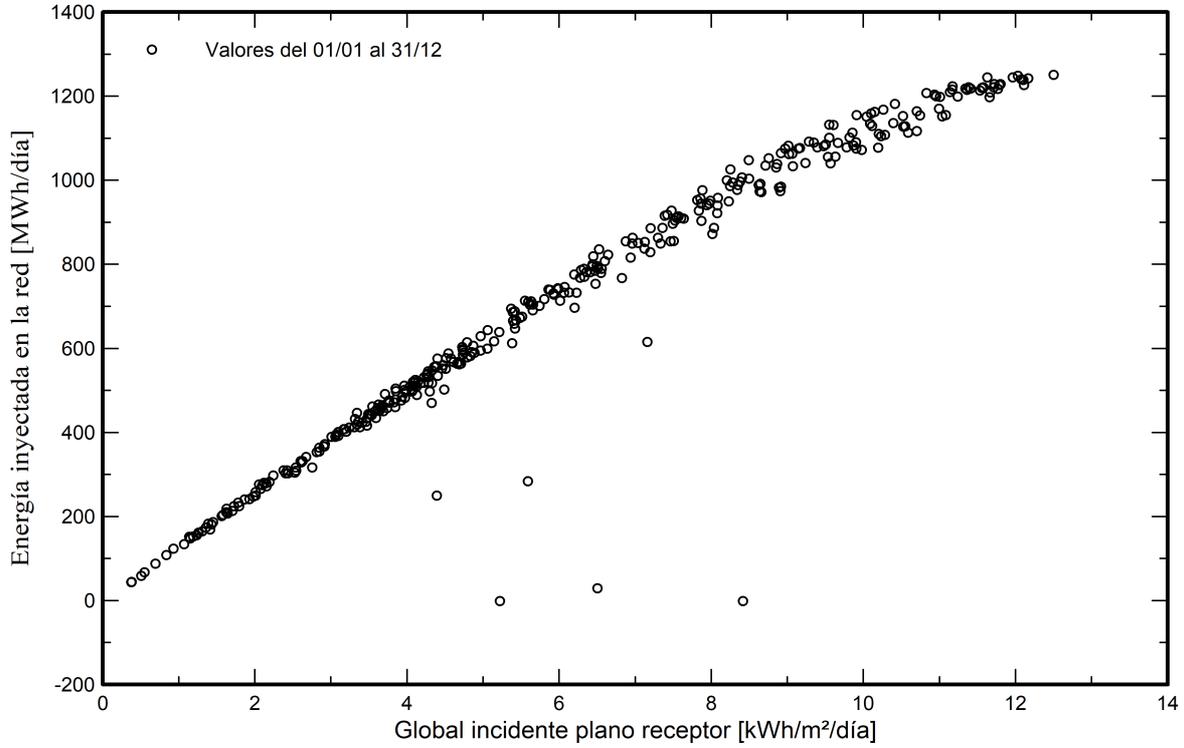


**PVsyst V7.3.3**

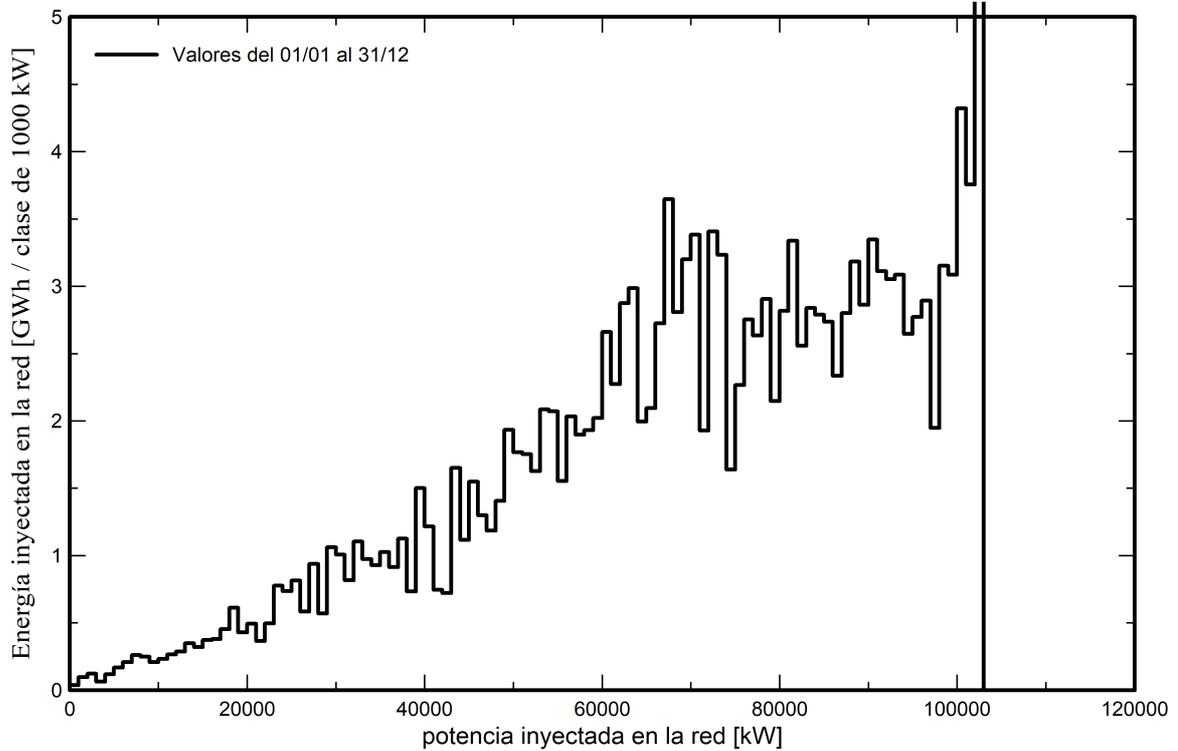
VCO, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
26/10/23 16:13  
con v7.3.3

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.5 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.1 %

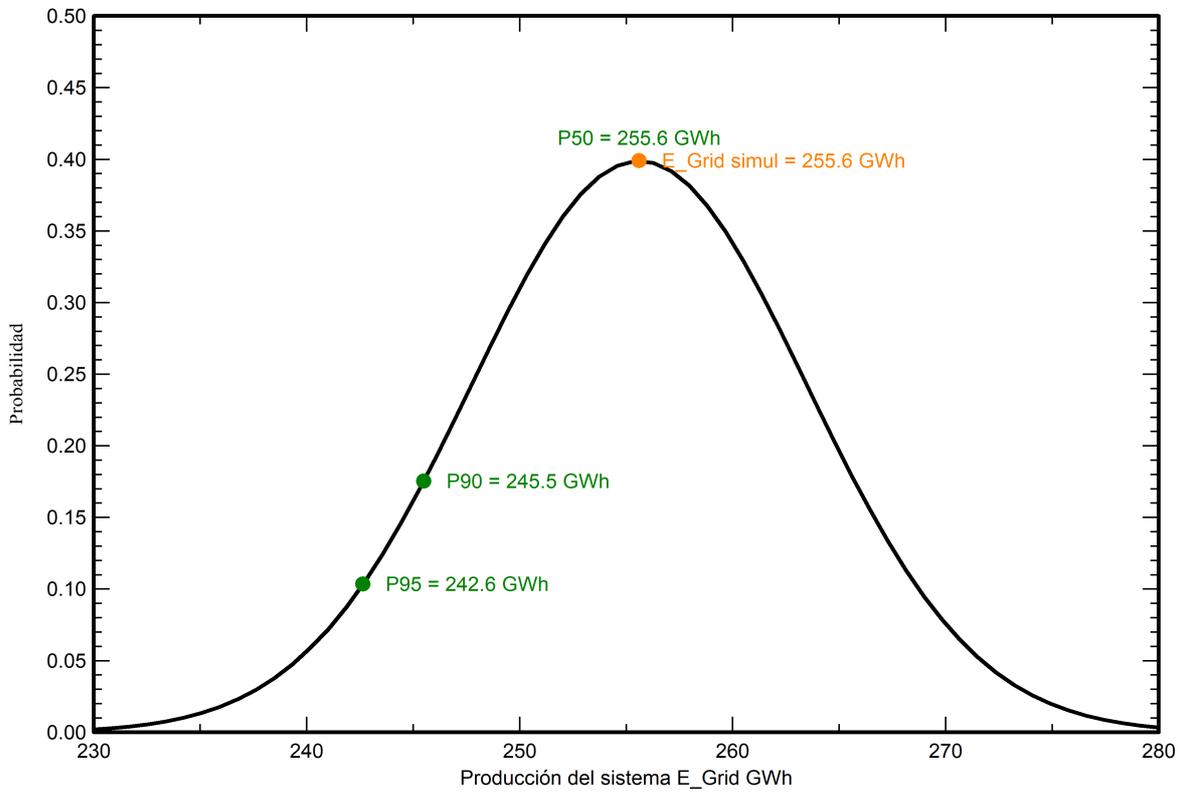
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 7.9 GWh  
P50 255.6 GWh  
P90 245.5 GWh  
P95 242.6 GWh

**Distribución de probabilidad**



**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CATALINA X

Variante: 420,40MWp /322,69MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 420.4 MWp

Andorra - España

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
Andorra	Latitud 40.98 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.36 °W	
	Altitud 616 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Alcorisa		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje -1.3 °		
Azimet del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 618240 unidades	Núm. de unidades 137 unidades	
Pnom total 420.4 MWp	Pnom total 322.7 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 788884576 kWh/año	Producción específica 1876 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 84.91 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 22080 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		<b>Tamaños</b>	
Plano de rastreo, eje inclinado				Espaciado de rastreador 6.00 m	
Inclin.media del eje -1.3 °				Ancho de colector 2.38 m	
Azimut del eje medio 0 °				Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.4 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición Perez		Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso Perez, Meteonorm		Sombreado difuso Automático			
Circunsolar separado					
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio 1.0 °					
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo		Cálculo 2D			
		rastreadores ilimitados			
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador 6.00 m				Albedo de tierra 0.30	
Ancho de rastreador 2.38 m				Factor de bifacialidad 80 %	
GCR 39.7 %				Fact. sombreado trasero 5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo 2.10 m				Fact. desajuste trasero 10.0 %	
				Fracción transparente de cobertizo 0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	118272 unidades	Número de inversores	44 unidades
Nominal (STC)	80.42 MWp	Potencia total	61732 kWca
Módulos	4224 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	73.57 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	73647 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	499968 unidades	Número de inversores	93 unidades
Nominal (STC)	340.0 MWp	Potencia total	260958 kWca
Módulos	17856 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	311.0 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	311327 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	420403 kWp	Potencia total	322690 kWca
Total	618240 módulos	Número de inversores	137 unidades
Área del módulo	1920471 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global 0.069 mΩ			
Frac. de pérdida 1.5 % en STC			
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global 0.22 mΩ		Res. conjunto global 0.053 mΩ	
Frac. de pérdida 1.5 % en STC		Frac. de pérdida 1.5 % en STC	

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 2.0 %	constante (ventiladores) 600 kW
7.3 días,	0.0 kW del umbral de potencia
5 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.08 % en STC

**Sistema global**

Sección cables Cobre 3 x 100000 mm<sup>2</sup>  
Longitud de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 30 kV  
Cables Alu 3 x 10000 mm<sup>2</sup>  
Longitud 6000 m  
Frac. de pérdida 0.87 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 30 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 413.7 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 413.67 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 4136.70 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.01 mΩ



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Definición del horizonte

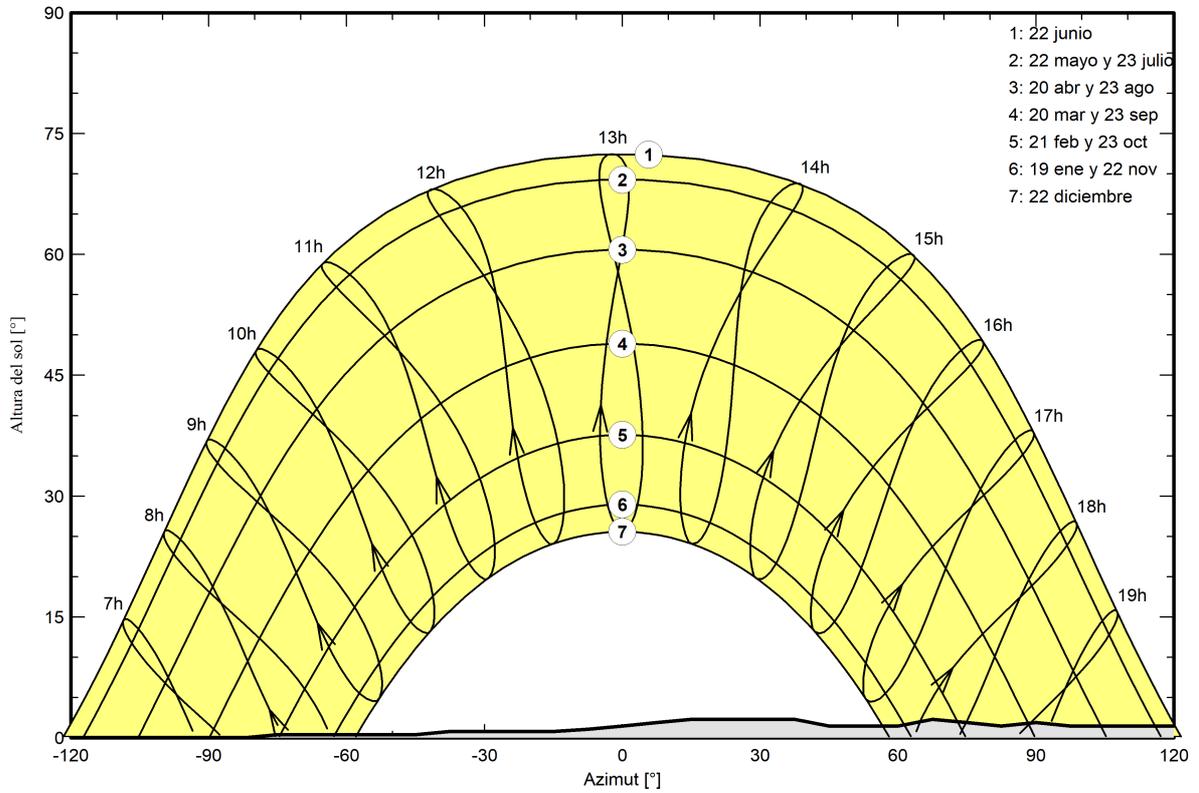
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°59'2', Long=0°-21'33', Alt=616m

Altura promedio	1.0 °	Factor Albedo	0.92
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-83	-75	-45	-38	-15	-8	0	8	15
Altura [°]	1.1	1.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3
Azimut [°]	38	45	60	68	75	83	90	98	135	143	150	180
Altura [°]	2.3	1.5	1.5	2.3	1.9	1.5	1.9	1.5	1.5	0.0	1.1	1.1

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





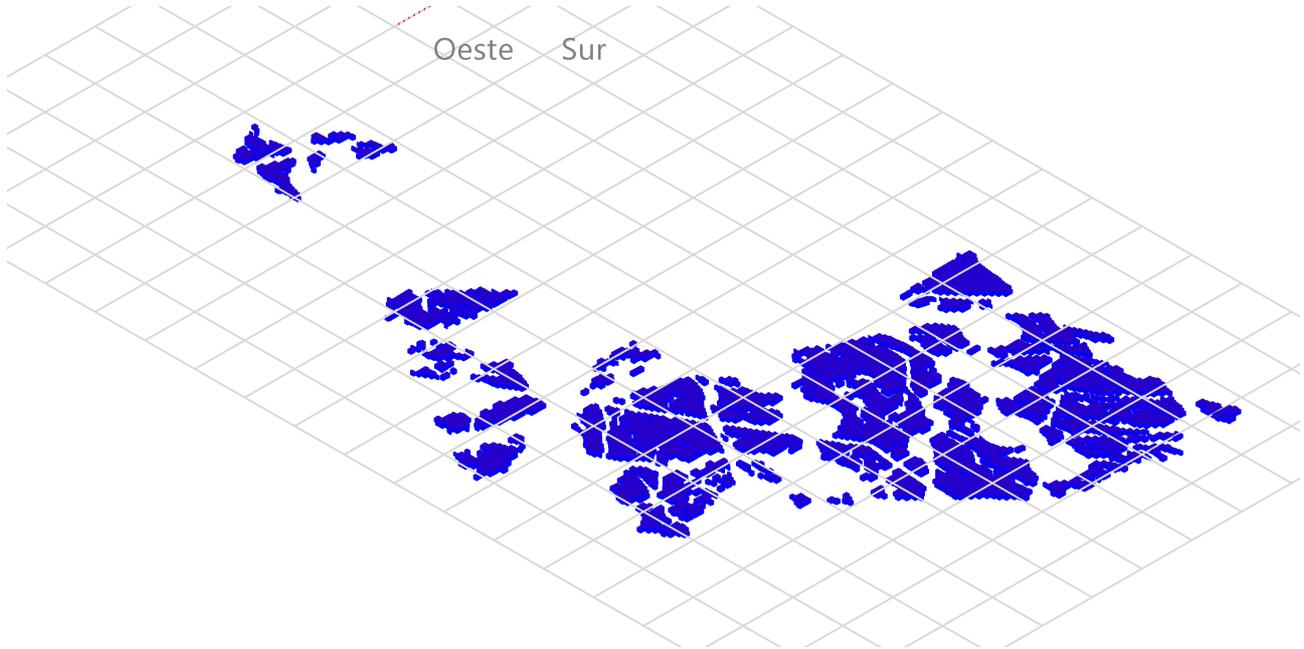
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

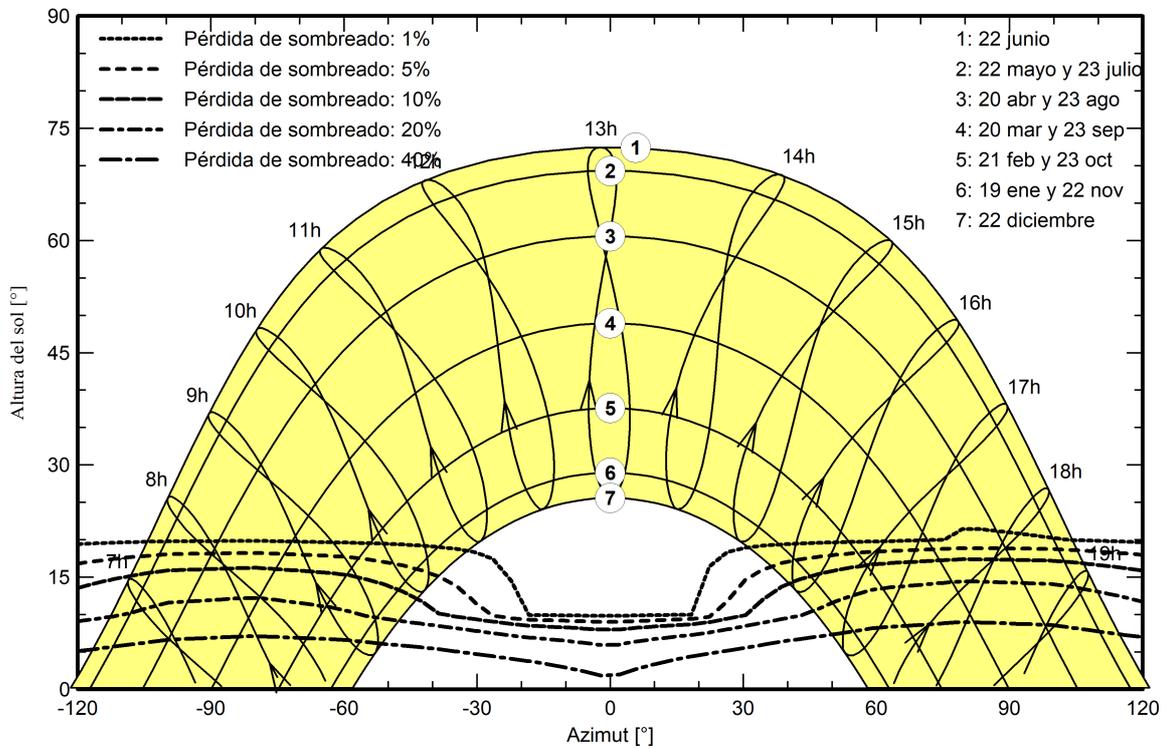
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1





PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

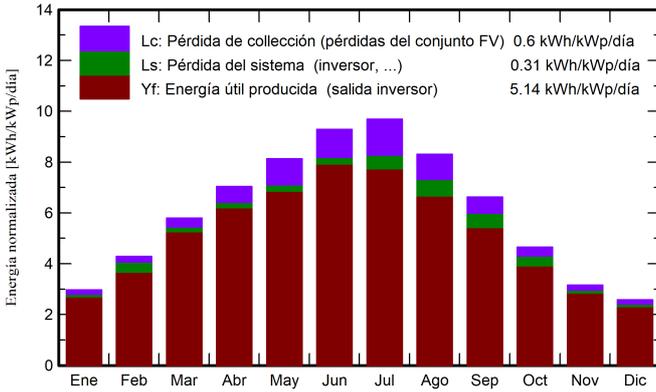
SATEL,s.a. (Spain)

Resultados principales

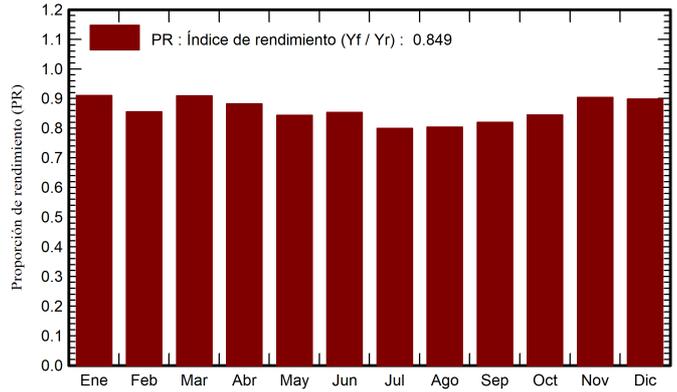
Producción del sistema

Energía producida (P50) 884576 kWh/año      Producción específica (P50) 1876 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR      84.91 %  
 Energía producida (P90) 63371 kWh/año      Producción específica (P90) 1805 kWh/kWp/año  
 Energía producida (P95) 544709 kWh/año      Producción específica (P95) 1785 kWh/kWp/año

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	proporción
Enero	69.0	24.10	6.90	92.2	84.4	36591520	35259873	0.910
Febrero	90.6	30.40	8.10	120.1	111.7	47978622	43209406	0.856
Marzo	137.6	47.60	10.90	179.7	169.4	71140869	68725033	0.909
Abril	163.9	59.40	13.30	211.1	200.9	81098297	78348130	0.883
Mayo	199.4	72.70	17.50	252.2	241.1	92643930	89481668	0.844
Junio	215.9	72.50	22.20	278.7	267.8	103409240	99975074	0.853
Julio	231.0	67.60	24.90	300.4	287.8	108006108	100956420	0.799
Agosto	198.3	62.60	24.50	257.7	246.2	95551517	87020787	0.803
Septiembre	151.0	51.90	20.10	198.7	187.1	75650116	68447247	0.819
Octubre	109.8	40.60	16.10	144.2	134.7	56211647	51169868	0.844
Noviembre	71.5	26.70	10.30	94.9	87.2	37392607	36044079	0.903
Diciembre	59.1	22.40	7.39	80.1	72.4	31438651	30246991	0.898
Año	1697.1	578.50	15.23	2210.1	2090.7	837113122	788884576	0.849

Leyendas

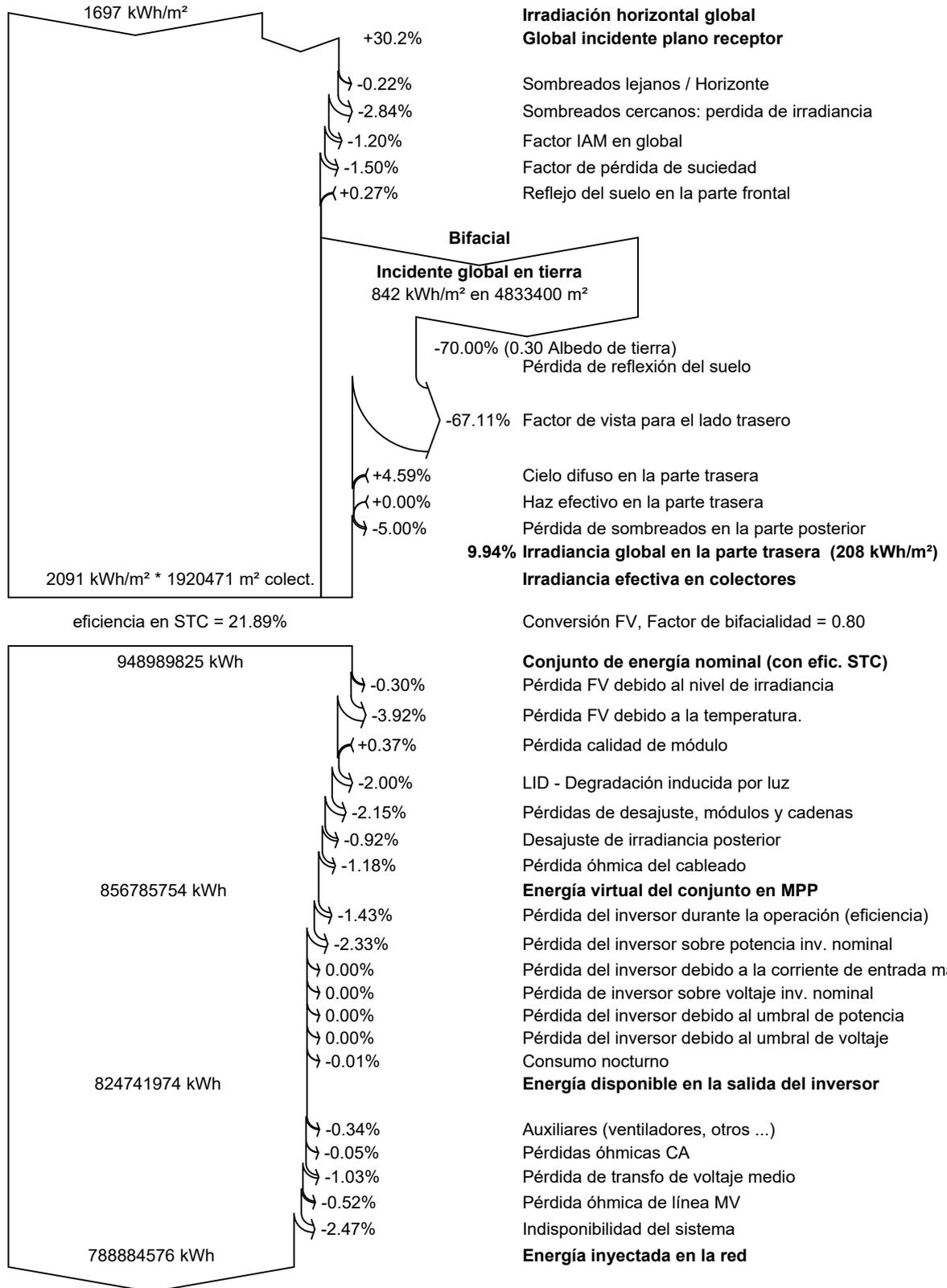
- GlobHor    Irradiación horizontal global
- DiffHor    Irradiación difusa horizontal
- T\_Amb     Temperatura ambiente
- GlobInc    Global incidente plano receptor
- GlobEff    Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray     Energía efectiva a la salida del conjunto
- E\_Grid     Energía inyectada en la red
- PR         Proporción de rendimiento



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

Diagrama de pérdida





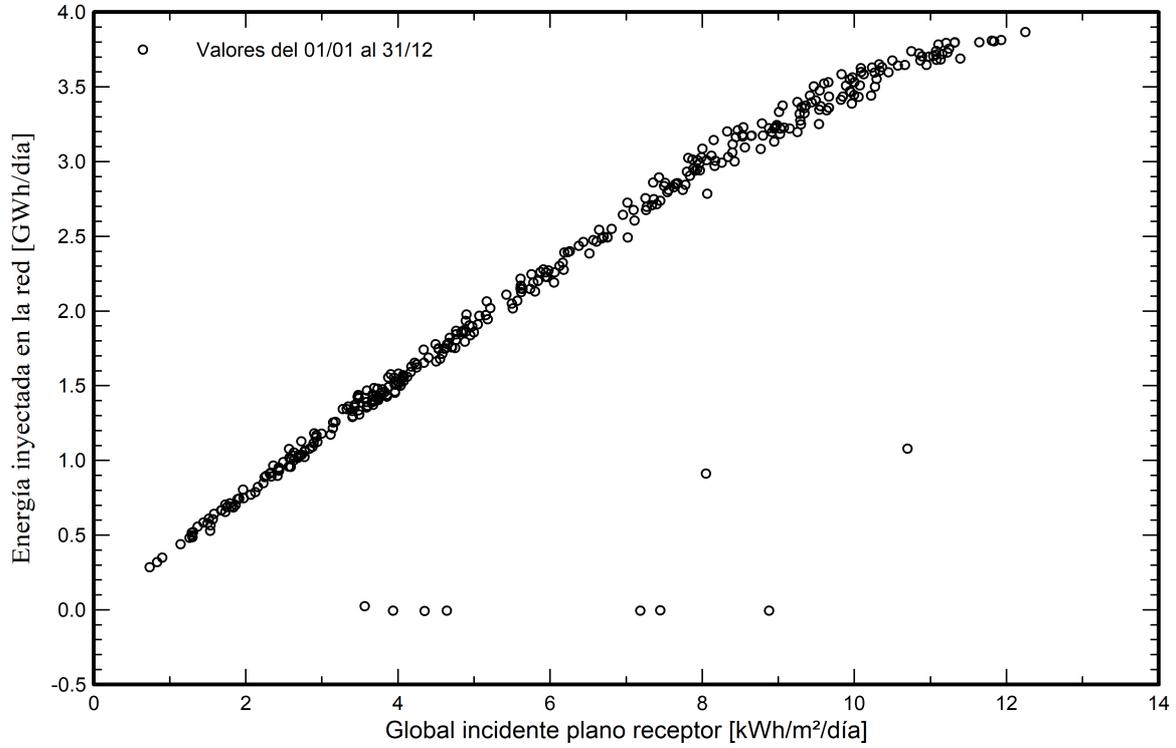
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

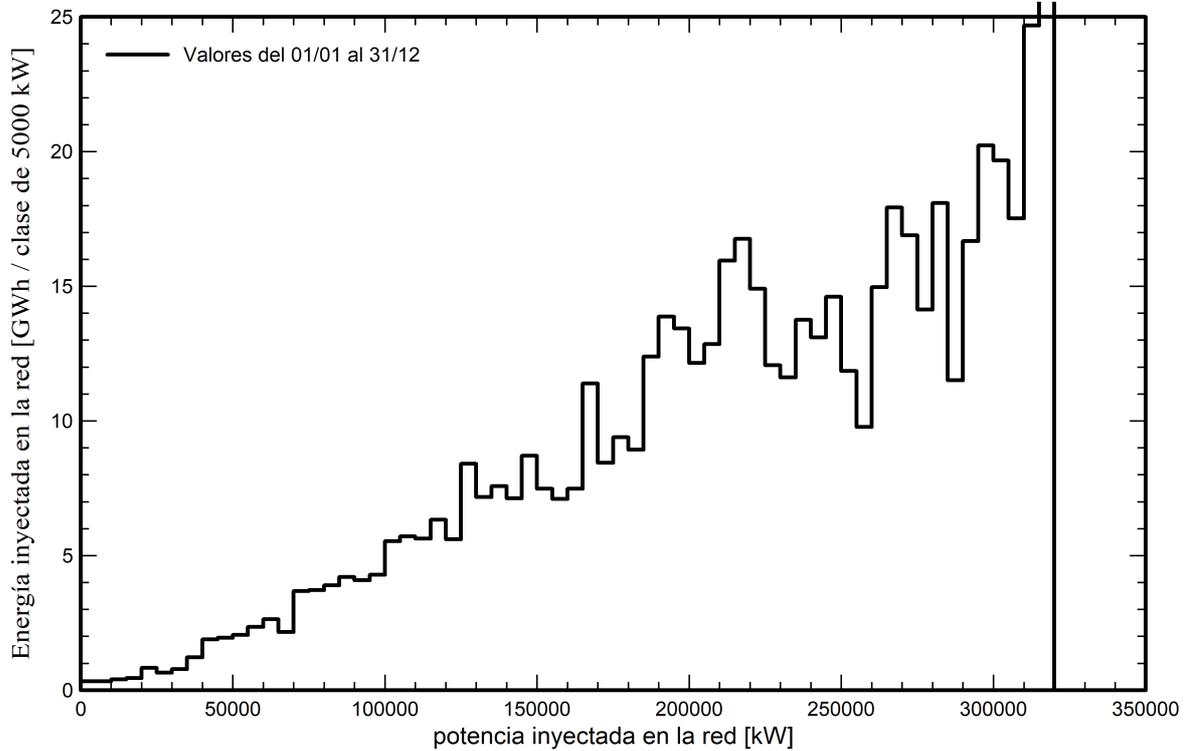
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 13:16  
con v7.3.3

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.3 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.0 %

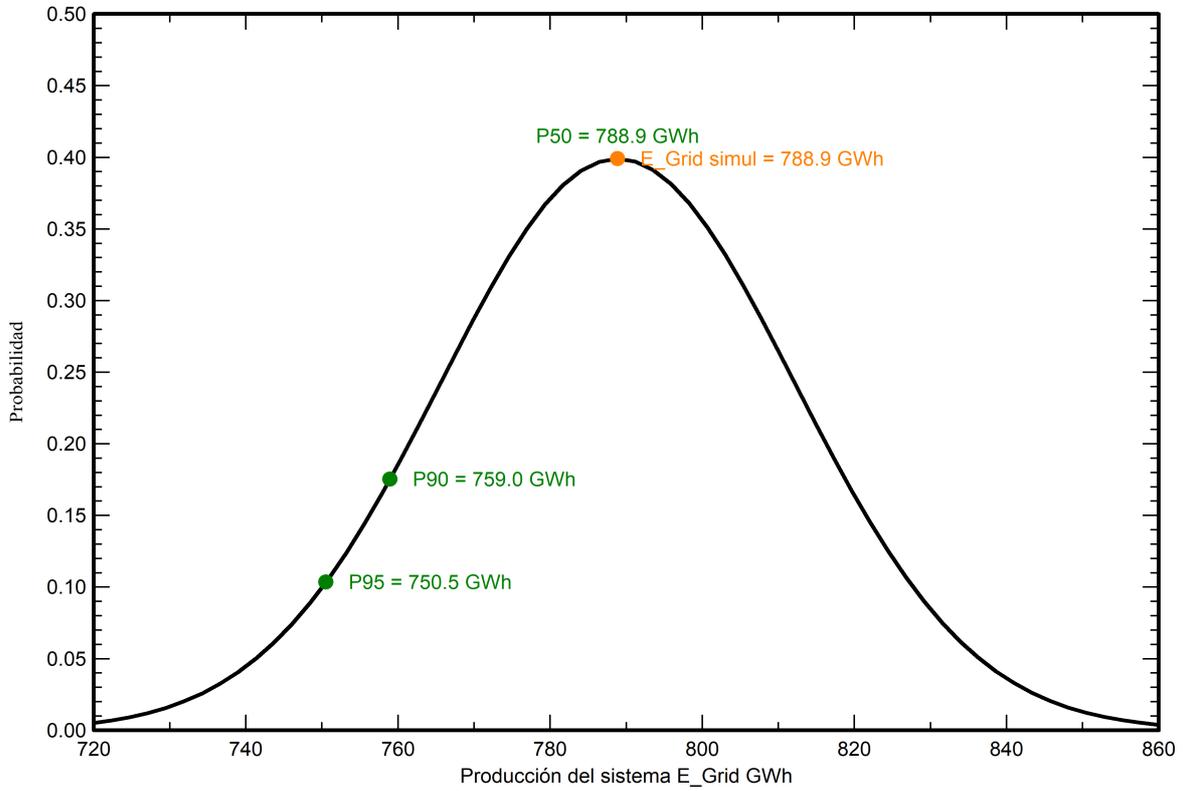
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 23.3 GWh  
P50 788.9 GWh  
P90 759.0 GWh  
P95 750.5 GWh

**Distribución de probabilidad**



**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT XI ALCORIZA-FOZ

Variante: 84,08MWp /64,53MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 84.08 MWp

Foz-Calanda - España

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b> Foz-Calanda España	<b>Situación</b> Latitud 40.92 °N Longitud -0.30 °W Altitud 529 m Zona horaria UTC+1	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Alcorisa SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b> Orientación Plano de rastreo, eje inclinado Inclin.media del eje 0.8 ° Azimut del eje medio 0 °	<b>Algoritmo de rastreo</b> Cálculo astronómico	Sombreados lineales Sombreado difuso Automático
<b>Información del sistema</b> <b>Generador FV</b> Núm. de módulos 123648 unidades Pnom total 84.08 MWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades 28 unidades Pnom total 64.54 MWca Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 161665378 kWh/año	Producción específica 1923 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 85.84 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 4416 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		Conjuntos idénticos	
Plano de rastreo, eje inclinado				<b>Tamaños</b>	
Inclin.media del eje	0.8 °			Espaciado de rastreador 6.00 m	
Azimut del eje medio	0 °			Ancho de colector 2.38 m	
				Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.4 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	4.5 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra		0.30	
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad		80 %	
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero		5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero		10.0 %	
		Fracción transparente de cobertizo		0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	26880 unidades	Número de inversores	10 unidades
Nominal (STC)	18.28 MWp	Potencia total	14030 kWca
Módulos	960 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	16.72 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	16738 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	96768 unidades	Número de inversores	18 unidades
Nominal (STC)	65.80 MWp	Potencia total	50508 kWca
Módulos	3456 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	60.20 MWp	<b>Potencia total del inversor</b>	
U mpp	999 V	Potencia total	64538 kWca
I mpp	60257 A	Número de inversores	28 unidades
<b>Potencia FV total</b>		Proporción Pnom	1.30
Nominal (STC)	84081 kWp	<b>Potencia total del inversor</b>	
Total	123648 módulos	Número de inversores	28 unidades
Área del módulo	384094 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>		<b>Factor de pérdida térmica</b>		<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>				
Frac. de pérdida	1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia		Frac. de pérdida	2.0 %			
		Uc (const)	29.0 W/m <sup>2</sup> K					
		Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s					
<b>Pérdida de calidad módulo</b>		<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>		<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>				
Frac. de pérdida	-0.4 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.2 %			
<b>Factor de pérdida IAM</b>								
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario								
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global	0.21 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global	0.98 mΩ	Res. conjunto global	0.27 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>		<b>Pérdidas auxiliares</b>	
Frac. de tiempo	1.0 %	constante (ventiladores)	80.0 kW
	3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia	
	3 períodos		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.02 % en STC

**Sistema global**

Sección cables Cobre 3 x 100000 mm<sup>2</sup>  
Longitud de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2000 mm<sup>2</sup>  
Longitud 1000 m  
Frac. de pérdida 0.12 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 82.72 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 82.72 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 827.23 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.04 mΩ



PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Definición del horizonte

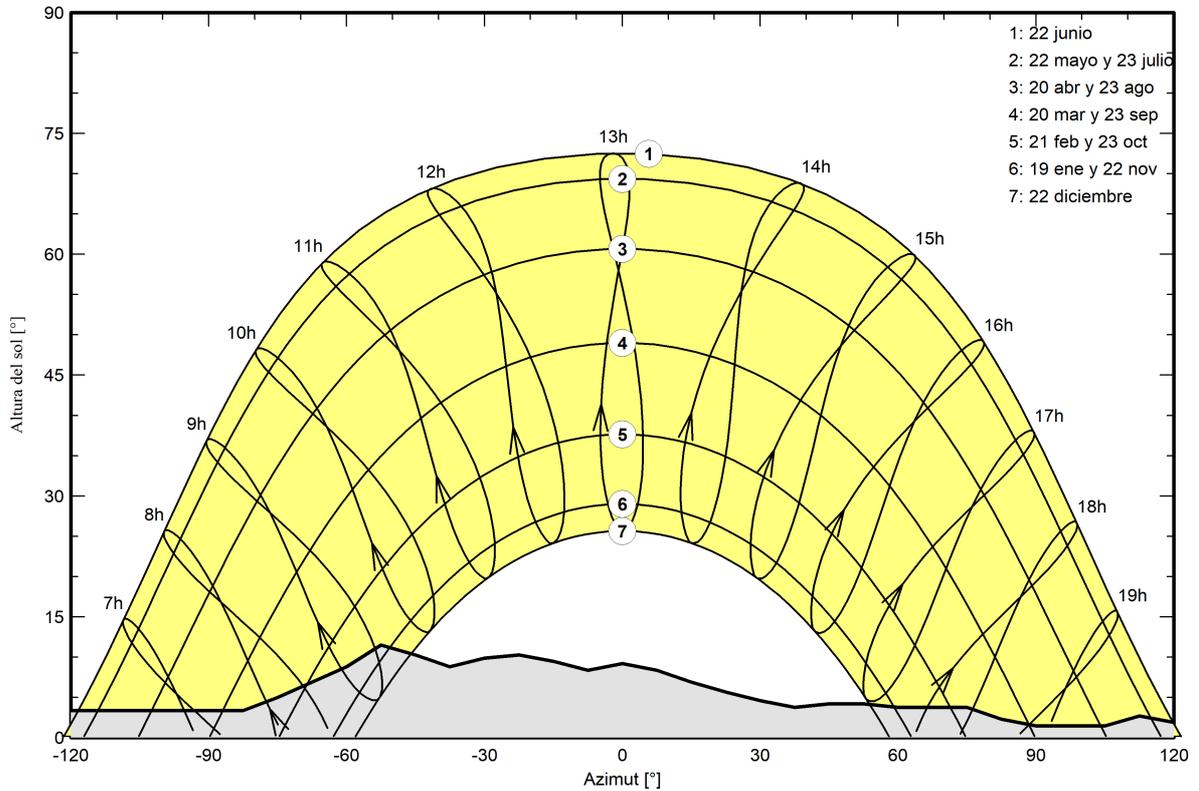
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°55'2", Long=0°-18'2", Alt=529m

Altura promedio	4.5 °	Factor Albedo	0.87
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38
Altura [°]	3.1	3.4	3.1	3.1	2.7	2.7	3.4	3.4	5.0	6.9	8.8	11.5	10.3	8.8
Azimut [°]	-30	-23	-15	-8	0	8	15	23	30	38	45	53	60	75
Altura [°]	9.9	10.3	9.5	8.4	9.2	8.4	6.9	5.7	4.6	3.8	4.2	4.2	3.8	3.8
Azimut [°]	83	90	105	113	120	128	135	143	150	158	165	180		
Altura [°]	2.3	1.5	1.5	2.7	1.9	1.5	1.1	1.5	1.5	1.9	3.1	3.1		

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)



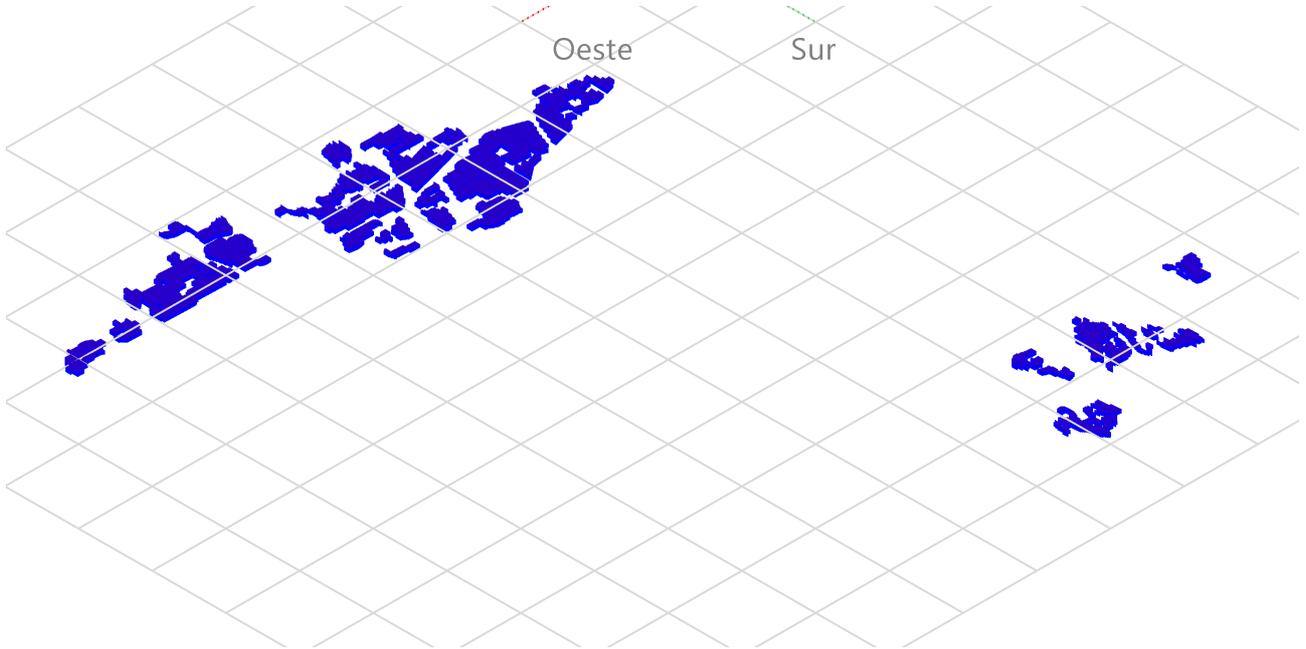


**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

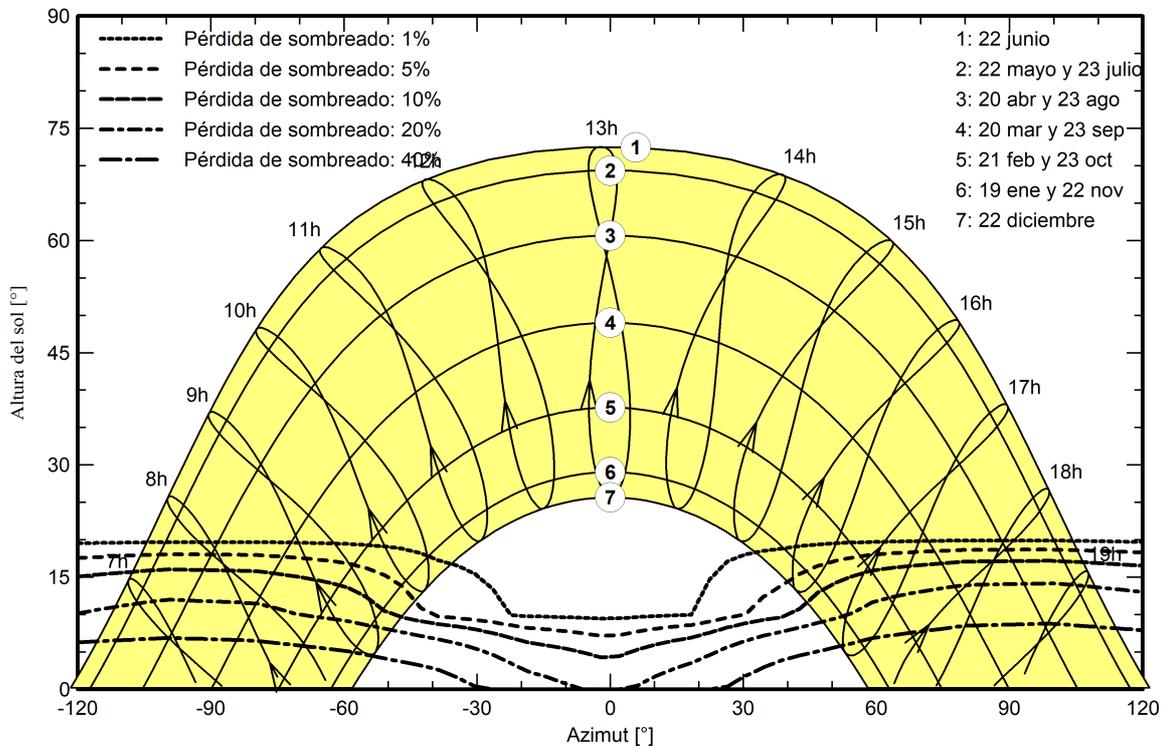
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1





PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

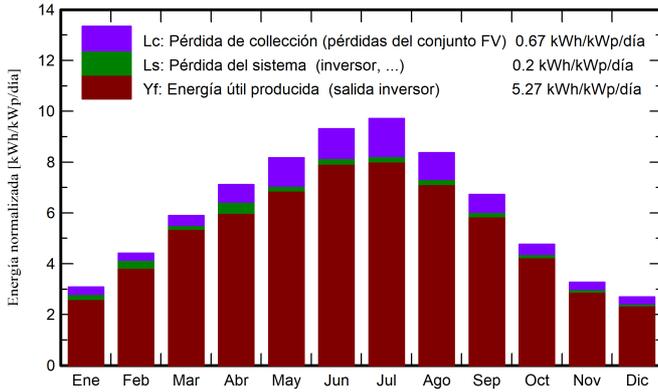
Resultados principales

Producción del sistema

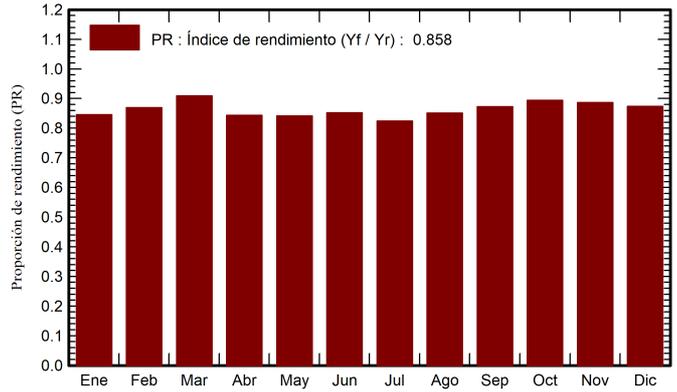
Energía producida (P50) 1665378 kWh/año  
Energía producida (P90) 5566471 kWh/año  
Energía producida (P95) 3850476 kWh/año

Producción específica (P50) 1923 kWh/kWp/año  
Producción específica (P90) 1850 kWh/kWp/año  
Producción específica (P95) 1830 kWh/kWp/año  
Proporción rend. PR 85.84 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	proporción
Enero	69.0	24.10	6.90	95.7	84.7	7332220	6802811	0.846
Febrero	90.6	30.40	8.10	123.5	114.1	9777091	9030638	0.870
Marzo	137.6	47.60	10.90	182.9	171.9	14383380	13979166	0.909
Abril	163.9	59.40	13.30	213.3	202.1	16220507	15119719	0.843
Mayo	199.4	72.70	17.50	253.4	240.6	18429633	17915687	0.841
Junio	215.9	72.50	22.20	279.3	266.9	20570897	20015785	0.852
Julio	231.0	67.60	24.90	301.4	286.8	21468861	20886245	0.824
Agosto	198.3	62.60	24.50	259.7	247.1	19110832	18584007	0.851
Septiembre	151.0	51.90	20.10	201.6	189.0	15215621	14793198	0.873
Octubre	109.8	40.60	16.10	147.6	137.3	11422445	11096989	0.894
Noviembre	71.5	26.70	10.30	98.1	88.3	7551841	7317209	0.887
Diciembre	59.1	22.40	7.39	83.4	73.1	6334272	6123924	0.874
Año	1697.1	578.50	15.23	2239.8	2102.0	167817600	161665378	0.858

Leyendas

- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T\_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E\_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción de rendimiento

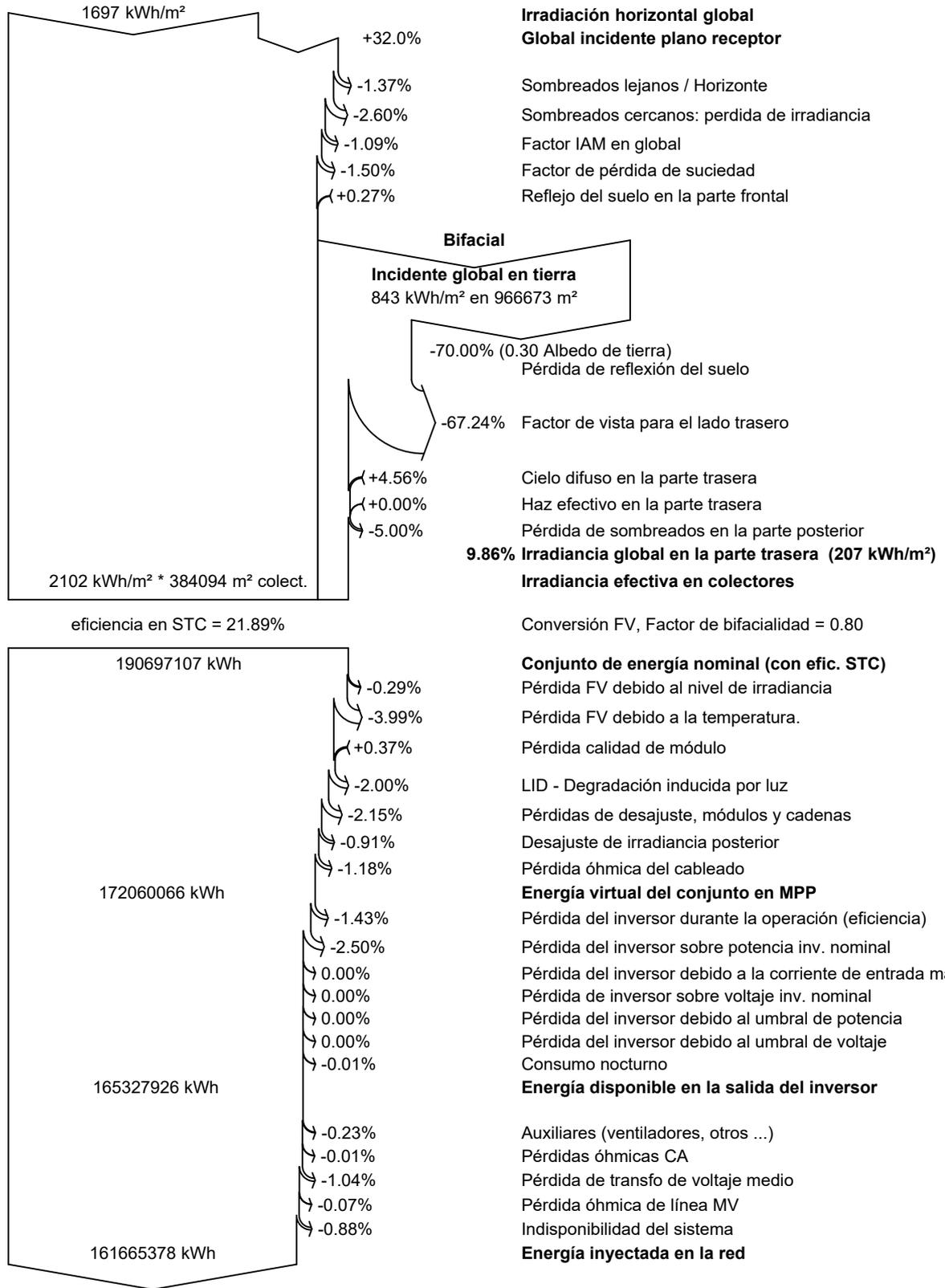


PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

Diagrama de pérdida





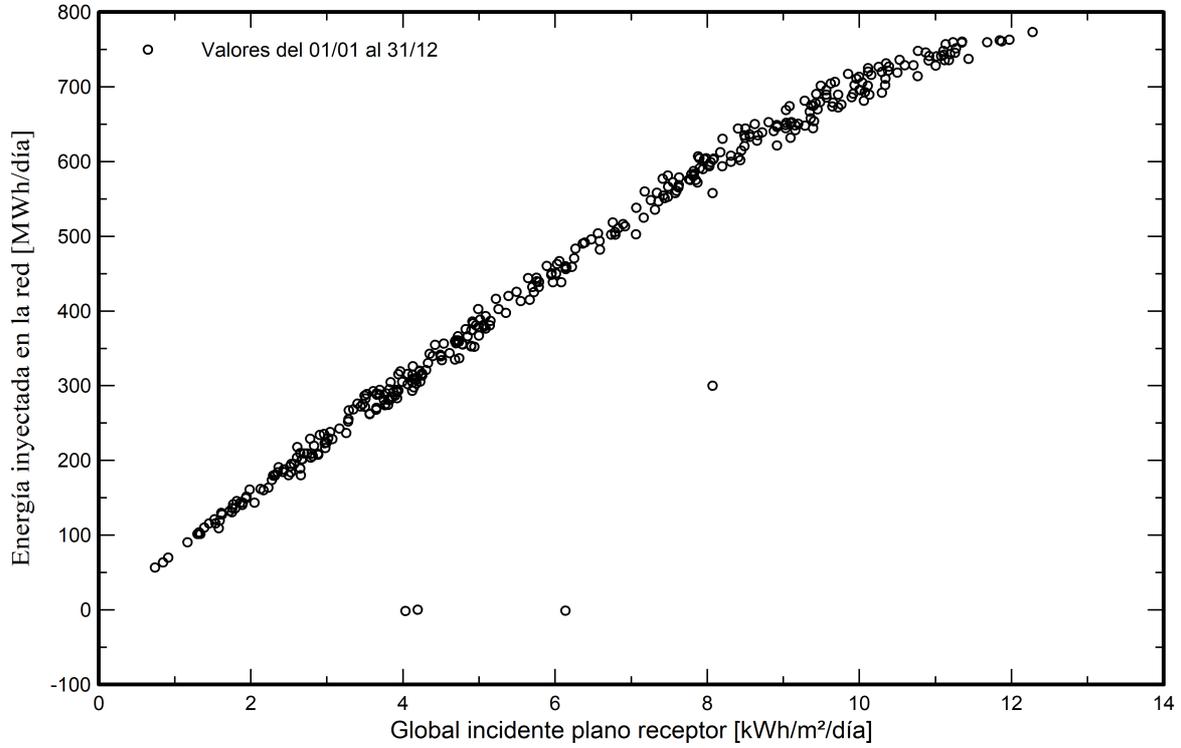
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

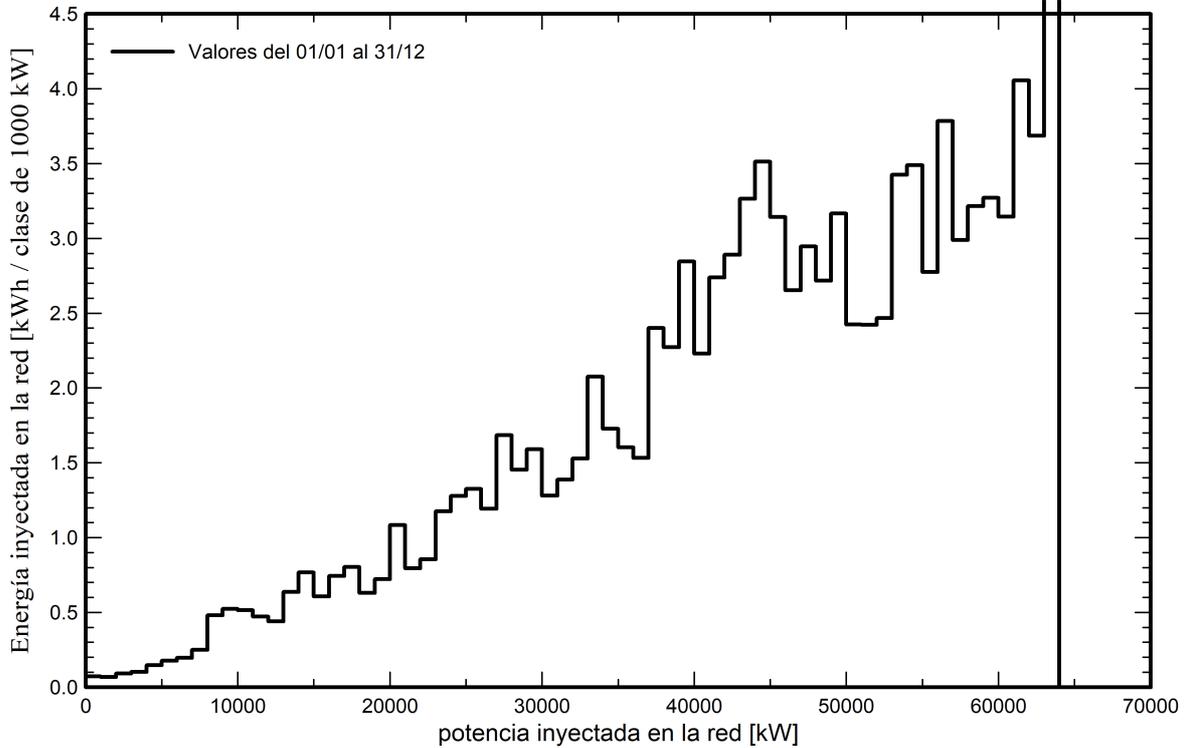
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:54  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.3 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 2.9 %

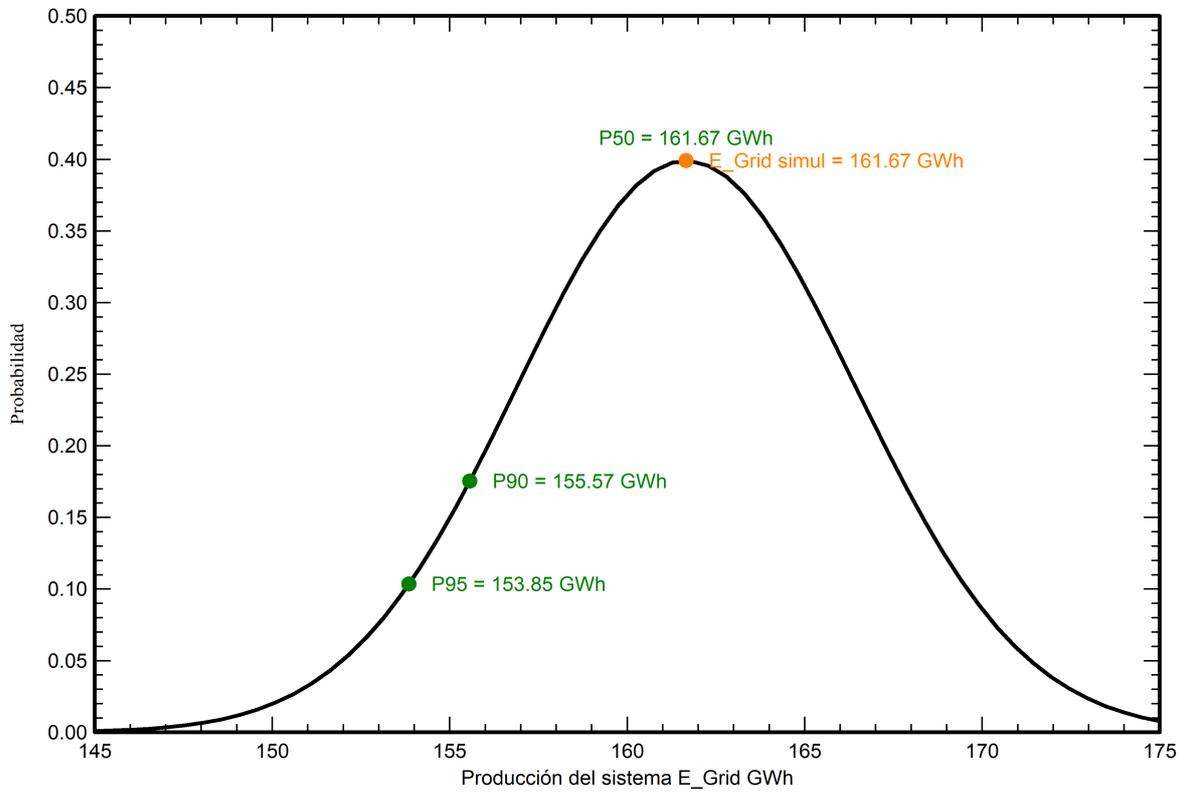
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 4.76 GWh  
P50 161.67 GWh  
P90 155.57 GWh  
P95 153.85 GWh

**Distribución de probabilidad**



**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT XII

Variante: 137,08MWp /105,22MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 137.1 MWp

Andorra - Spain

**Author**  
SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 27/10/23 12:40  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
Andorra	Latitud 40.94 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.43 °W	
	Altitud 741 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Los Olmos		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje 1.3 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 201600 unidades	Núm. de unidades 46 unidades	
Pnom total 137.1 MWp	Pnom total 105.2 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 258724057 kWh/año	Producción específica 1887 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 85.06 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 27/10/23 12:40  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 7200 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		Conjuntos idénticos	
Plano de rastreo, eje inclinado				<b>Tamaños</b>	
Inclin.media del eje	1.3 °			Espaciado de rastreador 6.00 m	
Azimut del eje medio	0 °			Ancho de colector 2.38 m	
				Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.5 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	2.5 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra		0.30	
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad		80 %	
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero		5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero		10.0 %	
		Fracción transparente de cobertizo		0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	45696 unidades	Número de inversores	17 unidades
Nominal (STC)	31.07 MWp	Potencia total	23851 kWca
Módulos	1632 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	28.43 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	28455 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	155904 unidades	Número de inversores	29 unidades
Nominal (STC)	106.0 MWp	Potencia total	81374 kWca
Módulos	5568 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	96.98 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	97081 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	137088 kWp	Potencia total	105225 kWca
Total	201600 módulos	Número de inversores	46 unidades
Área del módulo	626241 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global 0.13 mΩ			
Frac. de pérdida 1.5 % en STC			
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global 0.58 mΩ		Res. conjunto global 0.17 mΩ	
Frac. de pérdida 1.5 % en STC		Frac. de pérdida 1.5 % en STC	

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 1.0 %	constante (ventiladores) 300 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Sistema global**

Sección cables Cobre 3 x 100000 mm<sup>2</sup>  
Longitud de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud 4500 m  
Frac. de pérdida 0.70 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 134.9 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 134.87 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 1348.68 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.02 mΩ



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Definición del horizonte**

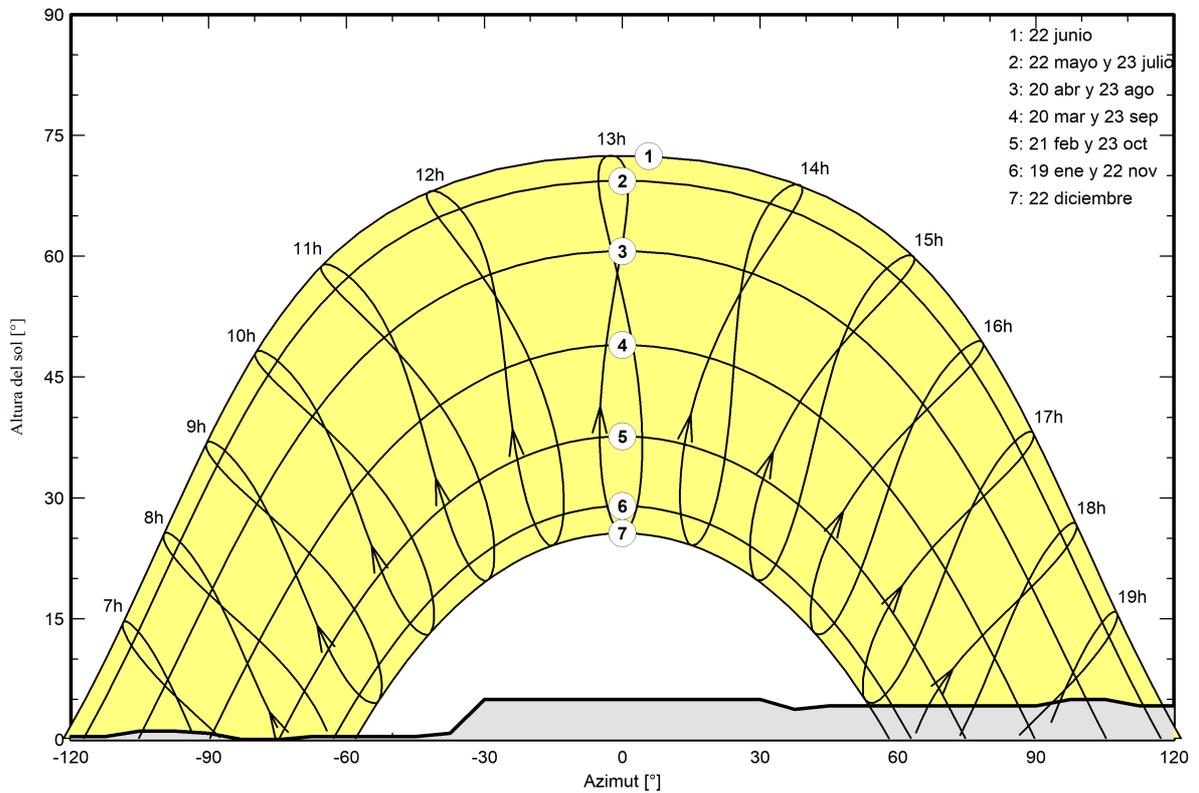
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°56"20', Long=0°-26"4', Alt=741m

Altura promedio	2.5 °	Factor Albedo	0.79
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

**Perfil del horizonte**

Azimut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-113	-105	-98	-90
Altura [°]	0.8	0.4	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4	1.1	1.1	0.8
Azimut [°]	-83	-75	-68	-45	-38	-30	30	38	45	90
Altura [°]	0.0	0.0	0.4	0.4	0.8	5.0	5.0	3.8	4.2	4.2
Azimut [°]	98	105	113	135	143	150	158	173	180	
Altura [°]	5.0	5.0	4.2	4.2	1.9	1.1	1.5	0.8	0.8	

**Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)**





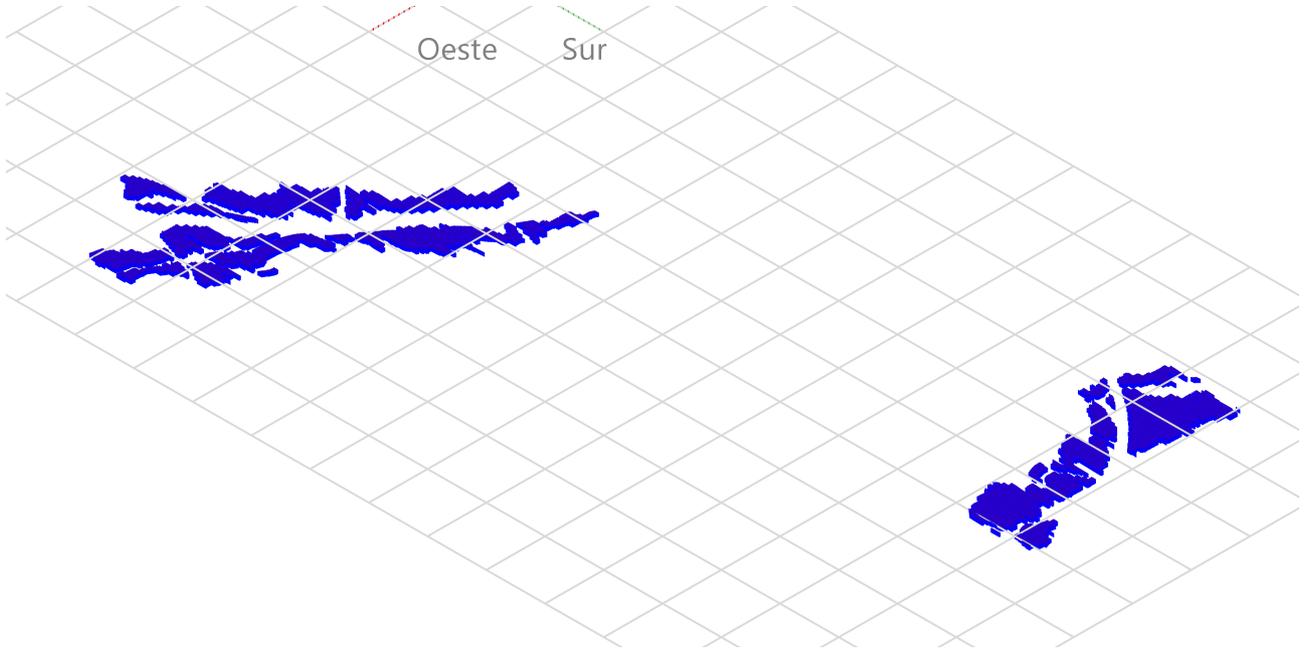
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

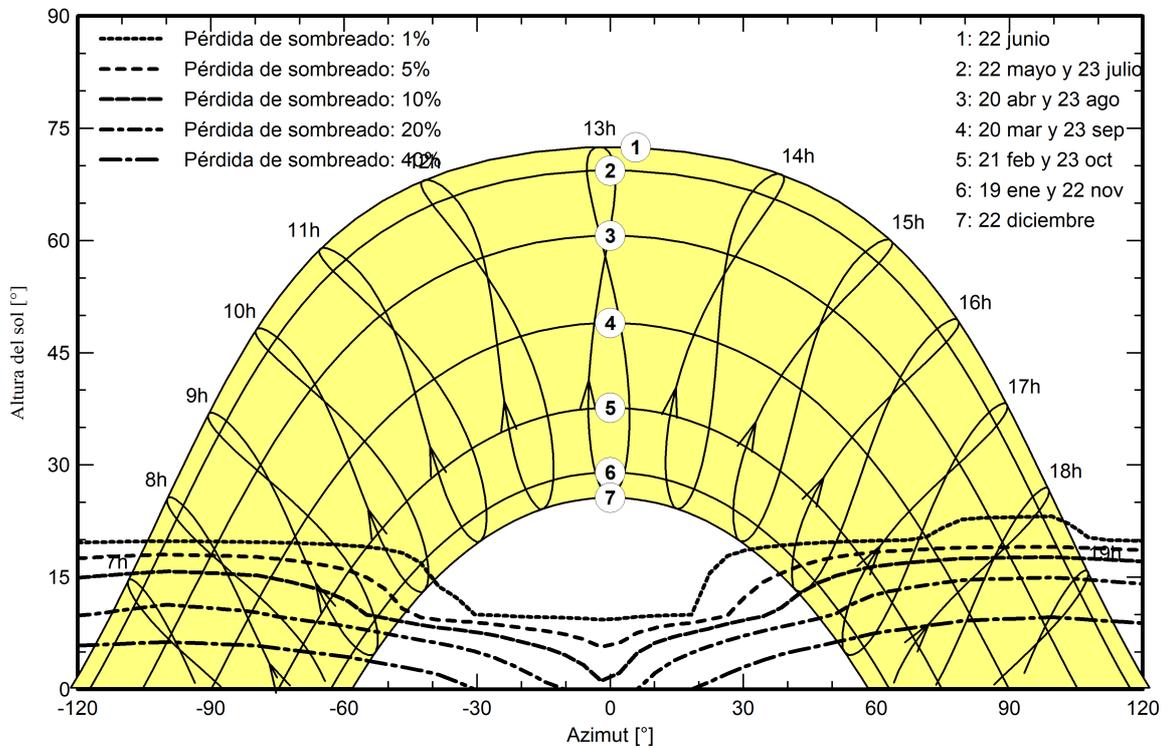
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1



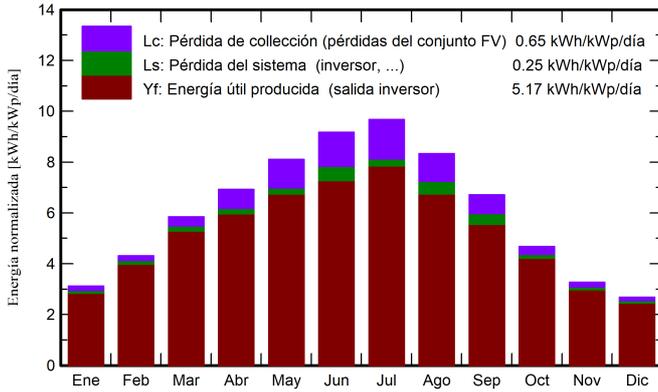
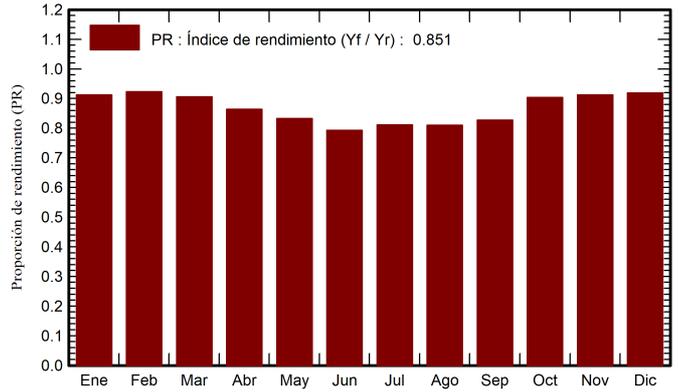
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 27/10/23 12:40  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resultados principales****Producción del sistema**

Energía producida (P50) 18724057 kWh/año      Producción específica (P50) 1887 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR      85.06 %  
 Energía producida (P90) 1839878 kWh/año      Producción específica (P90) 1815 kWh/kWp/año  
 Energía producida (P95) 16058854 kWh/año      Producción específica (P95) 1795 kWh/kWp/año

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)****Proporción de rendimiento (PR)****Balances y resultados principales**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> kWh	<b>E_Grid</b> kWh	<b>PR</b> proporción
<b>Enero</b>	67.3	23.60	5.60	96.8	89.3	12587963	12110858	0.913
<b>Febrero</b>	88.0	29.80	6.60	120.9	113.5	15864196	15296583	0.923
<b>Marzo</b>	134.4	46.80	9.20	181.3	170.9	23332129	22523460	0.906
<b>Abril</b>	159.7	59.20	11.40	207.6	197.8	25462111	24584463	0.864
<b>Mayo</b>	195.2	72.40	15.60	251.4	239.2	29714509	28695704	0.833
<b>Junio</b>	213.8	71.50	20.50	275.1	263.8	32280846	29914421	0.793
<b>Julio</b>	229.9	67.30	23.40	300.2	286.9	34554108	33395761	0.812
<b>Agosto</b>	197.7	62.00	23.00	258.3	247.2	30799939	28696812	0.810
<b>Septiembre</b>	149.9	51.50	18.50	201.4	189.9	24629505	22855334	0.828
<b>Octubre</b>	108.0	40.00	14.50	144.9	136.9	18601950	17940344	0.903
<b>Noviembre</b>	70.4	26.10	8.70	98.0	91.3	12735544	12254884	0.912
<b>Diciembre</b>	59.0	21.70	6.10	83.0	77.0	10881395	10455435	0.919
<b>Año</b>	1673.3	571.90	13.64	2218.9	2103.6	271444196	258724057	0.851

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

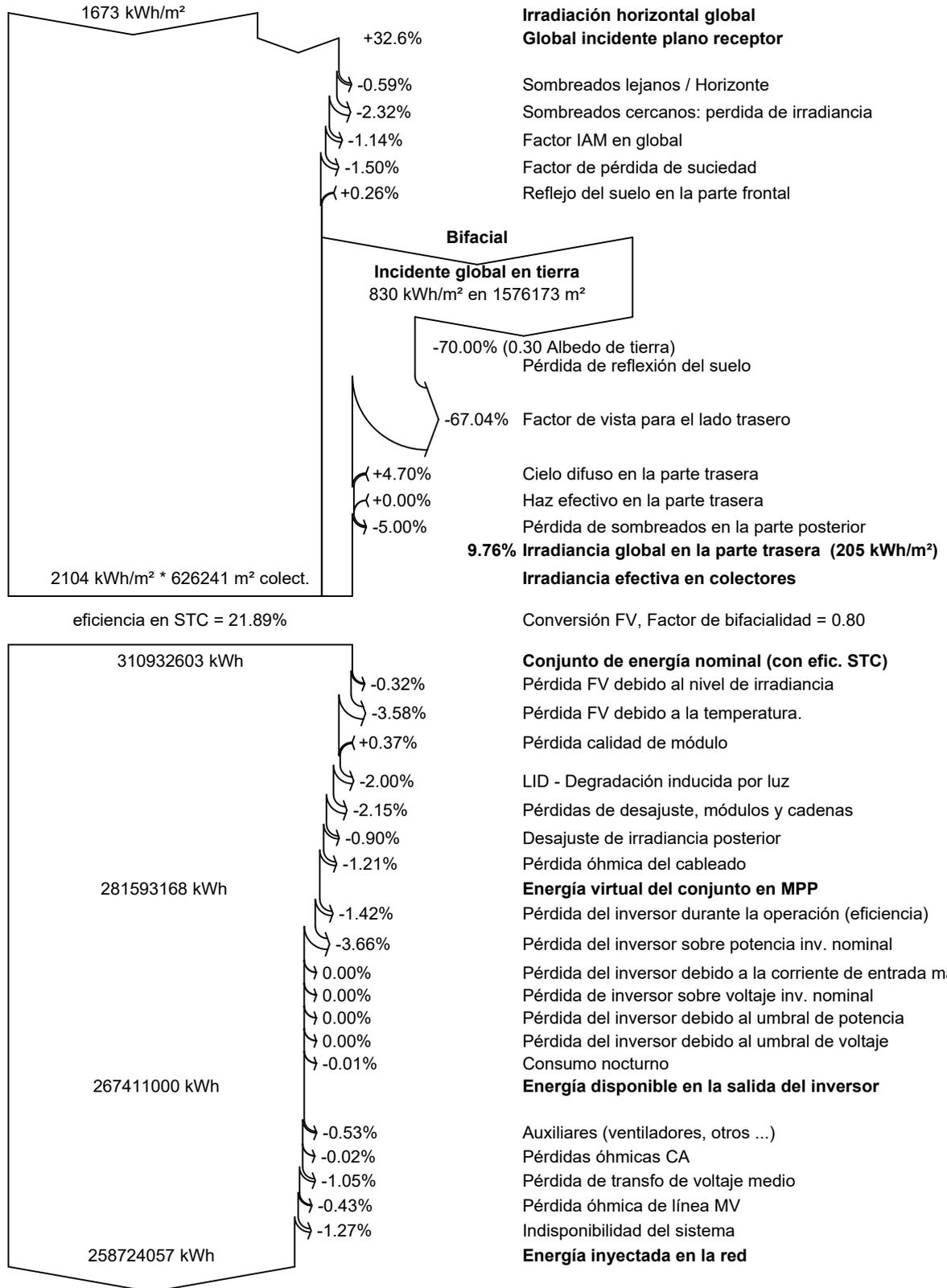


**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 27/10/23 12:40  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Diagrama de pérdida**





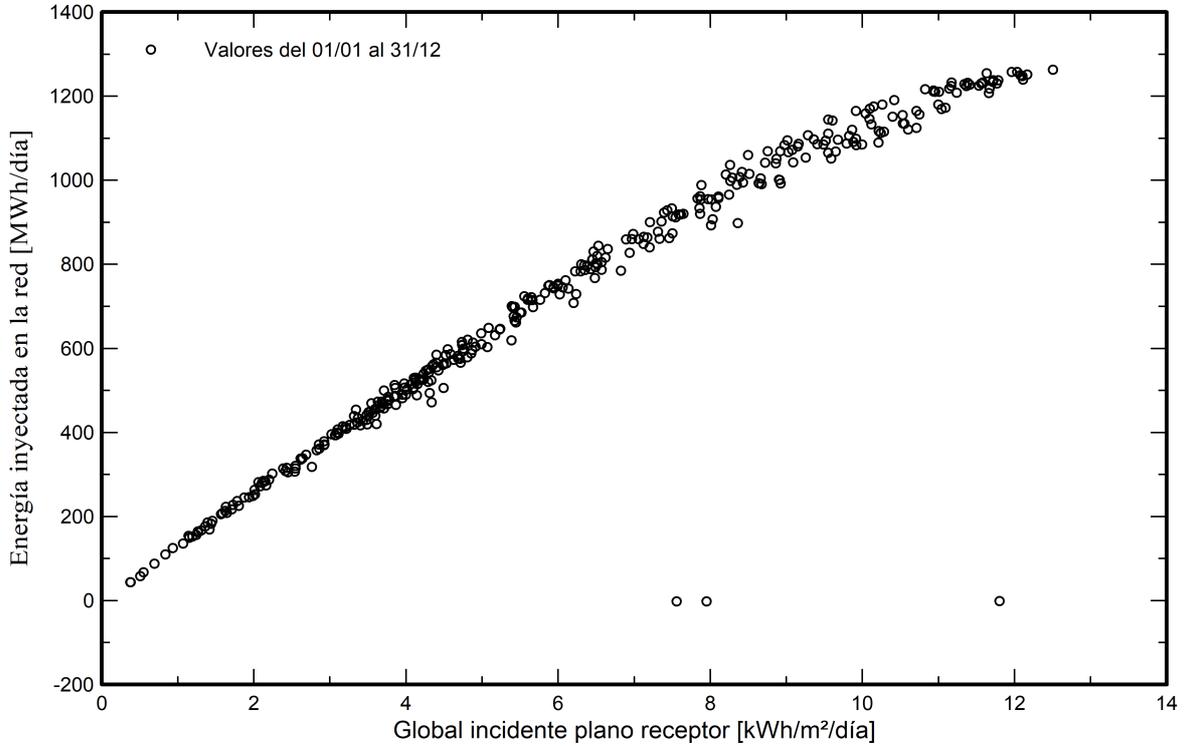
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

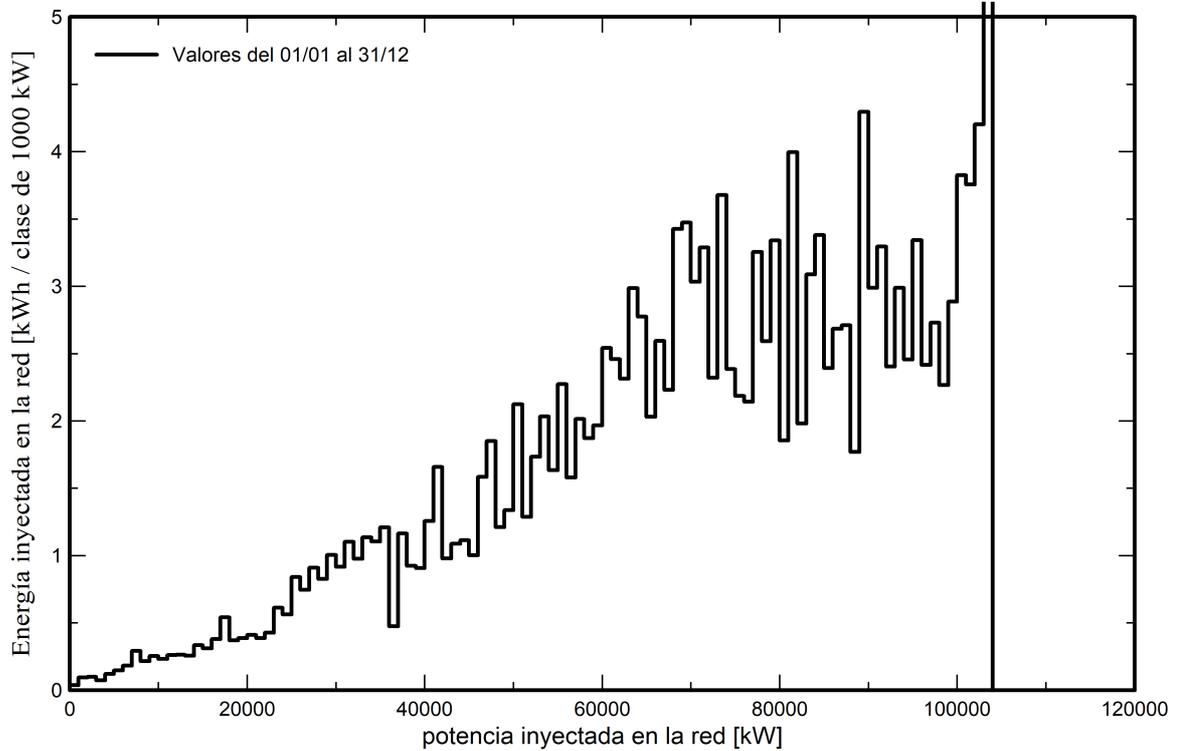
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
27/10/23 12:40  
con v7.3.3

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 2.4 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 3.0 %

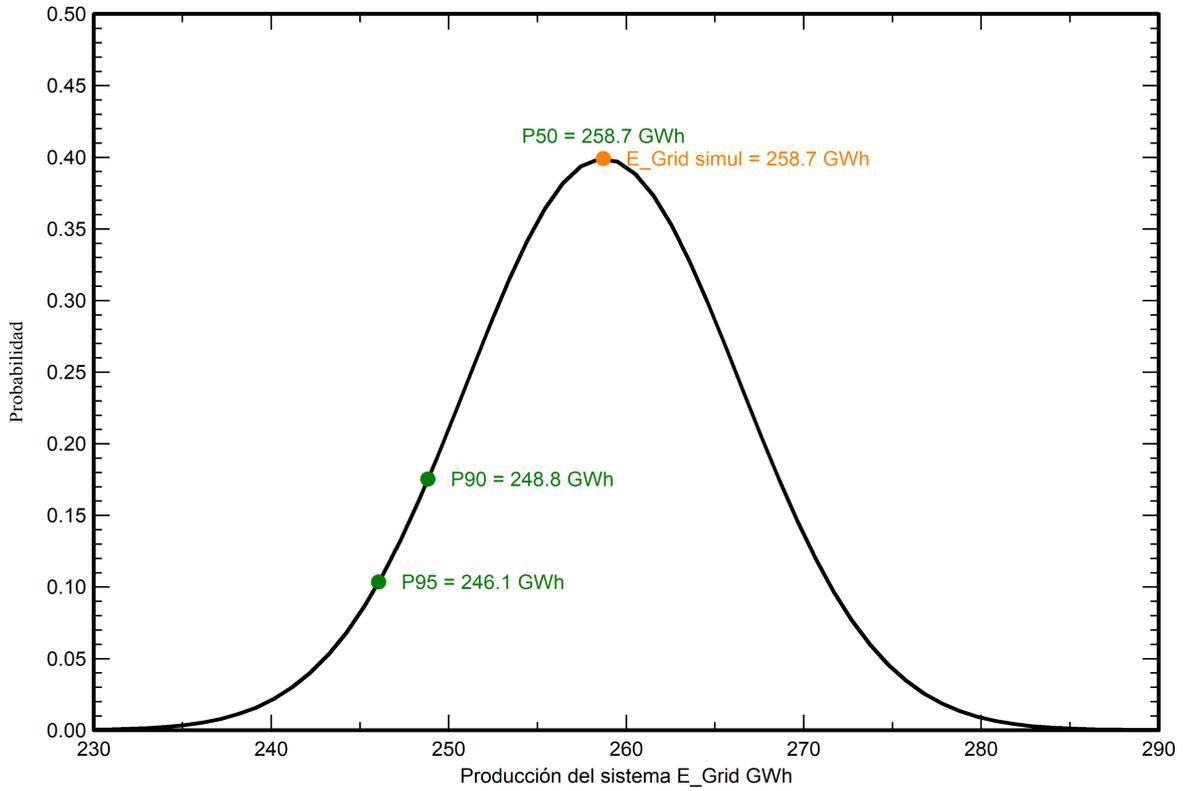
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 7.7 GWh  
P50 258.7 GWh  
P90 248.8 GWh  
P95 246.1 GWh

**Distribución de probabilidad**



**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT XIV

Variante: 87,73MWp /67,34MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 87.74 MWp

Calanda - Spain

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
<b>Calanda</b>	Latitud 40.98 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.22 °W	
	Altitud 412 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Calanda		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje 0.2 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 129024 unidades	Núm. de unidades 30 unidades	
Pnom total 87.74 MWp	Pnom total 67.34 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 168883995 kWh/año	Producción específica 1925 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 86.81 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 4608 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		<b>Tamaños</b>	
Plano de rastreo, eje inclinado				Espaciado de rastreador 6.00 m	
Inclin.media del eje	0.2 °			Ancho de colector 2.38 m	
Azimut del eje medio	0 °			Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.4 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	2.0 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra		0.30	
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad		80 %	
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero		5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero		10.0 %	
		Fracción transparente de cobertizo		0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	32256 unidades	Número de inversores	12 unidades
Nominal (STC)	21.93 MWp	Potencia total	16836 kWca
Módulos	1152 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	20.07 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	20086 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	96768 unidades	Número de inversores	18 unidades
Nominal (STC)	65.80 MWp	Potencia total	50508 kWca
Módulos	3456 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	60.20 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	60257 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	87736 kWp	Potencia total	67344 kWca
Total	129024 módulos	Número de inversores	30 unidades
Área del módulo	400794 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global 0.20 mΩ			
Frac. de pérdida 1.5 % en STC			
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global 0.82 mΩ		Res. conjunto global 0.27 mΩ	
Frac. de pérdida 1.5 % en STC		Frac. de pérdida 1.5 % en STC	

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 1.0 %	constante (ventiladores) 80.0 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	

**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA****Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
 Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Inversor: INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (12 Inv.) Cobre 12 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>  
 Longitud media de los cables 3 m

**Inversor: DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (18 Inv.) Cobre 18 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
 Longitud media de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
 Cables Alu 3 x 2000 mm<sup>2</sup>  
 Longitud 3000 m  
 Frac. de pérdida 0.37 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores****Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 86.31 MVA  
 Iron Loss ( Conexión 24/24) 86.31 kVA  
 Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
 Pérdida de cobre 863.06 kVA  
 Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
 Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.03 mΩ



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Definición del horizonte**

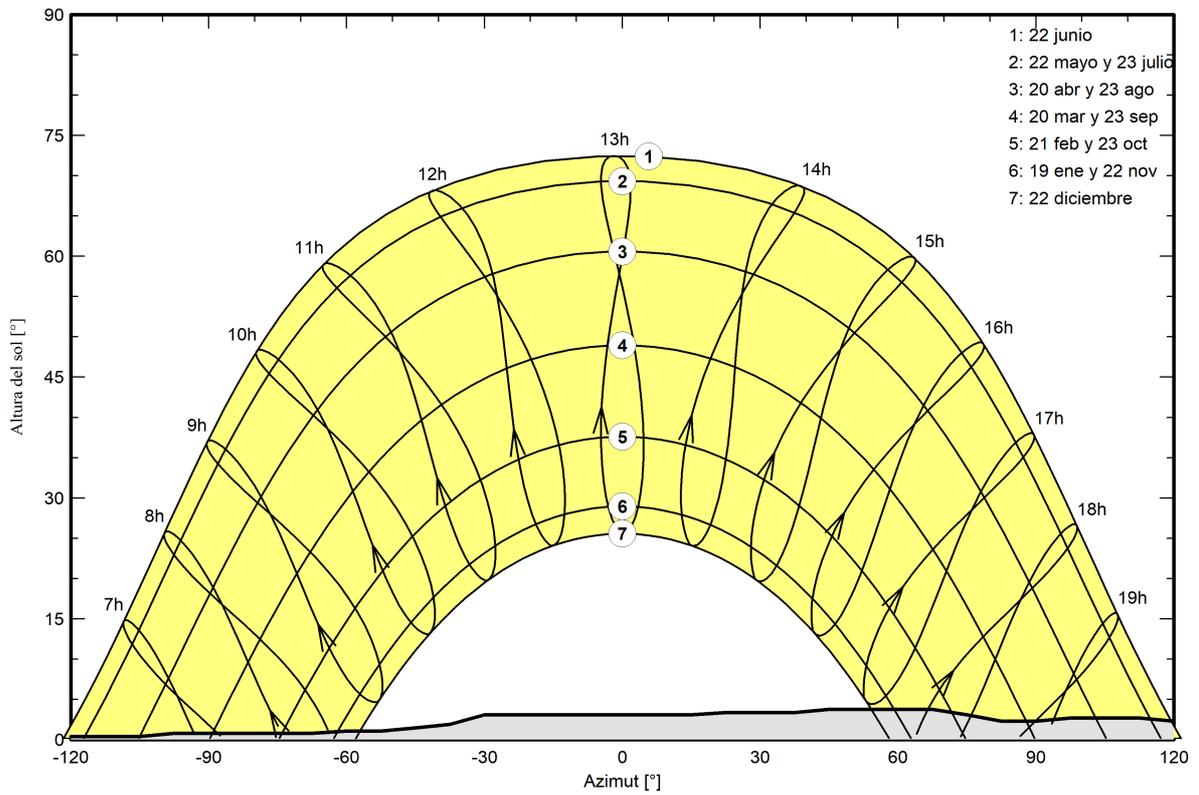
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°58'36', Long=0°-12'55', Alt=412m

Altura promedio	2.0 °	Factor Albedo	0.86
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

**Perfil del horizonte**

Azimut [°]	-180	-150	-143	-128	-120	-105	-98	-68	-60	-53	-45
Altura [°]	1.1	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5
Azimut [°]	-38	-30	15	23	38	45	68	75	83	90	98
Altura [°]	1.9	3.1	3.1	3.4	3.4	3.8	3.8	3.1	2.3	2.3	2.7
Azimut [°]	113	120	128	143	150	158	165	173	180		
Altura [°]	2.7	2.3	1.9	1.9	1.5	1.1	0.8	1.1	1.1		

**Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)**





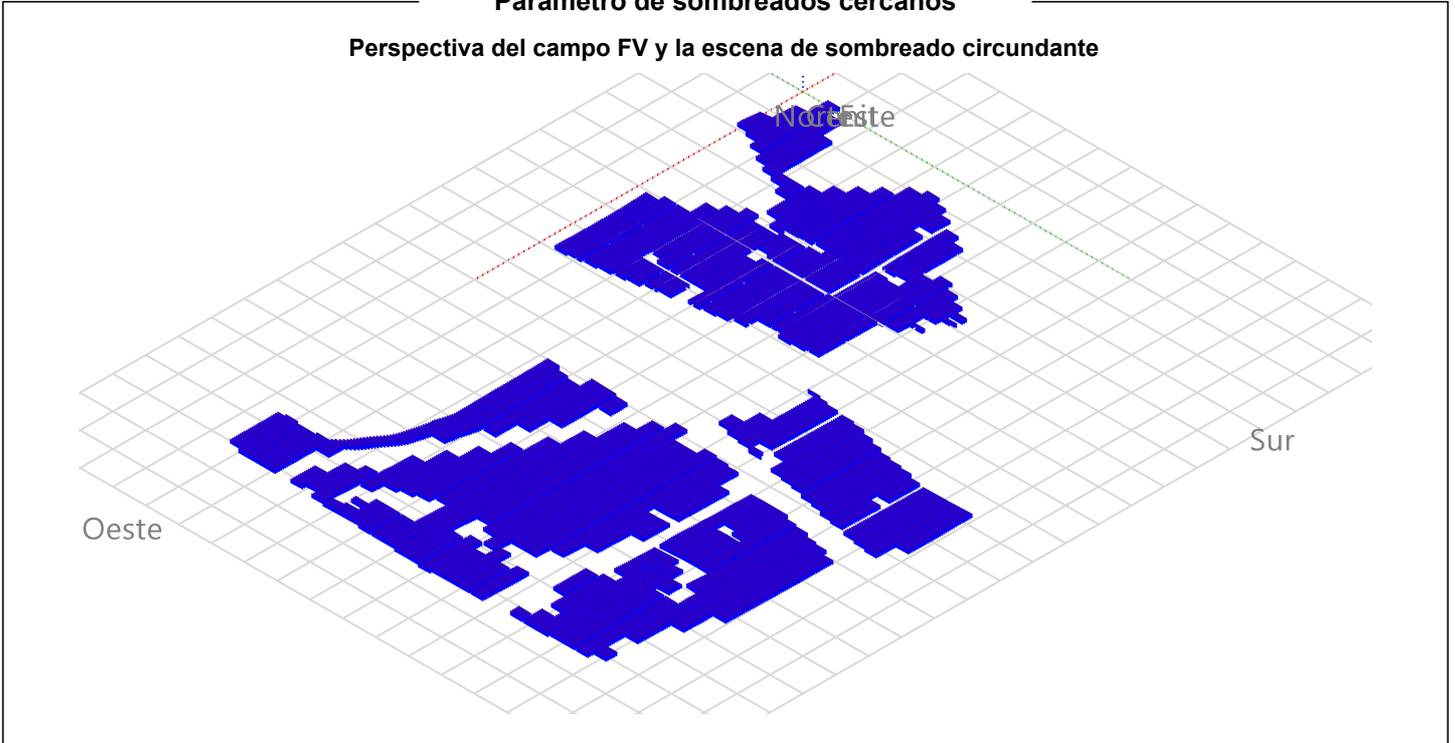
PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

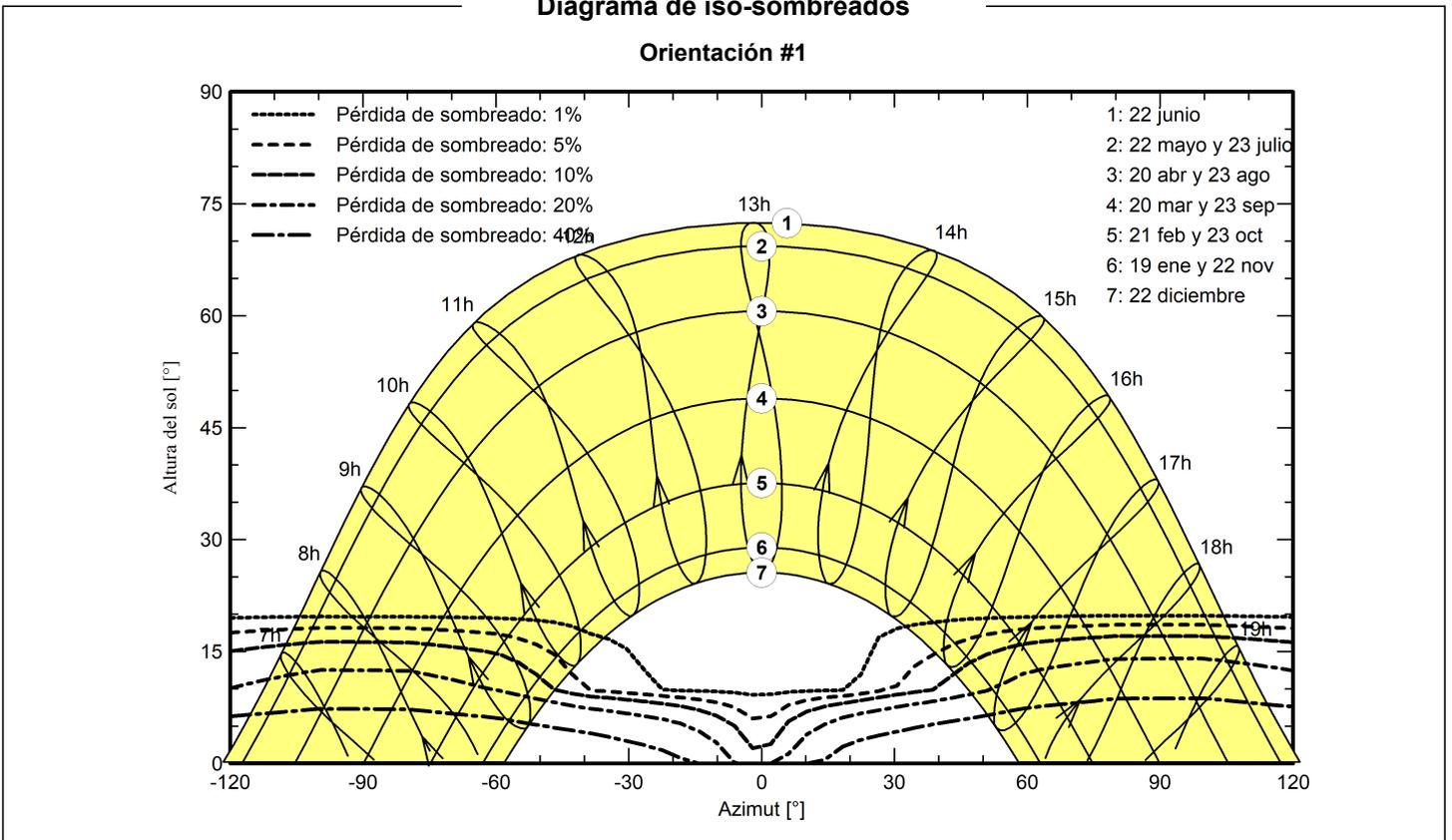
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1



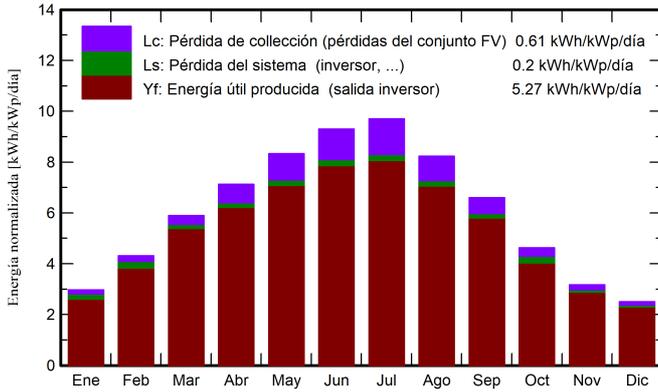
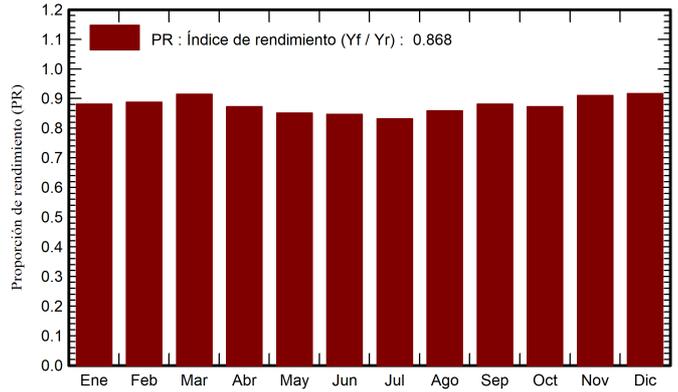
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resultados principales****Producción del sistema**

Energía producida (P50) 16883995 kWh/año      Producción específica (P50) 1925 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR      86.81 %  
 Energía producida (P90) 12545228 kWh/año      Producción específica (P90) 1853 kWh/kWp/año  
 Energía producida (P95) 9761746 kWh/año      Producción específica (P95) 1832 kWh/kWp/año

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)****Proporción de rendimiento (PR)****Balances y resultados principales**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> kWh	<b>E_Grid</b> kWh	<b>PR</b> proporción
<b>Enero</b>	67.6	24.90	7.70	92.1	85.3	7679988	7122240	0.881
<b>Febrero</b>	90.3	31.10	9.10	121.0	113.2	10085037	9414986	0.887
<b>Marzo</b>	137.8	48.10	12.00	182.9	172.8	15115372	14672044	0.914
<b>Abril</b>	164.7	59.80	14.40	213.8	203.8	16870257	16366984	0.872
<b>Mayo</b>	200.3	73.00	18.60	258.2	246.0	19855057	19278578	0.851
<b>Junio</b>	217.0	72.80	23.30	278.9	268.0	21332660	20720129	0.847
<b>Julio</b>	230.4	68.30	25.90	300.6	287.6	22595517	21945259	0.832
<b>Agosto</b>	197.8	63.40	25.50	255.3	244.3	19804601	19224480	0.858
<b>Septiembre</b>	150.1	52.60	21.20	198.0	187.0	15762160	15299807	0.881
<b>Octubre</b>	109.3	41.40	17.10	143.4	135.0	11716735	10978091	0.872
<b>Noviembre</b>	70.5	27.10	11.20	95.2	88.3	7851102	7601690	0.910
<b>Diciembre</b>	57.3	22.90	8.09	77.8	71.8	6478078	6259707	0.917
<b>Año</b>	1693.1	585.40	16.22	2217.3	2103.0	175146564	168883995	0.868

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

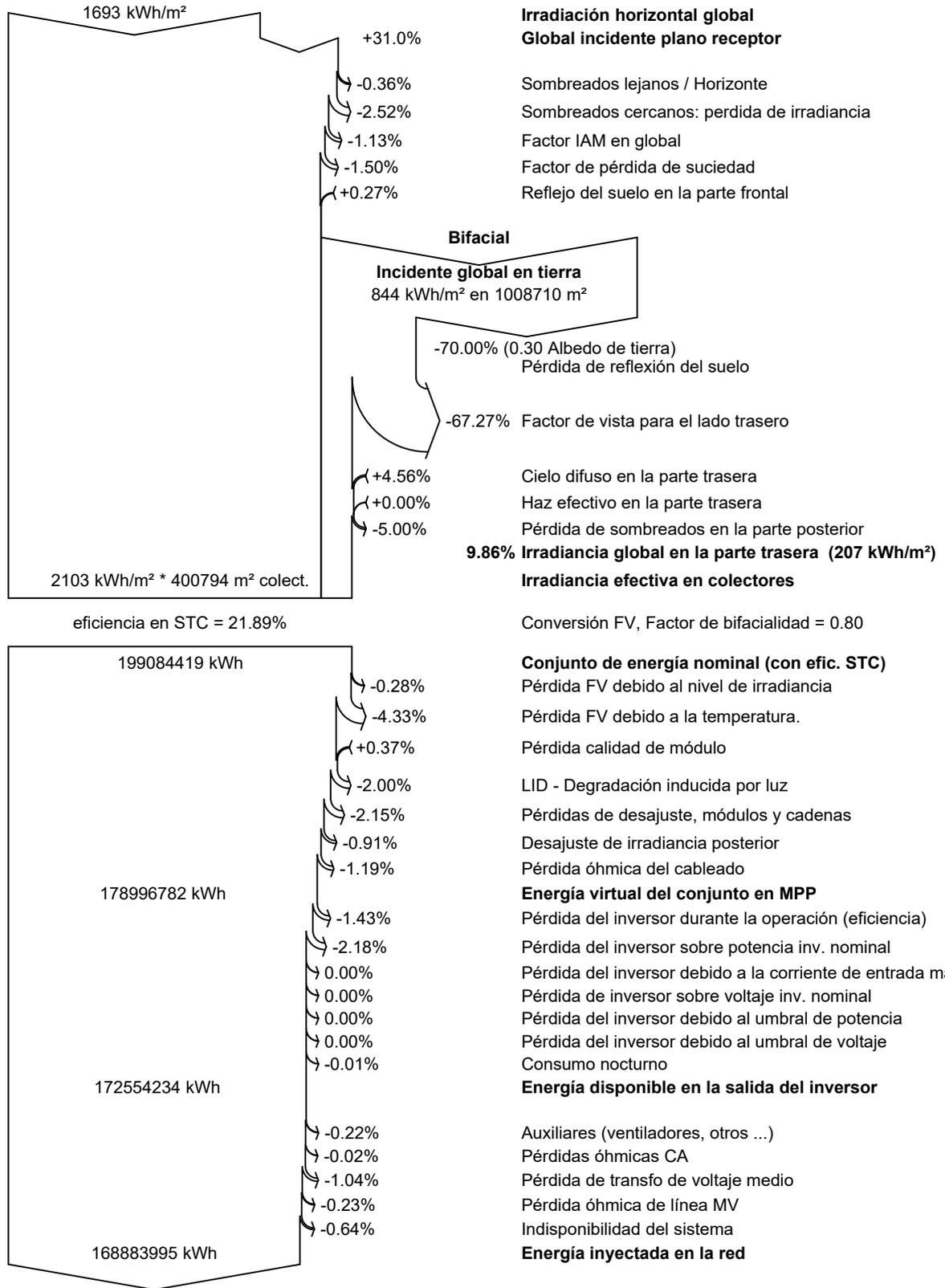


**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Diagrama de pérdida**





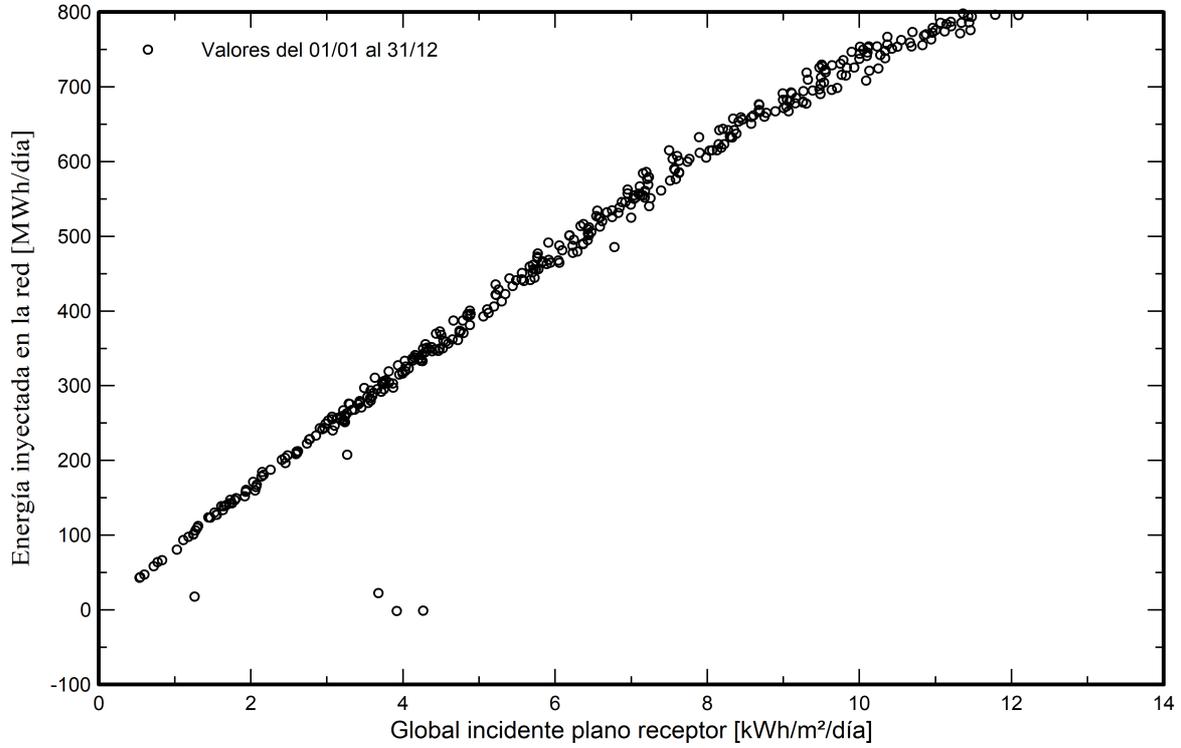
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:33  
con v7.3.3

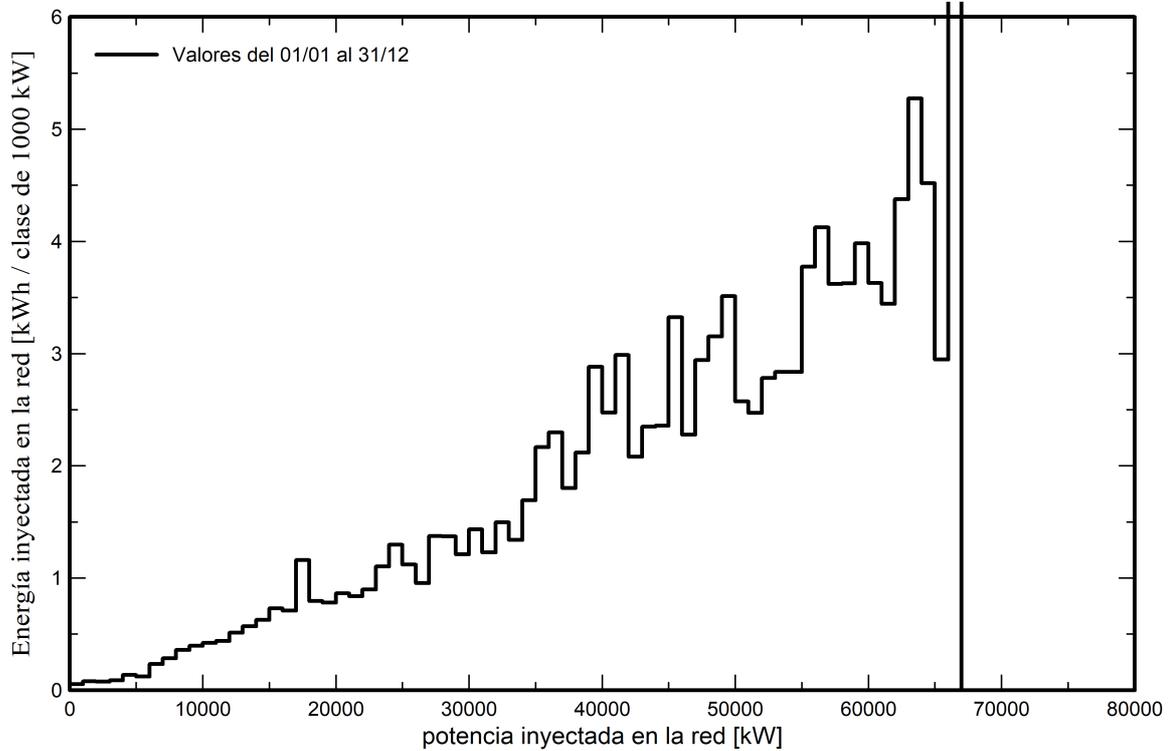
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**



**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Evaluación P50 - P90****Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
 Tipo Promedios mensuales  
 Sintético - Promedio multianual  
 Variabilidad año a año(Varianza) 2.3 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

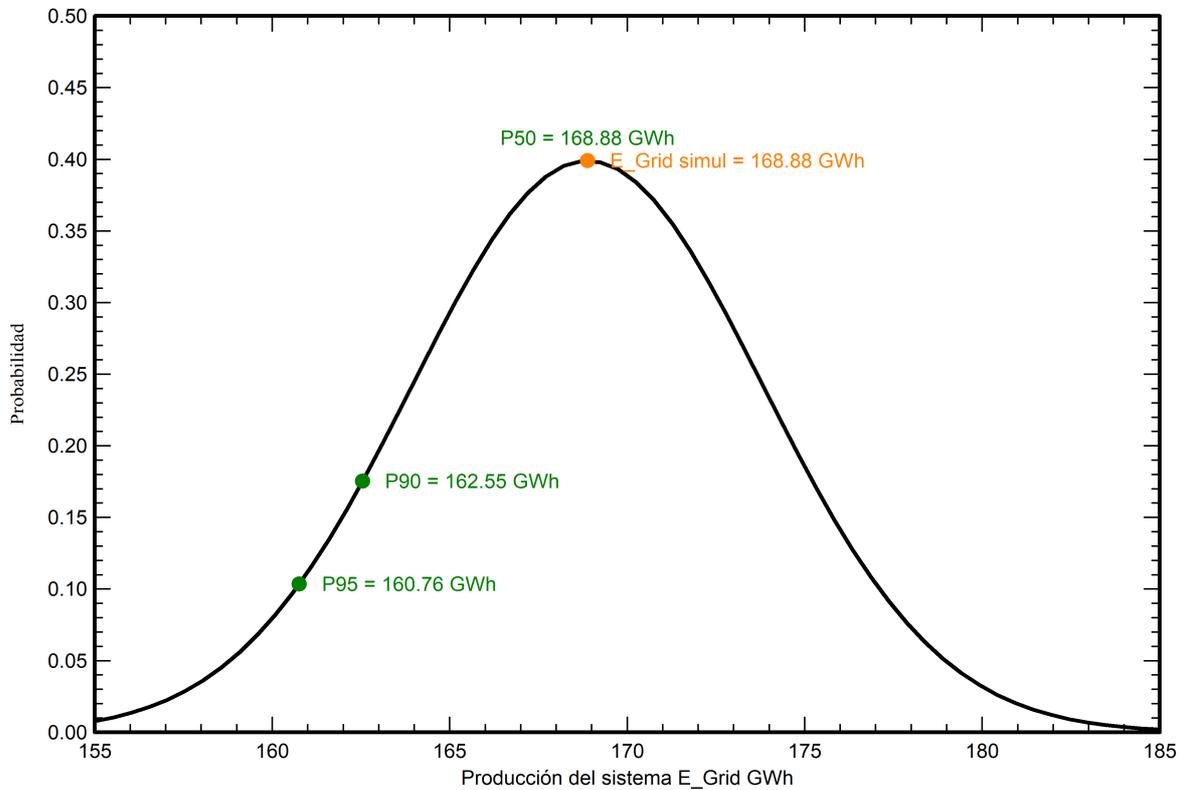
Variabilidad (Suma cuadrática) 2.9 %

**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
 Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
 Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
 Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 4.94 GWh  
 P50 168.88 GWh  
 P90 162.55 GWh  
 P95 160.76 GWh

**Distribución de probabilidad**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV CAT XIV

Variante: 87,73MWp /67,34MWh

Sistema de rastreo

Potencia del sistema: 87.74 MWp

Calanda - Spain

**Author**

SATEL,s.a. (Spain)





**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resumen del proyecto**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Situación</b>	<b>Configuración del proyecto</b>
<b>Calanda</b>	Latitud 40.98 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -0.22 °W	
	Altitud 412 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Calanda		
SolarGIS Monthly aver. , period not spec. - Sintético		

**Resumen del sistema**

<b>Sistema conectado a la red</b>	<b>Sistema de rastreo</b>	<b>Sombreados cercanos</b>
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Cálculo astronómico	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje inclinado		
Inclin.media del eje 0.2 °		
Azimut del eje medio 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 129024 unidades	Núm. de unidades 30 unidades	
Pnom total 87.74 MWp	Pnom total 67.34 MWca	
	Proporción Pnom 1.303	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

**Resumen de resultados**

Energía producida 168883995 kWh/año	Producción específica 1925 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 86.81 %
-------------------------------------	--	-----------------------------

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	6
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	7
Resultados principales	8
Diagrama de pérdida	9
Gráficos predefinidos	10
Evaluación P50 - P90	11



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de rastreo</b>		<b>Configuración de rastreadores</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Algoritmo de rastreo</b>		Núm. de rastreadores 4608 unidades	
<b>Orientación</b>		Cálculo astronómico		<b>Tamaños</b>	
Plano de rastreo, eje inclinado				Espaciado de rastreador 6.00 m	
Inclin.media del eje	0.2 °			Ancho de colector 2.38 m	
Azimut del eje medio	0 °			Proporc. cob. suelo (GCR) 39.7 %	
				Phi mín/máx. -/+ 30.0 °	
				<b>Ángulos límite de sombreado</b>	
				Límites de phi para BT -/+ 66.4 °	
<b>Modelos usados</b>		<b>Sombreados cercanos</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Transposición	Perez	Sombreados lineales		Carga ilimitada (red)	
Difuso	Perez, Meteonorm	Sombreado difuso Automático			
Circunsolar	separado				
<b>Horizonte</b>					
Altura promedio	2.0 °				
<b>Sistema bifacial</b>					
Modelo	Cálculo 2D				
	rastreadores ilimitados				
<b>Geometría del modelo bifacial</b>				<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciado de rastreador	6.00 m	Albedo de tierra		0.30	
Ancho de rastreador	2.38 m	Factor de bifacialidad		80 %	
GCR	39.7 %	Fact. sombreado trasero		5.0 %	
Altura del eje sobre el suelo	2.10 m	Fact. desajuste trasero		10.0 %	
		Fracción transparente de cobertizo		0.0 %	

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>			
<b>Módulo FV</b>			
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	1403 kWca
Número de módulos FV	32256 unidades	Número de inversores	12 unidades
Nominal (STC)	21.93 MWp	Potencia total	16836 kWca
Módulos	1152 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	20.07 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	20086 A		



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Características del generador FV**

<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>		<b>Inversor</b>	
<b>Módulo FV</b>		<b>Fabricante</b>	Ingeteam
Fabricante	CSI Solar	Fabricante	Ingeteam
Modelo	CS7N-680TB-AG	Modelo	DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	680 Wp	Unidad Nom. Potencia	2806 kWca
Número de módulos FV	96768 unidades	Número de inversores	18 unidades
Nominal (STC)	65.80 MWp	Potencia total	50508 kWca
Módulos	3456 Cadenas x 28 En series	Voltaje de funcionamiento	782-1300 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Proporción Pnom (CC:CA)	1.30
Pmpp	60.20 MWp		
U mpp	999 V		
I mpp	60257 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	87736 kWp	Potencia total	67344 kWca
Total	129024 módulos	Número de inversores	30 unidades
Área del módulo	400794 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.30

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>	<b>Factor de pérdida térmica</b>	<b>Pérdida diodos serie</b>
Frac. de pérdida 1.5 %	Temperatura módulo según irradiancia	Caída de tensión 0.7 V
	Uc (const) 29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida 0.1 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>	<b>Pérdida de calidad módulo</b>	<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>
Frac. de pérdida 2.0 %	Frac. de pérdida -0.4 %	Frac. de pérdida 2.0 % en MPP
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>		
Frac. de pérdida 0.2 %		
<b>Factor de pérdida IAM</b>		
Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario		
10°	20°	30°
0.998	0.998	0.995
40°	50°	60°
0.992	0.986	0.970
70°	80°	90°
0.917	0.763	0.000

**Pérdidas de cableado CC**

Res. de cableado global 0.20 mΩ			
Frac. de pérdida 1.5 % en STC			
<b>Conjunto #1 - INV 1403 kVA</b>		<b>Conjunto #2 - INV DUAL 1043 kVA</b>	
Res. conjunto global 0.82 mΩ		Res. conjunto global 0.27 mΩ	
Frac. de pérdida 1.5 % en STC		Frac. de pérdida 1.5 % en STC	

**Pérdidas del sistema.**

<b>Indisponibilidad del sistema</b>	<b>Pérdidas auxiliares</b>
Frac. de tiempo 1.0 %	constante (ventiladores) 80.0 kW
3.7 días,	0.0 kW del umbral de potencia
3 períodos	



**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:33  
con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 540 Vca tri  
Frac. de pérdida 0.03 % en STC

**Inversor: INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (12 Inv.) Cobre 12 x 3 x 1500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Inversor: DUAL INGECON SUN 1400TL U B540 OUTDOOR**

Sección cables (18 Inv.) Cobre 18 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 3 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 33 kV  
Cables Alu 3 x 2000 mm<sup>2</sup>  
Longitud 3000 m  
Frac. de pérdida 0.37 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 33 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 86.31 MVA  
Iron Loss ( Conexión 24/24) 86.31 kVA  
Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC  
Pérdida de cobre 863.06 kVA  
Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.03 mΩ



**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Definición del horizonte**

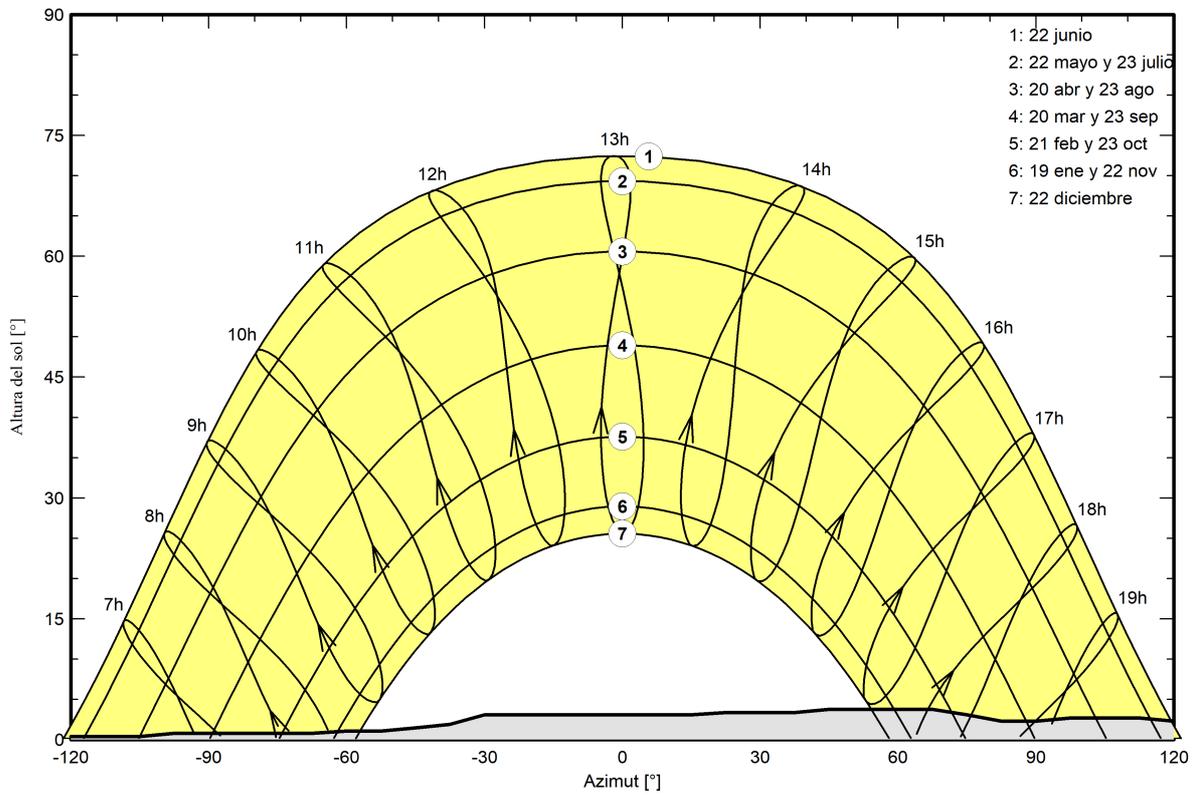
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°58'36', Long=0°-12'55', Alt=412m

Altura promedio	2.0 °	Factor Albedo	0.86
Factor difuso	0.98	Fracción de albedo	100 %

**Perfil del horizonte**

Azimut [°]	-180	-150	-143	-128	-120	-105	-98	-68	-60	-53	-45
Altura [°]	1.1	1.1	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5
Azimut [°]	-38	-30	15	23	38	45	68	75	83	90	98
Altura [°]	1.9	3.1	3.1	3.4	3.4	3.8	3.8	3.1	2.3	2.3	2.7
Azimut [°]	113	120	128	143	150	158	165	173	180		
Altura [°]	2.7	2.3	1.9	1.9	1.5	1.1	0.8	1.1	1.1		

**Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)**





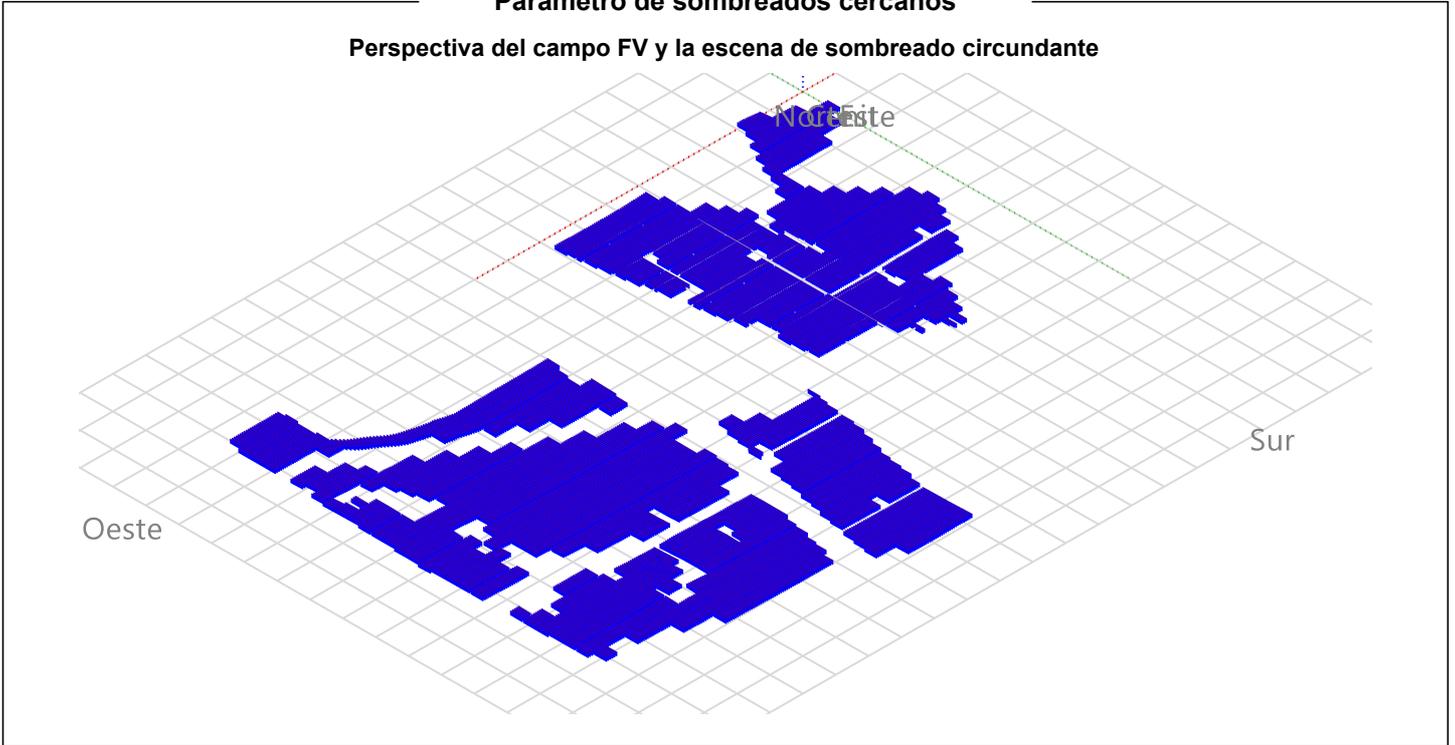
PVsyst V7.3.3

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

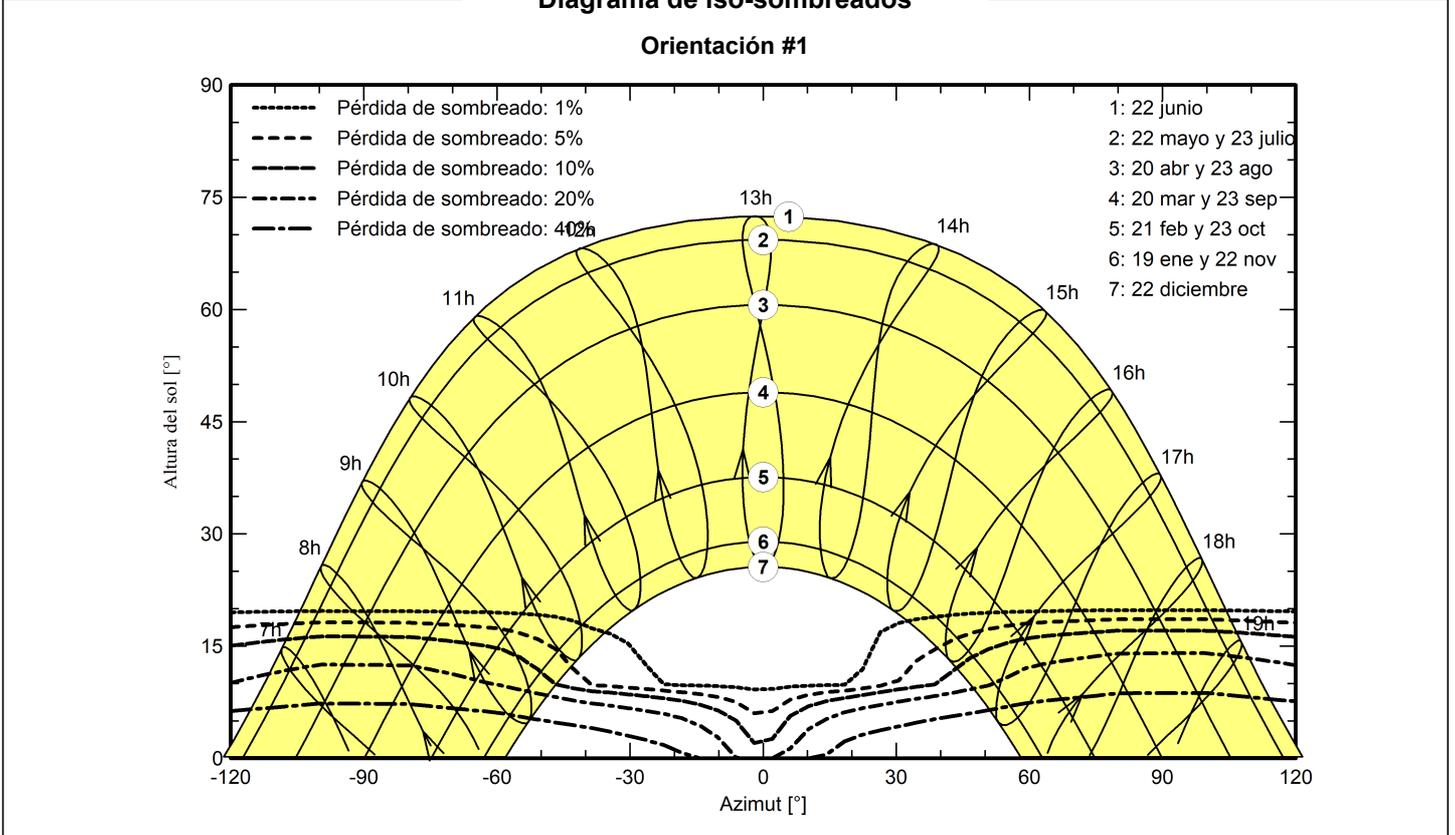
**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**

Orientación #1



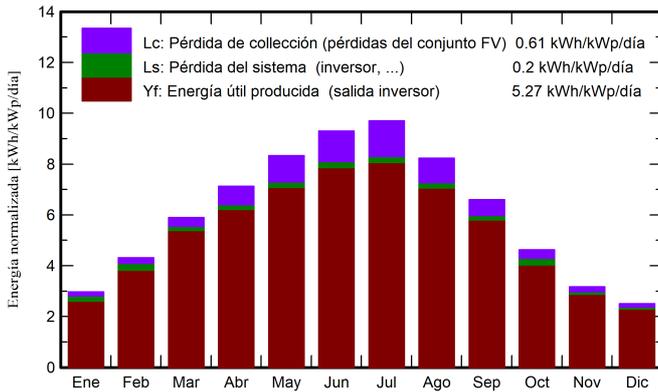
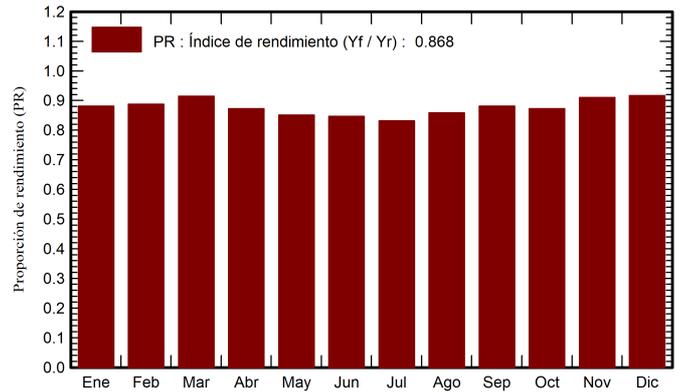
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Resultados principales****Producción del sistema**

Energía producida (P50) 16883995 kWh/año      Producción específica (P50) 1925 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR      86.81 %  
 Energía producida (P90) 12545228 kWh/año      Producción específica (P90) 1853 kWh/kWp/año  
 Energía producida (P95) 9761746 kWh/año      Producción específica (P95) 1832 kWh/kWp/año

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)****Proporción de rendimiento (PR)****Balances y resultados principales**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	proporción
<b>Enero</b>	67.6	24.90	7.70	92.1	85.3	7679988	7122240	0.881
<b>Febrero</b>	90.3	31.10	9.10	121.0	113.2	10085037	9414986	0.887
<b>Marzo</b>	137.8	48.10	12.00	182.9	172.8	15115372	14672044	0.914
<b>Abril</b>	164.7	59.80	14.40	213.8	203.8	16870257	16366984	0.872
<b>Mayo</b>	200.3	73.00	18.60	258.2	246.0	19855057	19278578	0.851
<b>Junio</b>	217.0	72.80	23.30	278.9	268.0	21332660	20720129	0.847
<b>Julio</b>	230.4	68.30	25.90	300.6	287.6	22595517	21945259	0.832
<b>Agosto</b>	197.8	63.40	25.50	255.3	244.3	19804601	19224480	0.858
<b>Septiembre</b>	150.1	52.60	21.20	198.0	187.0	15762160	15299807	0.881
<b>Octubre</b>	109.3	41.40	17.10	143.4	135.0	11716735	10978091	0.872
<b>Noviembre</b>	70.5	27.10	11.20	95.2	88.3	7851102	7601690	0.910
<b>Diciembre</b>	57.3	22.90	8.09	77.8	71.8	6478078	6259707	0.917
<b>Año</b>	1693.1	585.40	16.22	2217.3	2103.0	175146564	168883995	0.868

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

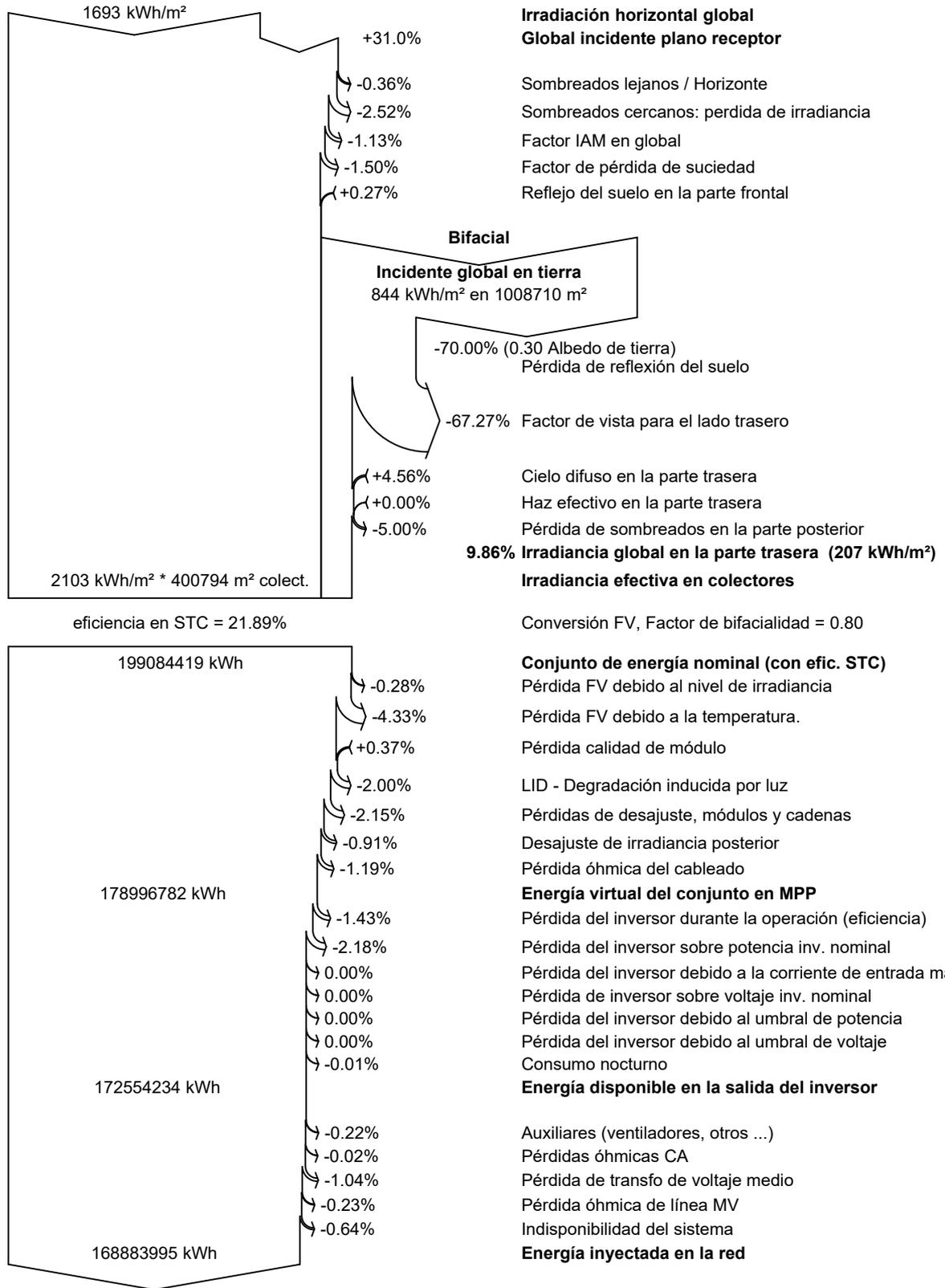


**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Diagrama de pérdida**





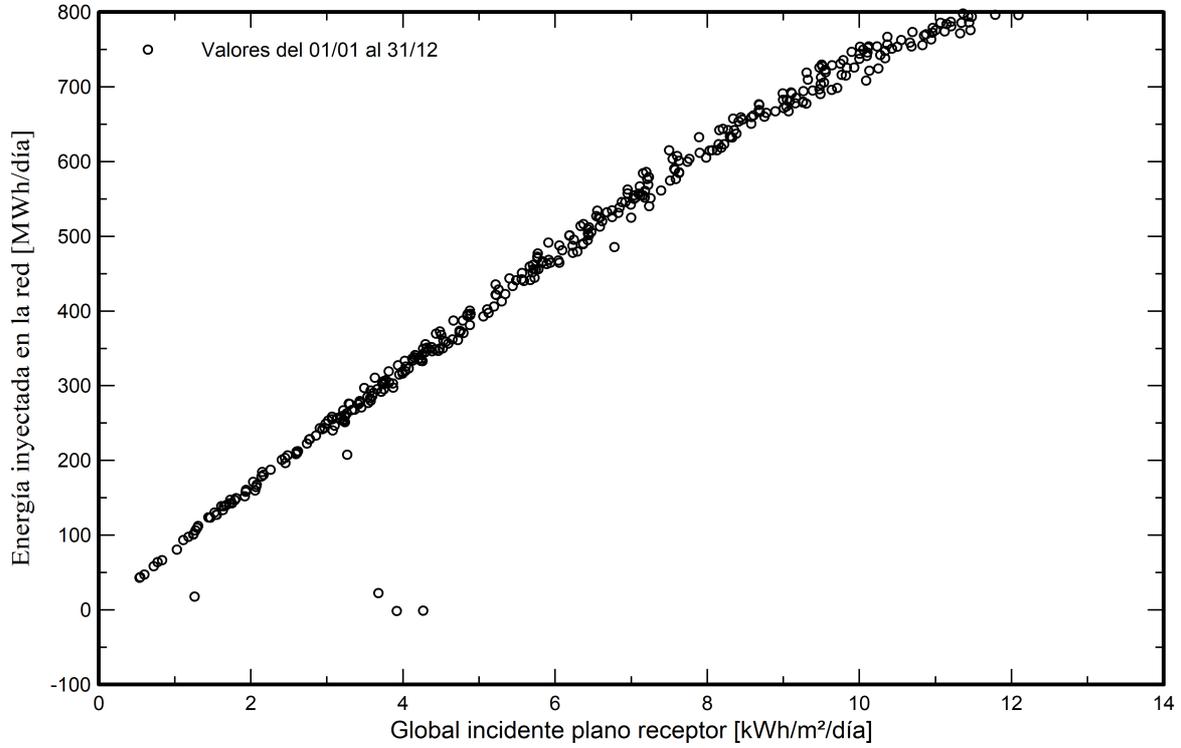
**PVsyst V7.3.3**

VCO, Fecha de simulación:  
25/10/23 10:33  
con v7.3.3

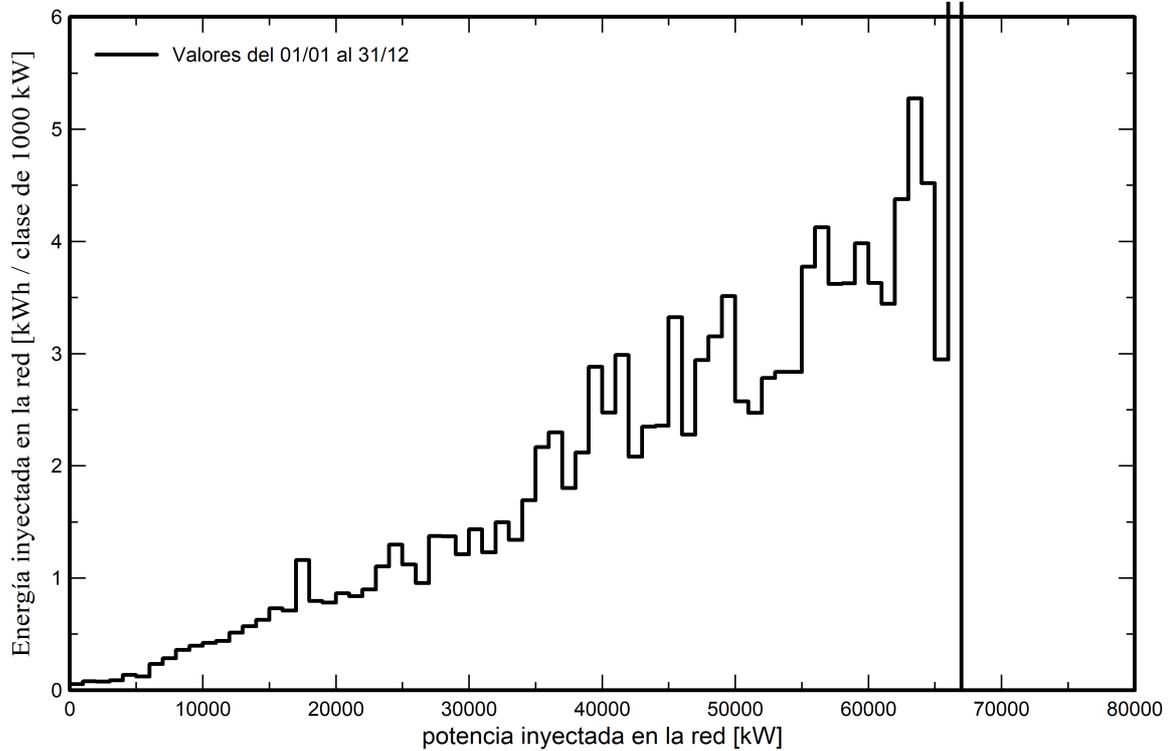
SATEL,s.a. (Spain)

**Gráficos predefinidos**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**



**PVsyst V7.3.3**

VC0, Fecha de simulación:  
 25/10/23 10:33  
 con v7.3.3

SATEL,s.a. (Spain)

**Evaluación P50 - P90****Datos meteo**

Fuente SolarGIS Monthly aver. , period not spec.  
 Tipo Promedios mensuales  
 Sintético - Promedio multianual  
 Variabilidad año a año(Varianza) 2.3 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 2.9 %

**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
 Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
 Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
 Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 4.94 GWh  
 P50 168.88 GWh  
 P90 162.55 GWh  
 P95 160.76 GWh

**Distribución de probabilidad**