

**PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS PEI-PFOT-326 REFERENTE A LAS PFV AVUTARDA SOLAR Y AZOR SOLAR, ST ARROYO DE LA VEGA RENOVABLES 30/220 KV Y LA LEAT 220 KV "ARROYO DE LA VEGA RENOVABLES - ARROYO DE LA VEGA REE".**

VERSIÓN INICIAL DEL PLAN: DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL**

**ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS DE LA INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDO A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS**

**TÉRMINOS MUNICIPALES DE PARACUELLOS DEL JARAMA, SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES Y ALCOBENDAS.**

**COMUNIDAD DE MADRID**



**JULIO 2023**



## ÍNDICE

1	OBJETO DEL ANEXO .....	2
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS POSIBLES CAMBIOS MICROCLIMÁTICOS DE LAS PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS.....	2
2.1	ARTÍCULOS REVISADOS.....	2
2.2	CONCLUSIÓN DE LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3	REVISIÓN DE DATOS PRÁCTICOS .....	5
3.1	ORIGEN DE LOS DATOS .....	5
3.2	ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS .....	8
4	CONCLUSIONES .....	12

## 1 OBJETO DEL ANEXO

En este documento se realiza una revisión de los posibles impactos sobre el clima que pudiesen ser provocados en un ámbito concreto por el efecto derivado del funcionamiento de las plantas solares fotovoltaicas a gran escala. Mediante esta revisión (bibliográfica y práctica) se persigue el objetivo de concluir si el funcionamiento de este tipo de infraestructuras puede generar cambios sustanciales sobre variables climáticas como pudieran ser la temperatura, la humedad o la precipitación en zonas concretas.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS POSIBLES CAMBIOS MICROCLIMÁTICOS DE LAS PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

### 2.1 Artículos revisados

En este apartado se analiza el posible efecto de la influencia en las condiciones climáticas locales debido a la implantación de plantas fotovoltaicas de gran tamaño. Para ello, se ha realizado una búsqueda de estudios científicos que contabilicen y evalúen dichos efectos.

El listado de estudios es el siguiente:

- **Estudio 1: Barron-Gafford, G., Minor, R., Allen, N. et al. The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures. Sci Rep 6, 35070 (2016).**

Enlace: <https://www.nature.com/articles/srep35070>

En este estudio se menciona que se han analizado tres zonas ubicadas en clima desértico (Arizona) y que, debido al efecto albedo y a otra serie de factores, se ha demostrado que, con los valores recogidos durante un año, la temperatura en la PFV es superior a una zona de parking cercana y hasta 3 grados superior a la zona desértica natural.

- **Estudio 2: Solar Park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling**

Enlace: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/7/074016/pdf>

En este estudio se menciona un análisis que se ha realizado en una zona de pasto de Reino Unido. Se han analizado las diferencias entre los espacios debajo de los módulos fotovoltaicos, los huecos sin paneles y zonas que no forman parte de la planta fotovoltaica. Los resultados muestran que se produce una reducción de hasta 5,2°C debajo de los paneles, tres veces más lluvia y apenas un 14% del viento. Los resultados de los huecos son muy similares a los de las zonas ajenas a la planta fotovoltaica.

- **Estudio 3: Study on the local climatic effects of large photovoltaic solar farms in desert areas**

Enlace: <https://usesusa.org/wp-content/uploads/2020/02/Study-on-the-local-climatic-effects-of-large-photovoltaic-solar-farms-in-desert-areas.pdf>

En este estudio se realiza un análisis de las distintas variables ambientales afectadas en una zona con planta fotovoltaica y otra sin alteración en la región del desierto de Gobi (China). El principal factor que afecta al resto de indicadores ambientales es el efecto albedo, que se ve reducido en las zonas de implantación de las PFV (0,19 en la zona

con paneles frente a 0,26 en la zona sin paneles). Debido a este motivo las temperaturas varían drásticamente en el suelo debajo de los paneles fotovoltaicos, en los que se han registrado las temperaturas mínimas y máximas de ambas zonas y se pueden encontrar diferencias de hasta 15°C en la capa superficial (5cm). En cuanto a la temperatura del aire, durante el invierno se mantienen muy similares, pero durante el verano se obtienen unas diferencias de 0,7°C.

- **Estudio 4: Analysis of the potential for a heat island effect in large solar farms**

Enlace: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6745171/citations?tabFilter=papers>

En este estudio se realiza un análisis de las variaciones en la temperatura para PFV de 1 MW, en el que se muestra que aumenta 1,9°C en el centro de la PFV y que a 300 m de la misma se produce un aumento de 0,3°C.

- **Estudio 5: The Influence of Photovoltaic Panels on Soil Temperature in the Gonghe Desert Area**

Enlace: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ees.2021.0014>

En este estudio se analizan los cambios de temperatura bajo los paneles fotovoltaicos en una zona desértica de Gonghe (China). Durante los meses de verano se reduce la temperatura hasta 4,15 °C y durante los meses de invierno se calienta hasta 2,08 °C. Los cambios son, por lo tanto, estacionales.

- **Estudio 6: Ground-mounted photovoltaic solar parks promote land surface cool island in arid ecosystems**

Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667095X21000088>

Este estudio analiza dos PFV de 700 MW (China) y 300 MW (EEUU). Se considera una afección de 730 m de las PFV a la temperatura local. En la PFV China la temperatura media en la zona de afección es de 1,7°C menor, teniendo una diferencia máxima en el mes de marzo, con 2,3°C por debajo de la de la región. En cuanto a la PFV de EEUU, la temperatura también se reduce en la zona de afección de 730 m.

- **Estudio 7: Climate model shows large-scale wind and solar farms in the Sahara increase rain and vegetation**

Enlace: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/science.aar5629>

En este estudio se menciona un aumento en la precipitación y una disminución del albedo, aumentando la vegetación en la zona, que corresponde al desierto del Sáhara.

- **Estudio 8: Observational Study on the Impact of Large Scale Photovoltaic Development in Deserts on Local Air Temperature and Humidity**

Enlace: PDF sustainability-12 03403

En este estudio se analiza una PFV en Qinghai. Durante el verano la temperatura aumenta hasta 0,34 °C y, a más cerca del centro de la PFV, mayor es el incremento de la temperatura. En invierno la reducción de temperatura era de 0,26 °C. La temperatura media fuera de la planta era, de media 0,5°C menor que en la planta. En cuanto a la humedad, durante el periodo diario, aumentó en todas las estaciones excepto en algunos momentos en verano, que era 0,15 % menor.

▪ **Estudio 9: Simulated local climatic impacts of large-scale photovoltaics over the barren area of Qinghai, China**

Enlace: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119308833>

Analiza varias variables como el viento, la temperatura superficial o la precipitación en el área de Qinghai, China. Se produce una reducción de la velocidad del viento de entre 0,7 y 1 m/s, la temperatura de la superficie disminuye entre 1 y 2 kelvin durante el día, durante el mes de enero se produce un descenso de la humedad.

## 2.2 Conclusión de la revisión bibliográfica

Para poder realizar un estudio de la influencia de las temperaturas, precipitaciones y vientos en la zona de implantación de las plantas fotovoltaicas, se ha recurrido al análisis de los estudios llevados a cabo por expertos en la materia. Para ello, se han analizado los resultados de 9 estudios científicos que han analizado los efectos de plantas fotovoltaicas con una potencia superior a 1 MW.

El primer dato que destacar es que no se han encontrado estudios nacionales que hayan analizado este efecto. Los estudios encontrados se han llevado a cabo, principalmente, en zonas desérticas de China y EEUU.

Las conclusiones a destacar son:

**1. Aumento o disminución de las temperaturas, debido a la radiación absorbida o reflejada por los módulos fotovoltaicos.**

Analizando la información recogida en los estudios, se puede llegar a la conclusión de que la afección sobre la temperatura es estacional y dependiente del lugar. Más que producir un efecto isla de calor, como es mencionado en varios estudios, se fomentan los extremos de temperatura. Es decir, en zonas y momentos muy cálidos se aumentan las temperaturas y en zonas y momentos fríos se reducen.

Debido a las condiciones climáticas de la planta fotovoltaica a la que hace referencia este análisis, las condiciones climáticas con mayor semejanza corresponden al estudio llevado a cabo en Arizona. Por lo tanto, se producirá un aumento de temperatura en los meses de verano que pueden llevar hasta a 3 °C de aumento en las proximidades de la PFV.

**2. Variaciones en las precipitaciones, descenso o lluvias torrenciales, debido a la alteración de la flora de la zona.**

La precipitación, al igual que en el caso de la temperatura, también parece estar relacionada con la estacionalidad y las condiciones climáticas de la zona. Generalmente, en los estudios que analizan esta variable, se muestran disminuciones de precipitación durante los meses de verano y aumentos durante el resto del año. En algunos casos este efecto parece estar relacionado con el aumento en la vegetación debajo de los módulos fotovoltaicos en lugares desérticos.

Debido a las condiciones de la planta fotovoltaica a la que se hace referencia en este análisis, se prevé un aumento de la humedad durante todo el año, a excepción de los meses de verano.

### **3. Variación en los vientos de la zona, a su paso sobre estructuras cercanas a los 3 metros.**

Los estudios no analizan en detalle los efectos producidos por las plantas fotovoltaicas en los regímenes de vientos locales. En uno de ellos se menciona la disminución de su efecto bajo los propios módulos fotovoltaicos (apenas un 14% que fuera de ellos) y en otro de ellos se menciona que la velocidad del viento se reduce entre 0,7 y 1 m/s.

Por tanto, no se considera que haya suficiente información como para poder llegar a una conclusión, no obstante, la afección se produciría debido a que los módulos fotovoltaicos supondrían la creación de un obstáculo para la trayectoria del viento.

## **3 REVISIÓN DE DATOS PRÁCTICOS**

### **3.1 Origen de los datos**

Como se ha podido comprobar en el apartado 2, no existen suficientes referencias científicas para determinar si las plantas solares pueden generar cambios microclimáticos dentro del ámbito territorial en el que se encuentran. Por esta razón, IGNIS ha realizado un estudio sobre aquellas plantas de su propiedad, así como de aquellas del entorno, de las cuales se tienen datos climáticos con el objetivo de realizar un estudio concreto en España. En concreto, los datos con los que se ha trabajado proceden de los términos municipales del entorno de Escatrón, Chiprana, Castelnou y Samper de Calanda en la provincia de Zaragoza, Comunidad Autónoma de Aragón.

Para realizar este análisis, se han obtenido los datos diarios de la torre climática existente en la CCTC "PEAKER" de Escatrón la cual ha recogido datos desde el 2011.

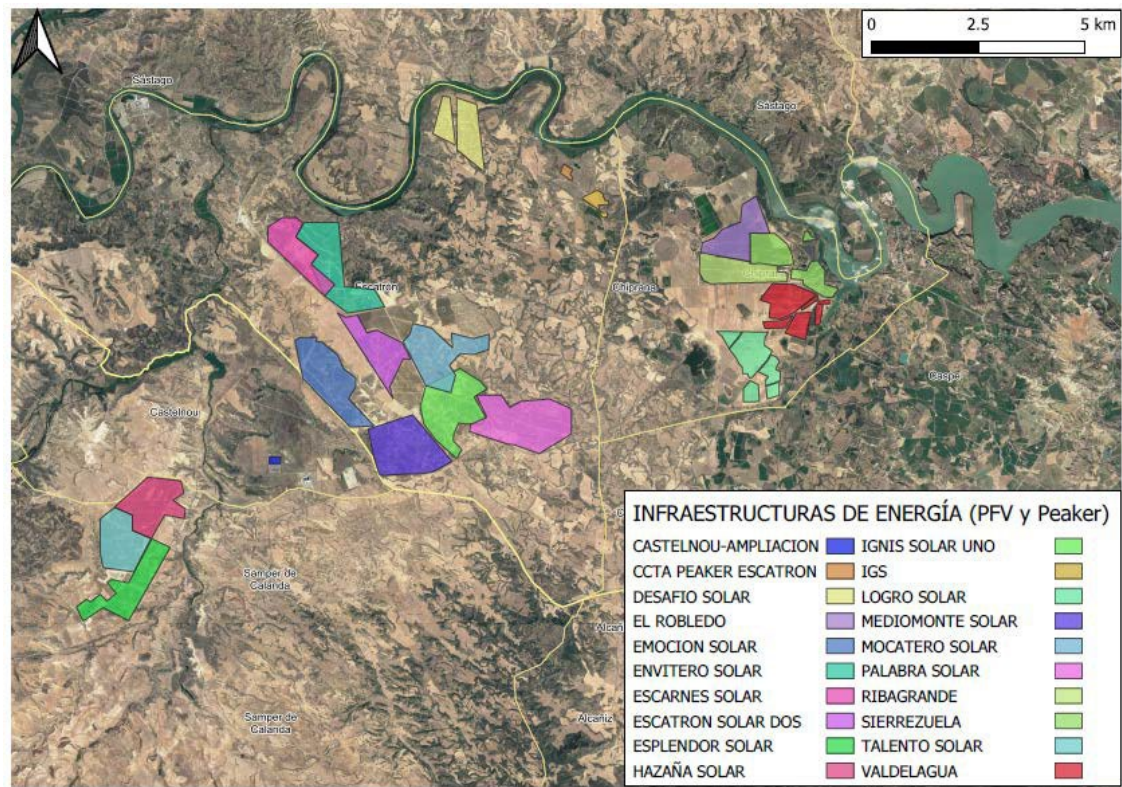
La Central térmica de Escatrón Peaker es una central termoeléctrica de ciclo combinado situada en el término municipal de Escatrón (Zaragoza), España, en funcionamiento desde 2007. Su combustible es el gas natural y cuenta con una potencia instalada de 275 MW. Esta instalación está conectada a la red de transporte del sistema eléctrico peninsular en la Subestación Eléctrica Aragón 400 (en adelante SE Aragón 400), propiedad de Red Eléctrica de España, situada en el vecino término municipal de Castelnou (Teruel). La conexión física entre la subestación de planta y la SE Aragón 400 se realiza a través de una línea aérea de 400 kV propiedad de IGNIS.

En este sentido, se ha analizado el entorno de la PFV de Escatrón las cuales pueden observarse en la siguiente figura y cuyas características técnicas se desarrollan en la tabla posterior.



VERSIÓN INICIAL DEL PLAN. DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL.

**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL. ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDAS A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**



**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL. ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDAS A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**

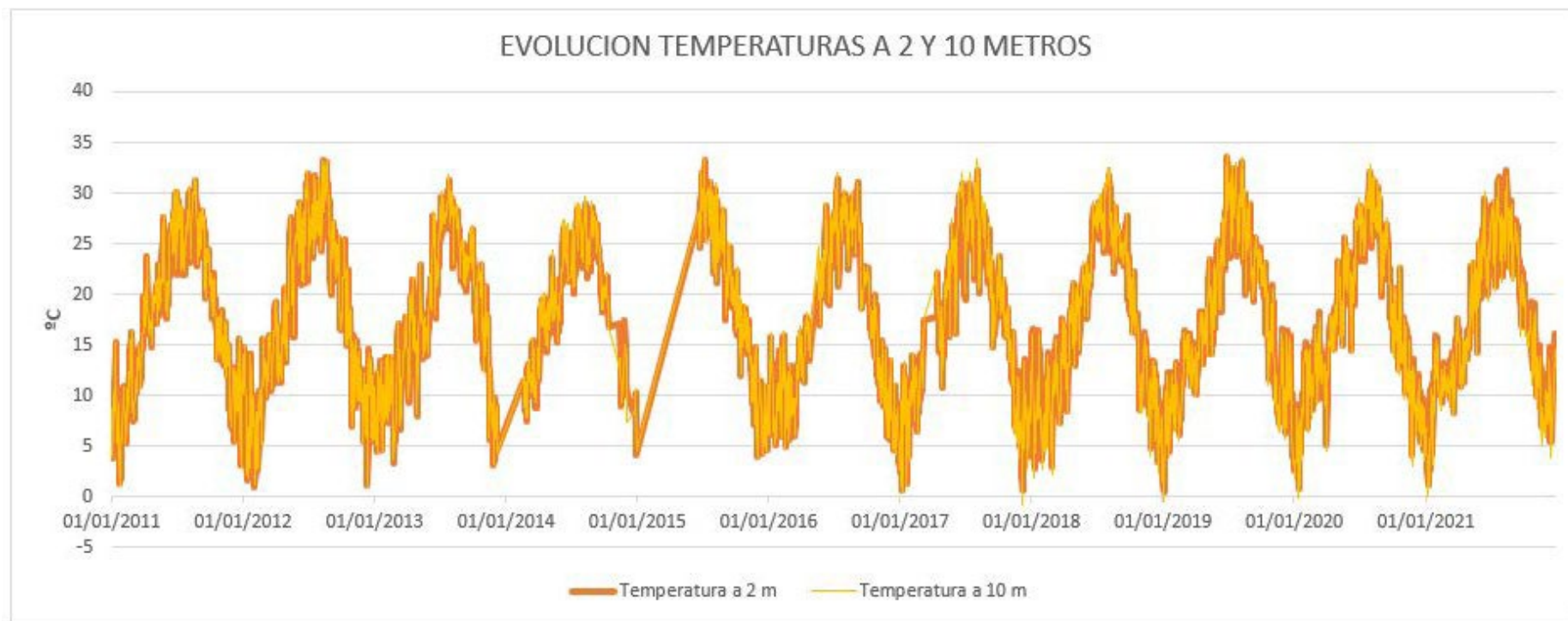
Proyecto	Promotor	Tipo	Superficie (ha)	Potencia	Estado de tramitación	Fecha puesta en marcha	Términos Municipales
<b>PFV Valdelagua</b>	Valdelagua Wind Power S.L.	Fotovoltaica	120,43	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Chiprana
<b>PFV Sierrezuela</b>	Energía Sierrezuela S.L.	Fotovoltaica	127,62	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Chiprana
<b>PFV Ribagrande</b>	Ribagrande Energía S.L.	Fotovoltaica	104,59	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Chiprana
<b>PFV Robledo</b>	El Robledo Eólica S.L.	Fotovoltaica	110,45	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Chiprana
<b>PFV Logro</b>	Logro Solar S.L.	Fotovoltaica	131,35	50 MWp	En construcción	-	Chiprana
<b>PFV Desafío</b>	Desafío Solar S.L.	Fotovoltaica	169,19	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Escarnes</b>	Escarnes Solar S.L.	Fotovoltaica	112,82	40 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Envitero</b>	Envitero Solar S.L.	Fotovoltaica	121,70	46 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Mocatero</b>	Mocatero Solar S.L.	Fotovoltaica	148,76	40 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV IGNIS Solar UNO</b>	IGNIS Solar Uno S.L.	Fotovoltaica	165,16	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Mediomonte</b>	Mediomonte Solar S.L.	Fotovoltaica	181,51	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Escatrón Solar Dos</b>	Escatrón Solar Dos S.L.	Fotovoltaica	123,35	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Emoción</b>	Emoción Solar S.L.	Fotovoltaica	171,05	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV Palabra</b>	Palabra Solar S.L.	Fotovoltaica	137,43	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Escatrón
<b>PFV IGS</b>	Ignis Generación S.L.	Fotovoltaica	15,6	7 MWp	Existente	Febrero 2022	Escatrón
<b>PFV Hazaña</b>	Hazaña Solar S.L.	Fotovoltaica	130,41	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Samper de Calanda
<b>PFV Talento</b>	Talento Solar S.L.	Fotovoltaica	122,26	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Samper de Calanda
<b>PFV Esplendor</b>	Esplendor Solar S.L.	Fotovoltaica	132,28	50 MWp	Existente	Marzo 2020	Samper de Calanda



### **3.2 Análisis de los datos obtenidos**

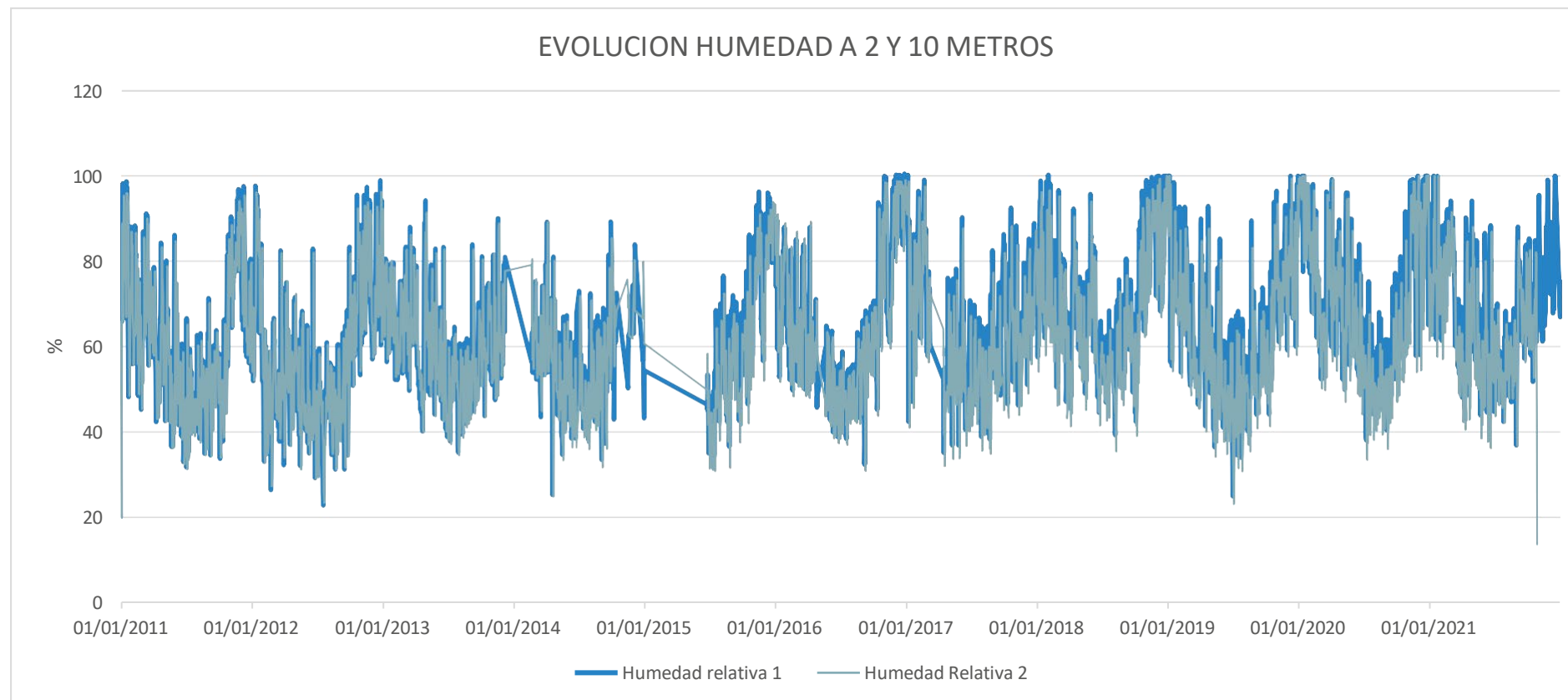
En las siguientes tablas se muestra la evolución de los parámetros climáticos desde 2011 hasta 2021.

**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL. ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDAS A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**



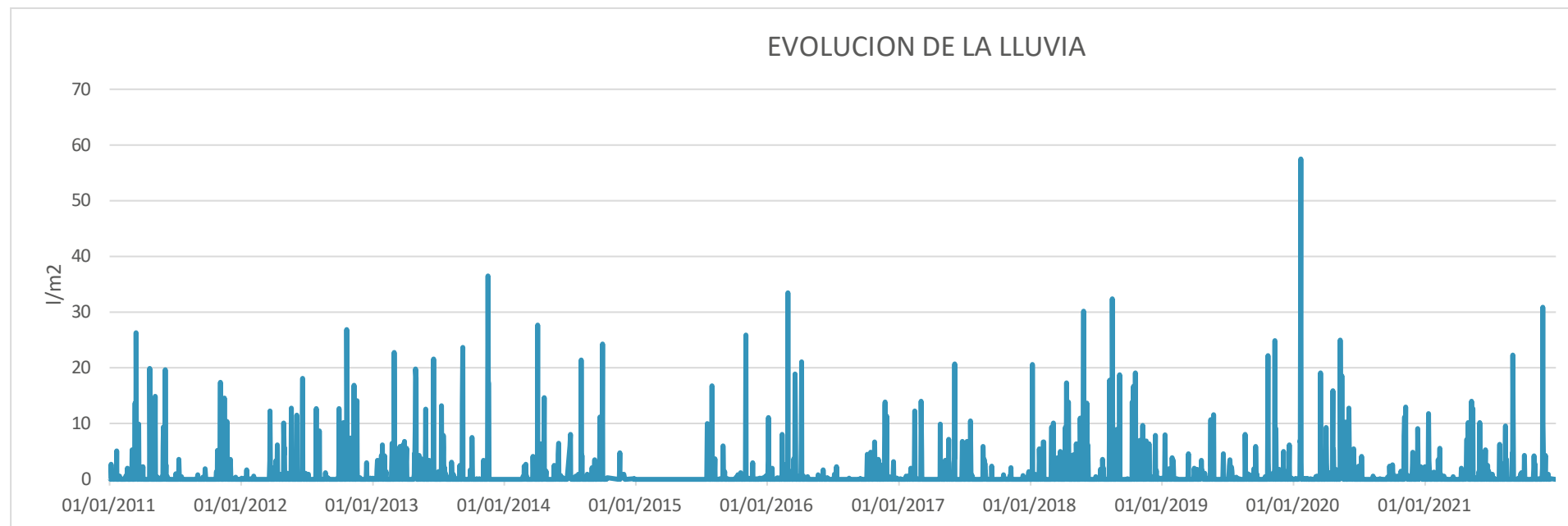
En el caso de la evolución de la temperatura a dos alturas diferentes (2 y 10 m) -recordemos que los paneles tienen una altura máxima del seguidor a 4 m-, se puede concluir mediante la gráfica anterior, que se ha mantenido constante desde 2011 a ambas alturas. En este caso, se puede comprobar que las temperaturas han alcanzado máximas cercanas a los 35 °C en los meses más calurosos del año durante toda la década evaluada. Por otro lado, respecto a las temperaturas mínimas, se puede observar a partir de 2018 una reducción de las mínimas por debajo de 0 °C, en los meses más fríos.

**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL. ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDAS A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**



En cuanto a la humedad, no se han observado cambios relevantes en esta década, manteniéndose los valores analizados en las dos alturas evaluadas. Si bien, se puede concluir que, en los últimos años, la variación de humedad se ha estabilizado en valores menos drásticos en función de la época del año situándose entre el 35 y 100 %.

**BLOQUE II. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL. ANEXO XIV. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS LOCALES DEBIDAS A LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS**



En el caso de la lluvia, se mantiene la estabilidad a lo largo de la década 2011-2021, con valores más drásticos en momentos puntales del último trienio, coincidiendo con épocas de mayores precipitaciones a principios del año 2020. En este sentido, tampoco se determinan modificaciones sustanciales en las tendencias evaluadas respecto a la situación pre y post operacional de la planta solar.

## **4 CONCLUSIONES**

A la vista de parámetros evaluados en las PFV en el entorno de Escatrón, siendo estos:

- Temperatura
- Humedad
- Precipitaciones

se llega a la conclusión de que no se han producido cambios significativos en los mismo en el ámbito de estudio en la situación pre y post operacional de las plantas solares.

En conclusión, la presencia y funcionamiento de un conjunto de plantas solares, **no parece generar modificaciones sustanciales en los factores climáticos de una zona concreta.**