

Estudio Cuantitativo de los Impactos Socioeconómicos Locales de la Energía Solar Fotovoltaica

11 de marzo de 2025¹



ENERGYECOLAB



Arfima
Financial Solutions

¹ Este estudio ha sido elaborado por Natalia Fabra (EnergyEcoLab, UC3M), en colaboración con Jordi Oviedo (AFS), Michael Duarte (EnergyEcoLab, UC3M) y Álvaro Oballe (EnergyEcoLab, UC3M). Se agradecen las aportaciones y comentarios de Eduardo Gutiérrez y Roberto Ramos (Banco de España), Gonzalo Romero Villanueva (cemfi) y Elena Parra (UC3M). El informe ha sido desarrollado a petición de UNEF, que ha respetado plenamente la independencia de sus autores. Los posibles errores o imprecisiones que pueda contener son responsabilidad exclusiva de los autores.

Index

1	Introducción	3
2	Revisión de la Literatura Académica	6
3	Descripción de la Metodología	10
3.1	Modelo de Efectos Fijos en Dos Dimensiones	10
3.2	Modelo de los Controles Sintéticos	11
4	Impactos Socio-Económicos Locales de la Energía Solar	13
4.1	Mercado de Trabajo	13
4.2	Demografía	20
4.3	Otros Indicadores de Actividad Económica	26
4.4	Renta per Cápita	27
4.5	Finanzas Municipales	32
5	Estudios de Caso	37
5.1	Alcázar de San Juan	37
5.1.1	Principales Características Socio-Económicas	37
5.1.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	40
5.1.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	41
5.2	Bienvenida	45
5.2.1	Principales Características Socio-Económicas	45
5.2.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	48
5.2.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	49
5.3	Carmona	53
5.3.1	Principales Características Socio-Económicas	53
5.3.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	56
5.3.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	57
5.4	Escatrón	61
5.4.1	Principales Características Socio-Económicas	61
5.4.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	64
5.4.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	66
5.5	Tordesillas	71
5.5.1	Principales Características Socio-Económicas	71
5.5.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	73
5.5.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	74
5.6	Totana	78

5.6.1	Principales Características Socio-Económicas	78
5.6.2	Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica	80
5.6.3	Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica	81
6	Conclusiones	85
A	Descripción de la Metodología	87
A.1	Modelo de efectos fijos en dos dimensiones	87
A.2	Modelo de los controles sintéticos	89
B	Resultados Adicionales	93
C	Fuentes de Información sobre las Plantas	94

1. Introducción

El despliegue de inversiones en energías renovables es un imperativo para descarbonizar el sector eléctrico y, mediante la electrificación, reducir las emisiones del conjunto de la economía. Entre las tecnologías disponibles, la energía solar fotovoltaica destaca como una de las opciones con mayor potencial de crecimiento, impulsada por la significativa reducción de costes de inversión experimentada en los últimos años (IRENA 2024). Además, España se ha consolidado como un líder en su desarrollo (Global Energy Monitor 2024) gracias, entre otros factores, a la abundancia del recurso solar y a la disponibilidad de terreno.

Sin embargo, aunque el avance tecnológico y la disponibilidad de recursos son condiciones necesarias para su desarrollo, no son suficientes. Para que la energía solar siga recibiendo apoyo político y social, es fundamental que las inversiones generen beneficios socioeconómicos significativos, tanto a nivel nacional como local, favoreciendo a los residentes de los municipios donde se llevan a cabo estas inversiones (Bosetti, Colantone y De Vries 2024). Las energías renovables no solo representan una herramienta clave para mitigar el cambio climático, sino también una oportunidad para fomentar el desarrollo local y reducir las desigualdades territoriales.

Evaluar cómo estas inversiones impactan en el tejido económico y social de los municipios receptores es crucial para diseñar políticas que maximicen sus beneficios y minimicen posibles externalidades negativas, promoviendo así una mayor aceptación social. Aunque la cuantificación de los efectos globales o a escala nacional ha recibido más atención (IRENA e ILO 2021; Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico 2024), los impactos socioeconómicos locales han sido menos explorados, a pesar de su importancia. Este estudio contribuye en esta dirección, cuantificando los efectos de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre ámbitos clave como el empleo local, la demografía, la actividad económica, la renta per cápita y las finanzas públicas en los municipios donde se ubican las instalaciones.

El análisis utiliza métodos estadísticos a la frontera de la investigación en economía y se alimenta de datos muy detallados, incluyendo una amplia batería de variables socioeconómicas a nivel de municipio y a lo largo del tiempo. Esto permite estimar los impactos socio-económicos locales de las inversiones en energía solar fotovoltaica en España de manera rigurosa y robusta. El análisis se realiza tanto para el conjunto de municipios del país como a través de estudios de caso en un grupo representativo de municipios.

Entre los principales hallazgos del análisis, destacan los siguientes:

1. **Mercado de trabajo local:** Las inversiones en energía solar fotovoltaica contribuyen significativamente a la generación de empleo local, así como a la reducción del desempleo local, durante la fase de construcción. Las inversiones permiten reducir el desempleo particularmente entre trabajadores previamente empleados en la industria, los servicios, y en menor medida en construcción o agricultura. Aunque los impactos positivos se reducen drásticamente en la fase de operación y mantenimiento, la atracción de mano de obra durante la fase de construcción resulta crucial para dinamizar las economías locales, a la luz de la evidencia que se describe a continuación.
2. **Demografía:** Se observa un crecimiento de la población total y de la población en edad de trabajar en los municipios donde se ubican las inversiones, con un aumento estimado del 3-7%. No se percibe un aumento de la población extranjera. El efecto sobre la natalidad no es estadísticamente significativo. Estos resultados indican que las inversiones en energía solar pueden actuar como un catalizador para atraer residentes que permanecen en el municipio más allá de la finalización de la construcción, y mitigar así el despoblamiento de áreas rurales.
3. **Actividad económica:** Los municipios con inversiones significativas en energía solar fotovoltaica experimentan un aumento promedio del 2% en el número de empresas registradas, particularmente en el sector de la construcción, pero también, aunque en menor medida, en la hostelería y la agricultura. Este efecto refleja la capacidad de estas inversiones para estimular el tejido productivo local. También se produce un aumento de en torno a un 3% en el precio medio de las viviendas en los municipios tras la puesta en marcha de las plantas, resultado que es consistente con el ligero aumento que experimenta la población.
4. **Renta per cápita:** La combinación de estos efectos se traduce en aumentos moderados de la renta per cápita de los residentes, estimados en el entorno del 0,5-1% según diversos indicadores.
5. **Finanzas municipales:** Las inversiones también generan un incremento en los ingresos fiscales locales, superior al 11% en promedio, principalmente a través de impuestos como el ICIO, el IAE y el IBI. Este aumento permite a los municipios disponer de mayores recursos para aumentar el gasto público.

En síntesis, este estudio demuestra que las inversiones en energía solar fotovoltaica tienen el potencial de generar impactos socioeconómicos positivos significativos a nivel local. Estos incluyen la dinamización del mercado laboral durante la fase de construcción, la mitigación de los procesos de despoblación, el impulso a la creación de empresas locales y la generación de nuevos ingresos públicos, que en última instancia benefician a los residentes

mediante aumentos del gasto público y ligeros aumentos en la renta per cápita. El ligero aumento en el precio de la vivienda es consistente con la revitalización de los municipios.

Sin embargo, aunque estos efectos son positivos en promedio, el estudio también destaca la existencia de una heterogeneidad significativa entre municipios. Parte del éxito de las políticas públicas radica en identificar las características que maximizan estos beneficios. Entre las recomendaciones clave se incluyen: implementar políticas de formación para mejorar la empleabilidad de los trabajadores en la construcción y mantenimiento de las plantas, diseñar estrategias para retener a los trabajadores en los municipios más allá del fin de las obras, fomentar que las inversiones se traduzcan en la creación de tejido industrial y empresarial local, y asegurar un uso eficiente de los mayores ingresos fiscales para maximizar el bienestar de la comunidad local.

El informe se estructura del siguiente modo:

- Primero, la sección 2 repasa la literatura académica que ha cuantificado los efectos socioeconómicos de las inversiones en energías renovables, con énfasis en sus impactos sobre el mercado laboral.
- A continuación, la sección 3 describe en detalle la metodología empleada y las fuentes de datos utilizadas, que incluyen información granular a nivel municipal y una amplia gama de variables socioeconómicas.
- Posteriormente, la sección 4 presenta los resultados del análisis, que abordan impactos clave en el mercado de trabajo, la demografía, la actividad económica, la renta per cápita y las finanzas municipales.
- La sección 5 contiene los estudios de caso para los municipios de Alcázar de San Juan, Bienvenida, Carmona, Escatrón, Tordesillas y Totana.² Cada caso incluye una descripción de las principales características del municipio y de las inversiones en energía solar fotovoltaica realizadas, con el objetivo de proporcionar contexto al análisis de sus efectos sobre las variables socioeconómicas.
- Finalmente, la sección 6 extrae las conclusiones principales del análisis.

² La elección de los municipios fue a propuesta de UNEF.

2. Revisión de la Literatura Académica

El análisis de los efectos socioeconómicos de las inversiones en energías renovables despierta un interés creciente. A medida que avanza la transición energética, el auge de estas inversiones se presenta como una oportunidad para impulsar el empleo, la creación de empresas y el desarrollo del tejido industrial a lo largo de toda la cadena de valor. Diversos estudios de instituciones y organismos internacionales han puesto de manifiesto este potencial.

Un ejemplo destacado es el informe publicado anualmente por la Asociación Internacional de Energías Renovables (IRENA) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). En su edición más reciente, IRENA e ILO (2021) concluyen que la energía solar fotovoltaica es el sector de mayor crecimiento, con 7,1 millones de empleos creados a nivel global en 2023, lo que representa casi la mitad de la fuerza laboral total del sector de las energías renovables.

En un estudio centrado únicamente en la fotovoltaica, IRENA (2017) describe y cuantifica los diferentes tipos de trabajo creados en cada fase de la cadena de valor de la industria solar, pero sin indicar si estos puestos tienen mayor o menor probabilidad de ser ocupados por residentes en los municipios donde se ubican las plantas. Por tanto, al igual que la mayoría de estudios, estos informes ofrecen estimaciones de las tendencias y efectos socioeconómicos a nivel global, pero prestan menor atención a los efectos locales, que constituyen el foco principal del presente estudio.

De igual modo, la literatura académica ha centrado la mayoría de sus estudios en el análisis de los efectos globales o agregados a nivel nacional, dejando en un segundo plano tanto la distribución geográfica de dichos impactos como su dimensión local. Sin embargo, más allá de su interés y relevancia económica, los efectos locales son cruciales en la medida que su percepción por parte de los residentes influye directamente en la aceptación social de las inversiones (Scovell et al. 2024).

Los estudios que cuantifican de manera empírica los impactos locales de las inversiones en energías renovables son escasos y, en su mayoría, se centran en la energía eólica. Aunque el presente estudio se enfoca en la energía solar fotovoltaica, a continuación se exponen los principales hallazgos de investigaciones previas sobre energía eólica y solar fotovoltaica. Los estudios sobre energía eólica no solo son más numerosos, sino que también proporcionan una referencia valiosa para contextualizar y valorar los efectos estimados en el caso de la energía fotovoltaica.

Impactos locales de la energía eólica Diversos estudios han analizado el impacto de la energía eólica en el empleo local utilizando datos de diferentes países y regiones. En

general, los resultados indican impactos no significativos o de magnitud limitada.

En Estados Unidos, Brunner y Schwegman (2022) concluyen que, para las inversiones que tuvieron lugar entre 1995 y 2017, no hubo un aumento significativo en el empleo de los condados estudiados. Resultados similares son reportados por Hartley et al. (2014) para Texas, con datos entre 2001 y 2011. No obstante, Brown et al. (2012), con datos de Estados Unidos entre 2000 y 2008, estiman un incremento de 0,5 puestos de trabajo por megavatio (MW) de generación eólica instalado.

En Brasil, Scheifele y Popp (2024) encuentran que, durante los primeros doce meses posteriores a la instalación de un parque eólico, el empleo local aumentó en 0,25 trabajos por MW instalado. Por su parte, en Portugal, utilizando datos de 1997 a 2017, Costa y Veiga (2021) estiman un efecto promedio de entre 0,39 y 0,55 puestos de trabajo por MW instalado durante los dos años previos a la puesta en marcha. Este efecto desaparece tras finalizar la construcción. En España, con datos de 3.900 municipios entre 2017 y 2021, Fabra et al. (2024) estiman que las inversiones en energía eólica generaron un multiplicador del empleo local de 0,165 puestos de trabajo por MW instalado durante la fase de construcción, pero este impacto fue nulo durante la fase de mantenimiento.

También se han cuantificado otros efectos locales derivados de las inversiones en energía eólica, como el impacto en el crecimiento económico, la población, la renta per cápita y las finanzas públicas. Con datos de Estados Unidos, Brunner y Schwegman (2022) concluyen que la energía eólica incrementó significativamente el tamaño de la economía local, la renta per cápita de los residentes y la mediana del precio de la vivienda. En relación con los salarios, la evidencia sugiere un aumento modesto del 2,0% en los municipios rurales de Estados Unidos, efectos que se atribuyen principalmente a canales indirectos derivados de las inversiones, como los pagos por arrendamientos o el aumento de los recursos públicos locales (Mauritzen 2020) gracias a la mayor recaudación.

En cuanto a los impactos sobre los ingresos municipales, existe consenso respecto a la presencia de un efecto significativo y positivo, aunque con discrepancias en cuanto a su magnitud. Con datos de Portugal, Costa y Veiga (2021) reportan un incremento pequeño pero sostenido del 1,82% en los ingresos públicos por cada MW eólico instalado. Para España, Serra-Sala (2023) concluye que, en promedio para parques y municipios de distintos tamaños, la instalación de un parque eólico genera un aumento del 30% en los ingresos municipales per cápita, efecto que se mantiene a lo largo del tiempo. También con datos de España, Fabra et al. (2024) estiman que cada MW eólico instalado incrementa los ingresos municipales en 7.000 € al año durante la fase de construcción y el primer año de operación.

Impactos locales de la energía solar fotovoltaica Entre los estudios que analizan los efectos locales de la energía solar fotovoltaica, destacan tres: Fabra et al. (2024), Scheifele

y Popp (2024) y Long, Huang y Xu (2024).

Con datos de España, Fabra et al. (2024) cuantifican los multiplicadores de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre el empleo y el desempleo local, considerando las inversiones realizadas entre 2017 y 2021. Los multiplicadores estimados alcanzan un promedio de 0,55 puestos de trabajo por MW instalado durante la fase de construcción, con un pico de 1 puesto de trabajo por MW seis meses antes de la puesta en marcha de las plantas. Para la primera ola de inversiones, estos valores son aún mayores, con un promedio de 1,7 puestos de trabajo por MW instalado durante la construcción. Analizando los datos de afiliación por sectores NACE concluyen que la mayor parte de los efectos son sobre el empleo directo, es decir, aquél que está directamente relacionado con la construcción de las plantas.

Los resultados de Scheifele y Popp (2024) para Brasil son consistentes con los de Fabra et al. (2024) en España. En particular, estiman un impacto laboral positivo de entre 1 y 1,5 empleos por MW en los 15 meses previos a la puesta en marcha de las plantas fotovoltaicas.

Ambos estudios coinciden en dos aspectos clave: los impactos positivos se limitan a la fase de construcción, sin efectos significativos durante la operación y el mantenimiento, y los multiplicadores asociados a la energía solar fotovoltaica son notablemente superiores a los estimados para la energía eólica.

Tales diferencias se explican por la distinta complejidad de las tareas requeridas para la construcción y el mantenimiento de las instalaciones solares y eólicas. Las primeras requieren un menor grado de complejidad, lo que facilita cubrir las necesidades de mano de obra con la población local (Fabra et al. 2024; Mauritzen 2020; Scheifele y Popp 2024).

En cuanto a los multiplicadores fiscales, Fabra et al. (2024) encuentran un impacto positivo de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre los ingresos fiscales municipales, lo que permite incrementos en el gasto público. Por su parte, Scheifele y Popp (2024) también identifican un multiplicador fiscal positivo, aunque limitado a un único aumento puntual durante la fase de construcción. Ambos estudios coinciden en que los multiplicadores fiscales asociados a la energía eólica presentan magnitudes mayores y mayor persistencia en comparación con los de la energía solar.

Respecto a los impactos sobre la renta per cápita, Fabra et al. (2024) estiman un efecto positivo y significativo, principalmente vinculado a aumentos salariales. Sin embargo, el estudio de Scheifele y Popp (2024) en Brasil no encuentra un impacto significativo en los ingresos laborales.

En relación con el efecto de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre el tamaño de la economía local, medido como el PIB municipal, la literatura presenta resultados

contrapuestos. Scheifele y Popp (2024) estiman un incremento de 1 millón de reales brasileños por MW instalado en Brasil. En cambio, Long, Huang y Xu (2024), en su análisis de municipios chinos entre 2005 y 2019, concluyen que el desarrollo fotovoltaico tuvo un impacto negativo sobre las economías locales. Según este último estudio, el PIB per cápita disminuyó en promedio un 2,7%, atribuible al coste de oportunidad de utilizar terrenos de alto valor agrícola para huertos solares. No obstante, Long, Huang y Xu (2024) también estiman un aumento del 2% en la población local, a pesar de menores salarios y mayores precios de la vivienda, lo que podría sugerir mejoras en los servicios locales.

Impactos negativos Algunos estudios también identifican efectos negativos asociados a las inversiones en energías renovables, especialmente en relación con el impacto en los precios de las viviendas cercanas a estas infraestructuras. Este tipo de análisis es más común en el caso de la energía eólica (Dong, Gaur y Lang 2023; Gibbons 2015; Sunak y Madlener 2016), aunque también existen ejemplos sobre los impactos de los huertos solares.

En los Países Bajos, Dröes y Koster (2021) estiman que la instalación de paneles solares redujo el precio de las viviendas situadas a menos de 1 km en un 2,6%. Por otro lado, en el Reino Unido, Jarvis (2021) concluye que los precios residenciales no se vieron significativamente afectados, ni siquiera a distancias inferiores a 1 km de los parques solares.

Principales conclusiones de la literatura En resumen, existe un vacío en la literatura académica respecto a la cuantificación de los efectos socioeconómicos locales de las energías renovables, especialmente en relación con las inversiones en energía solar fotovoltaica. Este vacío adquiere especial relevancia a la luz de los diferentes impactos de la energía eólica y la solar, obtenidos incluso en estudios que emplean metodologías y estructuras de datos similares para ambas tecnologías (Fabra et al. 2024; Scheifele y Popp 2024).

La conclusión principal de los estudios existentes es que la energía solar fotovoltaica contribuye al aumento del empleo y a la reducción del desempleo a nivel local, aunque estos efectos se limitan a la fase de construcción. Sin embargo, otros impactos socioeconómicos positivos, como el incremento en la recaudación municipal y su traducción en inversiones públicas, persisten durante la fase de operación y mantenimiento.

Este informe presenta nueva evidencia para el caso de España sobre los beneficios locales derivados de las inversiones en energía solar fotovoltaica al cuantificar sus impactos sobre una amplia batería de variables socio-económicas relativas al mercado de trabajo, la demografía, la actividad económica, la renta de los residentes y las finanzas municipales.

3. Descripción de la Metodología

El informe se fundamenta en las mejores prácticas del campo de la estadística aplicada a las ciencias sociales, empleando los métodos más adecuados para identificar los impactos socioeconómicos locales de la energía solar fotovoltaica.

Un método comúnmente utilizado consiste en analizar la evolución temporal de las variables de interés (por ejemplo, empleo, desempleo, flujos migratorios, etc.) antes y después de la inversión. Sin embargo, este método no es adecuado en la medida que factores externos, ajenos a la construcción de las plantas, podrían generar efectos que se confundan con los derivados de estas inversiones.

Por ejemplo, en períodos de expansión económica, podrían observarse aumentos en el empleo y descensos en el desempleo antes y después de la construcción de las plantas, sin que dichos cambios sean atribuibles directamente a las inversiones. De manera similar, procesos generalizados de despoblación en zonas rurales, donde se ubica una gran parte de las instalaciones, no deberían interpretarse automáticamente como efectos negativos de las inversiones. Si la población en los municipios disminuye tras las inversiones, pero menos de lo que habría disminuido en ausencia de éstas, dicho resultado debería considerarse como un efecto positivo.

Por tanto, para estimar correctamente los efectos *causales*, es esencial construir grupos de control bien definidos que aporten evidencia sobre cómo se habrían comportado las variables de interés en ausencia de las inversiones. En este estudio, el efecto causal se mide comparando la evolución de las variables socio-económicas en el tiempo entre los municipios con inversiones y los municipios del grupo de control; es decir, evaluando el *antes-y-después* en los municipios con inversiones frente al comportamiento observado en los municipios sin inversiones pertenecientes al grupo de control. Ello se hace a través de dos métodos complementarios, los cuales se describen a continuación.

3.1. Modelo de Efectos Fijos en Dos Dimensiones

El “*Modelo de efectos fijos en dos dimensiones*” (TWFE, por sus siglas en inglés) es una técnica econométrica diseñada para analizar datos de panel, es decir, conjuntos de datos que combinan observaciones de múltiples unidades (en este caso, municipios) a lo largo del tiempo.

Este modelo permite controlar los efectos de características no observadas de los municipios que son constantes (por ejemplo, características estructurales específicas de cada municipio, como su localización u orografía) o que son comunes entre municipios en ca-

da momento del tiempo (por ejemplo, tendencias que afectan de igual manera a todos los municipios, como un boom o recesión económica). De esta forma, se evita que estas características no observadas introduzcan sesgos en las estimaciones, lo que garantiza resultados más precisos sobre los efectos de las inversiones en energía solar fotovoltaica en las variables socioeconómicas analizadas (empleo, desempleo, población, etc.)

En particular, este método se basa en aprovechar las diferencias observadas entre municipios con y sin inversiones en solar fotovoltaica para analizar sus efectos (o entre municipios que ya han recibido las inversiones frente a aquellos todavía sin ellas). La lógica subyacente es que todos los municipios enfrentan tendencias económicas y sociales similares. Por lo tanto, cualquier diferencia respecto a esas tendencias comunes, teniendo en cuenta las particularidades de cada municipio, puede atribuirse a los efectos de las inversiones en solar fotovoltaica.

Véase el Anexo A.1 en el que se describe en mayor detalle el modelo de efectos fijos en dos dimensiones.

3.2. Modelo de los Controles Sintéticos

El estudio también pone el foco en un conjunto de seis municipios representativos donde se han llevado a cabo importantes inversiones en energía solar fotovoltaica: Alcázar de San Juan (Sevilla), Bienvenida (Badajoz), Carmona (Sevilla), Fuente del Álamo de Murcia (Murcia), Escatrón (Zaragoza), Tordesillas (Valladolid), y Totana (Murcia). Para analizar el impacto socio-económico de las inversiones en estos municipios se utiliza la técnica de los “controles sintéticos” (Abadie y Gardeazabal 2003; Abadie, Diamond y Hainmueller 2010).

Para cada estudio de caso, este método identifica un grupo de municipios en los que, antes de la inversión en energía solar fotovoltaica, las variables de interés (empleo, desempleo, población, etc.) mostraban un comportamiento similar al del municipio objeto de estudio. Estos municipios, combinados con ponderaciones adecuadas, conforman lo que se denomina el *control sintético*. Los municipios que forman parte del control sintético deben compartir características clave con el municipio tratado (como proximidad geográfica, tamaño poblacional similar, entre otras), siendo esencial que no hayan recibido inversiones en energía solar fotovoltaica. Esto asegura que el análisis aísle el efecto de estas inversiones sobre las variables estudiadas.

El supuesto central del método es que, en ausencia de las inversiones, el municipio tratado habría seguido una evolución similar a la de su control sintético. Por lo tanto, el impacto de las inversiones se refleja en las diferencias observadas en la evolución de las variables entre el municipio tratado y su control sintético. Así se evita que tendencias generales que afectan a todos los municipios – al que es objeto de estudio y a los que conforman el grupo

de control – se confundan con los efectos específicos de las inversiones.

Véase el Anexo A.2 en el que se describe en mayor detalle la metodología de los controles sintéticos.



Figura 1: Estudios de caso analizados según el modelo de los controles sintéticos

4. Impactos Socio-Económicos Locales de la Energía Solar

A continuación, se describen los impactos socioeconómicos de la energía solar fotovoltaica en España en cinco ámbitos: mercado de trabajo, demografía, actividad económica, renta per cápita y finanzas municipales. Aunque la disponibilidad de cada variable condiciona el período de análisis, la mayoría de las variables se estudian para el período comprendido entre 2003 y 2022.

El análisis se basa en los dos modelos descritos previamente. El modelo de efectos fijos en dos direcciones emplea dos tipos de muestras: todos los municipios de España (muestra total) y únicamente aquellos que han recibido inversiones en energía solar fotovoltaica en algún momento del período analizado (muestra restringida). Aunque la muestra restringida reduce casi a la mitad las observaciones de la muestra total, incluye municipios que son más homogéneos entre sí.

Por otro lado, el modelo de controles sintéticos se aplica al análisis de estudios de caso en seis municipios seleccionados (Figura 1). En esta sección se muestran los resultados medios para el conjunto de estudios de caso, y en la Sección 5 se detallan todos los controles sintéticos para cada uno de ellos, conjuntamente con fichas descriptivas de las características de cada municipio que permiten poner en contexto los resultados.

4.1. Mercado de Trabajo

Uno de los impactos socioeconómicos más relevantes de las inversiones en energía solar fotovoltaica se produce en el mercado de trabajo local. Por ello, se ha analizado cómo responde el **empleo** y **desempleo** (normalizados por la población) en los municipios donde tienen lugar las inversiones, antes y después de su construcción. Los dos métodos utilizados permiten concluir que las inversiones en energía solar fotovoltaica en España han permitido aumentos del empleo local y reducciones del desempleo local en los municipios donde se ubican las instalaciones.

Modelo de efectos fijos en dos dimensiones Se ha estimado el efecto que tiene la construcción de las plantas sobre el empleo y desempleo del municipio donde se ubican las plantas durante el año previo a la puesta en marcha, coincidiendo con la construcción. En concreto, para reducir la heterogeneidad de los efectos, se estima el efecto que tiene la construcción de plantas con una capacidad de 10 MW o más.

El Cuadro 1 muestra los efectos estimados sobre el empleo local. Utilizando la muestra completa con todos los municipios, tengan o no inversiones en fotovoltaica, las estima-

ciones indican que la construcción de una planta hace aumentar de forma significativa el empleo del municipio, en torno a un 13% (más concretamente un 13,24% en la especificación de la columna 1, ó un 13,66% en la columna 3).³ Si se utiliza la muestra restringida, que sólo incluye municipios que en algún momento hayan recibido inversiones en fotovoltaica, el efecto se reduce, al entorno del 7% (concretamente, 6,51% ó 7,02% en las columnas 2 y 4, respectivamente).⁴

En el Cuadro 2 se explora la heterogeneidad que existe en cuanto a los efectos del empleo local en municipios cuya población está por encima o por debajo de la mediana. Como cabe esperar, se observa que el efecto en términos porcentuales es relativamente inferior en los municipios con población por encima de la mediana.

Cuadro 1: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en la afiliación*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Afiliación	0.1324*** (0.0041)	0.0651*** (0.0034)	0.1366*** (0.0043)	0.0702*** (0.0034)
Observaciones	1,978,674	834,406	1,978,674	834,406
R ²	0.988	0.993	0.989	0.994
Muestra:	Total	Restringida	Total	Restringida
EF de Municipio:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Interacciones:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

*La variable dummy está activa durante los 12 meses previos a la apertura de la planta, coincidiendo con la fase de construcción.

Los resultados son muy similares si el plazo se amplía a 18 meses.

Muestra mensual de 2001 a 2023

El Cuadro 3 presenta los efectos estimados sobre el desempleo. En las dos primeras especificaciones, la construcción de las plantas reduce significativamente el desempleo local en un 1,59% y un 1,05%. Cuando se introduce la interacción entre el efecto fijo de año y de provincia, la significancia estadística se mantiene y la magnitud incrementa hasta un 1,80% y un 1,36% en las dos últimas especificaciones, respectivamente.

Nótese que si bien los efectos sobre el empleo y el desempleo apuntan en la misma dirección, la magnitud de los efectos no es la misma. Ambas variables aportan distinta información sobre el mercado de trabajo local. Los datos de empleo indican el número de personas empleadas por empresas registradas en el municipio, mientras que los datos de desempleo indican cuántos residentes están buscando empleo de forma activa. Las disparidades

³ La diferencia entre las especificaciones 1-2 y 3-4 es que la 3-4 incluyen in efecto fijo que interactúa el año con la provincia del municipio. Esto implica que la identificación del efecto sobre el empleo se estima por diferencias con otros municipios dentro de la misma provincia que no hayan recibido inversiones.

⁴ En el Apéndice B, se muestran los resultados en niveles, no en términos porcentuales.

Cuadro 2: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en la afiliación. Especificación con interacción.

	(1)	(2)	(3)	(4)
+10MW	0.2328*** (0.0205)	0.1160*** (0.0176)	0.3094*** (0.0211)	0.1440*** (0.0175)
10MW*Población>Mediana	-0.1165*** (0.0207)	-0.0582*** (0.0178)	-0.2005*** (0.0213)	-0.0846*** (0.0177)
Observaciones	1,978,674	834,406	1,978,674	834,406
R ²	0.988	0.993	0.989	0.994
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra mensual de 2001 a 2023

en los efectos capturados para ambas variables pueden provenir de varios factores, p.e. que las personas empleadas por las empresas del municipio no sean residentes, o que empleen a residentes que previamente estaban siendo empleados en empresas no registradas en el municipio – en ambos casos, un aumento en el empleo no se vería reflejado como una disminución del desempleo. Posibles disparidades pueden también deberse a que la construcción de la planta aliente una mayor tasa de participación en el mercado de trabajo, que mitigaría la reducción del desempleo.

Los datos de desempleo permiten la desagregación por sectores (indicando el sector del empleo anterior). El análisis desagregado muestra que la reducción del desempleo es generalizada en todos los sectores, con excepción de las personas que se incorporan al mercado laboral sin empleo previo. La disminución del desempleo es especialmente pronunciada para aquellos trabajadores previamente empleados en los sectores de industria y servicios (con caídas superiores al 3%), aunque también se registran reducciones significativas en la agricultura.

Cuadro 3: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en el desempleo

	(1)	(2)	(3)	(4)
Total	-0.0159*** (0.0039)	-0.0105*** (0.0037)	-0.0180*** (0.0036)	-0.0136*** (0.0034)
Observaciones	1,671,249	795,762	1,671,249	795,762
R ²	0.977	0.986	0.979	0.987
Agricultura	-0.0173** (0.0085)	-0.0182** (0.0085)	-0.0151** (0.0075)	-0.0062 (0.0075)
Observaciones	1,069,771	620,394	1,069,771	620,394
R ²	0.902	0.919	0.912	0.928
Industria	-0.0246*** (0.0060)	-0.0141** (0.0059)	-0.0452*** (0.0059)	-0.0314*** (0.0058)
Observaciones	1,227,774	683,485	1,227,774	683,485
R ²	0.948	0.960	0.951	0.963
Construcción	0.0189*** (0.0070)	0.0106 (0.0071)	0.0009 (0.0072)	-0.0114 (0.0071)
Observaciones	1,258,084	680,575	1,258,084	680,575
R ²	0.939	0.955	0.945	0.960
Servicios	-0.0368*** (0.0041)	-0.0321*** (0.0039)	-0.0337*** (0.0038)	-0.0307*** (0.0036)
Observaciones	1,608,685	783,901	1,608,685	783,901
R ²	0.972	0.982	0.974	0.984
Sin empleo anterior	0.0088 (0.0087)	0.0367*** (0.0083)	0.0424*** (0.0068)	0.0481*** (0.0065)
Observaciones	1,099,305	638,960	1,099,305	638,960
R ²	0.919	0.933	0.937	0.948
Muestra:	Total	Restringida	Total	Restringida
EF de Municipio:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Interacciones:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

*La variable dummy está activa durante los 12 meses previos a la apertura de la planta, coincidiendo con la fase de construcción.

Los resultados son muy similares si el plazo se amplía a 18 meses.

Muestra mensual de 2001 a 2023

Cuadro 4: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en **desempleo** total. Especificación con interacción

	(1)	(2)	(3)	(4)
+10MW	-0.0982*** (0.0219)	-0.0695*** (0.0224)	-0.0878*** (0.0212)	-0.0527** (0.0218)
10MW*Población>Mediana	0.0937*** (0.0221)	0.0663*** (0.0225)	0.0795*** (0.0213)	0.0440** (0.0219)
Observaciones	1,671,249	795,762	1,671,249	834,406
R ²	0.977	0.986	0.979	0.987
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra mensual de 2001 a 2023

Al igual que ocurre en el caso del empleo, tal y como muestra el Cuadro 4, los efectos porcentuales sobre el desempleo local son más fuertes en municipios cuya población está por debajo de la mediana dado que en municipios con mayor población el efecto sobre el desempleo se diluye entre el mayor número de habitantes.

Modelo de los controles sintéticos El modelo anterior permite estimar el efecto promedio de las inversiones en todos los municipios de España donde se han realizado. Sin embargo, dado que el efecto promedio podría ocultar posibles heterogeneidades, resulta igualmente relevante analizar estudios de caso en municipios específicos.

Para cada municipio objeto de estudio (Figura 1), se han construido controles sintéticos del empleo y desempleo locales normalizados por la población, que permiten estimar su evolución en ausencia de las inversiones en energía solar fotovoltaica. La diferencia entre el empleo o desempleo real del municipio y el de su control sintético refleja el impacto causal de las inversiones.

La Figura 2a representa el promedio de los impactos sobre el empleo normalizado para los seis municipios objeto de estudio, agrupando los resultados en años relativos al año previo a la puesta en marcha de la planta (que es cuando se deberían empezar a apreciar los efectos de la construcción sobre el mercado de trabajo). De manera análoga, la Figura 2b ilustra el impacto sobre el desempleo local normalizado por la población.

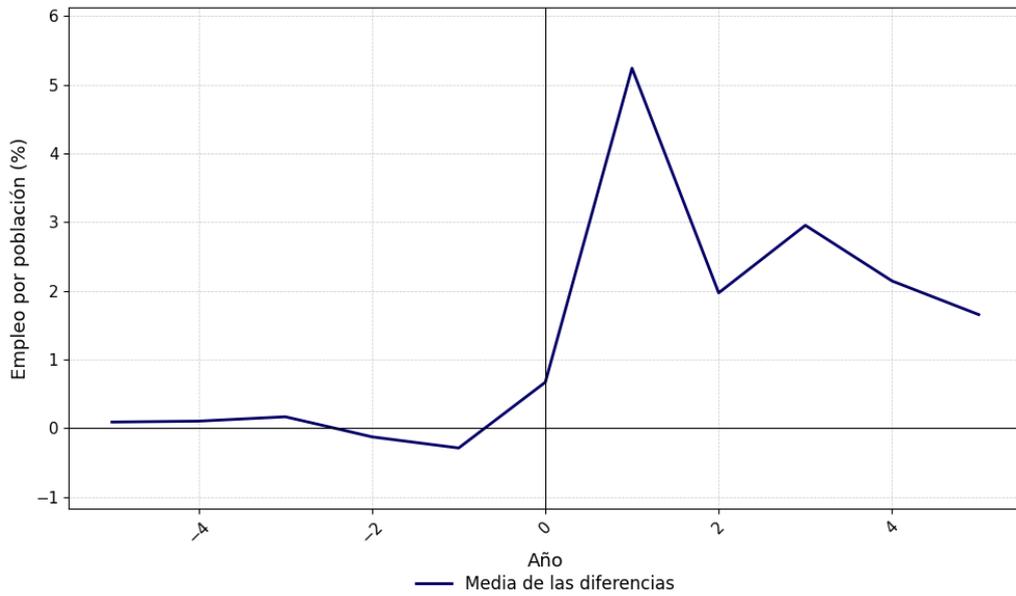
Se observa un impacto significativo en ambas variables. Durante el año en que se inicia

la construcción de la planta, el empleo real del municipio supera en 5 p.p. al empleo en el control sintético, en promedio de todos los casos analizados. En el segundo año, cuando termina la construcción y se inicia la operación de la planta, esta diferencia disminuye ligeramente, manteniéndose en torno a los 2-3 p.p. por encima del control sintético. Igualmente, el desempleo en el municipio disminuye en comparación con el control sintético, con una reducción estable de alrededor del 0,4 p.p. desde la puesta en marcha de las plantas. El hecho de que los efectos sean nulos o muy cercanos a cero en los años previos a la construcción pone de manifiesto que el empleo en el municipio objeto de estudio y en los municipios del control sintético se comportaban de forma similar, confirmando que estos constituyen un grupo de control válido.

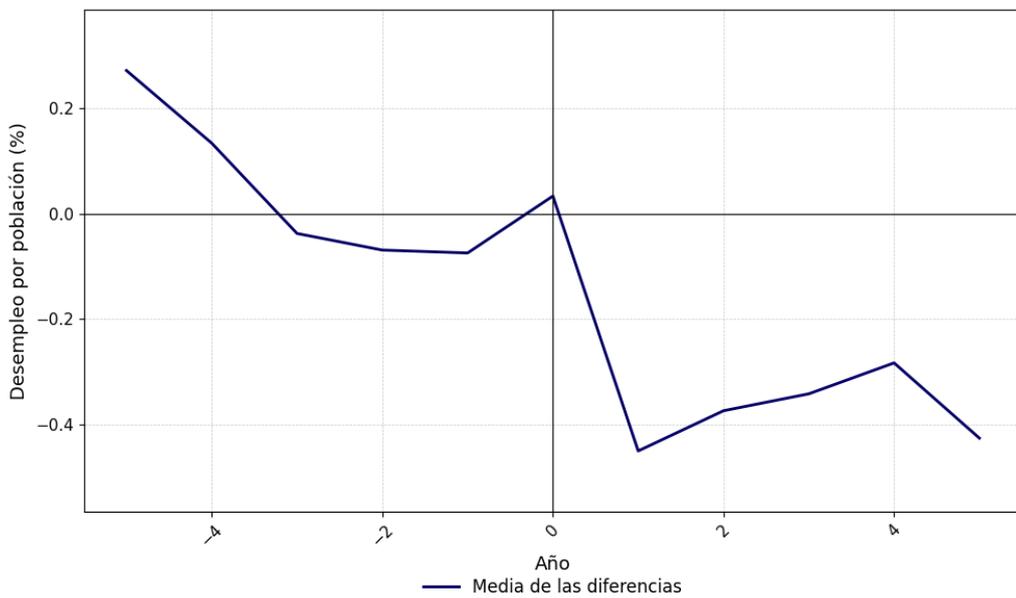
Al igual que bajo el método anterior, los efectos sobre el empleo y el desempleo son simétricos, si bien la magnitud del efecto sobre el empleo es superior que sobre el desempleo.

El Cuadro 5 resume el impacto de las inversiones sobre el mercado de trabajo en cada municipio estudiado. El efecto sobre el empleo no es homogéneo, siendo Escatrón el municipio que registra el mayor impacto, con una media de 6,5 p.p. de aumento del empleo, normalizado por la población, frente a su control sintético, lo que representa una subida del 25%. Carmona es el municipio que registra la menor diferencia, con un aumento de 0,7 p.p. en media, lo que supone un aumento del 2,2%.

El desempleo muestra unas diferencias más homogéneas, con una diferencia en torno a -0,3 p.p. entre el desempleo normalizado por la población en el municipio y en el control sintético, lo que constituye una reducción del 3,9%. En línea con los efectos sobre el empleo, Escatrón es el municipio que registra una mayor caída en el desempleo. Sorprende el caso de Bienvenida, con un ligero aumento del desempleo, que contrasta con el marcado aumento en el empleo. Ello puede ser debido a que el aumento de la contratación se concentre en no residentes, o que la construcción haya alentado la emigración al municipio (como se desprende del análisis de los efectos sobre la población que se muestra más adelante) y el aumento de la participación laboral.



(a) Efecto de las inversiones en energía solar sobre el empleo local



(b) Efecto de las inversiones en energía solar sobre el desempleo local

Figura 2: Efecto de las inversiones en energía solar sobre el empleo y desempleo locales

	Media		Máximo	
	Diferencia (p. p.)	Diferencia (%)	Diferencia (p. p.)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	0,7	2,1	1,7	4,9
Bienvenida	4,6	13,2	7,0	20,3
Carmona	0,7	2,2	1,0	3,5
Escatrón	6,5	25,2	22,6	87,6
Tordesillas	0,8	2,4	1,5	4,8
Totana	1,8	4,4	3,3	8,3
Media	2,5	8,3	6,2	21,6

(a) Efectos sobre el empleo local

	Media		Máximo	
	Diferencia (p. p.)	Diferencia (%)	Diferencia (p. p.)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	-0,2	-2,4	-0,6	-7,3
Bienvenida	0,1	1,7	-0,4	-4,0
Carmona	-0,5	-4,6	-0,7	-7,4
Escatrón	-0,9	-12,2	-2,0	-26,5
Tordesillas	-0,1	-0,9	-0,1	-1,9
Totana	-0,2	-4,7	-0,5	-9,1
Media	-0,3	-3,9	-0,7	-9,4

(b) Efectos sobre el desempleo local

Cuadro 5: Efectos de las inversiones en energía solar sobre el empleo y el desempleo locales

Nota: La columna *Diferencia (p.p.)* reporta la diferencia entre el empleo (o desempleo) normalizado por la población del municipio tratado y el de su control sintético. La columna *Diferencia (%)* reporta la diferencia en términos porcentuales sobre el empleo (o desempleo) en el control sintético. Las columnas bajo *Media* corresponden con el promedio durante el periodo post-intervención. Las columnas bajo *Máximo* reportan el efecto máximo registrado en el periodo post-intervención. La fila al final de cada tabla con la *Media* reporta la media (no ponderada) entre todos los municipios.

4.2. Demografía

También son relevantes los impactos de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre la demografía de los municipios tratados. Para analizarlos, se estudian sus impactos sobre la evolución de la población y la tasa de natalidad de los municipios que alojan las inversiones.

Modelo de efectos fijos en dos dimensiones Se ha analizado el efecto de la apertura de una o más plantas con una potencia instalada acumulada de 10 MW o más sobre diversas variables demográficas: la población total de los municipios, la población en edad de trabajar (de 16 a 64 años), la población de nacionales, extranjeros, y la natalidad. Los resultados en el Cuadro 6 muestran efectos positivos significativos en las tres primeras variables, con magnitudes similares en torno al 2,5-8%, dependiendo de la especificación utilizada. El efecto sobre la población extranjera y los nacimientos no es significativo, tomando valores positivos o negativos dependiendo de la especificación. Estos resultados reflejan una elevada heterogeneidad entre municipios en cuanto a los efectos sobre población extranjera y natalidad, lo que impide obtener conclusiones definitivas sobre la significancia estadística de los efectos. El Cuadro 7 analiza la heterogeneidad entre municipios con población por encima o por debajo de la mediana, y muestra que la atracción de la población se concentra en los primeros.

Es interesante analizar la evolución de los efectos a lo largo del tiempo. La Figura 3 pone el foco en las tres variables con efectos significativos (población total, población en edad de trabajar y población nacional) y examina los efectos desde 4 años antes hasta 4 años después de la apertura de las plantas, con la fecha de apertura normalizada a cero. Para cada año, se muestra el efecto sobre la variable correspondiente, incluyendo el intervalo de confianza al 10%.⁵

Como cabía esperar, no se observan efectos antes de la apertura de las plantas, lo que respalda la idoneidad del grupo de control. Sin embargo, tras la apertura de las plantas, la población total, la población en edad de trabajar y la población nacional muestran un crecimiento consistente en comparación con los municipios sin inversiones. Este análisis resulta especialmente relevante, ya que indica que el aumento de la población no se limita a la fase de construcción, sino que perdura en el tiempo.

Modelo de los controles sintéticos El análisis de los efectos según el método de los controles sintéticos arroja conclusiones similares, a pesar de las disparidades existentes entre unos estudios de caso y otros. La Figura 4a muestra, para cada año en relación con el año de construcción, el promedio de las diferencias entre la población en cada municipio objeto de estudio y la población en los municipios que conforman el control sintético. Análogamente, la Figura 4b muestra este efecto para la tasa de natalidad.⁶

Las inversiones en energía solar fotovoltaica generan un impacto positivo en ambas variables demográficas. En el año de la inversión, la población real de los municipios supera a la del control sintético en aproximadamente 50 habitantes de media. Esta diferencia se quin-

⁵ Los coeficientes estimados se resumen en el Apéndice.

⁶ La tasa de natalidad se define como el número de nacimientos por cada mil habitantes en un año.

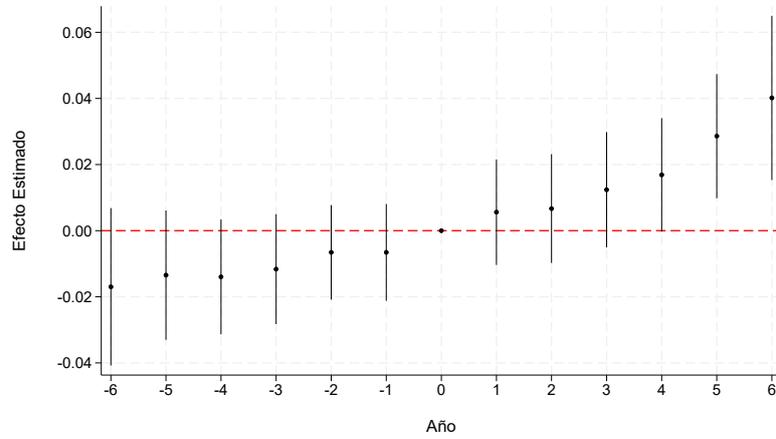
Cuadro 6: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en población y nacimientos

	(1)	(2)	(3)	(4)
Pob. (Total)	0.0793 ^{***}	0.0290 ^{***}	0.0707 ^{***}	0.0381 ^{***}
	(0.0049)	(0.0046)	(0.0050)	(0.0046)
Observaciones	147,103	61,943	147,063	61,922
R ²	0.996	0.998	0.997	0.999
Pob. (16-64 Años)	0.0754 ^{***}	0.0318 ^{***}	0.0566 ^{***}	0.0280 ^{***}
	(0.0050)	(0.0046)	(0.0051)	(0.0047)
Observaciones	147,103	61,943	147,063	61,922
R ²	0.996	0.998	0.996	0.998
Pob. (Española)	0.0726 ^{***}	0.0247 ^{***}	0.0643 ^{***}	0.0346 ^{***}
	(0.0047)	(0.0044)	(0.0048)	(0.0045)
Observaciones	147,103	61,943	147,063	61,922
R ²	0.996	0.998	0.997	0.999
Pob. (Extranjera)	0.0221	-0.0215	0.0132	0.0142
	(0.0251)	(0.0268)	(0.0249)	(0.0271)
Observaciones	130,014	59,413	129,974	59,392
R ²	0.957	0.966	0.962	0.967
Nacimientos	0.0112	-0.0089	0.0156	-0.0167
	(0.0152)	(0.0163)	(0.0156)	(0.0170)
Observaciones	104,183	53,411	104,143	53,389
R ²	0.934	0.944	0.936	0.947
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

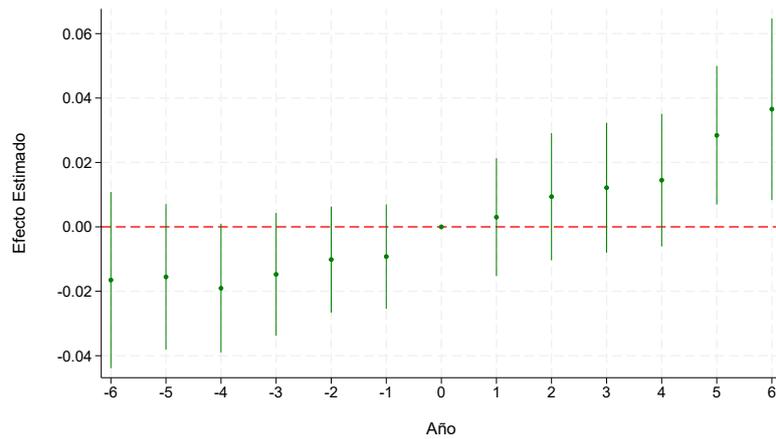
Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra anual de 2001 a 2023

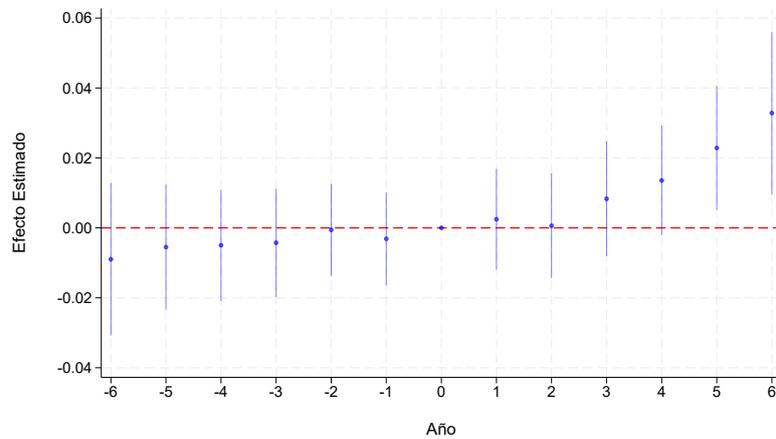
Figura 3: Efectos de apertura de una o más plantas solares >10MW en la población antes y después de la apertura (*event-study*)



(a) Población Total



(b) Población en Edad de Trabajar



(c) Población Nacional

Cuadro 7: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en **población**. Especificación con **interacción**

	(1)	(2)	(3)	(4)
+10MW	-0.0118 (0.0111)	-0.0546*** (0.0119)	0.0484*** (0.0108)	0.0001** (0.0117)
10MW*Población>Mediana	0.1079*** (0.0114)	0.0946*** (0.0117)	0.0265** (0.0112)	0.0430 (0.0114)
Observaciones	147,103	61,943	147,063	61,922
R ²	0.996	0.998	0.997	0.999
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

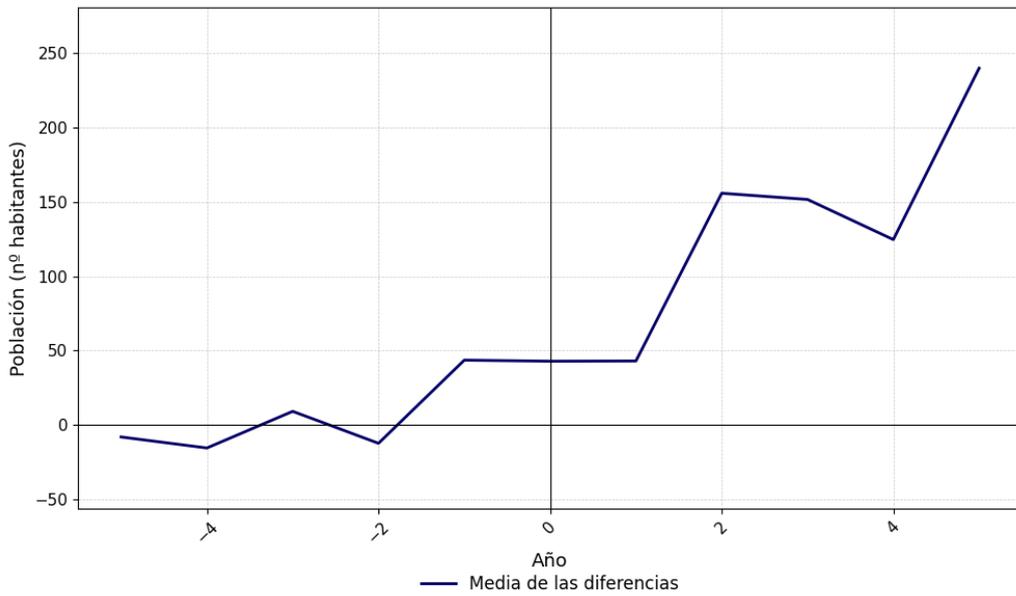
Muestra anual de 2001 a 2023

tuplica en los años siguientes, alcanzando 250 habitantes en el cuarto año tras la inversión.

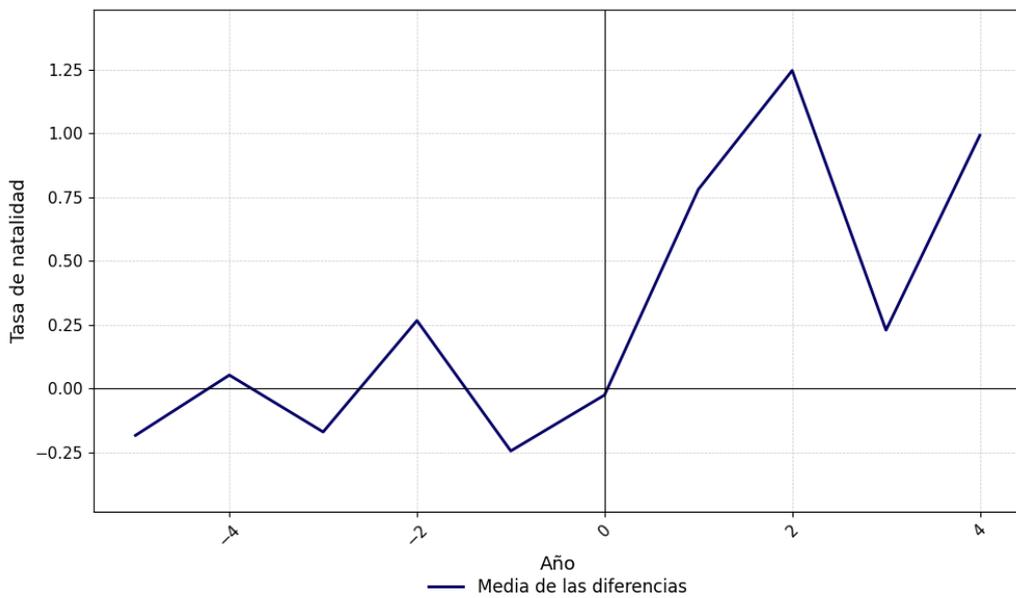
Por otro lado, la tasa de natalidad real en los municipios se sitúa ligeramente por encima de la del control sintético en todos los años posteriores a la inversión. Esta diferencia ronda un nacimiento por cada mil habitantes.

El Cuadro 8 resume los efectos de las inversiones en los estudios de caso sobre la población y la tasa de natalidad. En cuatro de los seis municipios analizados se registra un impacto positivo sobre la población. Escatrón es el municipio que experimenta el mayor incremento porcentual de población con respecto a su control sintético, con un aumento del 21,6%. De media, los municipios incrementan su población un 2,7%.

La tasa de natalidad muestra resultados más heterogéneos. Aun así, cuatro de los seis municipios analizados registran un ligero aumento. Tanto en términos absolutos como porcentuales, Escatrón es el que presenta el incremento más elevado, con una diferencia media de 3,9 nacimientos cada mil habitantes respecto a su control sintético, lo que supone un aumento del 91,4%.



(a) Efecto de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre la población



(b) Efecto de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre la tasa de natalidad

Figura 4: Efecto de las inversiones en energía solar sobre la población y la tasa de natalidad

	Media		Máximo	
	Diferencia (nº habitantes)	Diferencia (%)	Diferencia (nº habitantes)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	-20	-0,1	217	0,7
Bienvenida	14	0,7	38	1,9
Carmona	543	1,9	1068	3,7
Escatrón	100	10,2	209	21,6
Tordesillas	235	2,8	298	3,5
Totana	-152	-0,5	227	0,7
Media	120	2,5	343	5,4

(a) Efectos sobre la población

	Media		Máximo	
	Diferencia (tasa de nat.)	Diferencia (%)	Diferencia (tasa de nat.)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	0,0	0,2	0,9	14,0
Bienvenida	-1,3	-23,1	0,1	2,2
Carmona	-0,2	-1,2	1,1	16,5
Escatrón	3,9	91,4	5,4	154,3
Tordesillas	0,2	4,1	1,0	17,4
Totana	0,7	7,7	1,4	15,0
Media	0,6	13,2	1,7	36,6

(b) Efectos sobre la tasa de natalidad

Cuadro 8: Efectos de las inversiones en energía solar sobre la demografía

4.3. Otros Indicadores de Actividad Económica

Debido a la poca disponibilidad de datos con la granularidad suficiente, no resulta sencillo encontrar variables que capturen efectos sobre la actividad económica de los municipios más allá de sus efectos sobre el mercado de trabajo. No obstante, se han identificado dos variables adicionales que resultan de interés: el número de empresas registradas en el municipio y el precio medio de las viviendas. Para estas variables se ha utilizado sólo el modelo de los efectos fijos en dos dimensiones.⁷ Además, se han analizado los efectos sobre distintas medidas de la renta de los residentes en los municipios donde se ubican las

⁷ Las series de datos del precio de las viviendas resultan demasiado cortas para construir los controles sintéticos, y los cambios en el número de empresas son tan volátiles que la construcción de controles sintéticos adecuados no es siempre factible.

instalaciones.

Modelo de efectos fijos en dos dimensiones Como se observa en el Cuadro 9, la apertura de una o más plantas solares con una potencia acumulada de 10 MW o más genera un aumento promedio del 2-3% en el número de empresas registradas en el municipio. Aunque las estimaciones son consistentes en las cuatro especificaciones, los efectos varían según el tipo de empresa.

El mayor incremento se registra en el sector de la construcción, con aumentos promedio, dependiendo de la especificación, de entre un 5% y un 9% tras el inicio de las obras. También se producen aumentos significativos en agricultura y hostelería. En contraste, se observa una reducción en el número de empresas dedicadas al comercio (aunque este efecto no es estadísticamente significativo) y a las manufacturas.

El Cuadro 10 presenta los efectos de la apertura de las plantas fotovoltaicas sobre el precio medio de las viviendas en los municipios donde se ubican. En las cuatro especificaciones, el efecto es positivo, aunque solo resulta significativo cuando se introduce el efecto fijo de año-provincia. Este enfoque permite identificar los efectos considerando las diferencias entre municipios dentro de cada provincia, evitando que la heterogeneidad de precios entre provincias sesgue las estimaciones.

En particular, las especificaciones (3) y (4) indican que en los municipios con una capacidad instalada de plantas fotovoltaicas superior a 10 MW, los precios de las viviendas aumentan entre un 3% y un 4%. Este resultado es coherente con el incremento estimado en la población de estos municipios, lo que ejerce una presión al alza sobre los precios de las viviendas.

4.4. Renta per Cápita

Para analizar si la mayor actividad económica acaba también beneficiando a los residentes, es relevante cuantificar el impacto de la instalación de las plantas fotovoltaicas sobre distintas medidas de la renta per cápita en los municipios.

Modelo de efectos fijos en dos dimensiones El Cuadro 11 muestra los efectos estimados según el modelo de efectos fijos en dos dimensiones. Todos los efectos estimados son positivos en las especificaciones (1) y (2) que no incorporan la interacción entre el efecto fijo de año y provincia, siendo el efecto significativo para los ingresos netos y no los brutos (en las especificaciones (3) y (4) los efectos son no significativos). El ingreso neto per cápita o por hogar aumenta entre un 0,6-0,8% según estas especificaciones.

Cuadro 9: Efecto de apertura de una o más plantas solares > 10MW en número de empresas

	(1)	(2)	(3)	(4)
Número de Empresas (Total)	0.0352*** (0.0090)	0.0120* (0.0069)	0.0262*** (0.0095)	0.0073 (0.0072)
Observaciones	103,203	50,764	103,177	50,751
R ²	0.990	0.994	0.990	0.994
Empresas Agricultura	0.0512*** (0.0163)	0.0400** (0.0163)	0.0370** (0.0163)	0.0269* (0.0162)
Observaciones	81,412	45,588	81,391	45,580
R ²	0.957	0.965	0.958	0.967
Empresas Comercio	0.0007 (0.0116)	0.0124 (0.0114)	-0.0107 (0.0118)	-0.0026 (0.0118)
Observaciones	70,149	43,116	70,123	43,103
R ²	0.985	0.989	0.985	0.989
Empresas Construcción	0.0881*** (0.0196)	0.0480** (0.0197)	0.0871*** (0.0198)	0.0526*** (0.0199)
Observaciones	72,698	43,302	72,672	43,289
R ²	0.964	0.971	0.965	0.973
Empresas Hostelería	0.0367** (0.0170)	0.0426** (0.0171)	0.0197 (0.0169)	0.0306* (0.0168)
Observaciones	71,359	42,487	71,333	42,474
R ²	0.971	0.977	0.972	0.978
Empresas Manufactura	-0.0398*** (0.0152)	-0.0179 (0.0143)	-0.0476*** (0.0153)	-0.0318** (0.0145)
Observaciones	67,257	41,896	67,231	41,883
R ²	0.978	0.982	0.979	0.982
Empresas Transporte	0.0248 (0.0217)	0.0204 (0.0216)	0.0053 (0.0215)	-0.0020 (0.0217)
Observaciones	53,123	36,109	53,097	36,096
R ²	0.963	0.967	0.964	0.968
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%

Muestra anual de 2001 a 2023

Cuadro 10: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en el precio de venta de las viviendas (€/m²)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Precio Unitario Medio	0.0134 (0.0140)	0.0020 (0.0141)	0.0388*** (0.0143)	0.0346** (0.0146)
Observaciones	23,203	12,915	23,197	12,915
R ²	0.924	0.940	0.930	0.947
Muestra:	Total	Restringida	Total	Restringida
EF de Municipio:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%
Muestra anual de 2017 a 2023.

Cuadro 11: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en los ingresos netos de los residentes

	(1)	(2)	(3)	(4)
Media ingreso neto per capita	0.0067** (0.0028)	0.0081*** (0.0031)	-0.0018 (0.0026)	-0.0007 (0.0028)
Observaciones	49,372	26,564	49,372	26,564
R ²	0.966	0.972	0.970	0.981
Media ingreso neto por hogar	0.0064** (0.0029)	0.0069** (0.0031)	0.0029 (0.0026)	0.0026 (0.0030)
Observaciones	49,372	26,564	49,372	26,564
R ²	0.971	0.976	0.973	0.979
Muestra:	Total	Restringida	Total	Restringida
EF de Municipio:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Interacciones:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.
Evaluado desde un año antes de la apertura de la planta solar fotovoltaica hasta el final del periodo de análisis (2021)
Muestra anual de 2015 a 2021

Modelo de los controles sintéticos Estos resultados son consistentes, tanto en el signo como en la magnitud, con los que se obtienen a través del modelo de los controles sintéticos. La Figura 5 muestra, para cada año en relación con el año de construcción, el promedio de las diferencias entre los ingresos netos anuales de los residentes en cada municipio objeto de estudio y los de su control sintético.

Durante el año de la construcción, se observa un aumento de los ingresos netos anuales per cápita de aproximadamente 200€ con respecto al control sintético. Esta diferencia disminuye ligeramente en los años posteriores, manteniéndose sobre los 150-175€. El hecho de que las diferencias sean nulas antes del inicio de la construcción de las plantas confirma de nuevo que el control sintético es adecuado.

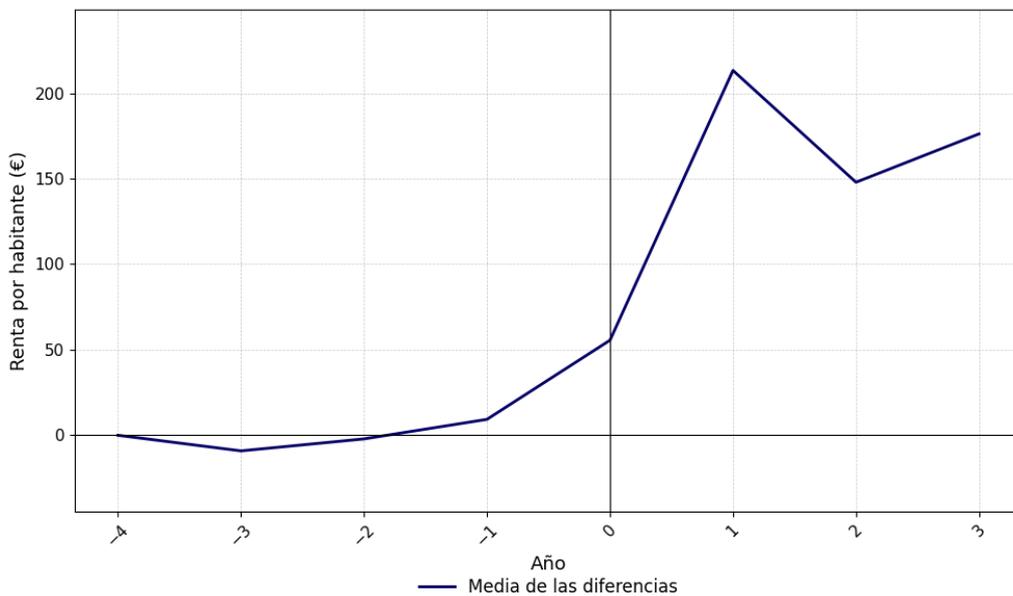


Figura 5: Efecto de las inversiones en energía solar fotovoltaica sobre la renta per cápita

El Cuadro 12 resume el impacto de las inversiones sobre el ingreso neto de los habitantes, municipio a municipio. El mayor aumento de los ingresos con respecto a su control sintético, tanto en términos absolutos como relativos, corresponde a Alcázar de San Juan, con un incremento promedio del 2,4% (279 € anuales). El resto de municipios arrojan resultados similares en cuanto al efecto de las inversiones sobre la renta per cápita, con un incremento cercano al 1,1% (alrededor de 118 € anuales). En la mayoría de los casos, el mayor aumento en los ingresos per cápita se concentra en el año de la puesta en marcha de las plantas.

	Media		Máximo	
	Diferencia (€)	Diferencia (%)	Diferencia (€)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	279	2,4	356	3,1
Bienvenida	89	1,0	185	2,1
Carmona	89	0,9	163	1,6
Escatrón	228	1,7	331	2,5
Tordesillas	118	1,0	359	3,2
Totana	65	0,7	128	1,4
Media	145	1	254	2

Cuadro 12: Efectos de las inversiones en energía solar sobre los ingresos netos de los habitantes

Nota: La columna *Diferencia (€)* reporta la diferencia en euros entre los ingresos netos por habitante del municipio tratado y el de su control sintético. La columna *Diferencia (%)* reporta la diferencia en términos porcentuales sobre la variable en el control sintético. Las columnas bajo *Media* corresponden con el promedio durante el periodo post-intervención. Las columnas bajo *Máximo* reportan el efecto máximo registrado en el periodo post-intervención. La fila *Media* al final de la tabla reporta el valor medio entre todos los municipios.

4.5. Finanzas Municipales

Una de las vías principales a través de las cuales las inversiones en energías renovables pueden beneficiar a los municipios es mediante el incremento en la recaudación municipal. Esto ocurre, principalmente, a través de impuestos como el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO), el Impuesto sobre Actividades Económicas (IAE) y el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI), que a su vez se traducen en un aumento del gasto público municipal. A continuación, se analiza esta cuestión utilizando los dos modelos considerados.

Modelo de efectos fijos en dos dimensiones Se ha estimado el impacto de la apertura de una o más plantas con una potencia instalada igual o superior a 10 MW sobre las finanzas municipales. Los resultados, presentados en el Cuadro 13, muestran que las inversiones generan un notable aumento en los ingresos municipales, con incrementos superiores al 11% en todas menos una de las especificaciones (en la segunda columna, este número se acerca más al 9%).

El aumento en los ingresos proviene tanto de una mayor recaudación de impuestos directos como de impuestos indirectos. Si bien el porcentaje de incremento en los impuestos indirectos es mayor, su contribución en términos absolutos es significativamente menor que la de los impuestos directos debido a su menor peso en la recaudación.

A su vez, este aumento en los ingresos contribuye a un incremento en los gastos municipales, aunque en menor proporción. Según las estimaciones, los gastos municipales aumentan entre un 4,4% y un 9,5% en las cuatro especificaciones consideradas.

Modelo de los controles sintéticos Los resultados obtenidos mediante el modelo de efectos fijos en dos dimensiones se confirman en los estudios de caso con el modelo de los controles sintéticos.

La Figura 6 representa el promedio de las diferencias entre los gastos e ingresos por habitante de los municipios y los de sus controles sintéticos para cada año en relación con el año de la inversión. Ambas variables reflejan un impacto positivo significativo debido a la inversión en energía solar fotovoltaica. En el año de la construcción, los ingresos municipales se sitúan en torno a 250 € por habitante por encima del control sintético, y aumentan de forma progresiva hasta alcanzar una diferencia de 700 € por habitante con el control sintético cuatro años después de la inversión.

La evolución de los gastos municipales por habitante muestra un patrón similar, aunque ligeramente inferior. En el año de la construcción, se gasta de media 200 € anuales por

Cuadro 13: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en fiscalidad

	(1)	(2)	(3)	(4)
Total ingresos	0.1131*** (0.0138)	0.0899*** (0.0151)	0.1345*** (0.0139)	0.1116*** (0.0155)
Observaciones	142,058	61,095	142,058	61,091
R ²	0.979	0.986	0.980	0.987
Impuestos directos	0.0160 (0.0113)	0.0108 (0.0115)	-0.0099 (0.0110)	-0.0166 (0.0112)
Observaciones	142,034	61,094	142,034	61,090
R ²	0.982	0.990	0.983	0.991
Impuestos indirectos	0.6709*** (0.0634)	0.5955*** (0.0716)	0.6862*** (0.0633)	0.6849*** (0.0726)
Observaciones	120,025	55,892	120,025	55,888
R ²	0.835	0.862	0.845	0.871
Total gastos	0.0725*** (0.0107)	0.0442*** (0.0127)	0.0949*** (0.0109)	0.0663*** (0.0128)
Observaciones	142,061	61,097	142,061	61,093
R ²	0.978	0.987	0.980	0.988
Muestra:	Total	Restringida	Total	Restringida
EF de Municipio:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Interacciones:	No	No	Sí	Sí

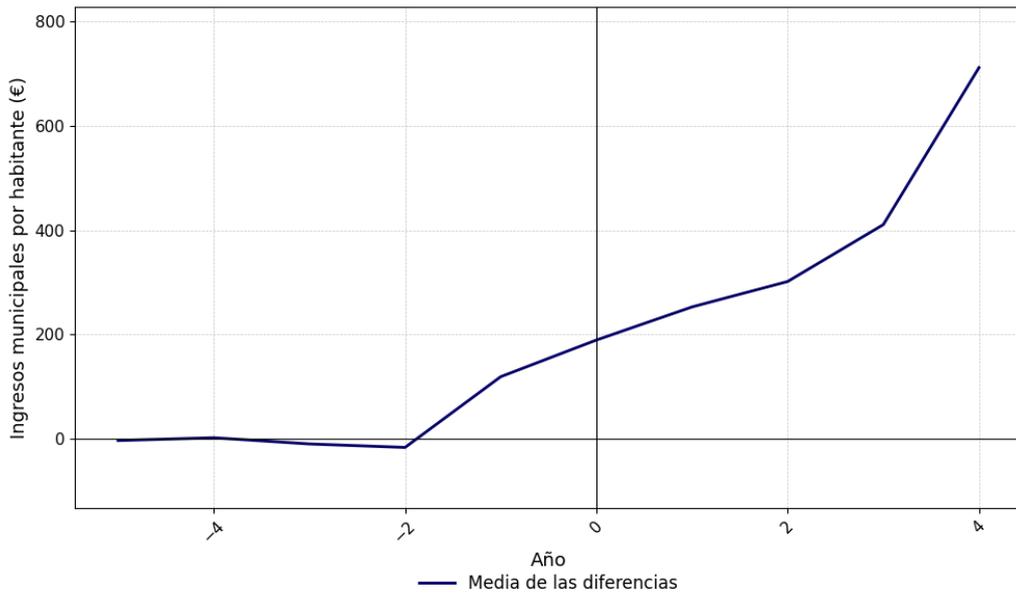
Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Evaluado desde un año antes de la apertura de la planta solar fotovoltaica hasta el final del periodo de análisis (2021)

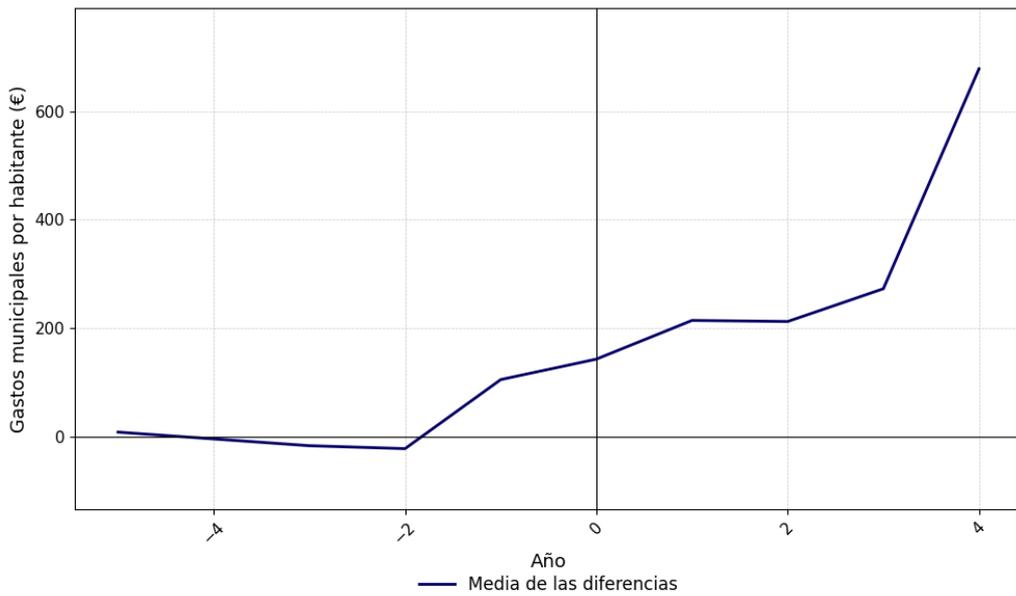
Muestra anual de 2001 a 2023

habitante más que el control sintético, y tras cuatro años, esta diferencia asciende aproximadamente a 680 €.

El Cuadro 14 muestra un resumen de los efectos de las inversiones en las finanzas municipales de los municipios estudiados. Todos los municipios registran un impacto positivo en sus ingresos y gastos. Totana es el que presenta el mayor efecto: sus ingresos municipales reales se sitúan, de media, 1.267 € por habitante por encima de los del control sintético, lo que equivale a un aumento del 104%. En cuanto a los gastos, la diferencia alcanza los 1.178 € por habitante, un 94,6% más que el control sintético. De media, los municipios incrementan sus ingresos en un 25% y sus gastos en un 20%.



(a) Efecto de las inversiones en energía solar sobre los ingresos municipales



(b) Efecto de las inversiones en energía solar sobre los gastos municipales

Figura 6: Efecto de las inversiones en energía solar sobre las cuentas municipales

Nota: No se incluye Escatrón en el promedio del efecto sobre las cuentas municipales debido a la inadecuación de su control sintético (ver Figuras 42 y 43).

	Media		Máximo	
	Diferencia (€)	Diferencia (%)	Diferencia (€)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	93	8,6	131	12,7
Bienvenida	208	21,3	256	23,8
Carmona	134	12,5	267	25,3
Tordesillas	65	6,9	113	12,2
Totana	1267	104,0	2570	201,5
Media	353	31	667	55

(a) Efectos sobre los ingresos municipales

	Media		Máximo	
	Diferencia (€)	Diferencia (%)	Diferencia (€)	Diferencia (%)
Alcázar de San Juan	81	8,1	136	13,4
Bienvenida	126	13,5	235	26,1
Carmona	18	1,7	57	5,9
Tordesillas	7	0,5	191	19,8
Totana	1178	94,6	2328	166,0
Media	282	24	589	46

(b) Efectos sobre los gastos municipales

Cuadro 14: Efectos de las inversiones en energía solar sobre las cuentas municipales

Nota: La columna *Diferencia (€)* reporta la diferencia en euros entre los ingresos (o gastos) municipales del municipio tratado y los de su control sintético. La columna *Diferencia (%)* reporta la diferencia en términos porcentuales sobre el empleo (o desempleo) en el control sintético. Las columnas bajo *Media* corresponden con el promedio durante el periodo post-intervención. Las columnas bajo *Máximo* reportan el efecto máximo registrado en el periodo post-intervención. La fila al final de cada tabla con la *Media* reporta la media (no ponderada) entre todos los municipios.

5. Estudios de Caso

En esta sección se presentan los estudios de caso correspondientes a los seis municipios seleccionados, organizados en orden alfabético: Alcázar de San Juan, Bienvenida, Carmo-
na, Escatrón, Tordesillas y Totana. Cada caso incluye una descripción de las principales características del municipio y de las inversiones en energía solar fotovoltaica realizadas, con el objetivo de proporcionar contexto al análisis de sus efectos sobre las variables socio-económicas.

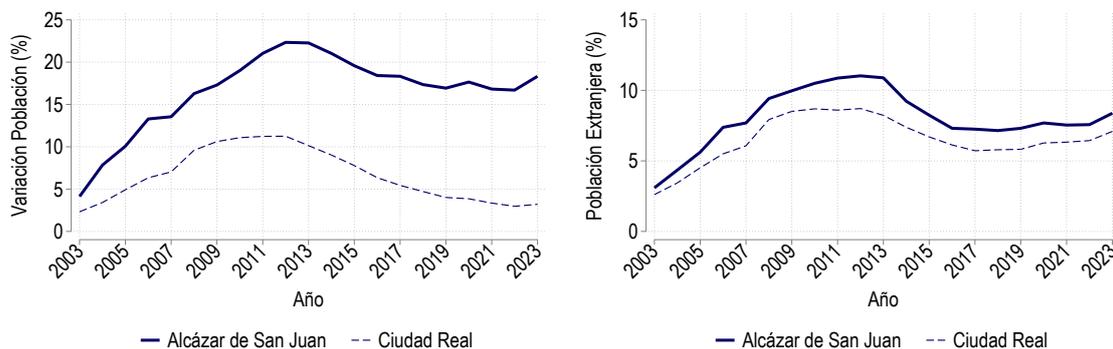
5.1. Alcázar de San Juan

5.1.1. Principales Características Socio-Económicas

Alcázar de San Juan es un municipio de la provincia de Ciudad Real, situado a aproximadamente 99 kilómetros de la capital provincial. El término municipal abarca una superficie de 666,78 km² y limita con los municipios de Argamasilla de Alba, Campo de Criptana, Herencia, Llanos del Caudillo, Manzanares, Quero y Villafranca de los Caballeros.

La población de Alcázar de San Juan experimentó un crecimiento sostenido hasta 2013, coincidiendo con la primera ola de inversiones en energía solar (Figura 7). En ese año, la población era un 22% mayor que en el año 2000. Sin embargo, desde 2013, el municipio ha visto una disminución poblacional que se prolongó hasta aproximadamente 2020. En 2023, se registró un repunte en la población, alcanzando los 30.928 habitantes, según el INE (2023), lo que refleja una ligera recuperación.

Figura 7: Alcázar de San Juan - Población



(a) Variación de la Población Respecto a 2000 (%)

(b) Porcentaje de Población Extranjera

Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE, Revisión del Padrón Municipal.

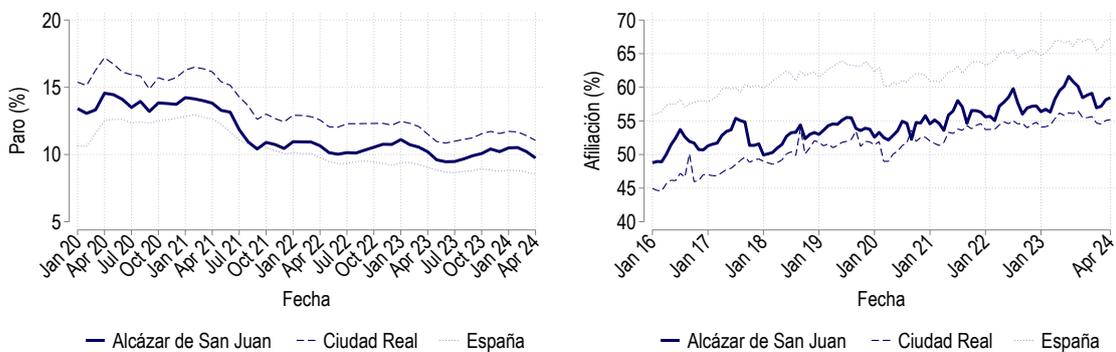
A pesar de estar ubicada en una región predominantemente agrícola y ganadera, la econo-

mía de Alcázar de San Juan ha sido impulsada principalmente por la actividad industrial y comercial. Esta diversificación ha permitido al municipio atraer una parte significativa de la riqueza generada en la comarca, posicionándolo como el tercer municipio más próspero de la provincia de Ciudad Real, solo por detrás de Ciudad Real y Puertollano. La construcción del hospital comarcal a principio de los años 70 supuso una estabilidad laboral que la ciudad necesitaba tras perder el atractivo como nodo ferroviario con la llegada del AVE, el cual no pasaba por el municipio.

En cuanto al mercado laboral, desde 2020, la tasa de paro ha seguido una tendencia descendente similar a la de la comunidad autónoma y el país en general, pasando del 13,41% al 9,74% en el segundo trimestre de 2024 (Figura 8). Este descenso refleja la mejora gradual en la oferta de empleo local, impulsada en parte por las inversiones en energías renovables y la expansión del sector comercial.

Por otro lado, la afiliación a la seguridad social por habitante ha aumentado de manera continua en los últimos ocho años, alcanzando el 58,45% en abril de 2024, lo que supone un incremento de 10 puntos porcentuales respecto a enero de 2016. La tasa de afiliación en Alcázar de San Juan se sitúa por encima de la media provincial de Ciudad Real, aunque aún está ligeramente por debajo de la media nacional. Este indicador subraya el dinamismo económico del municipio en comparación con otras localidades de la región.

Figura 8: Alcázar de San Juan - Mercado de Trabajo

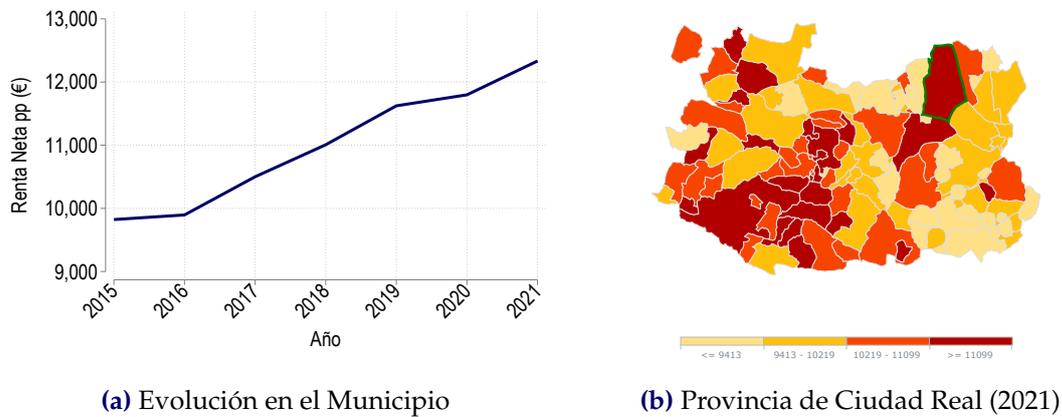


(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%) **(b)** Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

La renta neta por persona en Alcázar de San Juan (Figura 9) ha aumentado un 25% entre 2016 y 2021, situando al municipio entre los más prósperos de la provincia de Ciudad Real. En 2021, la renta media por persona era de 12.333 € al año, mientras que la renta media de los hogares alcanzaba los 31.788 € anuales.

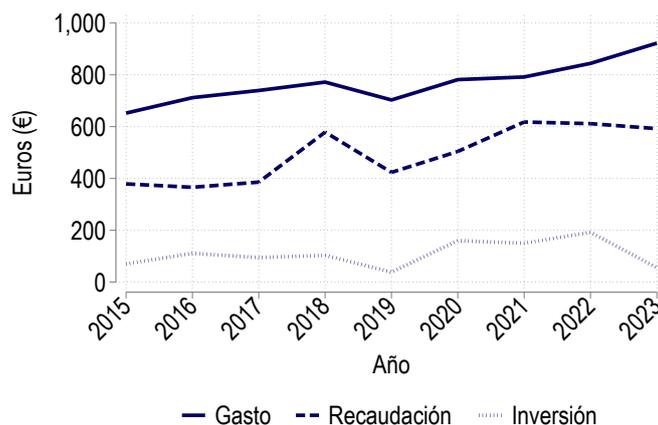
Figura 9: Alcázar de San Juan - Renta Neta Media por Persona (€)



Fuentes de Datos: INE - Distribución de Renta de los Hogares

En cuanto a los indicadores presupuestarios municipales (Figura 10), tanto el gasto como la recaudación han mostrado un aumento significativo entre 2015 y 2023. El gasto por habitante ha aumentado un 41 %, situándose en 922,24 € en 2023, mientras que la recaudación ha crecido un 56 % en el mismo periodo, alcanzando los 592 € por habitante en 2023. La inversión pública ha sido relativamente estable, alrededor de 110 € por habitante, con picos cercanos a los 200 €. En 2023, la inversión per cápita se redujo a 55,61 € por habitante. El ayuntamiento ha sido otorgado con el reconocimiento de municipio de excelencia en servicios sociales, el único de Castilla-La Mancha. Estas inversiones han sido posibles en parte a través de la recaudación proveniente de las plantas fotovoltaicas.

Figura 10: Alcázar de San Juan - Indicadores Presupuestarios por Habitante



Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda

5.1.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

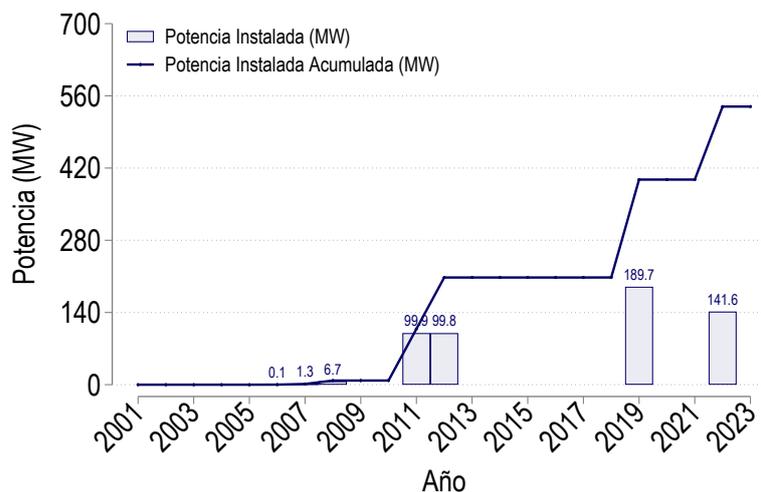
Actualmente, Alcázar de San Juan cuenta con 9 plantas fotovoltaicas que suman una potencia total de 440 MW, además de 2 plantas termosolares con una capacidad de 100 MW (Cuadro 15), lo que lleva la potencia instalada total a cerca de 540 MW (Figura 11).

Entre las principales instalaciones se encuentran Alcázar I, Alcázar II, Valdivieso y Valdecarro, cuatro plantas fotovoltaicas desarrolladas por el Grupo Cobra. Estas plantas representan una inversión de 175 millones de euros y tienen una capacidad conjunta de 190 MW. Según la alcaldesa del municipio, la instalación de 560.000 paneles solares, que cubren 400 hectáreas, ha generado aproximadamente 400 empleos, de los cuales 20 son puestos permanentes para el mantenimiento de las instalaciones. El ayuntamiento tiene también como proyecto dar provisiones para que los habitantes puedan instalar paneles solares particulares en los tejados de sus edificios. Para que esto impacte a la población de manera más positiva, harán cursos de formación para que trabajadores locales lleven a cabo dicha instalación y el mantenimiento que conlleva.

Por otro lado, la empresa Galp es propietaria de tres plantas solares en Alcázar de San Juan (FV Ictio Alcázar I, II, III), que suman una capacidad cercana a los 150 MW.

Además, la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) ha reconocido a Alcázar de San Juan con un premio por su destacado compromiso con el desarrollo de la energía solar en la región.

Figura 11: Alcázar de San Juan - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica).

Cuadro 15: Alcázar de San Juan - Instalaciones Fotovoltaicas

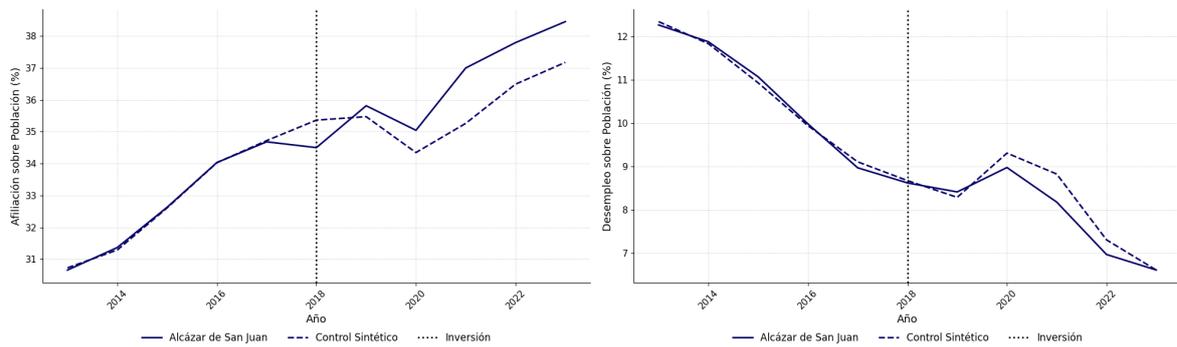
Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>Manchasol-1</i>	49,9	Mayo 2011
<i>Manchasol-2</i>	49,9	Noviembre 2011
<i>Aste 1A</i>	49,9	Octubre 2012
<i>Aste 1B</i>	49,9	Octubre 2012
<i>Alcázar I</i>	45,0	Noviembre 2019
<i>Alcázar II</i>	45,0	Noviembre 2019
<i>Valdivieso</i>	49,8	Noviembre 2019
<i>Valdecarro</i>	49,8	Noviembre 2019
<i>FV Ictio Alcazar I</i>	47,2	Junio 2022
<i>FV Ictio Alcazar II</i>	47,2	Junio 2022
<i>FV Ictio Alcazar III</i>	47,2	Junio 2022

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 11 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños.

5.1.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

Para analizar los impactos socio-económicos de las inversiones en energía solar fotovoltaica en los municipios objeto de estudio, se utiliza el método del control sintético (ver Anexo A.2). A continuación, se resumen las conclusiones que se desprenden de la aplicación de este método para cuantificar los impactos sobre el mercado de trabajo, la demografía, la actividad económica, la renta per cápita y las cuentas municipales en el municipio de Alcázar de San Juan.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica



(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo (b) Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

Figura 12: Efectos de las Inversiones en Alcázar de San Juan sobre el Mercado Laboral

Notas: Para la Figura 12a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Azuqueca de Henares, 0,191; Galapagar, 0,022; Hellín, 0,025; Illescas, 0,029; Martos, 0,071; Tomelloso, 0,044; Villarrobledo, 0,109; Villaviciosa de Odón, 0,384; Úbeda, 0,125.

Para la Figura 12b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Azuqueca de Henares, 0,135; Ciempozuelos, 0,143; Hellín, 0,149; Illescas, 0,119; Navacarnero, 0,122; Tomelloso, 0,194; Úbeda, 0,138.

Efectos sobre el mercado de trabajo Las Figuras 12a y 12b muestran la evolución del empleo y desempleo en Alcázar de San Juan (ambos normalizados por su población), junto a la evolución de ambas variables en el control sintético. La conclusión principal que se desprende es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica en Alcázar de San Juan tuvieron un impacto positivo en el empleo y desempleo del municipio.**

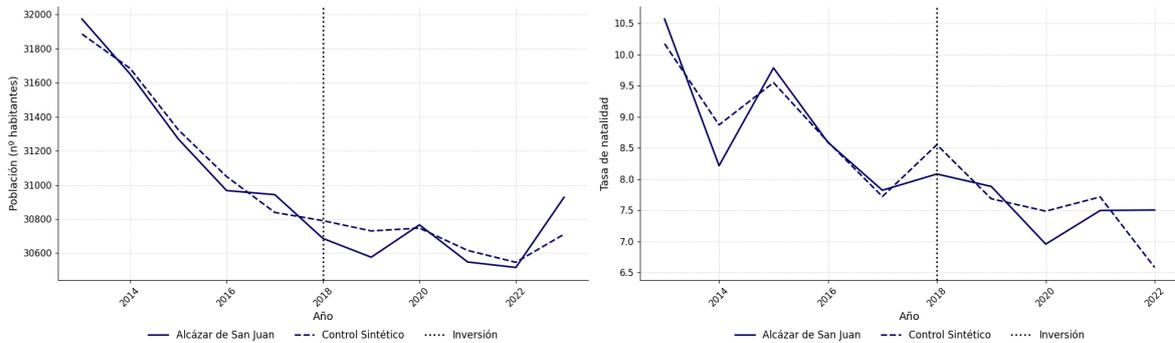
Si bien el empleo en Alcázar de San Juan sufre una caída en 2018, año de inicio de la construcción de las plantas, a partir de su puesta en marcha, el comportamiento del empleo mejora, superando al de su control sintético y estabilizándose en 1.3 p.p. por encima. La máxima diferencia entre ambos se registra en 2021, cuando el empleo (normalizado por la población) de Alcázar de San Juan supera al de su control sintético en 1.75 p.p.

Por otro lado, el desempleo se mantiene similar entre Alcázar de San Juan y su control sintético desde el comienzo de la muestra en 2013 hasta 2020, año de la pandemia del COVID 19, cuando el desempleo de Alcázar de San Juan aumenta en menor medida que en el control sintético. Esta diferencia, de unos 0.5 p.p., se mantiene estable a partir de entonces.

Efectos sobre la demografía Las Figuras 13a y 13b muestran la evolución de la población y la tasa de natalidad en Alcázar de San Juan, junto a la evolución de ambas variables en su control sintético. No se observan diferencias significativas ni tendencias estables en el tiempo. Las diferencias observadas son heterogéneas y probablemente causadas por

factores idiosincráticos del municipio tratado y los municipios que conforman el control sintético.

Como conclusión, **no se observa un impacto significativo en la demografía de Alcázar de San Juan** por efecto de la instalación de las plantas fotovoltaicas.



(a) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre la población (b) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre la tasa de natalidad⁸

Figura 13: Efectos de las Inversiones en Alcázar de San Juan sobre la Demografía

Notas: Para la Figura 13a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Ciempozuelos, 0,094; Villarrobledo, 0,521; Úbeda, 0,385.

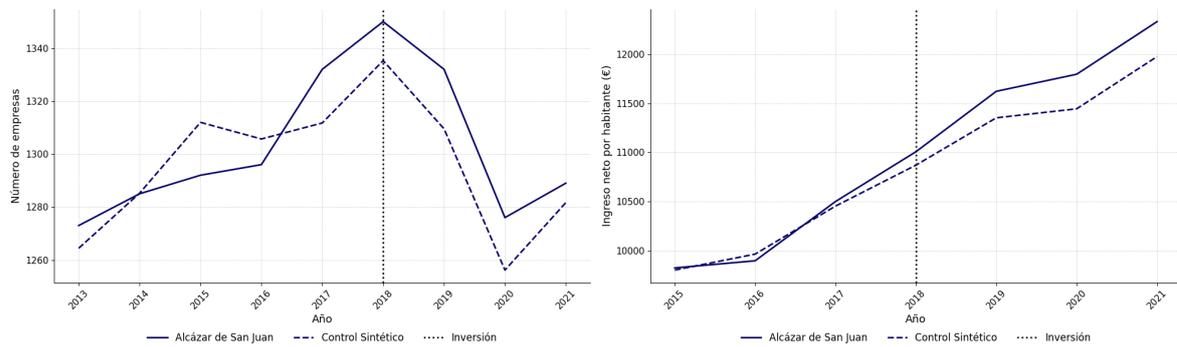
Para la Figura 13b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Carolina, 0,796; Martos, 0,152; San Martín de la Vega, 0,002; Tres Cantos, 0,049.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La instalación de plantas fotovoltaicas en Alcázar de San Juan parece haber favorecido la actividad económica, medida por un ligero **aumento en el número de empresas y la renta per cápita**.

Las Figuras 14a y 14b muestran la evolución del número de empresas y el ingreso neto medio por habitante, respectivamente, en Alcázar de San Juan frente a su control sintético. Desde 2017 a 2021, se observan entre diez y veinte empresas más registradas en el municipio respecto al control sintético, lo que apenas supone un aumento del 0,7%. En cuanto a la renta per cápita, desde 2018 se observa un aumento en los ingresos medios por habitante, que se sitúan 137€ por encima de la media en el control sintético. Esta diferencia aumenta con el paso del tiempo hasta situarse en 356€ por habitante en 2021, lo que supone un aumento del 3%.

⁸ La tasa de natalidad se define como el número de nacimientos por cada mil habitantes en un año.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica



(a) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre el número de empresas (b) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

Figura 14: Efectos de las Inversiones en Alcázar de San Juan sobre la Actividad Económica

Notas: Para la Figura 14a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Ciempozuelos, 0,003; Galapagar, 0,288; Hellín, 0,103; Illescas, 0,062; Martos, 0,039; Navalcarnero, 0,126; Tomelloso, 0,225; Villaviciosa de Odón, 0,153. Para la Figura 14b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Azuqueca de Henares, 0,071; Illescas, 0,183; Navalcarnero, 0,478; Tomelloso, 0,19; Villarrobledo, 0,038; Villaviciosa de Odón, 0,04.

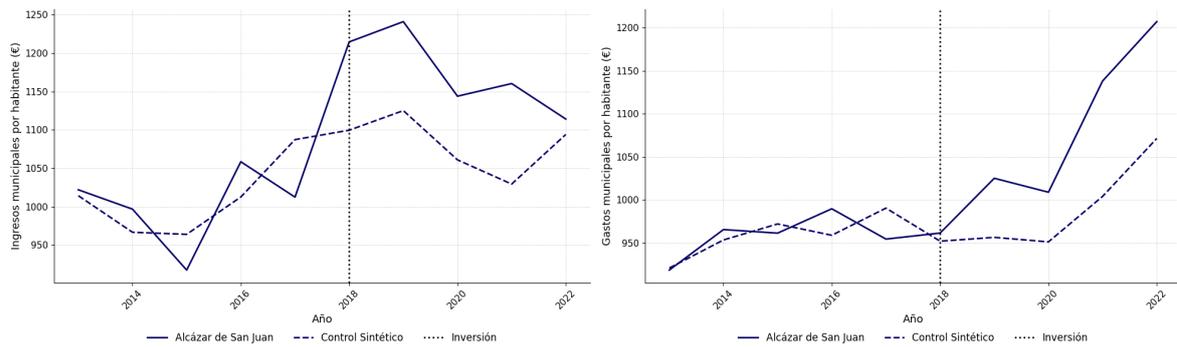
Efectos sobre las cuentas municipales Las Figuras 15a y 15b muestran la evolución de los ingresos y gastos municipales en Alcázar de San Juan normalizados por la población, junto a la evolución de ambas variables en su control sintético. La principal conclusión es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica generaron un efecto favorable en las cuentas municipales de Alcázar de San Juan.**

Debido a la naturaleza volátil de las variables de ingresos y gastos municipales, se ha optado por suavizar las variables por una media móvil de dos años antes de realizar los controles sintéticos.⁹ Los ingresos municipales de Alcázar de San Juan experimentan un aumento considerable durante la construcción de las plantas, superando en 116€ por habitante los ingresos del control sintético para el año 2018. Esta diferencia se mantiene en los años 2019-2021. Finalmente, la recaudación por habitante se iguala con la del sintético al final de la muestra, en el año 2022.

Por otro lado, los gastos municipales superan a los del control sintético desde 2018. Esta diferencia aumenta con el paso de los años, partiendo de unos 9€ por habitante en 2018 hasta alcanzar los 136€ por habitante en 2022.

⁹ Las variables de ingresos y gastos municipales muestran una evolución muy volátil. Por ejemplo, si el municipio invierte en una construcción municipal durante un año en concreto, la variable correspondiente reflejará un *pico* de gasto ese año que no proviene del año anterior ni se mantiene en el siguiente. Para poder medir de manera adecuada la salud financiera del municipio mediante las variables de ingresos y gastos, se suaviza su evolución aplicando una media móvil de dos años.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica



(a) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos municipales

(b) Alcázar de San Juan - Efectos de las Inversiones sobre los gastos municipales

Figura 15: Efectos de las Inversiones en Alcázar de San Juan sobre las cuentas municipales

Notas: Para la Figura 15a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Ciempozuelos, 0,033; Martos, 0,796; Villarrobledo, 0,014; Villaviciosa de Odón, 0,157. Para la Figura 15b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Hellín, 0,133; Navalcarnero, 0,032; Villarrobledo, 0,368; Villaviciosa de Odón, 0,312; Úbeda, 0,155.

5.2. Bienvenida

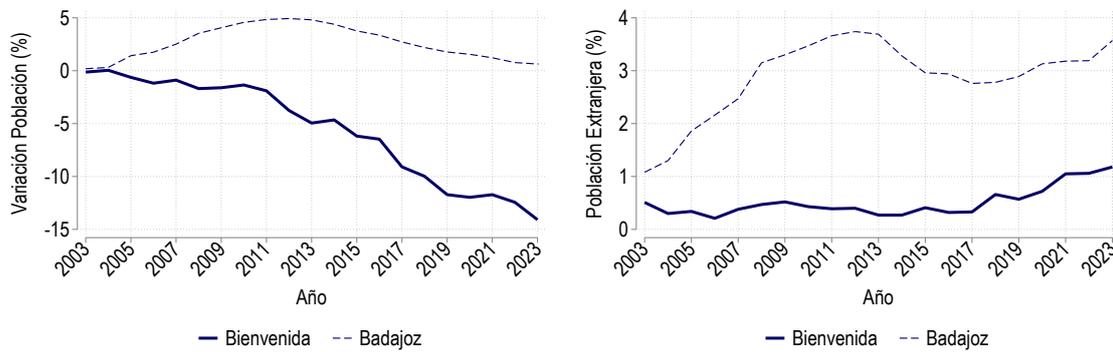
5.2.1. Principales Características Socio-Económicas

Bienvenida es un municipio extremeño de la provincia de Badajoz, situado aproximadamente a 115 kilómetros de la capital provincial. El término municipal tiene una superficie de 92,2 km².

El municipio de Bienvenida ha experimentado una pérdida gradual de población (Figura 16). En el año 2000, contaba con 2.364 habitantes, reduciéndose progresivamente hasta 2.031 en 2023 (INE, 2023).

La proporción de población extranjera en Bienvenida ha aumentado desde 2003, aunque sigue siendo inferior al 1%, situándose 2 puntos porcentuales por debajo de la media de la provincia.

Figura 16: Bienvenida - Población



(a) Variación Población Respecto a 2000 (%)

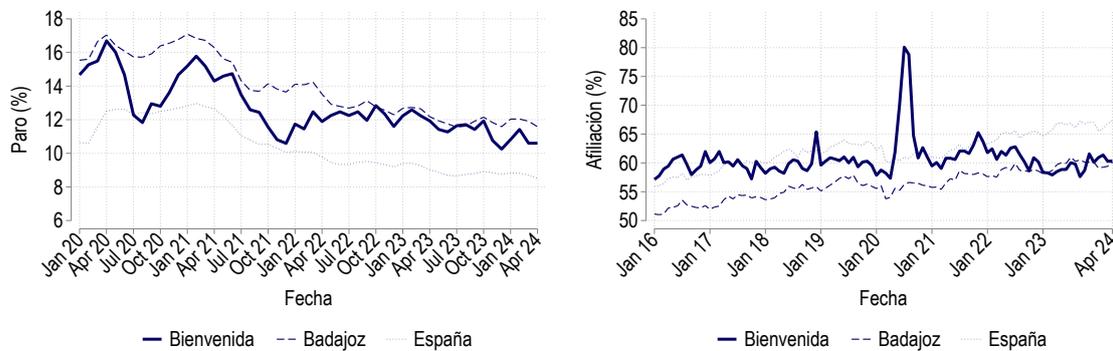
(b) Porcentaje Población Extranjera

Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE, Revisión del Padrón Municipal.

La economía de Bienvenida es fundamentalmente agraria, con grandes extensiones dedicadas a cereales, viñedos y olivares. La actividad ganadera también tiene una presencia importante, especialmente la cría de ganado ovino y porcino, que complementa la producción agrícola. Además, en los últimos años, el municipio ha comenzado a diversificarse con inversiones en energía renovable, principalmente en plantas fotovoltaicas, lo que ha impulsado el desarrollo local.

En lo que respecta a la tasa de paro, Bienvenida ha estado consistentemente por debajo de la media provincial (Figura 17). En el tercer trimestre de 2020 y a finales de 2021 se registraron fuertes descensos en el desempleo. Actualmente, la tasa de paro en el municipio es del 10,6%. Por otro lado, la afiliación a la seguridad social se ha mantenido relativamente estable, alrededor del 60%, con un notable pico a mediados de 2020, cuando superó el 80%. Este incremento coincide con la puesta en marcha de las nuevas plantas fotovoltaicas.

Figura 17: Bienvenida - Mercado de Trabajo



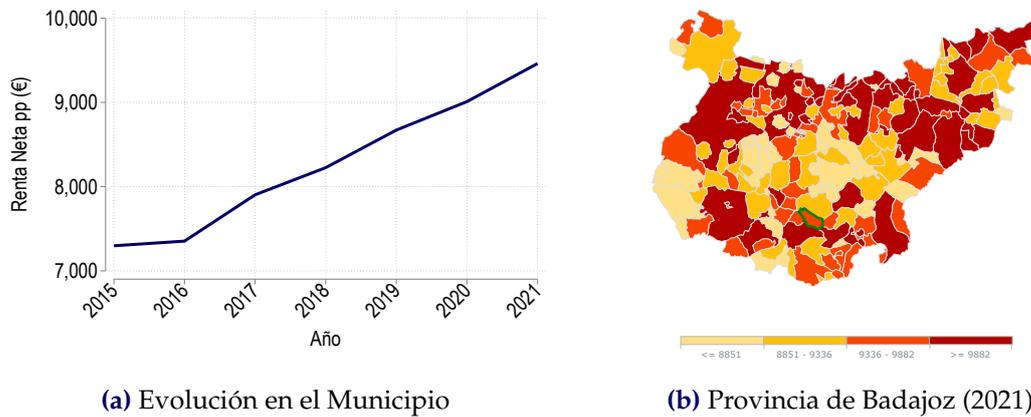
(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%)

(b) Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

La renta media por persona ha aumentado un 30% en los seis años comprendidos entre 2015 y 2021, pasando de casi 7.300 € a 9.461€ (Figura 18). Este crecimiento sitúa a Bienvenida en el segundo cuartil más alto de la provincia.

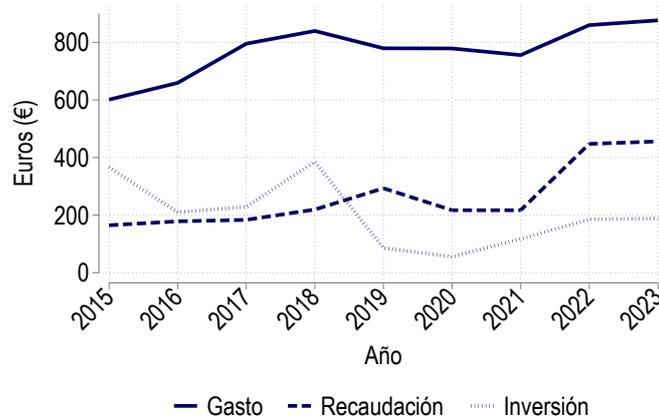
Figura 18: Bienvenida - Renta Neta Media por Persona (€)



Fuentes de Datos: (a) y (b): INE - Distribución de Renta de los Hogares

En lo que respecta a los indicadores presupuestarios por habitante (Figura 19), tanto el gasto público como la recaudación han seguido tendencias similares: ambos han aumentado a lo largo de los ocho años entre 2015 y 2023, aunque con periodos de reducción, específicamente entre 2019 y 2021, seguidos de un fuerte incremento hasta 2022 y manteniéndose sin grandes cambios hasta 2023. En este último año, el gasto era de 876,55 €, un 46% mayor que en 2015, mientras que la recaudación alcanzó los 456 €, un 177% superior a la obtenida ocho años antes. Por otro lado, la inversión pública en Bienvenida ha disminuido en comparación con 2015, a pesar de haber subido desde 2020. En 2023, la inversión era de 189 € por habitante, un 48% menor que en 2015.

Figura 19: Bienvenida - Indicadores Presupuestarios por Habitante



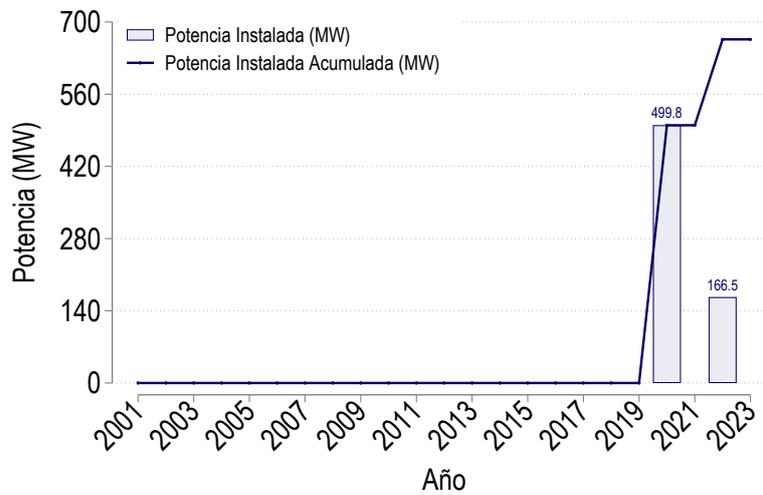
Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda

5.2.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

El municipio de Bienvenida alberga dos plantas fotovoltaicas (Cuadro 16). Por un lado, la planta FV Bienvenida tiene una capacidad de 166,5 MW, con más de 550.000 módulos solares instalados en racks fijos que cubren 180 hectáreas. Fue construida por la empresa alemana Ib Vogt y adquirida en 2020 por el Grupo Talanx, que también compró la planta Don Rodrigo II. La construcción de la planta comenzó en enero de 2020, y su puesta en marcha tuvo lugar 11 meses más tarde, en diciembre de 2020.

Por otro lado, la planta Núñez de Balboa ocupa terrenos en tres municipios: Bienvenida, Hinojosa del Valle y Usagre. Con una capacidad total de 500 MW y 1,43 millones de paneles fotovoltaicos distribuidos en 1.000 hectáreas, es una de las mayores plantas fotovoltaicas de Europa. La empresa propietaria, Iberdrola, afirma que la construcción de la planta generó más de 1.200 empleos, de los cuales un 70% provinieron de Extremadura. Iberdrola invirtió 290 M€ en la realización de este proyecto.

Figura 20: Bienvenida - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica)

Cuadro 16: Bienvenida - Instalaciones Fotovoltaicas

Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>Núñez de Balboa</i>	499,8	Julio 2020
<i>FV Bienvenida</i>	166,5	Julio 2022

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 20 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños.

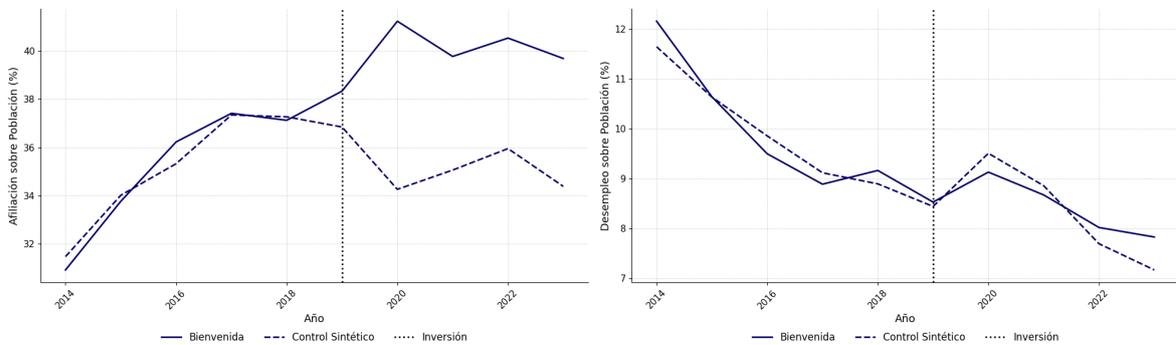
5.2.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

Se utiliza el método del control sintético para analizar los impactos socio-económicos de las inversiones en plantas fotovoltaicas en el municipio de Bienvenida.

Efectos sobre el mercado de trabajo Las Figuras 21a y 21b ilustran la evolución del empleo y del desempleo en Bienvenida, normalizados por la población, en relación con su control sintético. **Es notable el impacto de las inversiones en la dinámica del empleo local**, evidenciado por dos incrementos significativos durante los años 2019 y 2020, con aumentos de 1,21 p.p. y 2,90 p.p., respectivamente. Estos períodos corresponden a las fases de construcción y puesta en marcha de la planta fotovoltaica Núñez de Balboa. Por el contrario, el control sintético muestra una tendencia decreciente en ambos años, que se intensifica durante 2020, año de la pandemia de COVID-19, con una reducción de 2,58

p.p. en el empleo normalizado por la población. La diferencia en las tasas de empleo entre Bienvenida y el control sintético es notable, alcanzando aproximadamente 5 p.p. en media, con una diferencia máxima de 6,97 p.p. en 2020.

En cuanto al desempleo, los efectos son menos claros. Aunque en 2020 el desempleo en el control sintético se vio relativamente más afectado por la pandemia, situándose 0,37 p.p. por encima del de Bienvenida, la tendencia posterior no evidencia un impacto significativo sobre el desempleo de Bienvenida. Recuérdese que los datos de empleo se refieren a los puestos de trabajo creados en empresas en el municipio si bien los datos de desempleo se refieren a los residentes desempleados. Por tanto, la disparidad de los efectos sobre el empleo y el desempleo podría indicar que una buena parte del empleo generado por la planta recayó en residentes de otros municipios.

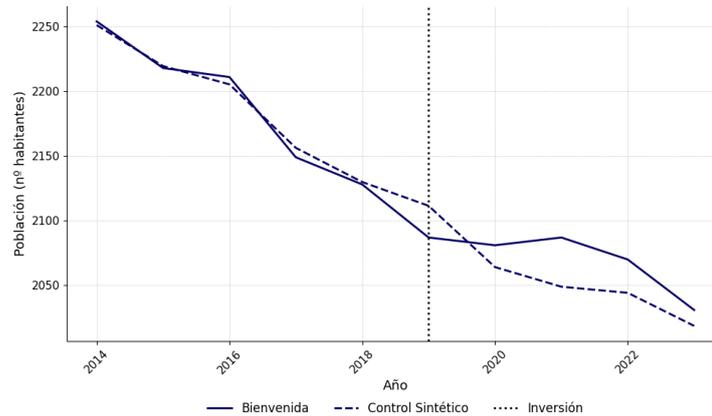


(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo (b) Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

Figura 21: Efectos de las Inversiones en Bienvenida sobre el Mercado Laboral

Notas: Para la Figura 21a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Almoharín, 0,711; Espiel, 0,272; Jabugo, 0,017. Para la Figura 21b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Almoharín, 0,29; Dos Torres, 0,451; Garrovilla, 0,105; Viso, 0,154.

Efectos sobre la demografía La Figura 22a muestra la evolución de la población en Bienvenida comparada con su control sintético. Esta evolución refleja un impacto positivo de las inversiones en energía solar sobre la población de Bienvenida. A pesar de que en 2019 el control sintético registraba una población ligeramente superior a la de Bienvenida, en los dos años siguientes el control sintético perdió 63 habitantes, equivalentes al 3% de su población total. Por su parte, Bienvenida logró mantener estable su número de habitantes en 2.087, lo que representa un 1,8% más que el control sintético en 2021. En 2022 y 2023, aunque la diferencia se reduce, Bienvenida continúa mostrando una población superior en un 1,2% y un 0,6% respectivamente. La conclusión principal es que **la inversión en energía solar ha contribuido a retener población en Bienvenida**, frente a un contexto de despoblamiento progresivo tanto en este municipio como en otros similares.

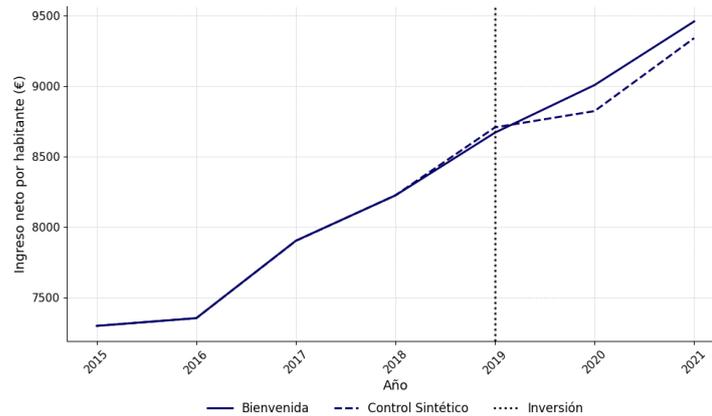


(a) Bienvenida - Efectos de las Inversiones sobre la población

Figura 22: Efectos de las Inversiones en Bienvenida sobre la Demografía

Notas: Para la Figura 22a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Alconchel, 0,186; Aliseda, 0,412; Almonaster la Real, 0,207; Escacena del Campo, 0,022; Siruela 0,177.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La Figura 23a ilustra la evolución del ingreso neto medio por habitante en Bienvenida en comparación con su control sintético. Desde 2020, coincidiendo con la puesta en marcha de la planta fotovoltaica Núñez de Balboa, se observa un incremento notable en los ingresos netos medios de los habitantes de Bienvenida en comparación con el control sintético, con una diferencia de aproximadamente 185 € por habitante, equivalente al 2% del total. Esta diferencia se mantiene en los años siguientes. La principal conclusión es que **las inversiones en energía fotovoltaica han tenido un impacto positivo en los ingresos netos de los habitantes de Bienvenida.**



(a) Bienvenida - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

Figura 23: Efectos de las Inversiones en Bienvenida sobre la Actividad Económica

Notas: Para la Figura 23a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Agudulce, 0,078; Almonaster la Real, 0,003; Ardales, 0,038; Bosque, 0,201; Carcabuey, 0,071; Codosera, 0,438; Dos Torres, 0,003; Granja de Torrehermosa, 0,075; Obejo, 0,056; Salvaleón, 0,002; Siruela, 0,034; Viso, 0,001.

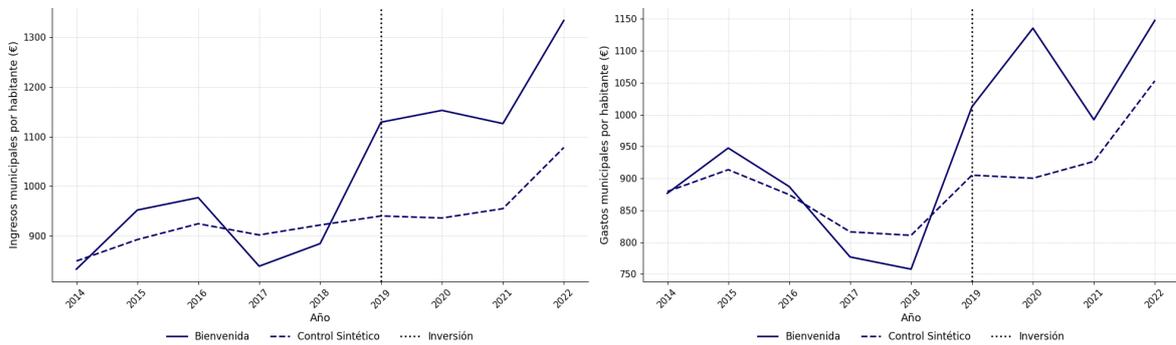
Efectos sobre las cuentas municipales Las Figuras 24a y 24b ilustran la evolución de los ingresos y gastos municipales en Bienvenida, normalizados por la población y suavizados mediante una media móvil de dos años, en comparación con su control sintético. La naturaleza volátil de estas partidas dificulta la identificación de un grupo de control que consiga replicar su evolución en los años previos a la construcción de la planta.

En el año de construcción de las plantas, los ingresos municipales por habitante en Bienvenida aumentaron de 884€ a 1.128€, un incremento del 27,68%. Este aumento contrasta con la estabilidad en el control sintético, que mantiene los ingresos en 940€, lo que resulta en una diferencia del 20%. Esta brecha no solo se mantiene sino que se amplía hasta el 23,7% en 2022, marcando la diferencia máxima entre los ingresos de Bienvenida y los de su control sintético.

De manera similar, los gastos municipales por habitante en Bienvenida también experimentan un aumento significativo en el año de construcción, del 33,6%, alcanzando los 1.012€. Por otro lado, los gastos en el control sintético aumentan un 11,5%, llegando a 905€, lo que deja a Bienvenida 106€ por encima. Esta diferencia se agudiza en 2020, año de puesta en marcha de las plantas, con los gastos de Bienvenida superando los del control sintético en 235€ (26% más). Posteriormente, la diferencia se estabiliza alrededor de los 94 € (9% más).

La principal conclusión es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica han tenido**

un impacto positivo sobre las cuentas municipales de Bienvenida.



(a) Bienvenida - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos municipales

(b) Bienvenida - Efectos de las Inversiones sobre los gastos municipales

Figura 24: Efectos de las Inversiones en Bienvenida sobre las cuentas municipales

Notas: Para la Figura 24a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Codosera, 0,373; Coronada, 0,111; Salvaleón, 0,516. Para la Figura 24b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Coronada, 0,525; Garrovilla, 0,251; Madrigalejo, 0,224.

5.3. Carmona

5.3.1. Principales Características Socio-Económicas

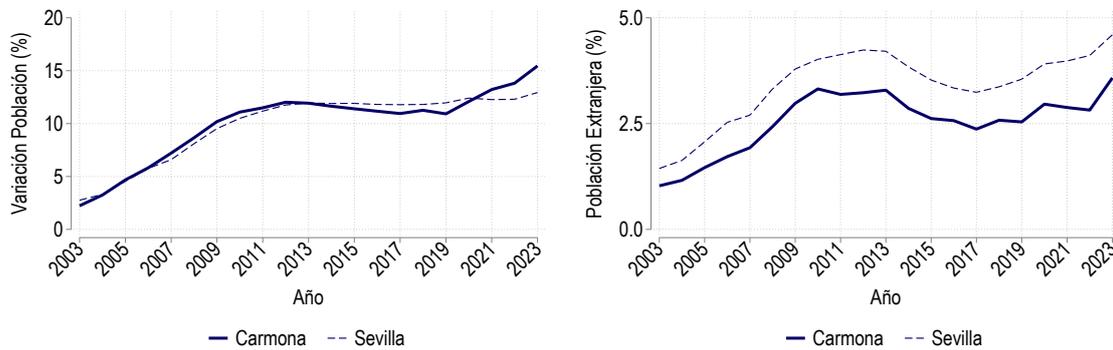
Carmona es un municipio andaluz situado a 30 kilómetros al noreste de Sevilla, con una extensión territorial de 924,89 km². Limita al norte con Lora del Río y La Campana, al este con Écija y Fuentes de Andalucía, al sur con Marchena, y al oeste con Alcalá de Guadaíra y Mairena del Alcor.

La población de Carmona experimentó un notable crecimiento entre los años 2000 y 2010. Sin embargo, desde 2010 hasta 2019, la población se estancó e incluso registró un leve descenso. A partir de 2019, la población retomó una tendencia creciente, superando el crecimiento de la provincia (Figura 25). En 2023, la población alcanzó su máximo histórico con 29.551 habitantes (INE, 2023).

Estos movimientos son más pronunciados en el caso de la población extranjera, lo que sugiere que la inmigración ha sido uno de los principales factores de ajuste demográfico. No obstante, el porcentaje de población extranjera sigue siendo bajo en comparación con otros municipios.

Las tendencias del mercado de trabajo en Carmona son similares a las de la provincia. Desde 2020, la tasa de desempleo ha disminuido (Figura 26), aunque sigue siendo aproximadamente 5 puntos porcentuales superior a la media nacional. En 2023, la tasa de desempleo

Figura 25: Carmona - Población



(a) Variación Población Respecto a 2000 (%)

(b) Porcentaje Población Extranjera (%)

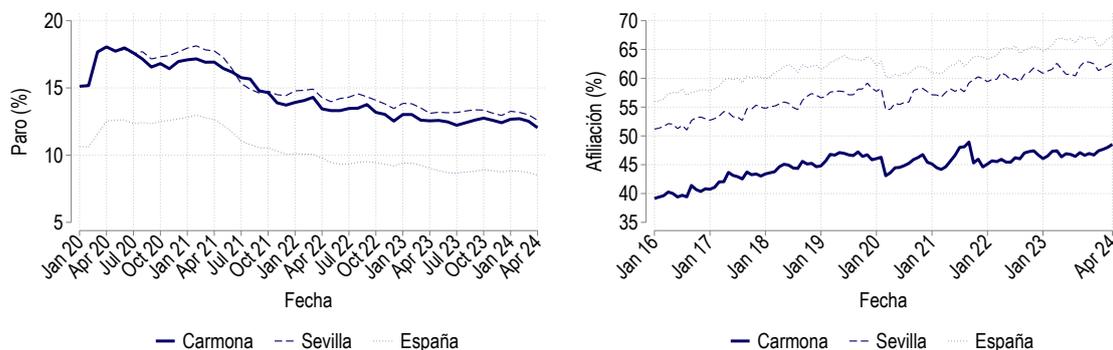
Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE, Revisión del Padrón Municipal.

municipal alcanzaba el 20,8%. En cuanto a la afiliación a la seguridad social por habitante, la brecha respecto a la media nacional es mayor al 15%.

La economía local continúa estando fuertemente vinculada al sector agrícola, con cultivos principales de cereales, olivos y girasoles, además de una notable actividad ganadera. En los últimos años, el turismo ha experimentado un crecimiento significativo, impulsado por el atractivo histórico y patrimonial del municipio, que cuenta con monumentos de origen romano y árabe de gran relevancia.

El sector servicios emplea a casi la mitad de los trabajadores, mientras que la agricultura ocupa a una tercera parte. El sector de la construcción representa el 10% del empleo. Asimismo, se ha registrado un crecimiento considerable en el número de empresas, que ha pasado de 1.500 en 2014 a más de 1.700 en 2023.

Figura 26: Carmona - Mercado de Trabajo



(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%)

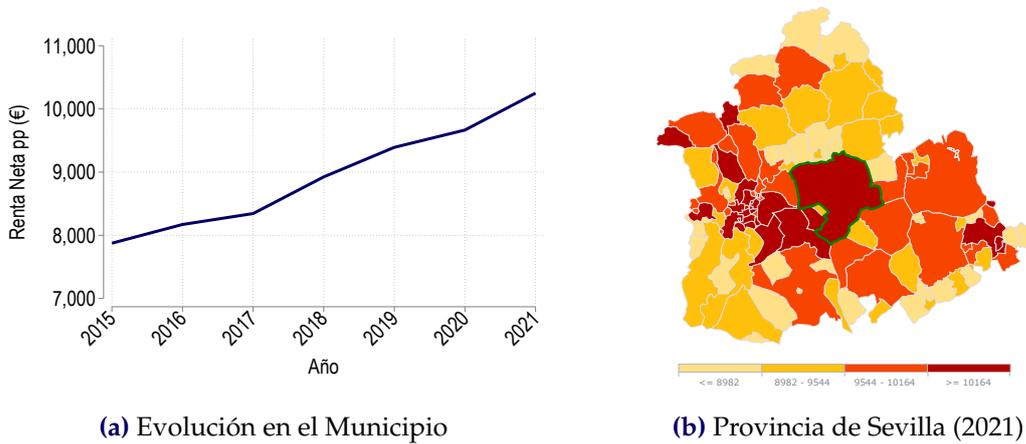
(b) Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica

La renta media por persona en Carmona en 2021 se situaba en 10.250 € anuales, ubicándose en el cuartil superior de la provincia (Figura 27). Desde 2015, la renta ha crecido de forma sostenida, incrementándose en un 23% en ese período. En cuanto a la renta media por hogar, esta alcanzaba los 27.357 € anuales en 2021.

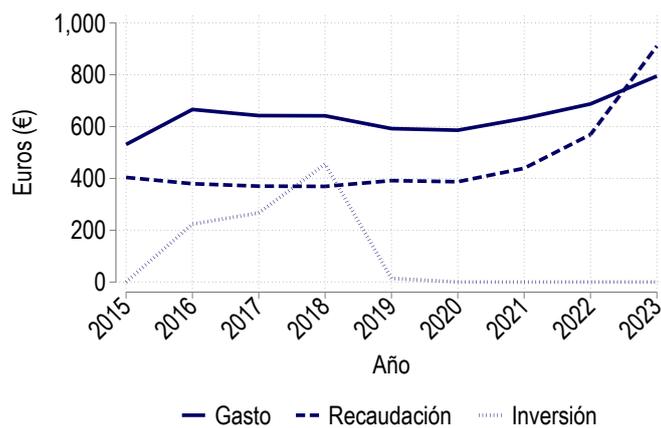
Figura 27: Carmona - Renta Neta Media por Persona (€)



Fuentes de Datos: (a) y (b): INE - Distribución de Renta de los Hogares

Desde el punto de vista de los indicadores presupuestarios municipales (Figura 28), destaca un notable aumento de la recaudación por habitante desde 2020, que pasó de una media aproximada de 380 € en el periodo 2015-2020 a 910 € en 2023. Este incremento se ha reflejado también en el gasto por habitante, que en 2023 alcanzó los 799 €.

Figura 28: Carmona - Indicadores Presupuestarios por Habitante



Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda

5.3.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

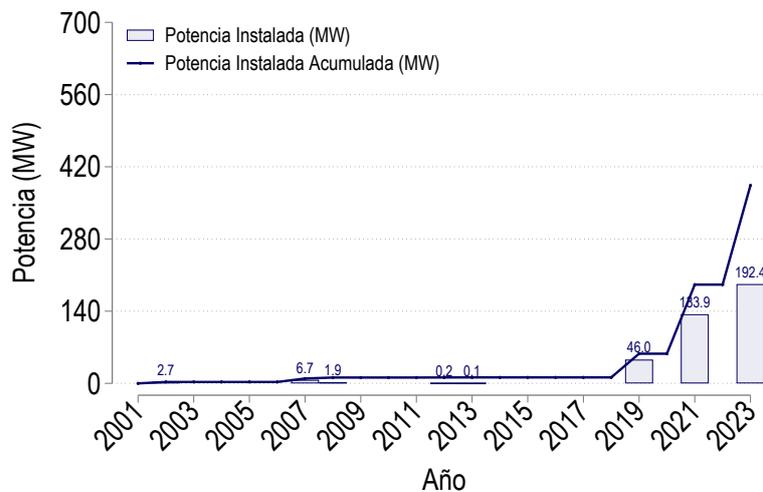
En 2023, el municipio de Carmona contaba con 384 MW de energía solar fotovoltaica instalada (Figura 29), distribuidos en siete plantas con una capacidad superior a los 40 MW cada una (Cuadro 17).

El proyecto Las Naranjillas, desarrollado inicialmente por Hanwha Energy y posteriormente adquirido por Amarenco, abarca 137 hectáreas con 121.800 módulos fotovoltaicos.

Texla Renovables ha puesto en marcha el complejo Cartago A1, con una capacidad total de 263 MW, que ocupa 488 hectáreas. Este complejo incluye las plantas Don Rodrigo III, Don Rodrigo IV, Don Rodrigo V, además de la ampliación de Biacor y Freya.

Finalmente, Endesa, a través de su filial renovable Enel Green Power España, ha contratado a 650 personas de manera directa y a otras 70 de manera indirecta para la construcción de la planta Dulcinea, que tiene una capacidad instalada de 84,2 MW, suficiente para abastecer a 50.000 hogares.

Figura 29: Carmona - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica)

Cuadro 17: Carmona - Instalaciones Fotovoltaicas

Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>HSF Alcores Calaspasol</i>	40,0	Diciembre 2019
<i>HSF Las Naranjillas</i>	49,9	Febrero 2021
<i>HSF Los Naranjos</i>	41,8	Septiembre 2021
<i>HSF Las Corchas</i>	42,2	Septiembre 2021
<i>HSF Freya</i>	44,0	Septiembre 2023
<i>HSF Don Rodrigo III</i>	44,0	Septiembre 2023
<i>HSF Don Rodrigo IV</i>	46,0	Septiembre 2023
<i>HSF Don Rodrigo V</i>	46,0	Septiembre 2023
<i>Parque Solar Dulcinea</i>	84,2	Marzo 2024

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 29 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños. El parque solar fotovoltaico Dulcinea no está representado en la Figura 29.

5.3.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

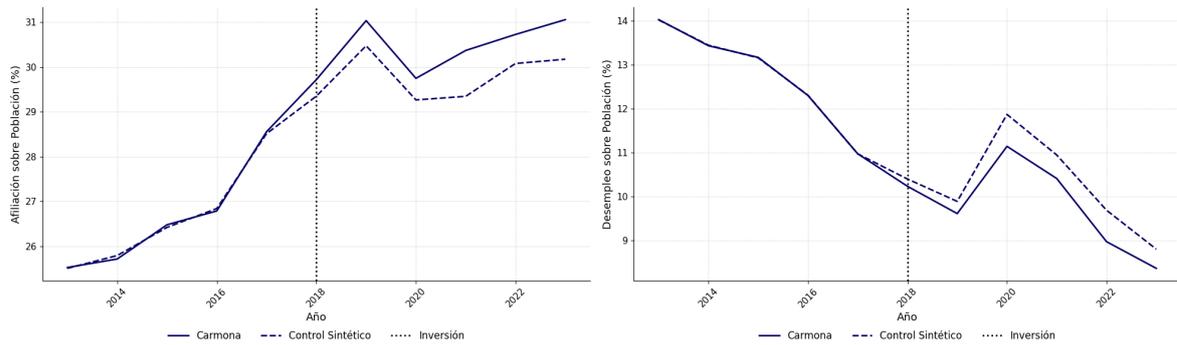
Mediante el método del control sintético, a continuación se analiza el impacto de las inversiones en energía solar fotovoltaica en las principales variables socio-económicas del municipio de Carmona.

Efectos sobre el mercado de trabajo Las Figuras 30a y 30b ilustran la evolución del empleo y del desempleo en Carmona, normalizados por la población, en relación con el control sintético. La conclusión principal es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica han tenido un impacto positivo en el empleo y el desempleo del municipio.**

La gráfica de empleo revela que, desde 2018, año en que se empieza a construir la primera de las plantas, el empleo en Carmona supera al del control sintético en 0,37 p.p. Esta ventaja se mantiene entre 0,5 p.p. y 1 p.p. en los años posteriores.

En cuanto al desempleo, Carmona también muestra una tendencia favorable en comparación con el control sintético, aunque el cambio es más gradual. En 2018, el desempleo en Carmona era 0,17 p.p. menor que en el control sintético. Esta diferencia crece con el tiempo, llegando a una máxima de 0,73 p.p. en 2020 y de 0,71 p.p. en 2022.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica

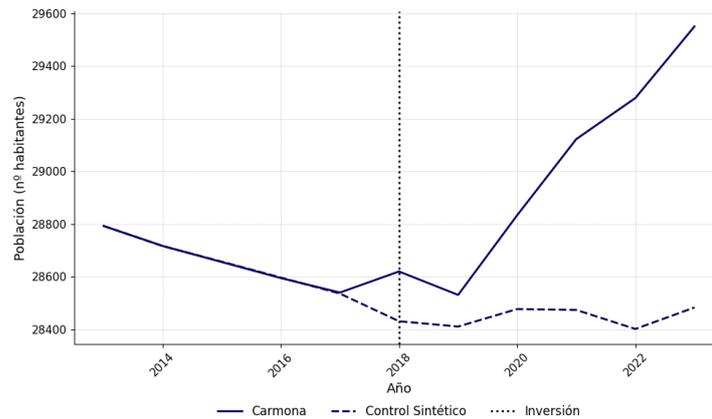


(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo (b) Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

Figura 30: Efectos de las Inversiones en Carmona sobre el Mercado Laboral

Notas: Para la Figura 30a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Algaba, 0,007; Arahal, 0,104; Camas, 0,007; Coín, 0,095; Lebrija, 0,028; Lucena, 0,17; Palacios y Villafranca, 0,071; Ronda, 0,145; Rota, 0,001; San Juan de Aznalfarache, 0,373. Para la Figura 30b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Algaba, 0,065; Arahal, 0,028; Arcos de la Frontera, 0,055; Baena, 0,177; Cabezas de San Juan, 0,119; Camas, 0,002; Castilleja de la Cuesta, 0,033; Chipiona, 0,032; Coria del Río, 0,07; Coín, 0,051; Espartinas, 0,043; Lebrija, 0,06; Lucena, 0,006; Montilla, 0,006; Osuna, 0,075; Palacios y Villafranca, 0,032; Rinconada, 0,015; Ronda, 0,013; Rota, 0,005; San Juan de Aznalfarache, 0,048; Ubrique, 0,02; Écija, 0,043.

Efectos sobre la demografía La Figura 31a ilustra la evolución de la población en el municipio de Carmona y su control sintético entre 2013 y 2023. La principal conclusión es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica han tenido un impacto positivo en la población de Carmona**. A partir de 2018, se observa un cambio significativo en la tendencia poblacional de Carmona, pasando de un descenso a un crecimiento sostenido. Este cambio de tendencia no se observa en el control sintético, que ha mantenido su población estable desde 2018. En 2023, la diferencia alcanza su máximo, cuando la diferencia en población entre Carmona y su control sintético ascendió a 1.067 habitantes, lo que representa un aumento del 3,75%.



(a) Carmona - Efectos de las Inversiones sobre la población

Figura 31: Efectos de las Inversiones en Carmona sobre la Demografía

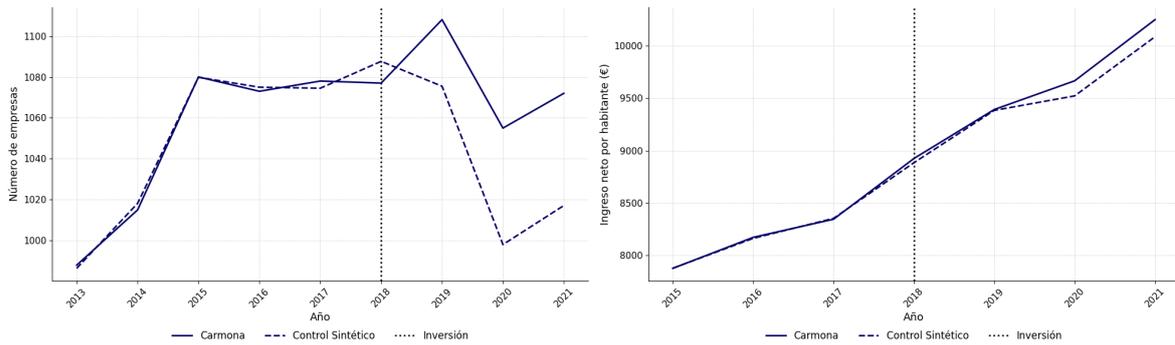
Notas: Para la Figura 31a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Arahal, 0,038; Arcos de la Frontera, 0,068; Baena, 0,012; Cabezas de San Juan, 0,022; Camas, 0,111; Castilleja de la Cuesta, 0,076; Coria del Río, 0,001; Coín, 0,025; Espartinas, 0,034; Montilla, 0,131; Morón de la Frontera, 0,07; Osuna, 0,252; Ronda, 0,079; Rota, 0,025; San Juan de Aznalfarache, 0,054; Écija, 0,002.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La Figura 32a muestra la evolución del número de empresas en el municipio de Carmona y en su control sintético. Hasta 2019, el número de empresas era similar en ambos casos. Sin embargo, en 2019, coincidiendo con la puesta en servicio de la primera planta fotovoltaica, Carmona experimenta un incremento de 31 empresas, mientras que el control sintético registra una pérdida de 12. Esta tendencia divergente se mantiene e intensifica hasta 2021, año en que Carmona alcanza las 1.072 empresas frente a las 1.017 del control sintético, marcando una diferencia del 5,4%.

Los ingresos netos por habitante en Carmona y su control sintético se muestran en la Figura 32b. Hasta 2020, la evolución de los ingresos en ambos casos es similar. A partir de ese año, se observa una diferencia favorable para Carmona: los ingresos netos son un 1.5% superiores a los del control sintético, lo que equivale a una diferencia de aproximadamente 160 € al año por habitante. Esta brecha se mantiene desde entonces.

La principal conclusión es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica tuvieron un impacto moderado pero positivo sobre el número de empresas y los ingresos netos de los habitantes de Carmona.**

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica



(a) Carmona - Efectos de las Inversiones sobre el número de empresas (b) Carmona - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

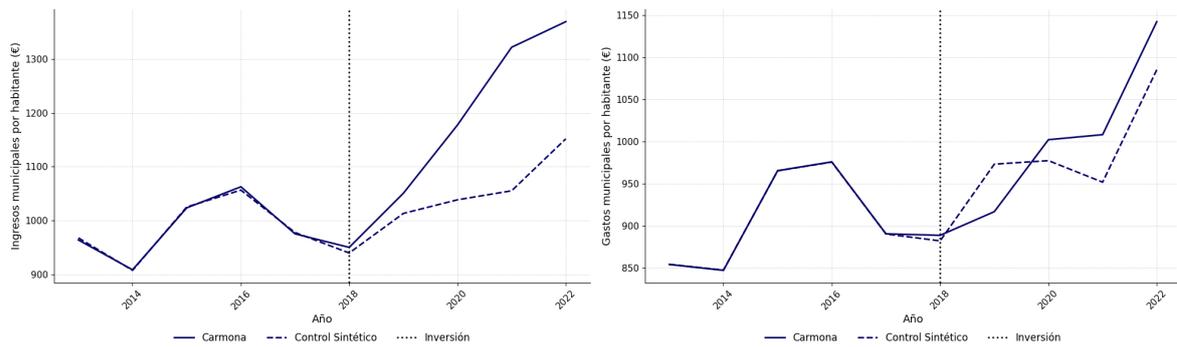
Figura 32: Efectos de las Inversiones en Carmona sobre la Actividad Económica

Notas: Para la Figura 32a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Algaba, 0,006; Arahal, 0,006; Baena, 0,016; Cabezas de San Juan, 0,07; Camas, 0,204; Chipiona, 0,041; Coria del Río, 0,055; Coín, 0,012; Espartinas, 0,005; Lucena, 0,105; Montilla, 0,037; Morón de la Frontera, 0,003; Osuna, 0,006; Palacios y Villafranca, 0,221; Rinconada, 0,13; Ronda, 0,083. Para la Figura 32b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Camas, 0,064; Espartinas, 0,013; Montilla, 0,053; Osuna, 0,84; Ubrique, 0,031.

Efectos sobre las cuentas municipales La evolución de los ingresos y gastos municipales en Carmona se ilustra en las Figuras 33a y 33b. Las variables se muestran normalizadas por la población y ajustadas con una media móvil de dos años.

La evolución de los ingresos municipales evidencia un impacto claro de las inversiones en energía solar fotovoltaica. Entre 2018 y 2022, los ingresos municipales por habitante en Carmona aumentaron de 950 € a 1.369 €. En contraste, el control sintético registró un aumento más modesto, de 940 € a 1.151 €, lo que representa un 19% menos en comparación con el incremento en Carmona.

En cuanto a los gastos municipales, estos no muestran una tendencia diferencial clara tras la inversión en energía solar.



(a) Carmona - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos municipales

(b) Carmona - Efectos de las Inversiones sobre los gastos municipales

Figura 33: Efectos de las Inversiones en Carmona sobre las cuentas municipales

Notas: Para la Figura 33a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Cabezas de San Juan, 0,404; Chipiona, 0,03; Lucena, 0,058; Montilla, 0,11; Morón de la Frontera, 0,028; San Juan de Aznalfarache, 0,368. Para la Figura 33b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Algaba, 0,017; Arahal, 0,069; Baena, 0,022; Cabezas de San Juan, 0,122; Chipiona, 0,017; Coín, 0,043; Lebrija, 0,024; Lucena, 0,111; Montilla, 0,087; Morón de la Frontera, 0,036; Osuna, 0,034; Palacios y Villafranca, 0,003; Rinconada, 0,046; Ronda, 0,183; San Juan de Aznalfarache, 0,178; Ubrique, 0,007.

5.4. Escatrón

5.4.1. Principales Características Socio-Económicas

Escatrón es un pequeño municipio de la provincia de Zaragoza, situado a aproximadamente 77 kilómetros de la capital zaragozana. El término municipal tiene una superficie de 94,64 km².

Cabe destacar que Escatrón alberga dos centrales de ciclo combinado: la central térmica de Escatrón, con una potencia de 818 MW, propiedad de Repsol;¹⁰ y la central térmica de Escatrón Peaker, con una potencia instalada de 275 MW, propiedad de Ignis. Ambas centrales comenzaron a operar en 2007, lo que explica que la generación de energía eléctrica sea la principal actividad económica del municipio. Comparado con otros municipios aragoneses de tamaño similar, la economía de Escatrón depende menos de la agricultura. Solo el 9,7% de su territorio está dedicado al regadío, con cultivos predominantes de cereales y olivos.

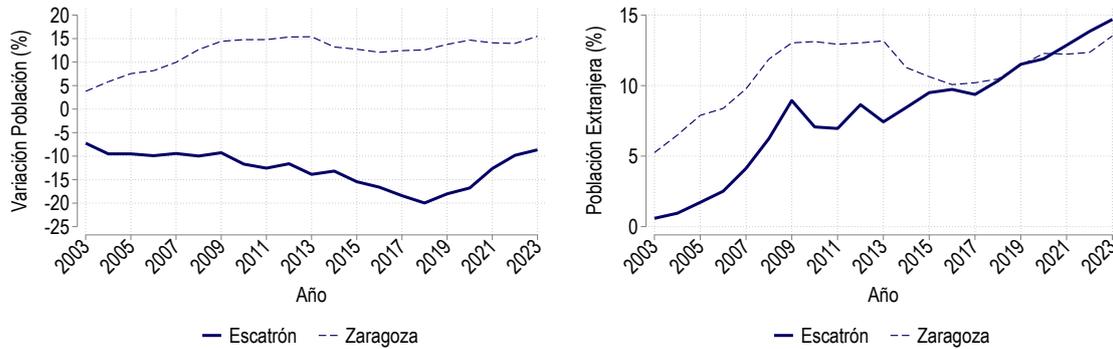
Desde 2018, Escatrón ha experimentado un crecimiento gradual en su población, revirtiendo la tendencia de despoblación que había prevalecido en años anteriores (Figura 34). En 2023, la población total del municipio ascendía a 1.174 habitantes, según el INE (2023), la cifra más alta en los últimos 15 años. En 2018, el municipio registró su población mínima

¹⁰ Anteriormente, la planta contaba con tres grupos de carbón, que ya no están en funcionamiento.

con 1.026 habitantes.

En 2023, el porcentaje de población extranjera ascendía a casi el 15%, habiendo crecido de manera continua en los últimos años.

Figura 34: Escatrón - Población



(a) Variación Población Respecto a 2000 (%)

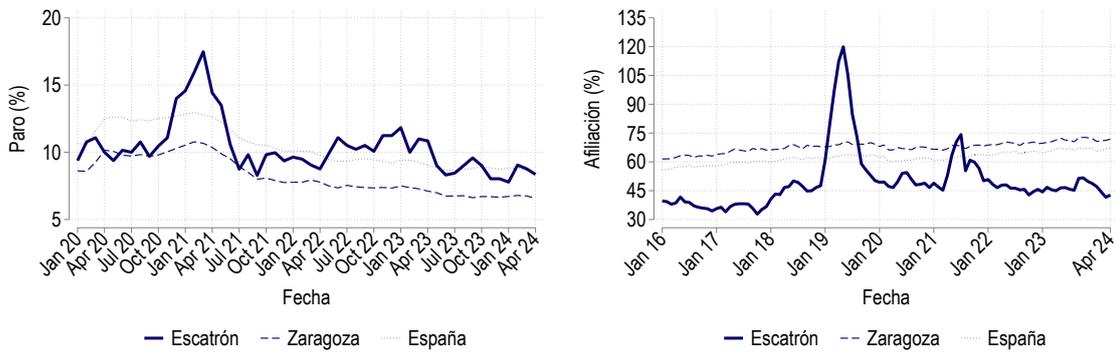
(b) Porcentaje Población Extranjera

Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE.

El paro en Escatrón descendió del 9,48% al 8,35% entre enero de 2020 y abril de 2024, aunque alcanzó un pico del 17,48% en marzo de 2021 (Figura 35). El desempleo en el municipio se mantiene por encima de la media provincial de Zaragoza, que fue del 8,2% durante el mismo periodo. En abril de 2024, la tasa de paro en Zaragoza era del 6,58%.

En cuanto a la afiliación a la seguridad social, Escatrón ha estado por debajo de la media de España y de la provincia de Zaragoza en los últimos seis años, excepto en dos picos registrados en 2019 y 2021. La media de afiliación en el municipio es del 49,73%, mientras que la media nacional es diez puntos porcentuales más alta. En abril de 2024, la afiliación en Escatrón era del 42,72%.

Figura 35: Escatrón - Mercado de Trabajo

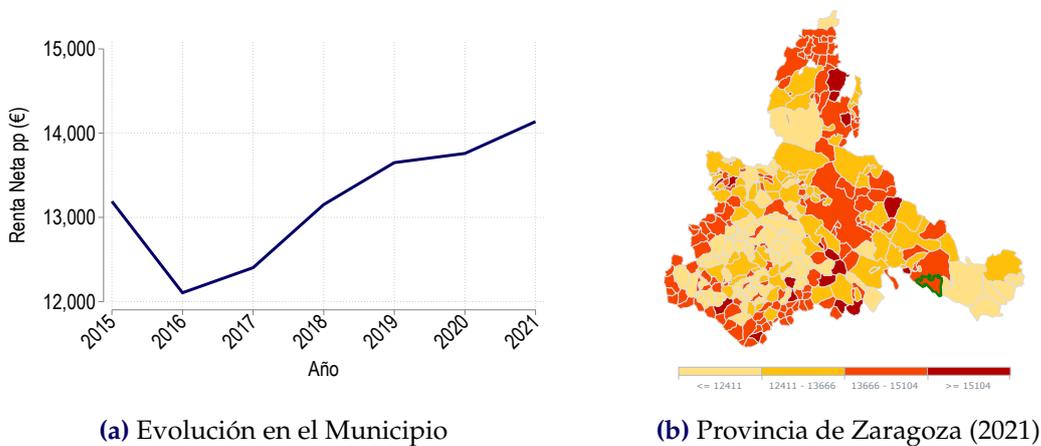


(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%) **(b)** Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

En lo que respecta a la renta neta media por persona (Figura 36), se observa un aumento constante en los cinco años comprendidos entre 2016 y 2021, con un incremento de casi el 17%, pasando de 12.105 € a 14.137 €. Este crecimiento posiciona al municipio en el segundo cuartil más alto de la provincia.

Figura 36: Escatrón - Renta Neta Media por Persona (€)



(a) Evolución en el Municipio

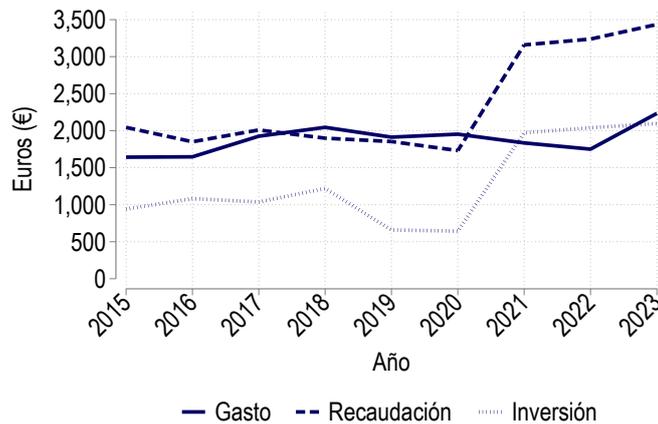
(b) Provincia de Zaragoza (2021)

Fuentes de Datos: (a) y (b): INE - Distribución de Renta de los Hogares

En cuanto a los indicadores presupuestarios por habitante (Figura 37), tanto la inversión como la recaudación han seguido una tendencia similar: descendente entre 2015 y 2020, con un fuerte aumento entre 2020 y 2021, coincidiendo con la puesta en marcha de la nueva capacidad solar fotovoltaica, y con un crecimiento menor pero positivo desde entonces. Más específicamente, la recaudación aumentó de 2.044 € por habitante a 3.435 €, un incremento de casi el 70% en los ocho años comprendidos entre 2015 y 2023. La inversión subió

un 123% en el mismo periodo, pasando de 941 € a 2.097 €. Por otro lado, el gasto se mantuvo relativamente estable en torno a los 1.840 € entre 2015 y 2021, cuando experimentó un aumento del 28%, alcanzando los 2.233 €, situándose por debajo de la recaudación a partir de 2020.

Figura 37: Escatrón - Indicadores Presupuestarios por Habitante



Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda

5.4.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

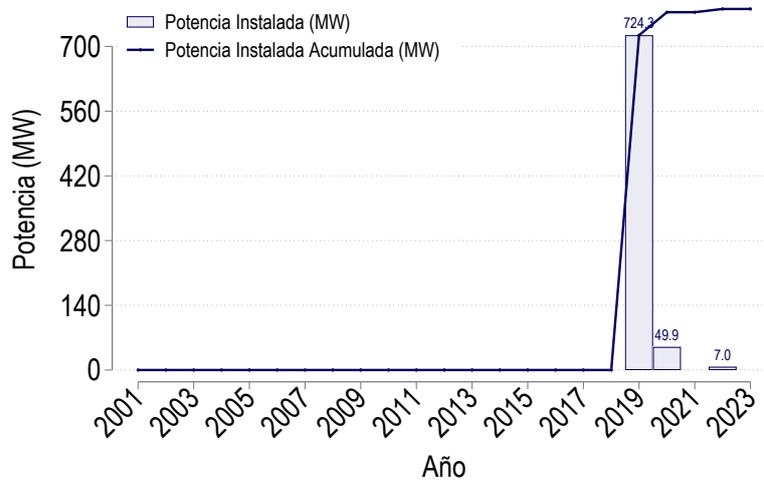
A finales de 2018 comenzaron las obras para la construcción del complejo fotovoltaico de Escatrón, con una potencia conjunta de 781 MW, repartidos en 16 plantas de aproximadamente 50 MW cada una (Cuadro 18), ocupando una superficie de 3.173 hectáreas en los municipios de Escatrón, Chiprana y Samper de Calanda. La puesta en servicio del complejo fotovoltaico Escatrón-Chiprana-Samper requirió la construcción de cuatro nuevas subestaciones y dos líneas aéreas de alta tensión.

Las plantas se conectaron a la red entre noviembre y diciembre de 2019, cumpliendo con el plazo establecido en la tercera subasta de renovables, en la que el grupo ACS —propietario del complejo— se adjudicó un lote de 1.550 MW.

Posteriormente, en junio de 2020, también entró en funcionamiento otra planta de casi 50 MW.

La suma de todos los proyectos convierte a Escatrón en uno de los municipios con mayor potencia fotovoltaica instalada en España, con un total de 781 MW (Figura 38).

Figura 38: Escatrón - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica)

Cuadro 18: Escatrón - Instalaciones Fotovoltaicas

Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>Mediomonte Solar</i>	49,8	Noviembre 2019
<i>Escarnes Solar</i>	40,2	Noviembre 2019
<i>Palabra Solar</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Envitero Solar</i>	45,6	Noviembre 2019
<i>Escatrón Solar Dos</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Mocatero Solar</i>	40,2	Noviembre 2019
<i>Ignis Solar Uno</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Emoción Solar</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Ribagrande[†]</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Valdelagua[†]</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>El Robledo[†]</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Sierrezuela[†]</i>	49,9	Noviembre 2019
<i>Talento Solar[¶]</i>	49,9	Diciembre 2019
<i>Hazaña Solar[¶]</i>	49,9	Diciembre 2019
<i>Esplendor Solar[¶]</i>	49,9	Diciembre 2019
<i>Desafío Solar</i>	49,9	Diciembre 2020

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 38 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños.

El parque solar Escatrón-Chiprana-Samper (noviembre-diciembre 2019) tiene una capacidad combinada de 724.3 MW repartidos en 15 plantas en las localidades aragonesas de Chiprana, Escatrón y Samper de Calanda.

[†]Estas plantas se encuentran en el municipio de Chiprana, en la provincia de Zaragoza.

[¶]Estas plantas se encuentran en el municipio de Samper de Calanda, en la provincia de Teruel.

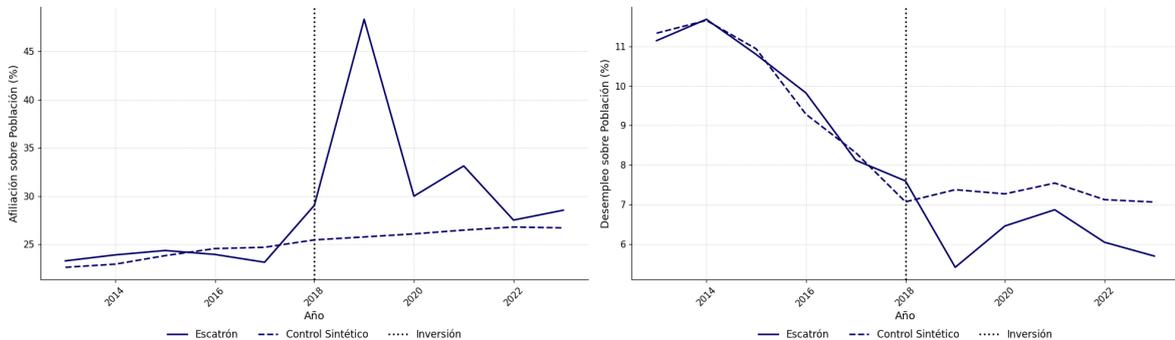
5.4.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

Se procede a evaluar, utilizando el método del control sintético, cómo las inversiones en energía solar fotovoltaica afectan las principales variables socioeconómicas en el municipio de Escatrón.

Efectos sobre el mercado de trabajo La evolución del empleo y desempleo en Escatrón y el control sintético se representan en las Figuras 39a y 39b. Se concluye que **las inversiones en energía solar fotovoltaica tuvieron un impacto positivo significativo sobre el empleo y desempleo de Escatrón.**

Entre 2017 y 2019, Escatrón experimentó un notable incremento en el empleo de 25,2 p.p., mientras que el incremento en el control sintético durante el mismo período fue de solo 1,07 p.p. Coincidiendo con la construcción de las plantas en 2019, el empleo en Escatrón superó en 22,6 p.p. al del control sintético. Sin embargo, el empleo disminuyó en los años siguientes a 2019, aproximándose a niveles más cercanos a los del control sintético al final del período analizado. Ello sugiere que la mayor parte del empleo creado se debió a la construcción de las plantas.

Por otro lado, el desempleo normalizado por la población en Escatrón disminuyó 2,2 p.p. en 2019, estableciéndose en un 5,4%, mientras que esta variable en el control sintético experimentó un aumento, alcanzando el 7,4%. En 2023, la diferencia se mantiene, con el desempleo en Escatrón 1,4 p.p. por debajo del control sintético. Nótese cómo el fuerte aumento del empleo en Escatrón coincide con la fuerte, aunque en menor medida, reducción del desempleo. Ello sugiere que la construcción de las plantas implicó un aumento en la contratación de residentes y no residentes.



(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo **(b)** Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

Figura 39: Efectos de las Inversiones en Escatrón sobre el Mercado Laboral

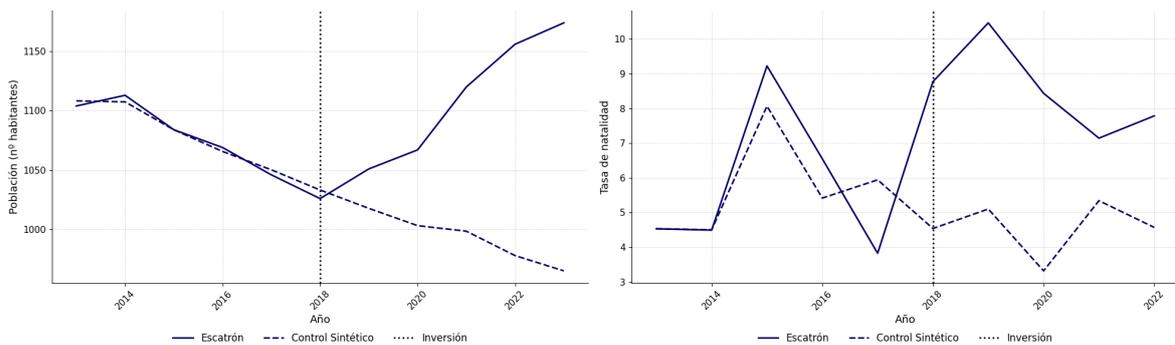
Notas: Para la Figura 39a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Aldover, 0,101; Castellldans, 0,069; Escucha, 0,105; Fabara, 0,028; Fatarella, 0,065; Figueruelas, 0,002; Fonz, 0,055; Galera, 0,045; Gimennells i el Pla de la Font, 0,037; Lanaja, 0,07; Leciñena, 0,05; Luceni, 0,099; Maials, 0,026; Nonaspe, 0,058; Pinell de Brai, 0,068; Rossell, 0,044; Tardienta, 0,048; Torrente de Cinca, 0,03. Para la Figura 39b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Castellldans, 0,024; Rossell, 0,976.

Efectos sobre la demografía Las Figuras 40a y 40b muestran la evolución de dos de las principales variables demográficas de Escatrón: el número de habitantes y la tasa de nata-

alidad. La principal conclusión es que **ha habido un impacto positivo en la población y la tasa de natalidad de Escatrón debido a las inversiones en energía solar fotovoltaica.**

En 2018, con el inicio de la construcción de las primeras plantas, se revierte la tendencia de despoblamiento previa y se inicia un periodo de crecimiento poblacional. De 2018 a 2023, la población de Escatrón aumenta en 148 habitantes, lo que representa un incremento del 14,42%. Por contraste, el control sintético continúa con su tendencia de despoblamiento. En 2023, la diferencia poblacional entre Escatrón y el control sintético asciende a 209 habitantes, equivalente a un 21,64% más en Escatrón.

En términos de natalidad, en 2018 la tasa en Escatrón se eleva significativamente, alcanzando 9 nacimientos anuales por cada mil habitantes, comparado con una tasa de 4 nacimientos por cada mil en el control sintético. Esta superioridad se mantiene a lo largo de la muestra, con Escatrón registrando 8 nacimientos por cada mil habitantes en 2023, frente a los 5 nacimientos por cada mil habitantes en el control sintético.



(a) Escatrón - Efectos de las Inversiones sobre la población (b) Escatrón - Efectos de las Inversiones sobre la tasa de natalidad

Figura 40: Efectos de las Inversiones en Escatrón sobre la Demografía

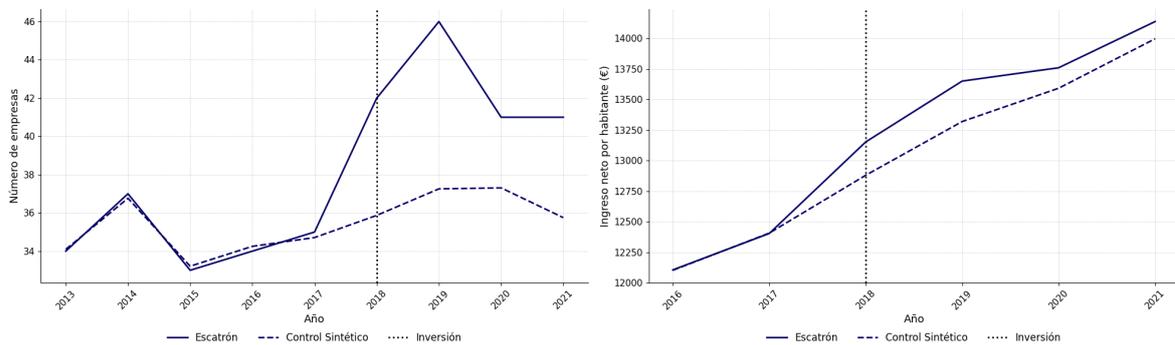
Notas: Para la Figura 40a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Fatarella, 0,616; Galera, 0,018; Maials, 0,181; Tardienta, 0,185. Para la Figura 40b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Aldover, 0,107; Fatarella, 0,148; Figueruelas, 0,059; Fonz, 0,282; Gimènells i el Pla de la Font, 0,114; Lanaja, 0,178; Leciñena, 0,01; Maials, 0,097; Pinell de Brai, 0,004.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La Figura 41 muestra la evolución del número de empresas y los ingresos netos medios de los habitantes en Escatrón en comparación con el control sintético. La principal conclusión es que **la actividad económica en Escatrón se vio beneficiada por la instalación de plantas solares fotovoltaicas en el municipio.**

Entre 2017 y 2019, el número de empresas en Escatrón aumenta de 35 a 46, mientras que el control sintético, partiendo también de 35 empresas en 2017, solo incrementa en dos

empresas durante el mismo periodo. Esta superioridad en Escatrón se mantiene a lo largo del tiempo, con 5 empresas más que el control sintético en 2021, lo que representa un incremento del 14,3%.

Los ingresos netos por habitante muestran, tanto en Escatrón como en el control sintético, un incremento progresivo a lo largo del periodo analizado. No obstante, desde 2018, Escatrón experimenta una aceleración en el crecimiento de los ingresos de sus residentes. Para el final de la muestra en 2021, Escatrón supera en 141 € los ingresos netos medios anuales por habitante del control sintético.



(a) Escatrón - Efectos de las Inversiones sobre el número de empresas (b) Escatrón - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

Figura 41: Efectos de las Inversiones en Escatrón sobre la Actividad Económica

Notas: Para la Figura 41a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Albalate de Cinca, 0,104; Aldover, 0,23; Castellldans, 0,138; Fatarella, 0,194; Galera, 0,217; Lanaja, 0,019; Leciñena, 0,018; Luceni, 0,08. Para la Figura 41b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Figueruelas, 0,353; Leciñena, 0,485; Tardienta, 0,162.

Efectos sobre las cuentas municipales Los ingresos municipales por habitante en Escatrón son notablemente superiores a los del conjunto de municipios de control (ver Figura 42), lo que impide establecer un control sintético efectivo. De manera similar, los gastos municipales por habitante en Escatrón también superan significativamente a los de la mayoría de los municipios de control (ver Figura 43), con la excepción de Figueruelas y Escucha, lo que resulta insuficiente para realizar un control sintético que sea significativo. Por tanto, se concluye que los valores de las cuentas municipales de los municipios de control para Escatrón no son adecuados para efectuar un control sintético robusto, ni, en consecuencia, para determinar el impacto real de las inversiones en las cuentas municipales de Escatrón.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica

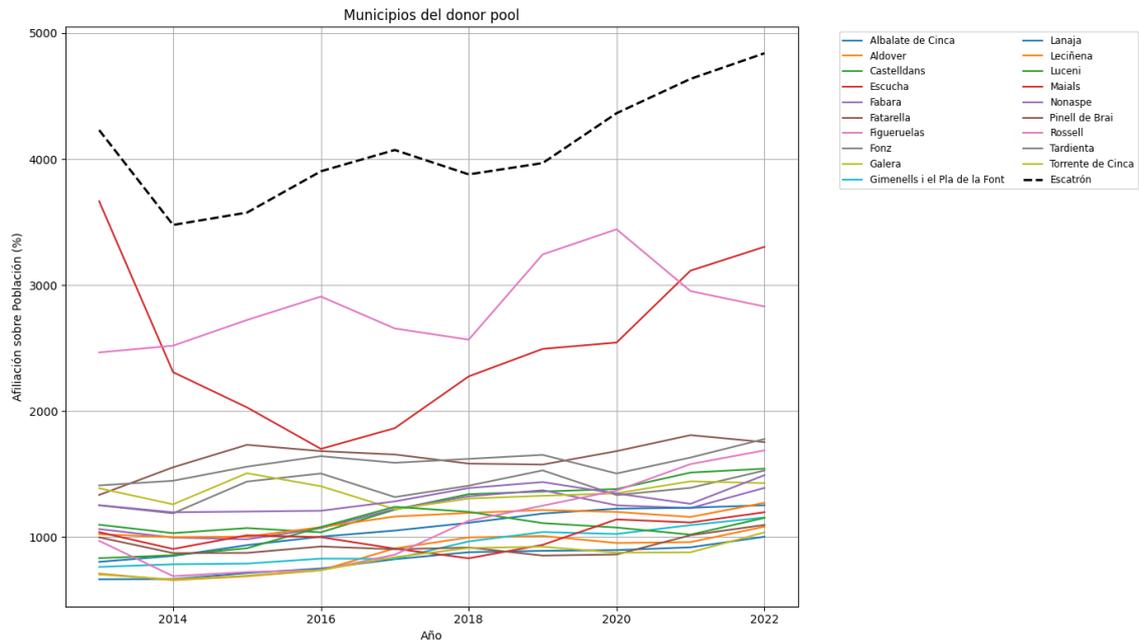


Figura 42: Valores de los ingresos municipales por habitante en Escatrón y sus municipios de control.

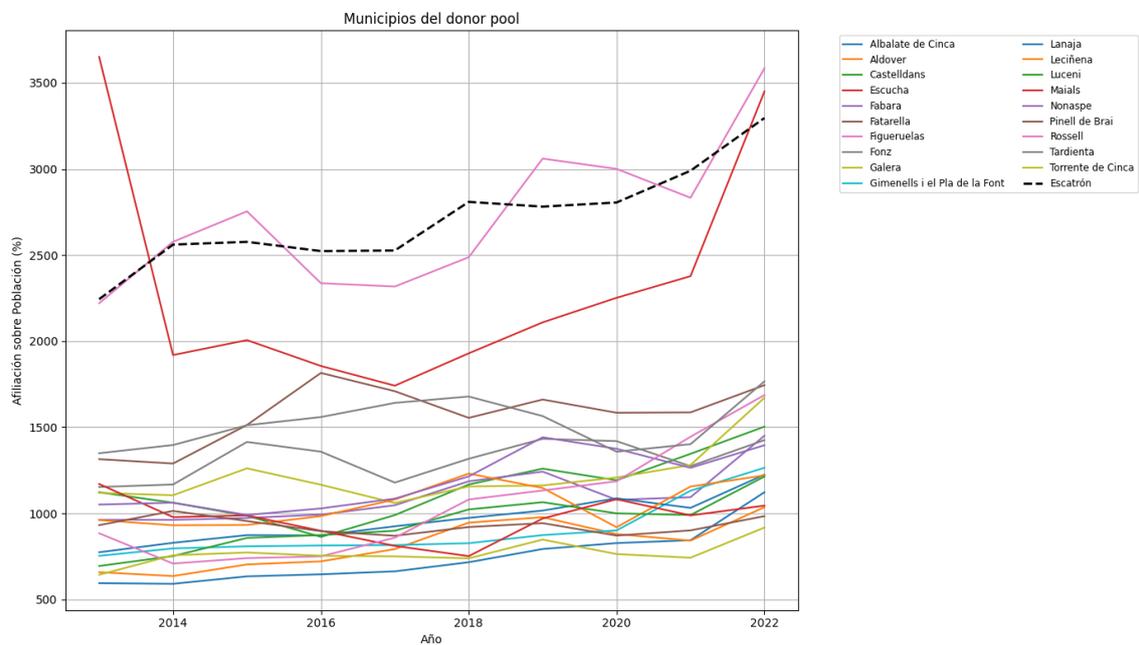


Figura 43: Valores de los gastos municipales por habitante en Escatrón y sus municipios de control.

5.5. Tordesillas

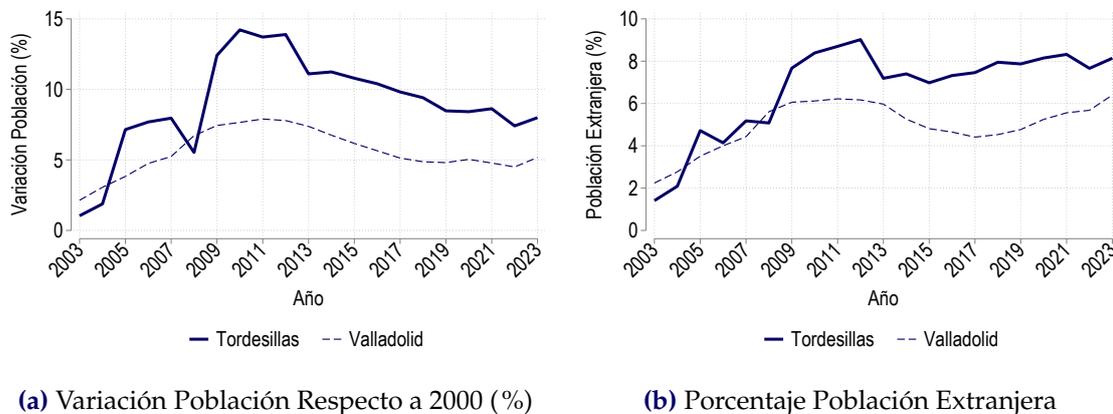
5.5.1. Principales Características Socio-Económicas

Tordesillas es un municipio de la provincia de Valladolid, situado a aproximadamente 35 kilómetros de la capital vallisoletana. El término municipal tiene una superficie de 141,95 km².

Entre 2000 y 2023, la población de Tordesillas ha oscilado entre 8.066 y 9.213 habitantes (Figura 44). En 2023, la población alcanzaba los 8.681 habitantes (INE, 2023). Aproximadamente el 8% de la población de Tordesillas en 2023 era de origen extranjero, casi dos puntos porcentuales por encima de la media de la provincia.

Históricamente, la agricultura de secano y la ganadería fueron las principales actividades productivas en la provincia de Valladolid. Sin embargo, a partir de la década de 1950, la provincia experimentó un cambio significativo con la instalación de empresas del sector automovilístico y de otros sectores industriales, convirtiendo a Valladolid en el principal centro industrial de Castilla y León.

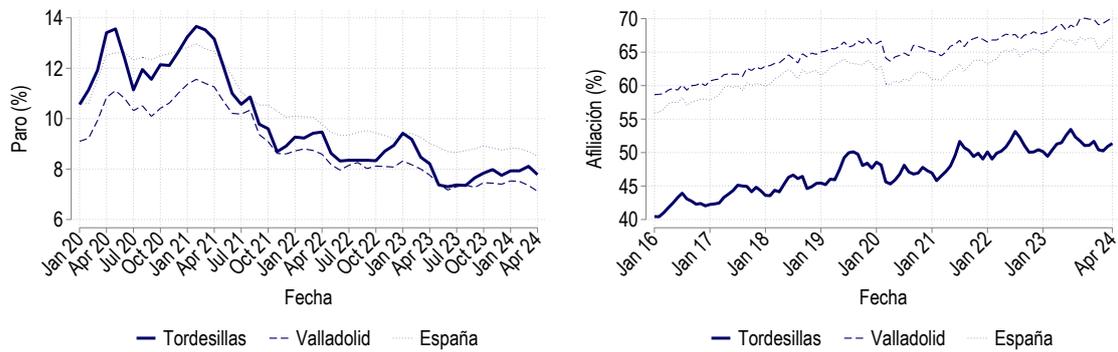
Figura 44: Tordesillas - Población



Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE.

El paro en Tordesillas ha disminuido en línea con las tendencias observadas en Valladolid y en el resto de España entre enero de 2020 y abril de 2024 (Figura 45). En este último año, la tasa de paro era del 7,78%. El porcentaje de afiliaciones a la seguridad social en Tordesillas aumentó del 40,44% en enero de 2016 al 51,36% en abril de 2024. No obstante, y pese a un incremento de más de diez puntos porcentuales en 8 años, la afiliación sigue siendo significativamente inferior a la tasa de afiliación en España y Valladolid, que en abril de 2024 eran del 67,27% y 70,13%, respectivamente.

Figura 45: Tordesillas - Mercado de Trabajo

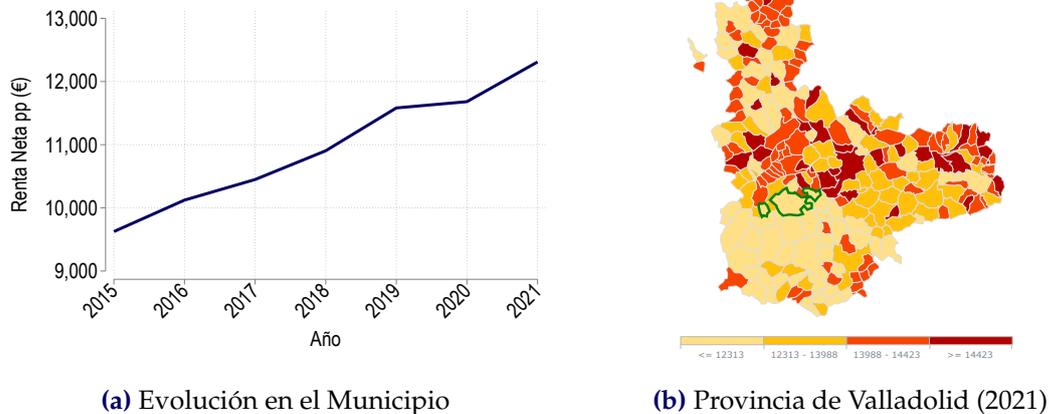


(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%) **(b)** Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

La renta neta media por persona en Tordesillas ha aumentado de manera continua entre 2015 y 2021, pasando de 9.625 € a 12.310 €, lo que representa un incremento del 28 % (Figura 46). A pesar de este aumento, Tordesillas se sitúa en el cuartil inferior de la provincia de Valladolid en términos de renta media.

Figura 46: Tordesillas - Renta Neta Media por Persona (€)



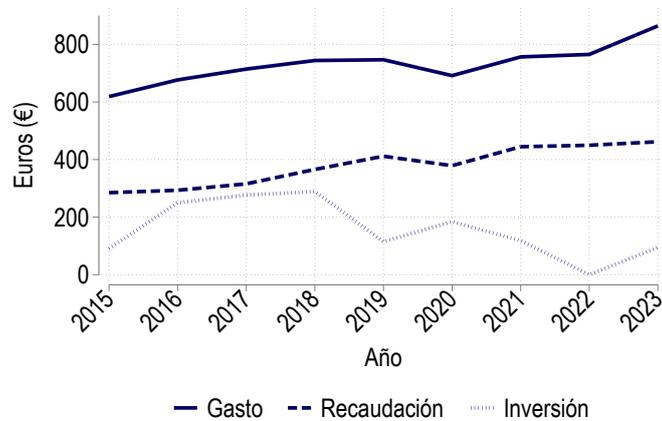
(a) Evolución en el Municipio

(b) Provincia de Valladolid (2021)

Fuentes de Datos: (a) y (b): INE - Distribución de Renta de los Hogares

Siguiendo los indicadores presupuestarios por habitante en Tordesillas (Figura 47), se observa una tendencia ascendente tanto en el gasto como en la recaudación. Tras tres años consecutivos de aumento en el periodo 2015-2018, la inversión fue nula en 2022. Sin embargo, en 2023 la inversión se recuperó, alcanzando los 95 € por habitante. En ese mismo año, el gasto fue de 864 € y la recaudación de 462 € por habitante.

Figura 47: Tordesillas - Indicadores Presupuestarios por Habitante



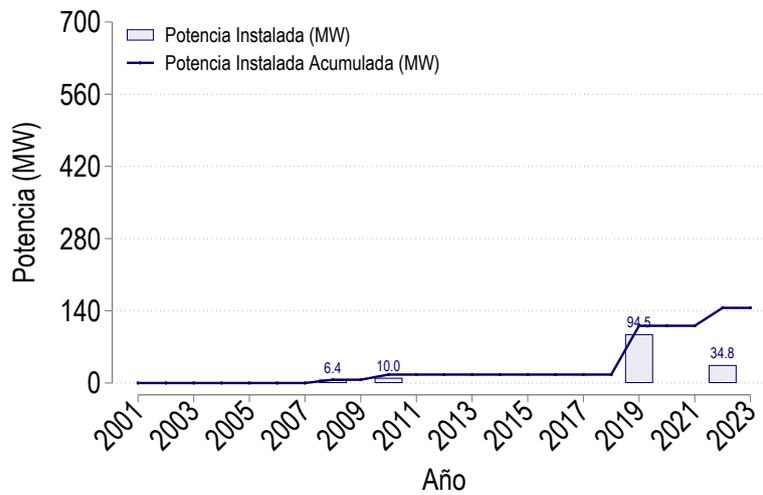
Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda

5.5.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

En 2024, el municipio de Tordesillas albergaba un total de 146 MW de energía solar fotovoltaica (Figura 48). Las plantas solares fotovoltaicas Solaria - Tordesillas I y Solaria - Tordesillas II, propiedad de Solaria Energía y Medio Ambiente, tienen una capacidad combinada de 80 MW. En total, cuentan con más de 238.000 módulos que ocupan 165 hectáreas. El alcalde de Tordesillas, Miguel Ángel Oliveira, afirmó lo siguiente en su visita a la planta en junio pasado: *"La llegada de esta planta de Solaria ha sido un punto de inflexión para Tordesillas. Hemos vivido un gran cambio económico y social, y además, somos un referente nacional en energía solar fotovoltaica"* (Solaria, 2024).

Los proyectos WD Tordesillas I y II, con capacidades de 21 MW y 13,76 MW respectivamente, incluyen 68.180 y 45.024 módulos y fueron promovidos por Watt Development Solar.

Figura 48: Tordesillas - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica)

Cuadro 19: Tordesillas - Instalaciones Fotovoltaicas

Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>FV Solaria - Tordesillas I</i>	30,0	Diciembre 2019
<i>FV Solaria - Tordesillas II</i>	50,0	Diciembre 2019
<i>FV WD Tordesillas I</i>	21,0	Abril 2022

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 48 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños.

5.5.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

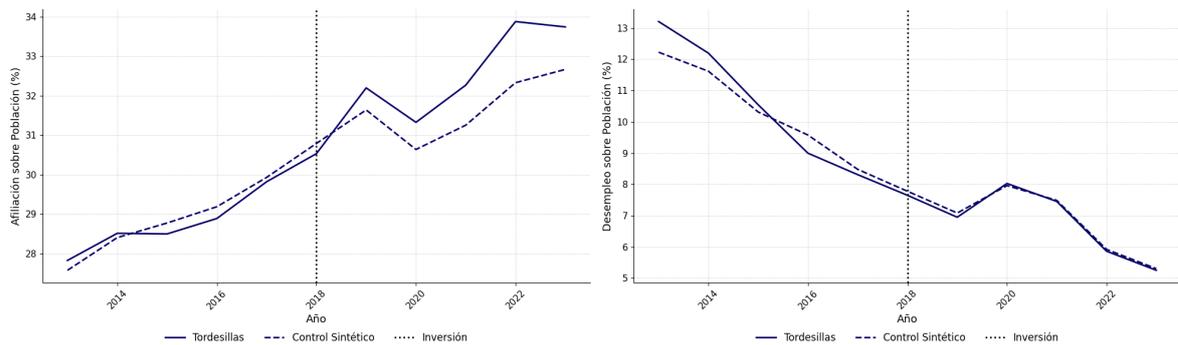
Se analizan los efectos socio-económicos en Tordesillas de las inversiones en energía solar fotovoltaica, mediante la metodología de los controles sintéticos.

Efectos sobre el mercado de trabajo Las Figuras 49a y 49b muestran la evolución del empleo y del desempleo, respectivamente, normalizados por la población en Tordesillas y su control sintético. La principal conclusión es que **la inversión en energía solar fotovoltaica ha tenido un impacto significativo en estimular el empleo en el municipio.**

Hasta 2019, el año en que se construyeron y pusieron en servicio las plantas Tordesillas I y II, el empleo en Tordesillas y en el control sintético siguieron trayectorias similares. Sin

embargo, en 2019, el empleo normalizado en Tordesillas creció en 1,67 puntos porcentuales (p.p.), mientras que en el control sintético aumentó 0,85 p.p., quedando 0,56 p.p. por debajo de Tordesillas. La brecha en el empleo entre Tordesillas y el control sintético se amplió con el tiempo, alcanzando su máximo en 2022 con la puesta en marcha de la tercera planta, donde la diferencia llegó a 1,55 p.p.

En cuanto al desempleo, no se observa un impacto significativo de las inversiones fotovoltaicas en su evolución. Tanto Tordesillas como su control sintético mostraron una tendencia descendente en el desempleo, interrumpida solo en el año de la pandemia.



(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo (b) Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

Figura 49: Efectos de las Inversiones en Tordesillas sobre el Mercado Laboral

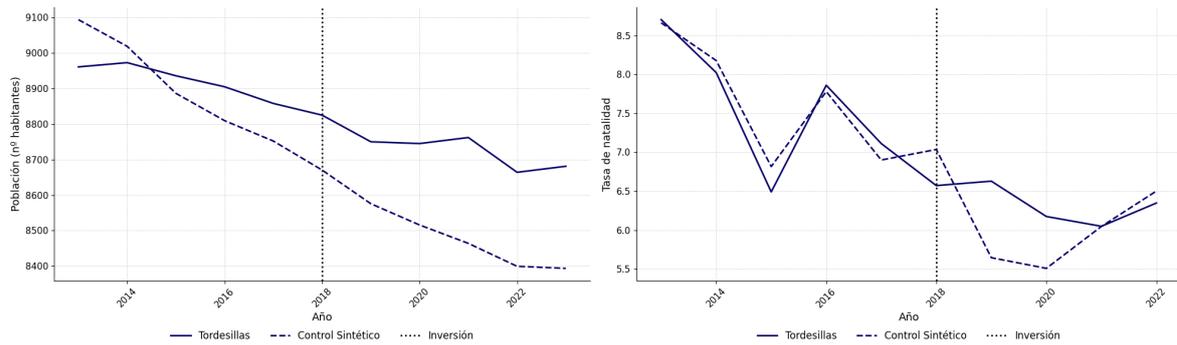
Notas: Para la Figura 49a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Arenas de San Pedro, 0,079; Arévalo, 0,117; Astorga, 0,096; Boalo, 0,029; Brunete, 0,035; Collado Mediano, 0,02; Colmenarejo, 0,04; Guardo, 0,068; Hoyo de Manzanares, 0,016; Manzanares el Real, 0,034; Peñaranda de Bracamonte, 0,082; San Martín de Valdeiglesias, 0,033; Soto del Real, 0,077; Valverde de la Virgen, 0,049; Venta de Baños, 0,176; Villa del Prado, 0,029; Villamayor, 0,02. Para la Figura 49b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Peñaranda de Bracamonte, 0,532; Venta de Baños, 0,468.

Efectos sobre la demografía La Figura 50 muestra la evolución del número de habitantes y nacimientos en Tordesillas. A lo largo del periodo analizado, la población de Tordesillas experimenta una tendencia de despoblamiento. Sin embargo, este fenómeno es menos pronunciado en Tordesillas que en su control sintético, que registra un descenso mayor, con 287 habitantes menos en 2023, equivalente a un 3,43% inferior.

En cuanto a la tasa de natalidad, Tordesillas y su control sintético presentan una tendencia descendente. No obstante, después de la inversión en energía solar, la tasa de natalidad en Tordesillas muestra resultados superiores a los del control sintético, alcanzando una diferencia máxima en 2019 del 17%, equivalente a 1 nacimiento cada mil habitantes.

Para el final del periodo analizado, en 2022, la tasa de natalidad en Tordesillas y en el control sintético convergen en torno a los 6,5 nacimientos por cada mil habitantes.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica



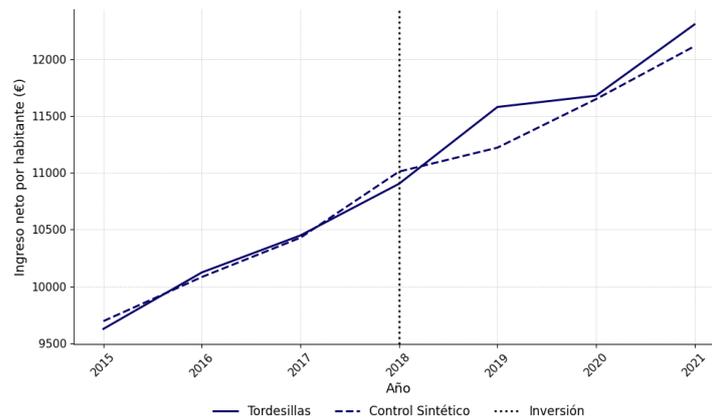
(a) Tordesillas - Efectos de las Inversiones sobre la población

(b) Tordesillas - Efectos de las Inversiones sobre la tasa de natalidad

Figura 50: Efectos de las Inversiones en Tordesillas sobre la Demografía

Notas: Para la Figura 50a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Astorga, 0,731; Boalo, 0,151; Guardo, 0,118. Para la Figura 50b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Brunete, 0,026; Collado Mediano, 0,429; Guardo, 0,058; Soto del Real, 0,381; Valverde de la Virgen, 0,107.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La Figura 51a ilustra la evolución de los ingresos anuales netos por habitante en Tordesillas y su control sintético. Ambas series muestran una tendencia ascendente a lo largo del periodo analizado. Sin embargo, se observa una divergencia significativa a partir de 2019, coincidiendo con la construcción e inicio de operaciones de las dos primeras plantas fotovoltaicas. En ese año, los ingresos netos por habitante en Tordesillas alcanzaron aproximadamente 11.580 € al año, mientras que los del control sintético se situaron en 11.223 €, una diferencia de 359 € al año. Esta brecha se mantiene en menor medida en 2021, cuando los ingresos en Tordesillas ascendieron a 12.310 €, superando los 12.117 € del control sintético. La conclusión es que **la instalación de plantas solares fotovoltaicas en el municipio de Tordesillas ha generado un impacto positivo sobre los ingresos netos de sus habitantes.**



(a) Tordesillas - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

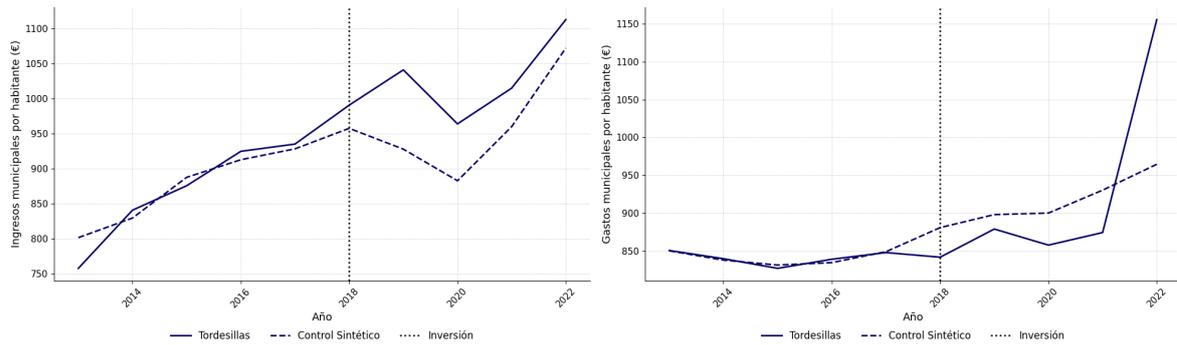
Figura 51: Efectos de las Inversiones en Tordesillas sobre la Actividad Económica

Notas: Para la Figura 51a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Arenas de San Pedro, 0,32; Carbajosa de la Sagrada, 0,395; Guardo, 0,155; Peñaranda de Bracamonte, 0,131.

Efectos sobre las cuentas municipales Las Figuras 52a y 52b ilustran los resultados del control sintético sobre las principales variables de las cuentas municipales en Tordesillas: ingresos y gastos municipales por habitante.

Se observa un impacto significativo en los ingresos municipales desde 2018, año de construcción de las plantas FV Solaria. En este año los ingresos municipales por habitante alcanzan los 990 € en Tordesillas, frente a los 957 € del control sintético. Esta superioridad se mantiene a lo largo de la muestra, señalando una diferencia máxima de 113 € por habitante en 2019, año de puesta en marcha de las plantas FV Solaria, equivalente a un incremento del 12,2%. En relación con los gastos municipales, el control sintético muestra valores ligeramente superiores hasta 2022, año en que los gastos por habitante en Tordesillas superan los del control sintético en 190 €, lo que representa un aumento del 20%.

Se concluye que **los resultados indican impactos positivos en las cuentas municipales de Tordesillas debido a las inversiones en energía solar fotovoltaica.**



(a) Tordesillas - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos municipales

(b) Tordesillas - Efectos de las Inversiones sobre los gastos municipales

Figura 52: Efectos de las Inversiones en Tordesillas sobre las cuentas municipales

Para la Figura 52a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Astorga, 0,274; Guardo, 0,15; Venta de Baños, 0,576. Para la Figura 52b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Arévalo, 0,121; Brunete, 0,111; Collado Mediano, 0,23; Venta de Baños, 0,093; Villa del Prado, 0,158; Villamayor, 0,287.

5.6. Totana

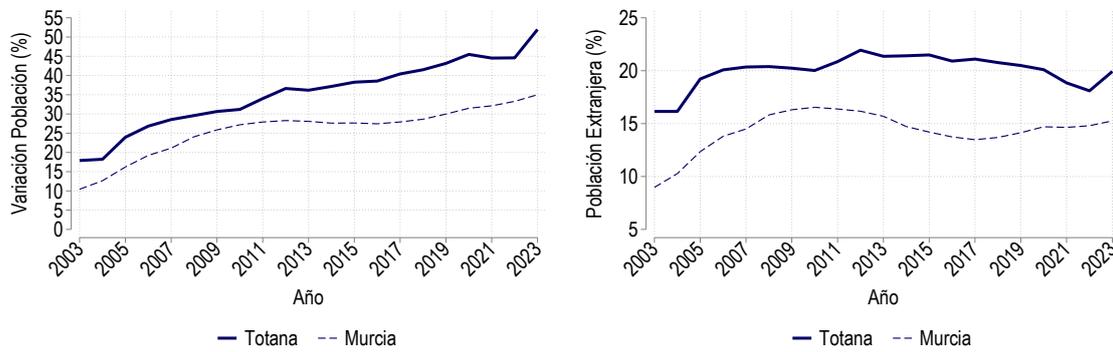
5.6.1. Principales Características Socio-Económicas

Totana es un municipio de la Región de Murcia, situado a 48 kilómetros al sur de la capital murciana. El término municipal abarca una superficie de 287,67 km² y limita con los municipios de Aledo, Alhama de Murcia, Lorca, Mazarrón y Mula, todos ellos de menor tamaño y población.

La población de Totana ha seguido una tendencia ascendente desde el año 2003 (Figura 53). En 2023 contaba con 33.149 habitantes (INE, 2023), de los cuales aproximadamente el 20% eran extranjeros, un porcentaje que se ha mantenido relativamente estable. Totana supera la media de la provincia de Murcia tanto en el aumento de la población desde el año 2000 como en el porcentaje de población extranjera. Estas diferencias se han acentuado a partir de 2010.

En cuanto al mercado de trabajo, la tasa de desempleo ha disminuido de forma sostenida, situándose sistemáticamente por debajo de las tasas de desempleo de la provincia de Murcia y del promedio nacional (Figura 54). Las afiliaciones a la Seguridad Social presentan una mayor estacionalidad en comparación con las medias provinciales y nacionales, probablemente debido a la estacionalidad de los sectores agrícolas y ganaderos (porcino y avícola) que predominan en la economía local, representando el 50% de los empleos. En los últimos años, otros sectores como la industria cárnica, la construcción y sus deriva-

Figura 53: Totana - Población



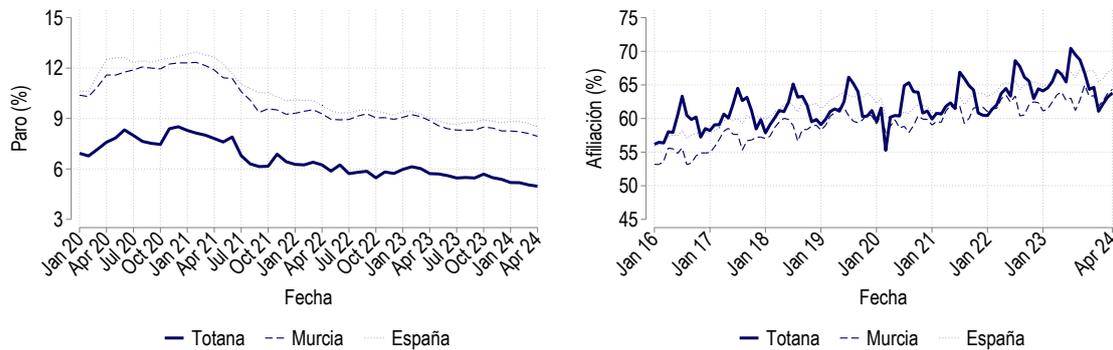
(a) Variación Población Respecto a 2000 (%)

(b) Porcentaje Población Extranjera

Fuentes de Datos: (a) INE; (b) INE, Revisión del Padrón Municipal.

dos (carpintería, fontanería, etc.) han experimentado un crecimiento significativo. Totana también tiene una destacada tradición artesanal, con especial énfasis en la alfarería y la cerámica.

Figura 54: Totana - Mercado de Trabajo



(a) Parados sobre Población (16-64 años) (%)

(b) Afiliaciones sobre Población (16-64 años) (%)

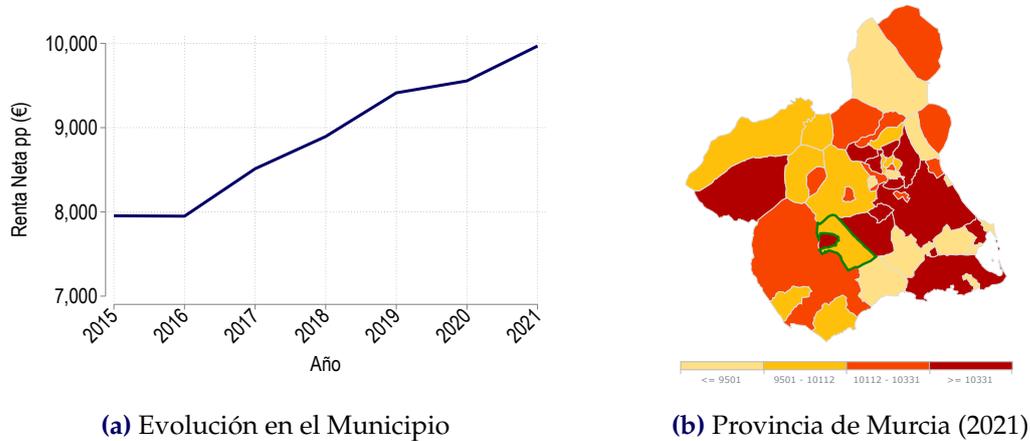
Fuentes de Datos: (a) Servicio Público de Empleo Estatal; (b) INE y Seguridad Social.

En 2021, la renta media por persona en Totana (Figura 55) se situaba en 9.969 € al año, muy cercana a la media de la provincia de Murcia. Desde 2016, la renta ha crecido de manera sostenida, aumentando en un 20% en relación con los niveles de aquel año. La renta media por hogar en 2021 se ubicaba en 29.677 € anuales.

Respecto a los indicadores presupuestarios municipales (Figura 56), la recaudación por habitante se ha mantenido estable, alrededor de los 250 €. Por otro lado, el gasto por habitante ha disminuido desde 742 € en 2015 hasta 647 € en 2023 (aunque con un pico de 1.068 € en 2017). En cambio, la inversión por habitante ha crecido considerablemente, pasando

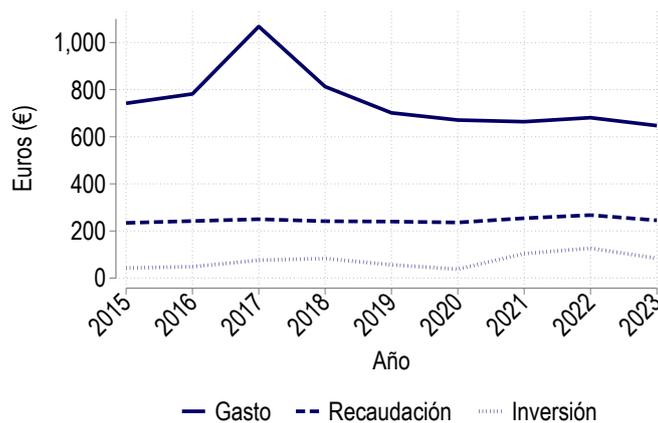
de 43 € en 2015 a un máximo de 127 € en 2022.

Figura 55: Totana - Renta Neta Media por Persona (€)



Fuentes de Datos: (a) y (b): INE - Distribución de Renta de los Hogares.

Figura 56: Totana - Indicadores Presupuestarios por Habitante



Fuentes de Datos: Ministerio de Hacienda.

5.6.2. Inversiones en Energía Solar Fotovoltaica

Totana cuenta con una potencia instalada de energía solar fotovoltaica de 103 MW (Figura 57). El mayor parque es el **Parque Solar Totana**, propiedad de ENEL Green Power, que fue adjudicado en julio de 2017 durante la tercera licitación de energías renovables convocada por el Gobierno español. Tiene una capacidad de 84,7 MW, suficiente para generar 150 GWh/año. La construcción del parque comenzó en septiembre de 2018 y entró en operación comercial un año más tarde, en septiembre de 2019.

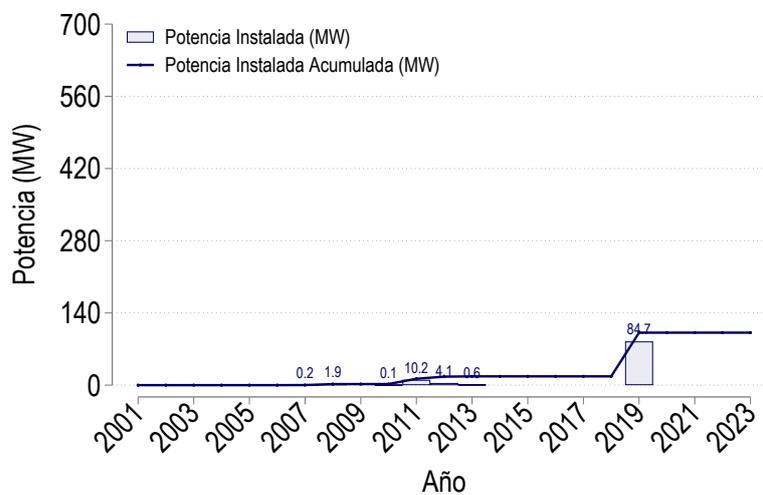
La construcción del Parque Solar Totana representó una inversión de 59 millones de euros.

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica

Destacan dos iniciativas asociadas a su construcción: en primer lugar, un acuerdo entre la empresa propietaria y el Ayuntamiento de Totana para formar a 130 profesionales mayores de 50 años, previamente empleados en la construcción y en situación de desempleo. En segundo lugar, se implementó un corredor ecológico para promover la biodiversidad local, mediante la plantación de cultivos entre los paneles solares y la protección de especies en peligro (especialmente aves).

El resto de las plantas solares en Totana, de menor tamaño, fueron construidas entre 2007 y 2013.

Figura 57: Totana - Potencia Solar Fotovoltaica (MW)



Fuentes de Datos: PRETOR (Ministerio para la Transición Ecológica).

Cuadro 20: Totana - Instalaciones Fotovoltaicas

Nombre del Proyecto	Potencia en MW	Fecha Puesta en Servicio
<i>Parque Solar Totana</i>	84,7	Septiembre 2019

Nota: En este cuadro figuran únicamente los proyectos individuales con una potencia igual o superior a 20MW. Si el montante en la Figura 57 para un año dado supera los 20MW, se trata de varios proyectos pequeños.

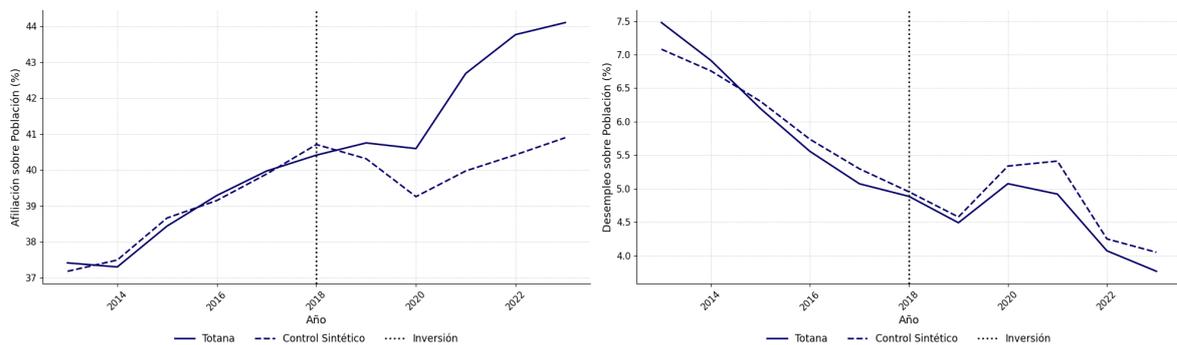
5.6.3. Efectos Socio-Económicos de la Energía Solar Fotovoltaica

A continuación, se resumen las conclusiones que se desprenden de la aplicación del método del control sintético en las distintas variables socio-económicas del municipio de Totana.

Efectos sobre el mercado de trabajo Las Figuras 58a y 58b muestran las tendencias de empleo y desempleo en Totana, ajustadas por población, en comparación con su control sintético. La principal conclusión es que **las inversiones en energía solar fotovoltaica han tenido un efecto beneficioso tanto en el empleo como en el desempleo en la localidad.**

Desde 2019, año en que el Parque Solar Totana fotovoltaica comenzó a operar, la trayectoria del empleo en Totana empezó a divergir positivamente de la del control sintético, que mostró resultados menos favorables. Para 2023, la diferencia en el empleo normalizado por la población alcanzó los 3,2 puntos porcentuales (p.p.).

En cuanto al desempleo, se notó un impacto particular en el año 2020, coincidiendo con la pandemia del COVID-19. Durante este período, el desempleo normalizado en el control sintético subió hasta el 5,33%, mientras que en Totana el aumento fue más moderado, alcanzando el 5,07%. Esta diferencia se mantuvo durante 2021, pero se niveló en 2022 y 2023, cuando el desempleo normalizado en Totana y el control sintético se equipararon nuevamente. Por tanto, el efecto sobre el empleo parece más positivo que sobre el desempleo, cuestión que podría venir explicada por la contratación de personas no residentes en el municipio.



(a) Efectos de las Inversiones sobre el empleo (b) Efectos de las Inversiones sobre el desempleo

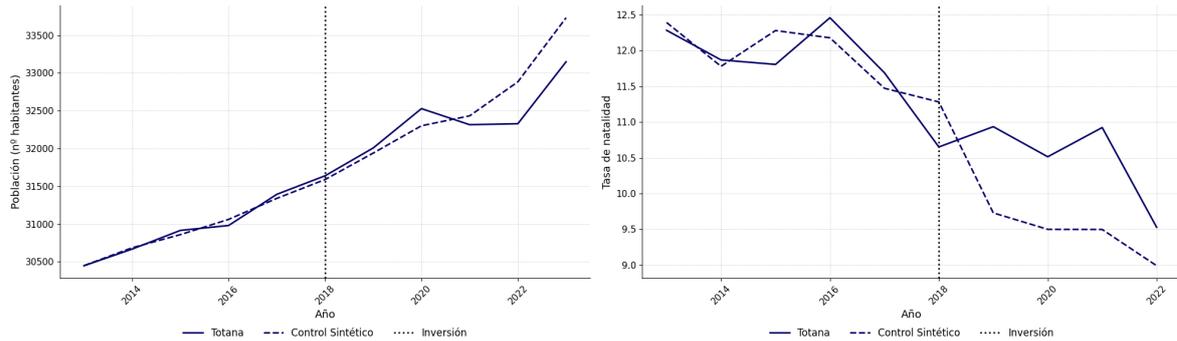
Figura 58: Efectos de las Inversiones en Totana sobre el Mercado Laboral

Notas: Para la Figura 58a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Hellín, 0,035; Huércal de Almería, 0,034; Ontinyent, 0,024; San Pedro del Pinatar, 0,027; Santomera, 0,031; Vúcar, 0,849. Para la Figura 58b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Rojales, 0,454; Santomera, 0,546.

Efectos sobre la demografía La Figura 59 muestra la evolución demográfica en Totana y su comparación con el control sintético. Desde 2018, coincidiendo con el inicio de la construcción de la planta solar, se observa inicialmente un incremento en la población de Totana en comparación con el control sintético. Sin embargo, esta diferencia se revierte en 2022, indicando un regreso a patrones de crecimiento de la población similares entre Totana y el grupo de control. En lo que respecta a la tasa de natalidad, Totana mantiene una tasa

superior a 10,5 nacimientos por cada mil habitantes entre 2019 y 2021, mientras que la tasa en el control sintético cae por debajo de 10 nacimientos por cada mil habitantes. En 2022, último año de la muestra, Totana supera en 0,5 nacimientos por cada mil habitantes la tasa del control sintético.

Los resultados concluyen que **las inversiones en energía solar fotovoltaica no han tenido impactos significativos en la población total ni en el número de nacimientos en Totana.**



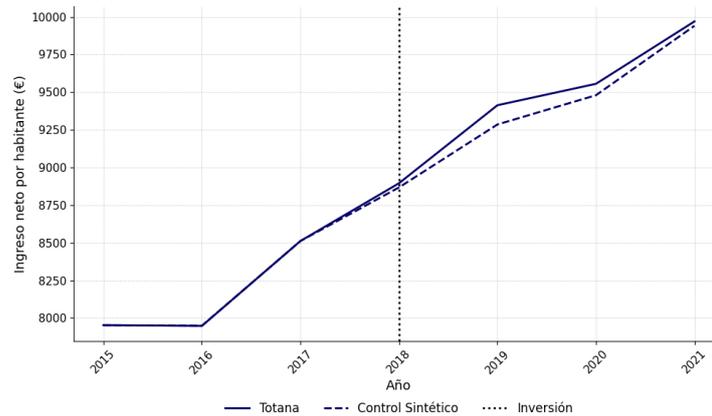
(a) Totana - Efectos de las Inversiones sobre la población

(b) Totana - Efectos de las Inversiones sobre la tasa de natalidad

Figura 59: Efectos de las Inversiones en Totana sobre la Demografía

Notas: Para la Figura 59a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Hellín, 0,04; Mutxamel, 0,381; Pilar de la Horadada, 0,015; San Pedro del Pinatar, 0,32; Santomera, 0,244. Para la Figura 59b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Almoradí, 0,443; Huércal de Almería, 0,241; Huércal-Overa, 0,06; Petrer, 0,081; Vúcar, 0,175.

Efectos sobre la actividad económica y la renta per cápita La Figura 60a muestra la evolución de los ingresos netos anuales por habitante en Totana comparados con su control sintético. En 2019, coincidiendo con la puesta en marcha de la planta solar fotovoltaica, los ingresos netos en Totana experimentaron un aumento más significativo que los del control sintético, que se situaron un 1,37% por debajo, lo que equivale a una diferencia de 128 € anuales por habitante. Esta diferencia se reduce progresivamente hasta casi desaparecer en 2021, con una diferencia de 29 € anuales por habitante. Se concluye que **la instalación de la planta solar fotovoltaica en Totana ha tenido un impacto ligeramente positivo en los ingresos netos de los habitantes**, siendo más notable en el año de inicio de operaciones de la planta.



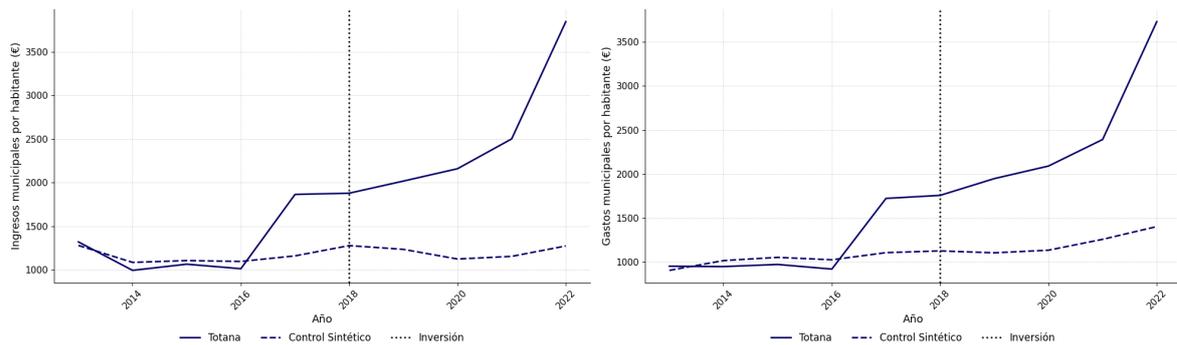
(a) Totana - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos netos de los habitantes

Figura 60: Efectos de las Inversiones en Totana sobre los ingresos netos de los residentes

Notas: Para la Figura 60a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Almoradí, 0,01; Callosa de Segura, 0,072; Campello, 0,058; Cieza, 0,06; Crevillent, 0,01; Hellín, 0,003; Mutxamel, 0,046; Petrer, 0,019; Pilar de la Horadada, 0,305; Rojales, 0,09; San Pedro del Pinatar, 0,073; Santomera, 0,096; Unión, 0,019; Villajoyosa/Vila Joiosa, 0,051; Vícar, 0,086.

Efectos sobre las cuentas municipales Las Figuras 61a y 61b ilustran la evolución de los ingresos y gastos municipales en Totana, ambos normalizados por la población y suavizados mediante una media móvil de dos años, en comparación con su control sintético.

En ambos casos, la tendencia observada es muy similar. Mientras el control sintético muestra valores constantes a lo largo de toda la muestra, las cifras para Totana se distancian positivamente y de manera progresiva del control sintético a partir de 2017. En ese año, la diferencia en ambas variables es de aproximadamente 500 € por habitante, lo que representa un incremento del 35%. Al final del período analizado, esta diferencia se amplía hasta alcanzar los 2.400 € por habitante en ambas variables, equivalente a un aumento del 180%.



(a) Totana - Efectos de las Inversiones sobre los ingresos municipales

(b) Totana - Efectos de las Inversiones sobre los gastos municipales

Figura 61: Efectos de las Inversiones en Totana sobre las cuentas municipales

Notas: Para la Figura 61a, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Villajoyosa/Vila Joiosa, 1. Para la Figura 61b, el control sintético está compuesto por los siguientes municipios, con su ponderación: Mutxamel, 0,389; Pilar de la Horadada, 0,611.

6. Conclusiones

Este estudio pone de manifiesto que las inversiones en energía solar fotovoltaica pueden desempeñar un papel crucial en el desarrollo socioeconómico de los municipios receptores. Los principales hallazgos evidencian beneficios significativos en el empleo local, la actividad económica y las finanzas municipales, así como efectos positivos aunque moderados en la demografía y la renta per cápita de los residentes. Estos resultados refuerzan el argumento de que las energías renovables no solo son esenciales para mitigar el cambio climático, sino que también son una pieza clave para promover la cohesión territorial y el desarrollo local.

No obstante, también se identifica la existencia de efectos heterogéneos entre municipios, en algunos casos ligados a las características de los municipios, en otros, producto de las políticas puestas en marcha en cada uno de ellos.

Para potenciar los efectos positivos de las inversiones, es fundamental diseñar políticas públicas que:

- Mejoren la formación y empleabilidad de los trabajadores locales.
- Facilite la retención de la mano de obra más allá de la fase de construcción.
- Promuevan la creación de tejido industrial y empresarial local.
- Garanticen un uso eficiente de los mayores ingresos fiscales para el bienestar de la

comunidad local.

En síntesis, las inversiones en energía solar fotovoltaica presentan una oportunidad única para alinear los objetivos climáticos con el desarrollo local. Este informe ofrece una base empírica robusta que puede guiar a decisores políticos, inversores y comunidades locales en la optimización de los beneficios que aporta la transición energética.

A. Descripción de la Metodología

Cuadro 21: Variables Analizadas y Fuentes de Datos

Áreas	Variable - Fuente de Datos - Enlace
MERCADO DE TRABAJO	(a) Empleo (2003-2023): INE ; SEPE (b) Desempleo (2005-2023): INE ; Seguridad Social
DEMOGRAFÍA	(a) Población (2003-2022): INE (b) Natalidad (2000-2023): INE
ACTIVIDAD ECONÓMICA	(a) Número de Empresas (2009-2021): INE (DIRCE) (b) Precio de la vivienda (2017-2023): CoHispania
RENTA PER CÁPITA	(a) Ingresos Netos (2015-2021): Atlas de Distribución de Renta de los Hogares (INE)
FINANZAS MUNICIPALES	(a) Finanzas municipales (2003-2022): INE ; Ministerio de Hacienda (b) INE ; Ministerio de Hacienda
POTENCIA FOTOVOLTAICA (MW)	(a) Ministerio para la Transición Ecológica (PRE-TOR)

A.1. Modelo de efectos fijos en dos dimensiones

El análisis de datos de panel es un método estadístico ampliamente utilizado en las ciencias sociales para analizar datos que varían en dos dimensiones: entre individuos o unidades y a lo largo del tiempo. Los datos analizados en este estudio son datos de panel porque las variables socio-económicas analizadas varían entre municipios y en el tiempo.

Para analizar este tipo de datos, se utiliza el modelo de efectos fijos en dos dimensiones, que permite capturar efectos específicos tanto de los individuos como de los momentos del tiempo. En concreto, el modelo asume que hay factores no observados que afectan a la variable dependiente y que estos factores pueden variar entre individuos y en el tiempo. Estos factores no observados se capturan como *efectos fijos*. Por ejemplo, en el contexto de este estudio, los efectos fijos de municipio podrían reflejar características de los municipios que permanecen fijas a lo largo del tiempo (p.e., el nivel de industrialización, su atractivo turístico, las infraestructuras de transporte existentes, etc.). Igualmente, los efectos fijos de tiempo capturan coyunturas que afectan a todos los municipios por igual (p.e., si en un año concreto ha habido un período de boom o de recesión económica).

El modelo de efectos fijos en dos dimensiones adopta esta forma:

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \eta_{p,t} + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

- y_{it} es la variable dependiente para el individuo i en el momento del tiempo t . En el contexto de este estudio, y_{it} es la variable socio-económica analizada (empleo, desempleo, población, etc.) en el municipio i en el mes o año t . En las especificaciones estimadas, y_{it} es el logaritmo de la variable en cuestión.
- x_{it} es la variable independiente. En el contexto de este estudio, x_{it} incluye una variable *dummy* que indica, por ejemplo, si el municipio i ha recibido en t o en periodos anteriores inversiones en energía solar fotovoltaica.
- α_i es el efecto fijo del individuo i (captura las características únicas de cada individuo que no cambian con el tiempo).
- λ_t es el efecto fijo de tiempo t (captura factores que afectan a todos los individuos en un momento determinado). El modelo también permite incorporar efectos fijos que varíen, por ejemplo, entre provincias, incorporando la interacción entre el efecto fijo de provincia y el de tiempo.
- $\eta_{p,t}$ es la interacción entre el efecto fijo de provincia y año.
- β es el coeficiente que mide el efecto de x_{it} sobre y_{it} .
- ε_{it} es el término de error.

El parámetro de interés en estas regresiones es β . Al controlar por los efectos fijos (α_i y λ_t), el coeficiente β refleja el efecto de x_{it} sobre y_{it} , controlando por el efecto de otros factores

no observados. En el contexto del presente estudio, β captura el efecto de las inversiones en solar fotovoltaica (x_{it}) sobre las variables socio-económicas estudiadas (y_{it} : empleo, desempleo, población, número de empresas...)

Entre las ventajas de este método, está el que permite controlar factores no observados que podrían sesgar los resultados, así como capturar las diferencias constantes entre individuos (municipios) o las variaciones comunes en el tiempo. Sin embargo, no permite estimar el efecto de variables que no cambian con el tiempo al quedar absorbidas por los efectos fijos, y supone que las características no observadas son constantes en el tiempo para cada individuo (municipio) o entre individuos (municipios) en cada momento del tiempo.

Para reportar los efectos dinámicos sobre la población (sección 4.2), también se reportan los resultados de un estudio de eventos (*event-study*), utilizando la muestra restringida (únicamente incluye los municipios tratados en el periodo 2009-2021). La ecuación de regresión del estudio de eventos adopta esta forma:

$$y_{it} = \lambda_t + \eta_{p,t} + \sum_{\ell=-6, \ell \neq 0}^6 \beta_{\ell} 1\{F_g = t - \ell\} \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

donde:

- β_{ℓ} es el coeficiente del estudio de eventos para el periodo ℓ :
 - Para $\ell < 0$, β_{ℓ} captura el efecto del evento en los periodos previos a la inversión (utilizado para probar la ausencia de efectos pre-tratamiento o efectos de anticipación).
 - Para $\ell > 0$, β_{ℓ} captura el efecto del evento ℓ periodos después del tratamiento.
 - β_0 se normaliza a cero y actúa como el periodo de referencia.
- $1\{F_g = t - \ell\}$ indican el momento relativo a la intervención, donde $1\{F_g = t - \ell\}$ toma el valor 1 si el municipio i comenzó a recibir el tratamiento ℓ periodos atrás.

A.2. Modelo de los controles sintéticos

Los controles sintéticos (introducidos originalmente por Abadie y Gardeazabal 2003 y Abadie, Diamond y Hainmueller 2010) son una técnica utilizada para estimar efectos causales en estudios comparativos de casos. Su enfoque se basa en comparar la unidad tratada con una combinación ponderada de unidades de control. Las unidades de control y sus pesos se seleccionan de manera que representen lo más fielmente posible lo que le habría sucedido a la unidad tratada en ausencia de la intervención o tratamiento. En el contexto

de este estudio, la unidad tratada es el municipio que ha recibido las inversiones en energía solar fotovoltaica, y las unidades de control son otros municipios sin inversiones en los que las variables de interés se hayan comportado de forma similar al municipio tratado.

A continuación, se detallan los pasos clave para implementar esta metodología.

Construcción del control sintético El objetivo es construir un “control sintético” como combinación ponderada de unidades no tratadas (en nuestro caso, municipios) que mejor represente lo que habría sucedido en el municipio tratado en ausencia del tratamiento (en nuestro caso, construcción y operación de la planta). Los pesos se determinan de manera que las características pre-tratamiento del control sintético coincidan lo más posible con las del municipio tratado.

Selección de unidades de control Primero, se eligen los municipios no tratados que servirán como unidades de control. Estos deben ser similares en características observables al municipio tratado antes del inicio del tratamiento. En nuestro estudio, se seleccionan las unidades de control para cada municipio tratado entre un conjunto de municipios españoles que muestran condiciones y contextos similares en el periodo pre-tratamiento. En particular, se realizan cuatro tipos de filtrado:

- **Municipios no tratados:** Se descartan de las posibles unidades de control los municipios que hayan recibido una inversión en energía solar fotovoltaica posterior a 2017.
- **Municipios cercanos:** Se filtran los municipios por una distancia mínima y una distancia máxima. Establecer una distancia máxima asegura condiciones climáticas y contextos socio-económicos similares. Al mismo tiempo, establecer una distancia mínima evita los efectos colaterales (o *spillovers*) que la construcción de la planta podría tener en los municipios vecinos, potencialmente sesgando los resultados del análisis. Por ejemplo, si el empleo en los municipios vecinos aumenta gracias a la construcción de una planta, incluir estos municipios en el grupo de control falsamente diluiría el efecto estimado de las inversiones en el municipio tratado. Las distancias mínimas y máximas consideradas se adaptan según lo aconseje la densidad de municipios y la orografía en torno a cada estudio de caso.
- **Municipios cuya población sea similar:** Para asegurar una mayor similitud entre el municipio tratado y los de control, se filtran los municipios considerando el número de habitantes en el periodo pre-tratamiento. Por ejemplo, se consideran los municipios cuya población esté entre el 75 % y el 125 % de la población del municipio tratado durante el periodo pre-tratamiento.

- **Similitudes en otras variables:** Adicionalmente, se realizan filtrados teniendo en cuenta otras variables. Por ejemplo, se consideran municipios cuyo porcentaje de empleo se encuentre entre el 75% y el 125% del porcentaje de empleo del municipio tratado durante el periodo pre-tratamiento.

Dada la heterogeneidad de los estudios de caso, los parámetros aplicados en el filtrado y constitución del conjunto de unidades de control (también llamado “*donor pool*”) varían según el municipio tratado. El conjunto de unidades de control debe garantizar que:

- Sea suficientemente grande para que los resultados sean significativos.
- El control sintético resultante capture de manera adecuada la evolución de la variable de interés en el periodo pre-intervención.

El Cuadro 22 resume el filtrado aplicado en cada estudio de caso.

Municipio	Rango de Población	Distancia Mínima (km)	Distancia Máxima (km)
Alcázar de San Juan	75% - 125%	20	200
Bienvenida	80% - 120%	50	200
Carmona	50% - 150%	20	120
Escatrón	80% - 120%	20	100
Tordesillas	70% - 130%	20	150
Totana	50% - 150%	50	150

Cuadro 22: Filtrado aplicado en la selección del *donor pool*.

Determinación de los pesos En el enfoque clásico, el vector de pesos de los predictores V y el vector de pesos del control sintético W se determinan a partir de un conjunto de variables observadas durante el periodo pre-intervención, combinadas con procedimientos de validación cruzada u otras técnicas para evaluar la relevancia de cada predictor (ver Abadie, Diamond y Hainmueller 2010; Abadie, Diamond y Hainmueller 2015).

En la práctica, en este trabajo se ha optado por una aproximación más sencilla. En lugar de introducir predictores adicionales, se utiliza directamente la trayectoria de la propia variable de interés en el periodo pre-intervención como conjunto de predictores que caracterizan al municipio tratado. De este modo:

1. Se considera cada punto temporal pre-intervención de la variable de estudio como un predictor. La matriz de predictores para los municipios de control es por tanto el conjunto de los valores de la variable a lo largo del mismo periodo.

2. Se asigna el mismo peso a cada uno de estos predictores, prescindiendo así de la estimación de un vector V diferenciado.
3. Se determina el vector $W = (w_1, w_2, \dots, w_J)'$, donde J es el número de municipios de control, como la combinación convexa que minimiza la distancia entre la evolución histórica (pre-intervención) del municipio tratado y la evolución ponderada de los municipios de control.

Formalmente, si $Y_{1,t}$ denota el valor de la variable de interés para el municipio tratado en el tiempo t (para $t = 1, \dots, T_0$ en el periodo pre-intervención) y $Y_{0,t}$ es el vector de valores correspondientes a los municipios de control en el mismo periodo, se determina W resolviendo:

$$\min_W \sum_{t=1}^{T_0} (Y_{1,t} - Y_{0,t}W)^2,$$

sujeto a las restricciones $w_j \geq 0$ para todo j y $\sum_{j=1}^J w_j = 1$.

Estimación del efecto del tratamiento Una vez determinados los pesos W , el control sintético para el periodo post-tratamiento se calcula como la combinación lineal ponderada de las unidades de control:

$$\hat{Y}_{1,t} = Y_{0,t} \cdot W.$$

Finalmente, el efecto del tratamiento en el año t se estima como la diferencia entre el valor observado para el municipio tratado y el valor estimado a través del control sintético:

$$\alpha_{1,t} = Y_{1,t} - \hat{Y}_{1,t}.$$

Es decir, el efecto de las inversiones en energía solar fotovoltaica se define como la diferencia entre el valor de la variable de interés en el municipio tratado y el valor correspondiente en el control sintético. Este último representa el comportamiento que habría tenido dicha variable en el municipio tratado en ausencia de la inversión.

B. Resultados Adicionales

En esta sección se presentan algunos resultados adicionales.

Cuadro 23: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en **empleo**. Especificación en **niveles**

	(1)	(2)	(3)	(4)
Empleo (Total)	742.8955 ^{***} (55.3748)	649.193 ^{***} (57.8763)	698.6758 ^{***} (55.0023)	684.1371 ^{**} (57.2111)
Observaciones	1,984,602	835,123	1,109,566	835,123
R ²	0.993	0.993	0.994	0.994
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra mensual de 2001 a 2023

Cuadro 24: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en el **desempleo**. Especificación en **niveles**

	(1)	(2)	(3)	(4)
Desempleo (Total)	-104.0453 ^{***} (19.7637)	-100.8216 ^{***} (20.5447)	-84.2391 ^{***} (19.1675)	-105.1355 ^{***} (20.2564)
Observaciones	1,770,949	807,273	982,054	807,273
R ²	0.943	0.944	0.946	0.946
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra mensual de 2001 a 2023

Cuadro 25: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10 MW en la población antes y después de la apertura (*event-study*)

Años	ln(Población Tot.)	ln(Población 16–64)	ln(Población Nac.)
-6 o menos	-0.017 (0.014)	-0.017 (0.017)	-0.009 (0.013)
-5	-0.013 (0.012)	-0.016 (0.014)	-0.006 (0.011)
-4	-0.014 (0.011)	-0.019 (0.012)	-0.005 (0.010)
-3	-0.012 (0.010)	-0.015 (0.012)	-0.004 (0.009)
-2	-0.007 (0.009)	-0.010 (0.010)	-0.001 (0.008)
-1	-0.007 (0.009)	-0.009 (0.010)	-0.003 (0.008)
0	0 (0)	0 (0)	0 (0)
+1	0.006 (0.010)	0.003 (0.011)	0.002 (0.009)
+2	0.007 (0.010)	0.009 (0.012)	0.001 (0.009)
+3	0.012 (0.011)	0.012 (0.012)	0.008 (0.010)
+4	0.017 (0.010)	0.015 (0.013)	0.014 (0.010)
+5	0.029** (0.011)	0.028** (0.013)	0.023** (0.011)
+6 o más	0.040*** (0.015)	0.037** (0.017)	0.033** (0.014)
Observaciones	1,559	1,559	1,559
R ²	0.999	0.999	0.999

Errores estándar robustos entre paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra anual de 2009 a 2021

C. Fuentes de Información sobre las Plantas

Alcalá de Guadaíra

Cuadro 26: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en la **población**. Especificación en **niveles**

	(1)	(2)	(3)	(4)
Pob. (Total)	552.7400 ^{***} (128.1770)	423.9349 ^{**} (174.7870)	447.4742 ^{***} (118.5269)	363.7706 ^{**} (159.7838)
Observaciones	147,103	61,943	147,063	61,922
R ²	0.999	0.999	0.999	0.999
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra anual de 2001 a 2023

Cuadro 27: Efectos de apertura de una o más plantas solares > 10MW en el **número de empresas**. Especificación en **niveles**

	(1)	(2)	(3)	(4)
Empresas (Total)	8.2610 (16.5492)	1.2945 (19.6416)	8.3082 (15.9523)	5.3786 (18.8304)
Observaciones	104,533	50,926	104,507	50,913
R ²	0.987	0.987	0.987	0.987
Muestra:	Total	Reducida	Total	Reducida
EF de Año:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF de Provincia:	Sí	Sí	Sí	Sí
EF Año-Provincia:	No	No	Sí	Sí

Errores estándar en paréntesis; Significativos al * 10%, ** 5%, *** 1%.

Muestra anual de 2001 a 2023

Impacto Socio-Económico de la Energía Solar Fotovoltaica

- Diario de Sevilla (2019), La planta fotovoltaica Don Rodrigo, una de las mayores de Europa, ya funciona en Alcalá
- El Correo de Andalucía (2018), La nueva planta fotovoltaica de Alcalá de Guadaíra busca operarios
- Ayuntamiento de Alcalá de Guadaíra (2017), Presentada una nueva planta solar en la que se invertirán más de 130 millones de euros
- Statkraft, España / Energía solar / Proyecto Cabrera Solar

Alcázar de San Juan

- Grupo Cobra (2024), Generación Eléctrica - Central Fotovoltaica Alcázar
- Ayuntamiento de Alcázar de San Juan (2019), Comienzan a instalarse en Alcázar cuatro plantas fotovoltaicas que darán trabajo a cerca de 400 personas
- Lanza Digital (2019), Las nuevas plantas fotovoltaicas de Alcázar empezarán a producir energía en el mes de octubre
- Galp (2022), Galp alcanza 1GW de energía solar en producción con cuatro nuevas plantas fotovoltaicas en España
- Ayuntamiento de Alcázar de San Juan (2024), La Unión Española Fotovoltaica (UNEF) entrega a Rosa Melchor una distinción por su labor y compromiso con la energía solar

Bienvenida

- PV magazine (2021), La alemana ib vogt completa una planta de 180 MWp en Extremadura
- Iberdrola, Núñez de Balboa, una de las mayores plantas fotovoltaicas de Europa

Carmona

- Diario de Sevilla (2020), Amarenco entra en el mercado español con la compra de una planta fotovoltaica en Carmona
- Energías Renovables (2023), Texla Renovables avanza en ocho plantas fotovoltaicas en Utrera y Carmona de 263 MW

- El Economista (2023), Así es Dulcinea la nueva planta solar de Endesa en Sevilla que producirá energía para 50.000 familias

Escatrón

- Gobierno de Aragón (2024), Parque fotovoltaico Escatrón Solar Dos: plan de vigilancia ambiental.

Tordesillas

- Power Technology (2024), Power plant profile: Solaria Tordesillas I Solar PV Park, Spain
- Power Technology (2024), Power plant profile: Solaria Tordesillas II Solar PV Park, Spain
- Solaria (2024), Una delegación de la Comisión de Transición Ecológica del Senado visita la planta fotovoltaica Tordesillas II de Solaria
- Energía de Castilla y León (2020), La Junta da luz verde ambiental a las plantas fotovoltaicas Tordesillas I y II que suman 42 Mw de potencia

Totana

- Parque Solar Totana
- Alcachofas, ñoras, ovejas y aves esteparias: así es el corredor ecológico de la planta fotovoltaica de Totana

Referencias Bibliográficas

- Abadie, Alberto, Alexis Diamond y Jens Hainmueller (2010). «Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program». En: *Journal of the American Statistical Association* 105.490, págs. 493-505.
- (2015). «Comparative Politics and the Synthetic Control Method». En: *American Journal of Political Science* 59.2, págs. 495-510.
- Abadie, Alberto y Javier Gardeazabal (2003). «The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country». En: *American Economic Review* 93.1, págs. 113-132.
- Bosetti, Valentina, Italo Colantone y Catherine De Vries (2024). *Climate Change and Politics: Green Backlash and Right-Wing Populism*. mimeo. Bocconi University.
- Brown, Jason P et al. (2012). «Ex post analysis of economic impacts from wind power development in US counties». En: *Energy Economics* 34.6, págs. 1743-1754.
- Brunner, Eric J. y David J. Schwegman (2022). «Commercial wind energy installations and local economic development: Evidence from U.S. counties». En: *Energy Policy* 165, pág. 112993.
- Costa, Hélia y Linda Veiga (2021). «Local labor impact of wind energy investment: an analysis of Portuguese municipalities». En: *Energy Economics* 94, pág. 105055.
- Dong, Luran, Vasundhara Gaur y Corey Lang (2023). «Property value impacts of onshore wind energy in New England: The importance of spatial heterogeneity and temporal dynamics». En: *Energy Policy* 179, pág. 113643.
- Dröes, Martijn I y Hans RA Koster (2021). «Wind turbines, solar farms, and house prices». En: *Energy Policy* 155, pág. 112327.
- Fabra, Natalia et al. (2024). «Do renewable energy investments create local jobs?» En: *Journal of Public Economics* 239, pág. 105212.
- Gibbons, Stephen (2015). «Gone with the wind: Valuing the visual impacts of wind turbines through house prices». En: *Journal of Environmental Economics and Management* 72, págs. 177-196.
- Global Energy Monitor (2024). «Spain maintains solar leadership, but needs to accelerate pace to meet 2030 renewables goals». En.
- Hartley, Peter et al. (2014). *Local Employment Impact from Competing Energy Sources Shale Gas versus Wind Generation in Texas*. WorkingPaper 15. Australia: UWA Business School.
- IRENA (2017). «Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Solar PV». En: págs. 10-40.
- (2024). «Renewable power generation costs in 2023». En.
- IRENA e ILO (2021). «Renewable energy and jobs: Annual review 2024». En: *Renewable Energy Benefits*, págs. 10-40.
- Jarvis, Stephen (2021). «The economic costs of NIMBYism: evidence from renewable energy projects». En: *London School of Economics and Political Science*.

- Long, Xianling, Kaixing Huang y Shang Xu (2024). *Is Renewable Energy A Curse or Blessing? Evidence from Solar Power*. MPRA Paper 122651. University Library of Munich, Germany.
- Mauritzen, Johannes (2020). «Will the locals benefit?: The effect of wind power investments on rural wages». En: *Energy Policy* 142, pág. 111489.
- Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico (sep. de 2024). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima Actualización 2023-2030*. Ministerio para la Transición Energética y el Reto Demográfico.
- Scheifele, Fabian y David Popp (2024). *Not in My Backyard? The Local Impact of Wind and Solar Parks in Brazil*. Inf. téc. National Bureau of Economic Research.
- Scovell, Mitchell et al. (2024). «Local acceptance of solar farms: The impact of energy narratives». En: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 189, pág. 114029. ISSN: 1364-0321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114029>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123008870>.
- Serra-Sala, Claudia (2023). «Blowing in the Wind: Revenue Windfalls and Local Responses from Wind Farm Development». En: *Available at SSRN* 4638584.
- Sunak, Yasin y Reinhard Madlener (2016). «The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference-in-differences analysis». En: *Energy Economics* 55.C, págs. 79-91.