



APROVECHAMIENTO FOTOVOLTAICO

EN LA COMUNIDAD VALENCIANA



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria d'Economia
Sostenible, Sectors Productius,
Comerç i Treball

iVACE
ENERGIA

ÍNDICE

01. Acrónimos y abreviaciones

02. Características generales

2.1. Garantías

2.2. Observaciones importantes

03. Resumen ejecutivo

04. Objeto y alcance del estudio

4.1. Descripción del objetivo

4.2. Metodología

4.3. Resultados a obtener

05. Marco socioeconómico y legislativo

5.1. Análisis de Marco regulatorio

5.1.1. Marco regulatorio Europeo

5.1.2. Marco regulatorio Nacional

5.2. Análisis de la situación y previsión del autoconsumo individual y colectivo en la Comunidad Valenciana.

5.2.1. Autoconsumo residencial

5.2.2. Indicadores de demanda energética en sector industrial

5.2.3. Indicadores socioeconómicos y demográficos

5.2.4. Indicadores a nivel Comunidad Valenciana

5.2.5. Indicadores a nivel comarcal

06.

Análisis de potencial fotovoltaico.

Estudio geográfico - energético.

- 6.1. Recopilación y análisis de información geográfica: herramientas y bases documentales.
- 6.2. Cálculo de superficie total de cubiertas
 - 6.2.1. Clasificación y análisis de superficie total de cubierta
 - 6.2.2. Resumen superficie total de cubierta
- 6.3. Cálculo de superficie útil disponible para instalación de módulos fotovoltaicos.
 - 6.3.1. Superficie disponible industrial
 - 6.3.2. Superficie útil disponible residencial
 - 6.3.3. Resumen superficie útil disponible.
- 6.4. Cálculo de generación fotovoltaica anual.

07.

Estudio de necesidades

08.

Conclusiones

09.

Bibliografía

10.

Anexo

01.

Acrónimos y abreviaciones

En la Tabla 1 se presenta el resumen de abreviaciones y acrónimos utilizados a lo largo del presente documento.

ACRÓNIMOS	DESCRIPCIÓN
SIG	Sistema de información geográfica
RD	Real Decreto
AROEPE	At Risk Of Poverty and/or Exclusion
RBT	Representative Building Typology
INE	Instituto Nacional de Estadística

Tabla 1: Acrónimos

02.

Características generales

2.1. Garantías

El Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) garantiza la fidelidad de los datos que aparecen en este informe como resultado de los trabajos realizados y en las condiciones que se indican.

El ITE garantiza la confidencialidad de su actuación en todo lo referente a los resultados obtenidos. Todos los datos referentes al trabajo realizado serán tratados de manera confidencial.

2.2. Observaciones importantes

1. Se autoriza la reproducción de este informe, siempre que el resultado sea una copia fiel del original y se realice de forma completa.

2. Este informe no podrá ser modificado ni reproducido parcialmente sin autorización por escrito expresa del ITE.

3. Este informe sólo se refiere a los trabajos solicitados que se reflejan en este documento.

4. Este informe, por sí mismo, no constituye o implica, en manera alguna una aprobación del producto o servicio resultante, por el ITE, por un organismo de certificación o por cualquier otro organismo.

5. Este informe o parte de este no será utilizado por el cliente, o por alguien autorizado por el cliente, con fines promocionales o publicitarios, cuando el ITE considere improcedente tal utilización.

6. La fidelidad de los datos que explícitamente aparezcan en este informe, como exhibidos por el peticionario, es responsabilidad única de éste.



03.

Resumen ejecutivo

Este informe contiene los resultados obtenidos del estudio realizado por el Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) para estimar el potencial fotovoltaico de la Comunidad Valenciana. En concreto, a través de los resultados mostrados en este informe, el Institut Valencià de Competitivitat Empresarial (IVACE) podrá identificar los municipios con mayor potencial fotovoltaico, así como seleccionar aquellos más favorables para promover el autoconsumo en su modalidad individual o bien para la constitución de comunidades energéticas locales basados en autoconsumo colectivo.

Para la realización de este estudio se ha seguido una metodología dividida en tres fases. En primer lugar, se ha calculado la superficie total disponible y efectiva (a ocupar por los módulos fotovoltaicos) de cada uno de los municipios de la Comunidad Valenciana. Para ello, a partir de información cartográfica y del uso de herramientas digitales (QGIS), se ha determinado la superficie total disponible entendiendo como tal, aquella que corresponde a los tejados y azoteas de edificios construidos, bien de tipo industrial o de tipo residencial. Posteriormente, se han identificado aquellas superficies no aptas y/o con bajo potencial fotovoltaico para descartarlas del análisis, y se ha calculado la superficie total efectiva en base a la aplicación de factores de reducción. Estos factores de reducción tienen en cuenta las pérdidas de superficie causadas por la presencia de elementos en el tejado, la mala orientación o pendiente de la cubierta, y la existencia de sombras. Del estudio realizado en esta primera fase de la metodología se ha constatado que en la Comunidad Valenciana existe alrededor de 280 millones de metros cuadrados potencialmente disponibles para aprovechamiento fotovoltaico, tanto en cubiertas de tipo residencial como industrial, de los cuales el 39,5% corresponde realmente a la superficie útil final aprovechable, obtenida tras la aplicación de los factores de reducción (110,60 km²).

Tras evaluar la superficie útil disponible, en la segunda fase de la metodología se ha determinado el área efectiva fotovoltaica a partir de la aplicación de coeficientes de ajuste de dimensionamiento y se ha estimado la generación energética anual total, por habitante, y por superficie municipal, y se ha analizado y clasificado en función del tipo y uso del edificio. Es importante mencionar que los datos de radiación utilizados para este cálculo han sido obtenidos de la plataforma SOLARGIS lo que ha permitido trabajar con valores georreferenciados. De esta forma, en lugar de emplear un valor común de radiación para todas las superficies del municipio en cuestión, es posible asignar a cada superficie de cubierta un valor único de radiación en función de su localización. Del estudio realizado en esta segunda fase de la metodología se han identificado los municipios con mayor potencial fotovoltaico categorizándolos previamente en función del número de habitantes, evitando así comparar municipios de diferente tamaño.

Finalmente, con el fin de evaluar el grado de aprovechamiento del potencial fotovoltaico para autoconsumo o para la constitución de comunidades energéticas locales, se han calculado en la tercera fase de la metodología, diversos indicadores cualitativos. Para ello se han analizado la influencia de factores como el tamaño del municipio, tipología de edificio (unifamiliar, plurifamiliar, e industrial), y el perfil de usuario final. En base a los indicadores, se han proporcionado conclusiones cualitativas específicas para los municipios que previamente habían sido identificados con mayor potencialidad.

A fin de garantizar una cierta claridad en la presentación de los resultados, la mayoría de estos se muestran en este informe con una discretización espacial de carácter comarcal o provincial. No obstante, se adjunta como anexo los valores a nivel municipal de los principales indicadores que han sido recopilados y calculados para el objeto de este estudio.

04.

Objeto y alcance del estudio

4.1. Descripción del objetivo

Este estudio tiene por objeto analizar las capacidades físicas existentes en las cubiertas de edificios que se encuentran disponibles geográficamente en la Comunidad Valenciana con el fin de aprovechar las superficies útiles para la instalación de autoconsumo fotovoltaico. Asimismo, con el fin de aproximar la necesidad y grado de utilización de estas superficies para la constitución de comunidades energéticas locales, se ha complementado el estudio con un análisis detallado de diversas métricas de tipo social y demográfico que podrían tener alguna influencia en este fin.

4.2. Metodología

En este apartado se describe la metodología que se ha llevado a cabo para estimar el potencial fotovoltaico en los municipios de la Comunidad Valenciana. Tal y como se puede apreciar en la Figura 1, esta metodología ha constado de tres fases principales.

En primer lugar, se ha realizado un análisis y tratamiento de datos territoriales que ha estado apoyado en la utilización de sistemas de información geográfica (SIG) y en recursos cartográficos de la Comunidad Valenciana, tales como: series cartográficas y cartografía temática del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) y del Instituto Geográfico Nacional (IGN), planos y documentación catastral, planes generales de ordenación urbana (PGOU) y bases cartográficas climáticas.

A partir del procesamiento y estudio de la información geográfica recopilada y generada se ha procedido a determinar la superficie total disponible. Sin embargo, esta superficie disponible no representa el total de superficie sobre la cual se implantarían módulos fotovoltaicos, sino que esta superficie se ve reducida por múltiples aspectos como puede ser: partes sombreadas, mala orientación de la cubierta, distancia recomendada entre filas de paneles fotovoltaicos, ... Esta superficie que ocuparían las potenciales instalaciones fotovoltaicas es la que pasa a denominarse como “superficie efectiva” y se ha estimado a partir de la superficie disponible aplicando factores de reducción.

Una vez determinada la superficie efectiva, en la segunda fase se ha procedido a estimar el potencial de producción fotovoltaica anual de la Comunidad Valenciana con una discretización de carácter municipal. Para ello se han utilizado bases de datos de irradiancia solar basadas en la localización, concretamente se ha utilizado la base de datos georreferenciada de SOLARGIS.

Por último, se ha analizado la previsión de aprovechamiento final de la capacidad productiva a partir de un estudio de necesidad desde la perspectiva del usuario final de las instalaciones de autoconsumo. A partir de este estudio de necesidad, se ha podido extraer conclusiones cualitativas acerca de la conveniencia o no de promover autoconsumo individual o bien autoconsumo colectivo, y la necesidad de financiación pública para acometer las inversiones, entre otros aspectos.



Figura 1. Metodológica llevada a cabo para el estudio de “Aprovechamiento fotovoltaico en Comunidad Valenciana”.
Fuente: ITE

4.3. Resultados a obtener

Los resultados y conclusiones a obtener a partir de la metodología propuesta en este estudio permitirán calcular los resultados e indicadores de autoconsumo colectivo y autoconsumo individual clasificado por tipo de usuario: industrial, residencial y en servicios de administración pública. Estos indicadores serán calculados para todos los municipios de la Comunidad Valenciana. En línea con estos indicadores, se podría realizar un estudio continuando esta temática, en específico sobre Comunidades Energéticas en los municipios con una tendencia más favorable a tener autoconsumo colectivo.

Para ello, se analizarán una serie de indicadores, los cuales se presentan a continuación:

- **Resultados socioeconómicos y demográficos:** estos datos juegan dos papeles relacionados al perfil de los usuarios, capacidades económicas y riesgo de despoblamiento. Por un lado, se utilizan de base para conocer el estado actual económico de distribución poblacional por municipio. Por otro lado, se considerarán para la obtención de los indicadores de autoconsumo por tipo de usuario. Los resultados socioeconómicos y demográficos se presentan a continuación:

- » Población por municipio [habitantes].
- » Distribución de población por edad por municipio [rangos de edad].
- » Perfiles de usuarios en Comunidad Valenciana.
- » Índice de pobreza energética en sector residencial por municipios y comarcas. Evaluación considerando ingresos económicos y gastos energéticos por vivienda.
- » Demanda anual promedio residencial por municipios y comarcas [kWh/vivienda]
- » Demanda anual promedio industrial por municipios y comarcas [MWh].

- **Resultados geográficos:** estos representan la superficie disponible en municipios, así como la superficie útil de tejados para la instalación de paneles fotovoltaicos en los municipios de la Comunidad Valenciana. Los resultados geográficos se describen a continuación:

- » Superficie disponible por municipio [m^2].

- » Superficie total de municipios [km^2].

- » Superficie disponible por tipología de edificio en sector industrial y residencial por municipio [m^2 y %].

- » Superficie útil de tejados por tipología de edificio en sector industrial y residencial por municipio [m^2 y %].

- **Resultados energéticos:** estos indicadores se dividen en dos tipos: radiación solar y potencial de generación fotovoltaica anual por municipio. En cuanto al potencial de generación, este se presenta en valor absoluto por municipio (es decir, el total de energía generada anualmente) y relativo a la superficie municipal y por habitantes. Estos dos últimos casos, representan distintas formas de expresar la “densidad de generación”, siendo que, a mayor densidad, mayores probabilidades hay de amortizar en un menor período de tiempo las instalaciones de autoconsumo. Así pues, los indicadores de tipo energético son los siguientes:

- » Generación anual fotovoltaica por tipología de edificio en sector industrial y residencial por municipio [GWh y %].

- » Generación anual fotovoltaica por tipología de edificios de servicios públicos por municipio. [MWh]

- » Potencia pico instalable por municipio. [kWp]

- **Indicadores de potencial de autoconsumo:** Estos indicadores se han definido para categorizar los municipios según los resultados energéticos, geográficos, socioeconómicos y demográficos. El objetivo principal es categorizar cualitativamente si el municipio es favorable o no a una instalación de tipo autoconsumo individual o colectivo de acuerdo con los tipos de usuarios. Los indicadores definidos para el presente estudio son:

- » Potencial de autoconsumo colectivo en sector residencial, industrial y servicios públicos por municipio.

- » Potencial de autoconsumo individual en sector residencial e industrial y servicios públicos por municipio.

- » Pobreza energética por municipio.

- » Necesidad de apoyo en financiación en sector residencial.

- » Riesgo de despoblamiento.

05.

Marco socioeconómico y legislativo

5.1. Análisis de Marco regulatorio

En el siguiente apartado se identificará la normativa a nivel europeo y a nivel nacional relacionado con el autoconsumo. En detalle se definirán y describirán los aspectos relacionados a la definición del autoconsumo, modalidades y sus diferencias en temas relacionados a requisitos técnicos y administrativos. En detalle se hará referencia a los artículos del Clean Energy Package sobre el autoconsumo.

5.1.1. Marco regulatorio europeo

La normativa europea principalmente referenciada y en donde se identifican los objetivos de descarbonización, definición, requisitos técnicos y clasificaciones de los tipos de autoconsumo se plantean en el **Clean Energy Package** [1]. A su vez, cada país miembro de la Unión Europea deberá trasponer esta normativa para la aplicación del Marco Normativo Nacional. En la Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables publicada en diciembre de 2018 se define el propósito y alcance de las Comunidades Energéticas.

Al inicio del documento destaca el argumento: “la participación de los ciudadanos y autoridades locales en los proyectos de energías renovables a través de comunidades de energías renovables ha generado un valor añadido significativo en lo que se refiere a la aceptación local de las energías renovables y al acceso a capital privado adicional, lo que se ha traducido en inversiones locales, una mayor elección para los consumidores y una participación mayor de los ciudadanos en la transición energética”.

5.1.2. Marco regulatorio Nacional

Existen varios documentos regulatorios del sector energético en España en relación con los requisitos técnicos y administrativos para la clasificación del autoconsumo. Los principales documentos de interés en este tema son el **Real Decreto 244/2019** y **Real Decreto-ley 23/2020**. Adicionalmente, se encuentra el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** en donde se especifican los objetivos a alcanzar con relación a integración de generación renovable distribuida, almacenamiento, importancia de nuevos agentes: prosumidores y agregadores para la participación en varios Mercados Energéticos para proporcionar flexibilidad y resiliencia al

sistema eléctrico. A lo largo de esta sección se indicarán los aspectos más resaltantes sobre las modalidades de autoconsumo, diferencias y sus características para que el ciudadano común pueda entender los tipos de autoconsumo disponibles en el Marco regulatorio nacional y puede seleccionar aquel que se ajuste a sus necesidades.

Real Decreto 244/2019:

El Real Decreto (RD) 244/2019 de 05 de abril aborda la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. En este RD se da origen a dos modalidades de autoconsumo: **autoconsumo sin excedentes y autoconsumo con excedentes**.

- **Definiciones:**

Una **instalación de producción** o de generación es una instalación inscrita en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica (RAIPE). Además, se considerarán las instalaciones de producción que cumplan con los siguientes requisitos: tener una potencia instalada no superior a 100 kW, asociarse a modalidades de autoconsumo y que pueda inyectar excedente de energía en las redes de transporte y distribución.

Una **instalación de producción próxima a las de consumo y asociada a las mismas**, es una instalación destinada a generar energía eléctrica para suministrar a uno o más consumidores, en donde se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- a. Estén conectadas a la red interior de los consumidores asociados o estén unidas a éstos a través de líneas directas. (Instalación próxima de red interior)
- b. Estén conectadas a cualquiera de las redes de baja tensión derivada del mismo Centro de Transformación. (Instalación próxima a través de la red)
- c. Se encuentren conectados en baja tensión y a una distancia entre ellos menor a 500m. (Instalación próxima a través de la red)

d. Estén ubicados en una misma referencia catastral de acuerdo a los primeros 14 dígitos. (Instalación próxima a través de la red)

El **Autoconsumo** se define como el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

El **autoconsumo colectivo** se refiere a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada

de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción cercanas a las de consumo.

- **Clasificación de autoconsumo:**

El autoconsumo se puede clasificar de acuerdo con sus modalidades: autoconsumo sin excedentes y autoconsumo con excedentes, como se detalla en la Figura 2. A su vez, el autoconsumo con excedentes se clasifica en Modalidad con excedentes acogida a compensación y modalidad con excedentes no acogida a compensación.

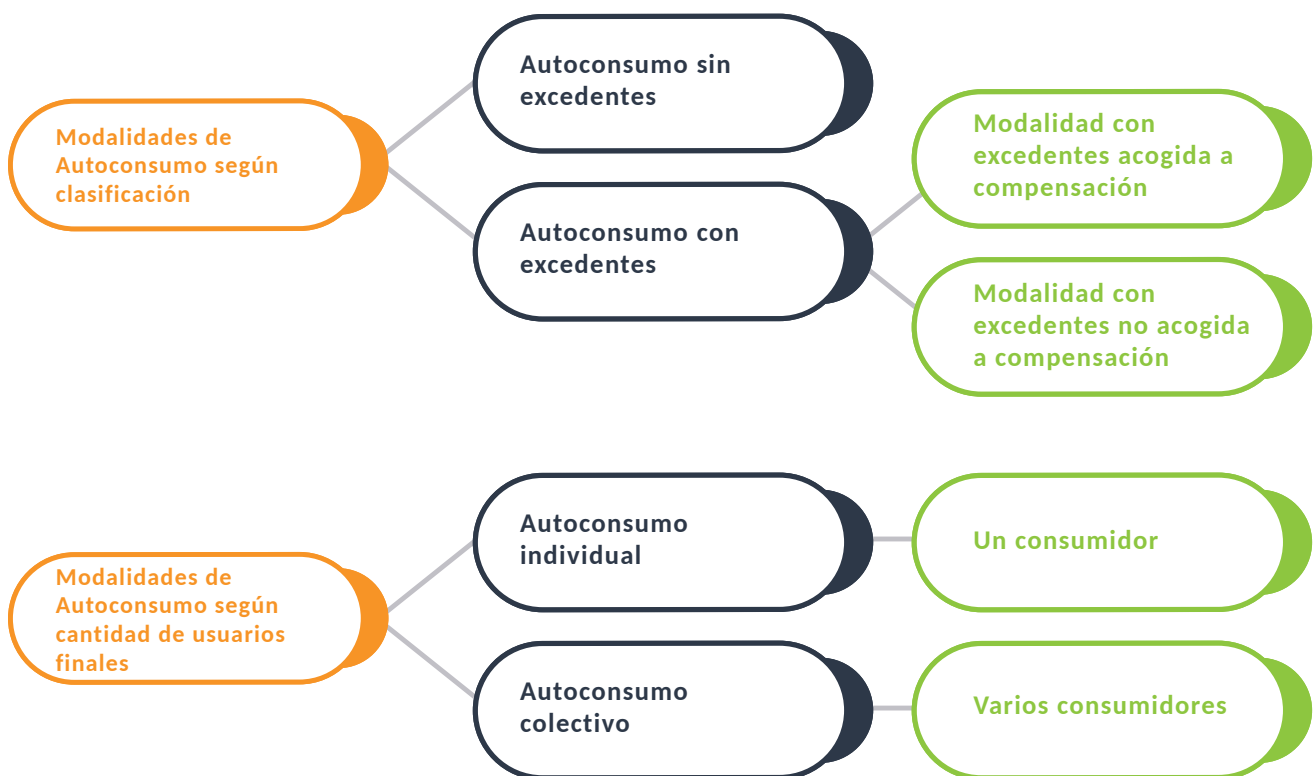


Figura 2. Clasificación del autoconsumo

La Tabla 2 identifica las semejanzas y diferencias entre la clasificación de las modalidades de autoconsumo.

Criterio	Autoconsumo sin excedentes	Autoconsumo con excedentes	
		Modalidad con excedentes acogida a compensación	Modalidad con excedentes no acogida a compensación
Agentes participantes	Consumidor	Consumidor y productor	
¿Puede realizar vertidos de energía a la red de distribución y transporte?	No. Se deberá instalar un mecanismo antivertido para evitar la inyección.	Sí	
¿Solicitud de permiso de acceso y conexión de instalaciones de generación?	No es necesario si el usuario ya tiene permiso de acceso y conexión para consumo.		
¿Permite desarrollar mecanismos de compensación entre déficits y excedentes?		Sí, para instalaciones de hasta 100 kW.	

Tabla 2. Comparativa de modalidades de autoconsumo.

En una instalación de **Autoconsumo con excedentes, modalidad con excedentes acogida a compensación**, se deberá cumplir las condiciones en donde la fuente de energía primaria sea de origen renovable, la potencia total de las instalaciones de producción no sea superior a 100 kW. Si fuese necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una comercializadora. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo y la instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

Se definirá una instalación de **Autoconsumo con excedentes, modalidad con excedentes no acogida a compensación** cuando no se cumpla alguno de los requisitos definidos en la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no elegir tal modalidad.

» **Autoconsumo sin excedentes individual:** el consumidor será titular del punto de suministro y titular de las instalaciones de generación conectadas a su red.

» **Autoconsumo sin excedentes colectivo:** los consumidores asociados a la instalación de generación serán titulares de la instalación y del

mecanismo antivertido de forma compartida.

» **Autoconsumo con excedentes:** el o los consumidores serán titulares de las instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a las mismas exclusivamente por los consumos de sus servicios auxiliares de producción.

Respecto al acceso y conexión de la red en modalidades de autoconsumo, las instalaciones de consumo deben disponer de permisos de acceso y conexión por sus instalaciones, independientemente de las modalidades de autoconsumo (con excedentes y sin excedentes). En relación a las instalaciones de generación si se acoge a:

- La modalidad de autoconsumo sin excedentes, no deberán obtener permisos de acceso y conexión.
- La modalidad de autoconsumo con excedentes y la producción de potencia es igual o inferior a 15 kW ubicada en suelo urbanizado, no deberán obtener permisos de acceso y conexión.
- La modalidad de autoconsumo con excedentes, donde no se cumpla la condición anterior b), será necesario obtener el permiso de acceso y conexión por cada instalación de producción próxima al consumo.

El contrato de acceso en la modalidad de autoconsumo elegido tiene una permanencia mínima de un año desde la fecha de alta o modificación del contrato de acceso, siendo prorrogable automáticamente.

Indiferentemente de la modalidad de autoconsumo acogida por los usuarios, será necesario disponer de equipos de medidas bidireccionales en el punto frontera o un equipo de medida en cada uno de los puntos fronteras, para la facturación de costes y servicios. Adicionalmente, se requerirá disponer un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- » Modalidad de autoconsumo colectivo.
- » La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.

» La fuente de generación no sea renovable, cogeneración o residuos.

» Modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, si no se dispone de un único contrato de suministro.

» Instalaciones de generación de potencia aparente nominal igual o superior a 12 MVA.

Tales equipos de medidas deberán tener una capacidad de medida de resolución al menos horaria

• **Facturación:**

La Tabla 3 representa las consideraciones en la facturación de energía de acuerdo con las modalidades de autoconsumo.

Consideraciones en la facturación de energía	Modalidades de autoconsumo		
	Autoconsumo sin excedentes	Autoconsumo con excedentes	
		Modalidad acogida a compensación	Modalidad no acogida a compensación
Energía adquirida por el consumidor asociado será la energía horaria consumida de la red cuando se tengan las siguientes modalidades:	X	X	X *Con un único contrato de suministro
Se aplican los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución y cargos del sistema eléctrico	Todas las modalidades de autoconsumo		
Productor percibirá contraprestaciones económicas correspondientes por la energía horaria excedentaria			X
Se aplicará un <u>contrato de compensación de excedentes entre el productor y consumidor asociados.</u>		X	
Se aplicarán <u>mecanismos de compensación simplificada</u>	X *Autoconsumo colectivo sin excedentes pueden acogerse voluntariamente	X	

Tabla 3. Energía eléctrica producida y consumida según modalidades de autoconsumo.

El mecanismo de compensación simplificada consistirá en agrupación de términos económicos de la energía consumida en el periodo de facturación con las características descritas en esta tabla:

I. En caso de disponer de un contrato de suministro con una comercializadora libre:

a. La energía horaria consumida de la red será valorada al precio horario acordado entre las partes.

b. La energía excedentaria será valorada al precio horario acordado entre las partes.

II. En caso de disponer de un contrato de suministro al precio horario acordado entre las partes:

Consideraciones en la facturación de energía	Tipos de contrato de mecanismos de compensación simplificada	
	Contrato de suministro de una comercializadora libre	Contrato de suministro al precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) de una comercializadora de referencia
Energía horaria consumida de la red	Se valorará al precio horario acordado entre las partes	Se valorará al coste horario de energía del PVPC en cada hora (TCUh).
Energía horaria excedentaria		Se valorará al precio medio horario (Pmh)
	Estará exenta de satisfacer los peajes de acceso	
Facturación	Sobre las cantidades a facturar, antes de impuestos, se deberá descontar el término de energía excedentaria. Luego se aplicarán los impuestos correspondientes.	

Tabla 4. Consideraciones en la facturación de energía según contratos.

En el mecanismo de compensación simplificada: el valor económico de la energía horaria excedentaria nunca podrá ser superior al valor económico de la energía horaria consumida de la red en el periodo de facturación, el cual no podrá ser superior a un mes. Si los usuarios deciden acogerse a este mecanismo de compensación, el productor no podrá participar de otro mecanismo de venta de energía

Aquellos sujetos acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo que adquieran la energía horaria consumida de la red directamente en el mercado de producción liquidarán su energía según lo dispuesto en la normativa de este mercado. En cambio, si los sujetos adquieren energía horaria consumida de la red a través de una comercializadora, entonces liquidarán su energía conforme a lo acordado entre las partes mensualmente con base a lecturas reales de solución horaria.

La empresa distribuidora deberá realizar la facturación de

los peajes de acceso a las redes y los cargos del sistema eléctrico que le correspondan. En caso de que el consumidor tenga un contrato con una comercializadora, entonces, la empresa comercializadora aplicará al consumidor la facturación por el peaje de acceso a las redes y cargos del sistema eléctrico correspondientes, desglosándolo en la factura. En caso de que los consumidores tengan contacto directo en mercado, los consumidores deberán asumir los cargos que correspondan.

En la liquidación de energía horaria excedentaria vertida por instalaciones de producción acogidas a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, se aplicará la normativa general de la actividad de producción.

En el Registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica (RADNE) se deberán inscribir a los consumidores acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica. Esta obligación no se aplicará a las

instalaciones aisladas. El registro contendrá dos secciones: inscripción de consumidores acogidos a las modalidades de suministro con autoconsumo sin excedentes y la inscripción de consumidores acogidos a las modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes.

Sin embargo, la inscripción en el registro de autoconsumo de aquellos sujetos consumidores que realicen autoconsumo, conectados a baja tensión, cuya instalación de generación sea también de baja tensión y la potencia instalada de generación sea menor de 100 kW será responsabilidad de las comunidades autónomas en sus respectivos registros a partir de la información remitida a las mismas en virtud del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Posteriormente, las comunidades autónomas deben remitir esta información a la Dirección General de Política Energética y Minas y actualizar mensualmente las altas, bajas y modificaciones realizadas en el territorio correspondiente.

Antes del 31 de marzo de cada año, los gestores de redes de transporte y distribución remitirán a la Dirección General de Política Energética y Minas por vía electrónica la información agregada de las instalaciones

de autoconsumo conectadas a las redes que gestionan: Número de instalaciones, potencia instalada y energía vertida en caso de aplicar. Adicionalmente se deberá transmitir información desagregada por modalidades de autoconsumo, por tecnología de generación, por rango de potencia instalada, por provincia y por nivel de tensión de la red donde se conecta la instalación.

En el RD 900/2015 del 9 de octubre se definen dos tipos de modalidades: modalidad tipo 1 y modalidad tipo 2. Sin embargo, en el RD 244/2019 se describe la actualización de clasificación de la modalidad anterior de acuerdo con las modalidades planteadas en el presente RD. Por tanto, aquellos consumidores acogidos a la modalidad tipo 1 que dispongan de mecanismo antivertido se clasificarán como consumidores acogidos a la modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes. Mientras que aquellos consumidores acogidos a la modalidad tipo 1 que no dispongan de un mecanismo antivertido se clasificarán como consumidores acogidos a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes no acogida a compensación. Por último, aquellos consumidores que estaban acogidos a la modalidad tipo 2 se clasificarán como consumidores acogidos a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes no acogida a compensación.

Clasificación según RD 900/2015	Clasificación según RD 244/2019
Modalidad Tipo 1	Con mecanismo antivertido: autoconsumo sin excedentes
	Sin mecanismo antivertido: autoconsumo con excedentes no acogida a compensación
Modalidad Tipo 2	Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación

Tabla 5. Relación entre clasificaciones de autoconsumo según RD.

III. PNIEC:

El PNIEC describe que se desea eliminar cualquier barrera administrativa y regulatoria asociada al autoconsumo que conllevará a nuevos modelos de negocios basados en la integración de generación renovable distribuida.

Específicamente, en la Medida 1.4 del PNIEC, sobre del desarrollo del autoconsumo con renovables y la generación distribuida del PNIEC se identifican los mecanismos de actuación como objetivos a nivel nacional para el 2030. Dentro de esta Medida del PNIEC se han considerado que la implementación del autoconsumo cumplirá con los siguientes objetivos: fomentar el autoconsumo colectivo para modelos de negocio donde participen las comunidades energéticas locales, mitigar la pobreza energética a través de la gestión y programas de la administración pública o entidades sociales.

La estrategia nacional para fomentar e implementar el autoconsumo en el territorio español consiste en analizar el potencial de penetración por tipo de consumidor (residencial, terciario o industrial) de manera que se puedan fijar objetivos alcanzables. Otra actuación es movilizar la inversión privada, gestionar por parte de terceros los modelos de servicios energéticos acometen la inversión de instalaciones de autoconsumo y su mantenimiento. A nivel municipal, autonómico es necesaria la aplicación de medidas de fomento para el autoconsumo. Otra medida es el impulso del autoconsumo en zonas vulnerables con el fin principal de mitigar la pobreza energética. Finalmente, la última medida define que el IDEA debe redactar un manual para la implementación de sistemas energéticos de autoconsumo en entornos urbanos para que facilite la toma de decisiones a las autoridades municipales.

5.2. Análisis de la situación y previsión del autoconsumo individual y colectivo en la Comunidad Valenciana.

La evolución del autoconsumo en España y la Comunidad Valenciana viene influenciada por varios aspectos, destacando dos: el abaratamiento de las instalaciones de

generación de tecnología fotovoltaica y por la evolución a nivel regulatorio en relación al autoconsumo.

En el primer aspecto, en el informe realizado por la UNEF [2] se presenta la evolución del coste medio de la fotovoltaica, siendo que en los últimos 10 años mostrados en la Figura 3 se ha experimentado una reducción en costes del 89%.

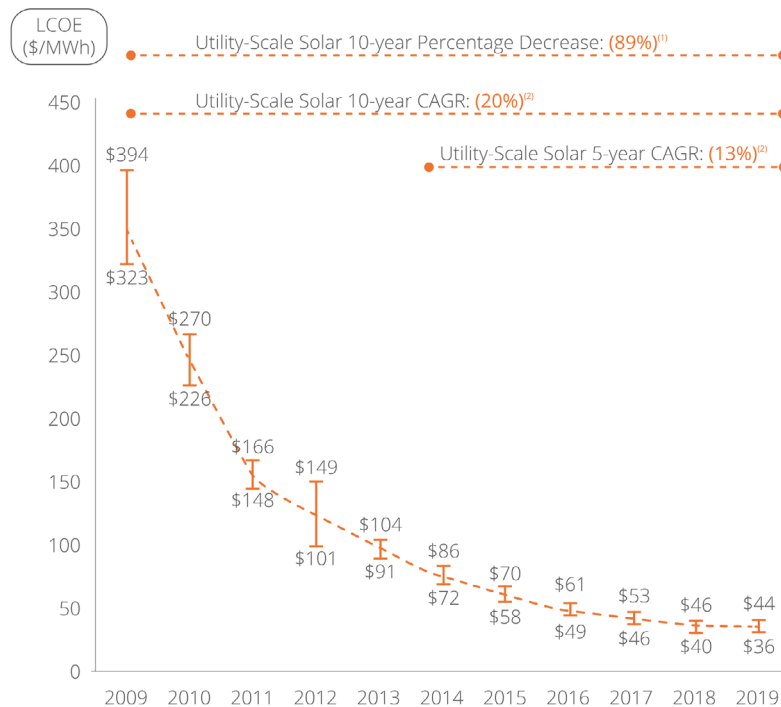


Figura 3: Evolución del coste (LCOE) medio anual de la energía fotovoltaica. Fuente: [2]

En cuanto al aspecto relativo a la regulación, hay que tener en cuenta que la definición de autoconsumo en España tiene lugar con la Ley 24/2013 de 26 de diciembre del sector eléctrico. Así pues, en España se empiezan a tener las primeras instalaciones de autoconsumo a partir de 2014. Pero es en el RD 944/2019 en el que se crea un entorno regulatorio facilitador para el despliegue de instalaciones de autoconsumo, siendo que en este:

- Se reducen y simplifican los trámites administrativos, especialmente en el caso de los pequeños autoconsumidores (instalaciones de hasta 15kW o de hasta 100kW, en caso de autoconsumo sin excedentes).
- Introduce la figura del autoconsumo colectivo de tal forma que varios consumidores puedan asociarse a una misma planta de generación, repartiendo la energía con coeficientes fijos, lo que permite, con un proceso sencillo para el usuario, proyectos de autoconsumo con

un mayor aprovechamiento de la energía.

- Se crea el mecanismo de “compensación simplificada de los excedentes”.

Todo ello ha propiciado que desde el inicio del autoconsumo en España la potencia instalada haya crecido exponencialmente, tal como se muestra en la Figura 4. Para el año 2020, la potencia instalada se repartió de la siguiente manera: 19% en hogares, 23% en ámbito comercial y 56% en ámbito industrial. Cabe destacar el incremento de participación de los hogares con respecto a la potencia instalada total al año, ya que se pasa de representar el 10% de la potencia instalada en 2019 (45 MW) al 19% de la potencia instalada en 2020 (113 MW), según [3]. Esto último se debe a los factores anteriormente mencionados, así como incentivos económicos que se están dando en algunas comunidades autónomas, como es el caso de deducciones en el IBI.

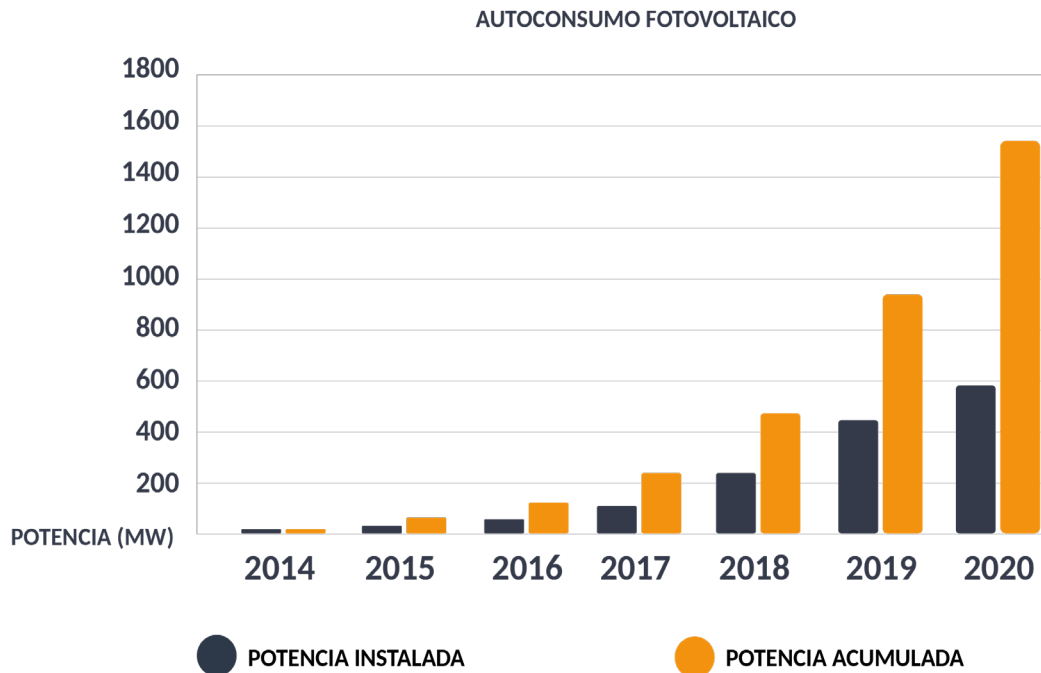


Figura 4: Evolución del autoconsumo en España. Fuente: UNEF

En cuanto a la situación futura, los objetivos establecidos en el PNIEC [4] son tales que para 2025 se busca alcanzar 21.680 MW de potencia fotovoltaica instalada acumulada y 39.150 MW para 2030, siendo que a finales de 2020 se contaba con 11.765 MW de fotovoltaica [5] (13% correspondiente a instalaciones de autoconsumo). Por lo que en 5 años se plantea duplicar la capacidad de fotovoltaica en España y triplicarla en 10 años. En cuanto a la Comunidad Valenciana, en el DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica se establece el objetivo de llegar a 6.000 MW de potencia fotovoltaica instalada en 2030, siendo que la potencia acumulada a finales de 2020 se sitúa en 367 MW.

5.2.1. Autoconsumo residencial

En este apartado se analizan las características principales de los autoconsumidores de tipo doméstico, con objeto de poder evaluar la necesidad final de aprovechamiento

fotovoltaico de las cubiertas disponibles en la Comunidad Valenciana en base a la demanda potencial de los usuarios.

A nivel residencial, la mayor parte de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo se localizan en viviendas de gran tamaño (>100m²) y de tipo unifamiliar, tal como presenta Sotysolar en un estudio elaborado en 2018, donde indica que este tipo de viviendas concentra el 73% del autoconsumo de uso residencial, así como que la inversión promedio aproximada por instalación es de unos 4000 euros y el periodo de retorno de entre 5 y 7 años. Respecto al modelo de usuario, y tomando de referencia el mismo estudio, el 90% de instalaciones corresponderían a particulares de mediana edad con consumos mensuales medio-altos (50% con un gasto de 50 a 100€, 4% superior a 100€). [6]

Complementando al estudio anterior, se muestran a continuación algunas publicaciones relacionadas con el autoconsumo a nivel doméstico que pueden ayudar a definir mejor un perfil de usuario tipo:

Estudio	Resultados
Informe “Observatorio español de autoconsumo fotovoltaico, enero-febrero 2019”, elaborado por Grupo Análisis e Investigación por iniciativa de SolarWatt España [7]	Esta investigación recoge la valoración de diferentes perfiles de ciudadanos respecto al autoconsumo fotovoltaico, centrándose en las principales motivaciones para convertirse en autoconsumidores (ambientales, económicas-ahorro, de estilo de vida) y los principales frenos (instalación, precio, comodidad, potencia, mantenimiento). Para ello se realizaron encuestas a particulares residentes en España, en viviendas unifamiliares de clase media o media alta de municipios de más de 25000 habitantes. Del estudio realizado se extrae que el autoconsumo doméstico se encuentra en una fase muy incipiente, pero existe un interés elevado y gran potencial a futuro, destacando que un 40% de los encuestados tenía voluntad de instalar paneles fotovoltaicos a corto medio plazo. El segmento poblacional con mayor interés y concienciación son los jóvenes, seguidos de personas de mediana edad, con solvencia económica y la mayoría con formación académica superior. Respecto a la motivación de los usuarios para convertirse en autoconsumidores, la principal es el ahorro económico, seguido de la conciencia medioambiental.
Publicación “Profiling End User of Renewable Energy Sources among Residential Consumers in Poland”, 2018 [8]	Se analiza el perfil de usuarios de energías renovables a nivel residencial en Polonia, apreciándose una tendencia más probable a instalar energías renovables en la población entre 30 y 50 años, con estudios superiores y viviendas de más de 80m2. Destacando como factores de interés el conocimiento del sector energético, la concienciación medioambiental y la utilización de tecnologías de eficiencia energética.
Publicación “Willingness-to-pay for renewable energy: Primary and discretionary choice of British households’for micro-generation technologies.”,2010 [9]	Según este estudio, entre los factores determinantes en viviendas británicas para la instalación de tecnologías renovables destacan el costo capital, la facturación energética mensual, los costes de mantenimiento anuales y los inconveniencias técnicos, tales como el espacio disponible.
Study on “Residential Prosumers in the European Energy Union” GfK Belgium consortium, EC, 2017 [10]	Este estudio elaborado por la Comisión Europea en 2017 analiza la figura del prosumidor en los países de la Unión Europea, destacando, entre otros resultados, que de forma generalizada, la principal motivación para el autoconsumo entre los participantes encuestados era el ahorro en las facturas de energía (en España resultó ser la primera motivación para el 69% de encuestados), seguida del impacto medioambiental (en España la seleccionaron el 18,5% de encuestados), los subsidios del gobierno (6% en España) y las tendencias sociales (3% en España). Otro aspecto relevante que puede extraerse del informe es que la mayor parte de los autoconsumidores encuestados mostraron elevada concienciación energética y medioambiental, destacando el uso de tecnologías de mejora de eficiencia energética y prestando atención al ahorro energético. Por último, destacar que, de los participantes españoles, el 87,5% continuaba conectado a red frente a un 12,5% que tenía instalaciones de autoconsumo aisladas, así como indicar que el 37% vertía a red.

Tabla 6: Publicaciones en relación con el autoconsumo residencial.

A partir de las referencias anteriores, se pueden destacar las siguientes características de los autoconsumidores domésticos:

Prototipo de autoconsumidor doméstico (modelo convencional de autoconsumo individual)	- Personas de mediana edad con estudios superiores y nivel económico medio-alto. - Autoconsumo individual - Viviendas unifamiliares grandes (>100m²) - Potencia instalada 2 – 5 kWp (inversión aproximada 3500 – 6000 €) - Costes de facturación eléctrica mensual medio-altos (>3500 kWh anuales) - Motivación económica
---	---

No obstante, se espera que las nuevas regulaciones e incentivos en materia de autoconsumo tanto individual como colectivo, unido a la reducción del coste de inversión por instalación, al precio al alza de la energía y al contexto

medioambiental global, propicien nuevos escenarios y modelos de usuarios, abriendo paso a viviendas de menor tamaño y menor demanda energética y edificios plurifamiliares, que podrán operar en comunidad.

Nuevos modelos de autoconsumo doméstico (modelos emergentes de autoconsumo compartido/individual)	- Viviendas de edificios unifamiliares y plurifamiliares - Comunidades energéticas (horizontales y verticales) - Menores costes de inversión y plazos de amortización - Viviendas de menor tamaño - Viviendas con menor consumo - Usuarios jóvenes - Motivación medioambiental y económica
---	--

5.2.2. Indicadores de demanda energética en sector industrial

Con el fin de identificar aquellos tipos de industrias más favorables a la implantación de instalaciones de autoconsumo, se utiliza un indicador que relaciona el consumo de energía eléctrica con la cifra de negocios del tipo de empresa. En la Tabla 7 se puede observar el resultado de este indicador para los diferentes tipos de

industrias. El máximo valor se corresponde a la siderurgia y fundición, siendo que se necesitan 0,428 kWh de energía eléctrica para generar un euro de cifra de negocios. De esta forma, las industrias con mayor valor de este indicador son aquellas que más favorecidas se verán tras implantar una instalación de autoconsumo, ya que tienen unos altos costes energéticos en comparación con la cifra de negocios.

Tipo de industria	Intensidad energética (kWh/€)
Alimentación, bebidas y tabaco	0,081
Textil, cuero y calzado	0,140
Pasta, papel e impresión	0,290
Química (incluyendo petroquímica)	0,115
Minerales no metálicos	0,293
Siderurgia y fundición	0,428
Transformados metálicos	0,136
Equipo de transporte	0,047
Madera, corcho y muebles	0,146

Tabla 7: Relación entre el consumo eléctrico y la cifra de negocios por tipo de industria.
Fuente: elaboración propia a partir de [11] [12].

5.2.3. Indicadores socioeconómicos y demográficos

Según el documento [13], entre las medidas a considerar a medio/largo plazo en el ámbito de la lucha contra la pobreza energética conviene tener en cuenta la promoción del autoconsumo colectivo, ya que, junto con la posibilidad de la gestión de las instalaciones por terceros, permite que los usuarios finales se beneficiasen de ahorros en su factura energética desde el primer día. En este sentido, juega un gran papel la implantación de instalaciones de autoconsumo compartido con tecnología fotovoltaica, ya que esta resulta especialmente prometedora por la caída continuada de sus costes de inversión y sus reducidos costes de mantenimiento.

Por ello, es de especial interés tratar de localizar las

instalaciones de autoconsumo colectivo en áreas de mayor pobreza energética. De esta forma, en el presente estudio se muestran indicadores de carácter socioeconómico y de demanda energética para evaluar aquellas áreas potenciales de implantación de autoconsumo en base a su grado de pobreza energética. En [14] se indica que la pobreza energética surge a partir de la combinación de bajos ingresos, elevado gasto e ineficiencias en las viviendas, donde las necesidades específicas de los hogares expresadas a través de circunstancias socioeconómicas y demográficas (tales como la composición del hogar, el género, la ocupación o el nivel de estudios) juegan un papel fundamental. Así mismo, según [14], un hogar se define pobre energético si su ingreso se encuentra por debajo de un determinado umbral de pobreza y sus gastos en energía (su demanda energética) se encuentran por encima de un umbral energético.



Figura 5: Definición de pobreza energética. Fuente: [14]

5.2.4. Indicadores a nivel Comunidad Valenciana

El séptimo informe de registros de Certificación Energética de Edificios en la Comunidad Valenciana [15] publicado en diciembre de 2017, muestra la calificación de emisiones y de consumo que tienen las construcciones existentes y nuevas, respecto a la fecha de publicación del informe (2017), en la Comunidad Valenciana, de acuerdo con la clasificación de la construcción: por viviendas (sector residencial) y por edificios (sector terciario).

La Figura 6 muestra la calificación energética por consumo de las viviendas nuevas (representadas en azul) y viviendas existentes (representadas en rojo) en porcentaje de acuerdo con los registros en 2017. De esta imagen se puede concluir que el 98,7% de las viviendas existentes tienen una calificación energética D o inferior. En cambio, de la misma figura se puede concluir que 41,8% de las viviendas nuevas registradas se categorizan con la calificación energética D o inferior.

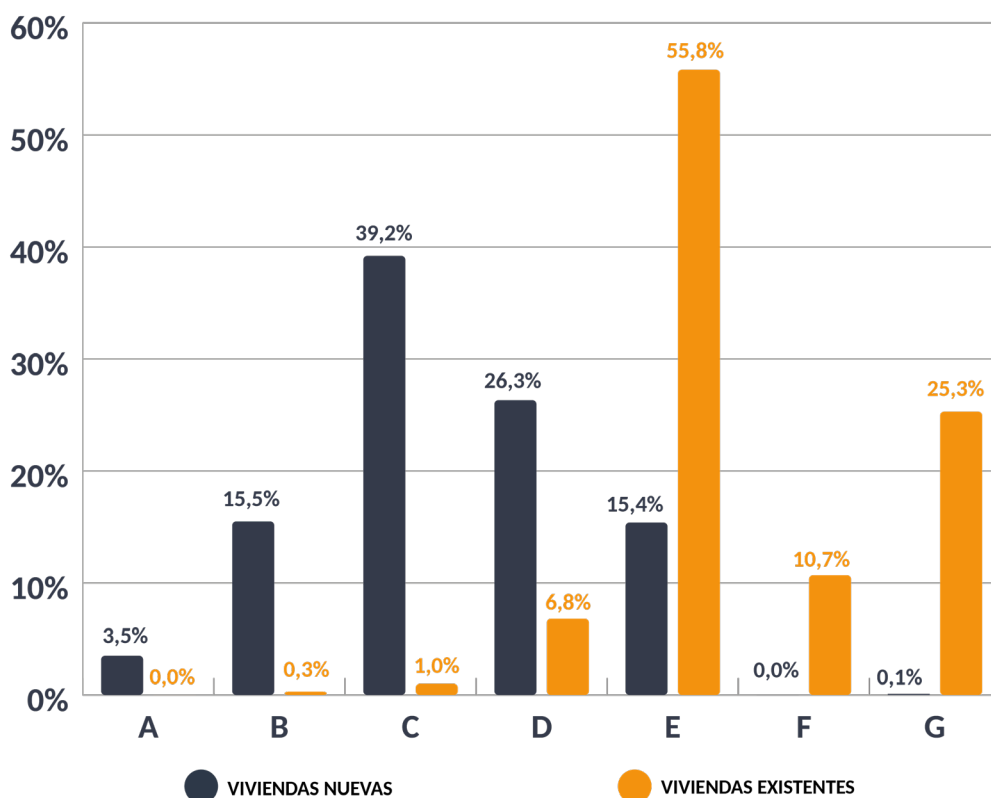


Figura 6. Comparativa de Calificación Energética de Consumo por año de construcción de Viviendas en 2017.

En cambio, la Figura 7 muestra la calificación energética de consumo de los edificios en el sector terciario en 2017. Similar a la Figura 6, se grafica el porcentaje de la calificación de acuerdo a edificios nuevos (representado en azul) y edificios existentes (representado en rojo). En

este sentido, los edificios existentes con calificaciones D o inferiores representan el 71,9% de la totalidad de edificios existentes. Análogamente, los edificios nuevos con calificación D o inferior representan el 8,5% de la totalidad de edificios nuevos registrados en 2017.

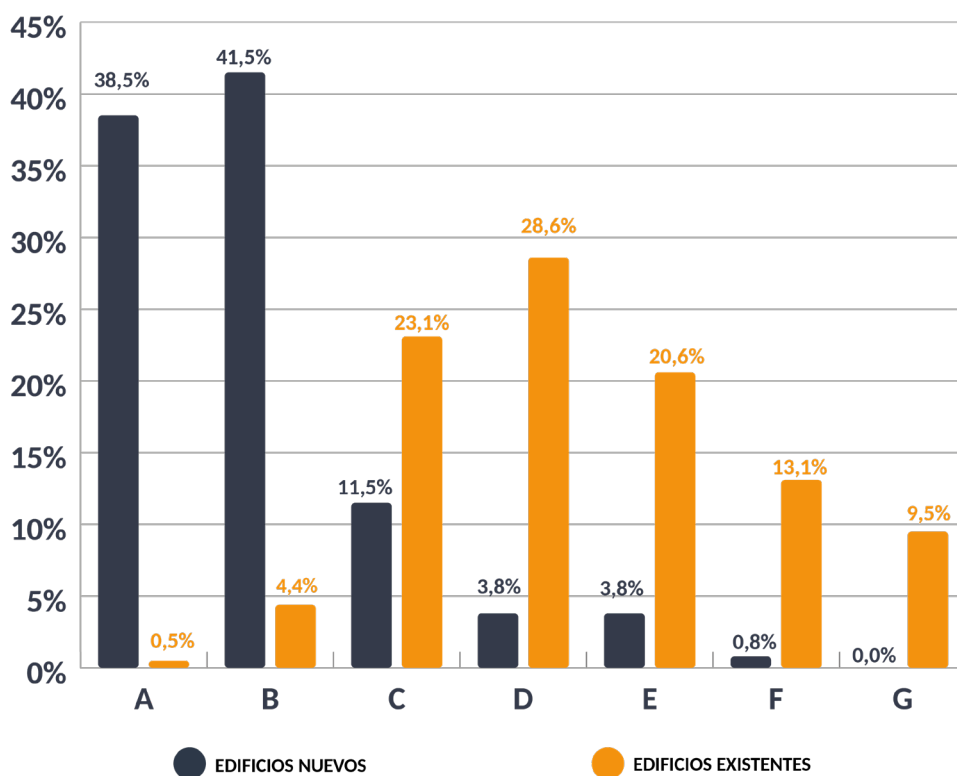


Figura 7. Comparativa de Calificación Energética de Consumo por año de construcción de Edificios Terciarios en 2017.

Posteriormente, el Ministerio para la Transición Ecológica, Ministerio de Fomento y el IDAE publicaron el octavo informe de Certificación Energética de Edificios del Estado con fecha de diciembre de 2019 [16]. Este informe cuantifica los registros de cada Comunidad Autónoma con el fin de tener una visión a nivel nacional de edificios nuevos y existentes en 2019. En consecuencia, los datos más recientes muestran que la Comunidad Valenciana registró 27.316 certificados de edificios nuevos acabados y 652.632 certificados de edificios existentes. Dentro del territorio español se registraron 76.028 certificados en edificios nuevos acabados y 4.094.157 certificados de edificios existentes de cara a diciembre de 2019. Por tanto, los certificados de la Comunidad Valenciana representan un 36% en los certificados de edificios nuevos acabados en territorio español, mientras que también representa

un 16% en los certificados de edificaciones existentes respecto al total en España. Esta clasificación del octavo informe nacional identifica en número de certificados solicitados sin distinguir entre el tipo de edificio, si es vivienda o edificio en sector terciario.

Con el fin de evaluar la evolución de los certificados energéticos en la Comunidad Valenciana, se ha decidido comparar las emisiones de edificios existentes en el 2017 con los certificados registrados en 2019 en la Comunidad Valenciana. Para ello, se ha decidido sumar los registros de emisiones para edificios y viviendas existentes en la Comunidad Valenciana según el informe registrado en 2017. La Figura 8 representa la distribución porcentual de las calificaciones en base al total de edificios existentes en 2017 en la Comunidad Valenciana.

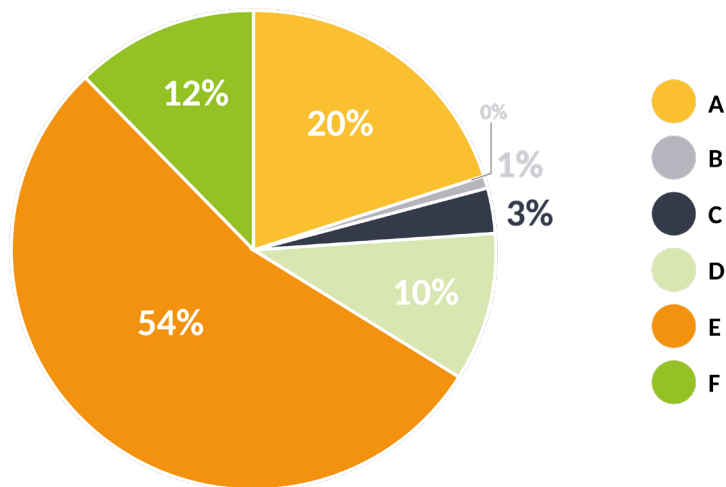


Figura 8. Comparativa de Calificación Energética de Emisiones de Edificios existentes en 2017

Seguidamente, al representar gráficamente el porcentaje de edificios existentes de acuerdo a su calificación de emisiones en la Comunidad Valenciana en 2019, tomando

los datos del octavo informe de Certificación de Edificios se obtiene la Figura 9.

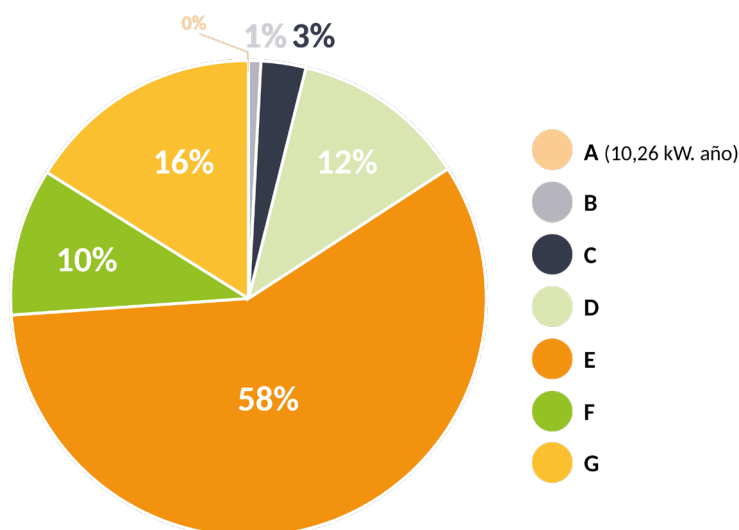


Figura 9. Comparativa de Calificación Energética de Emisiones de Edificios existentes en 2019.

En consecuencia, al comparar las Figura 8 y Figura 9, destaca que en el 2017 se registró un 20% de certificados con calificación G y 12% de certificados con calificación F. En cambio, en el 2019 los edificios con calificación G representan un 16% y las calificaciones F representan un 10%. Es decir, en el 2019 disminuyeron los registros con calificaciones más bajas (F y G), que se traduce en aumento de registros en las calificaciones superiores: E y D. Por tanto, en el 2017 la calificación E representó un 54% y la calificación D representó un 10%. De acuerdo a la evolución en el 2019 estas dos calificaciones aumentaron, específicamente, en la categoría E representó un 58% y en la categoría D un 12%. Por tanto, las edificaciones que se registraron en el 2019 comprando con el año 2017 se calificaron E y F respecto a la Comunidad Valenciana, lo cual se identifica al comparar los valores en las Figura 8 y Figura 9.

El certificado energético identifica las características energéticas de una vivienda. Este certificado se calcula considerando el consumo energético que cada edificio o vivienda necesita durante un año en condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Aquellas viviendas con

calificación baja de consumo indican que tienen una baja eficiencia energética como consecuencia del alto consumo de la vivienda, diseño de la vivienda y la calidad de los materiales internos de la vivienda. El objetivo del gobierno es que aquellas viviendas con baja calificación energética se sometan a reformas para incrementar su eficiencia energética. Mientras que se espera que las nuevas viviendas a partir de diciembre de 2020 tengan un consumo de energía casi nulo.

La Tabla 8 permite estimar el consumo energético medio de acuerdo con la calificación energética de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). La primera columna de esta tabla identifica la calificación energética de emisiones de dióxido de carbono que se mide en kg CO₂/m². La segunda columna relaciona el consumo energético anual por metro cuadrado de acuerdo con la calificación energética de emisiones. Por último, la tercera columna representa el ahorro energético que se podría alcanzar tras mejorar la eficiencia energética de la construcción que conllevaría a incrementar su calificación referenciado a la categoría más baja que corresponde a la categoría G.

Calificación Energética de Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ - año) m ²	Consumo medio de energía final (kWh - año) m ²	Ahorro energético respecto a la categoría "G"
A	10,26	95%
B	20,71	90%
C	35,60	84%
D	57,64	73%
E	117,31	46%
F	172,42	21%
G	217,28	0%

Tabla 8. Descripción de calificación de emisiones y consumo medio de energía. Fuente: [15]

El portal estadístico de la Comunidad Valenciana proporciona información cuantitativa y cualitativa. En el caso de información cualitativa, se han registrado diferentes tipos de encuestas con el fin de evaluar las condiciones de vida de la población en la Comunidad Valenciana. De acuerdo con los resultados de las Encuestas de condiciones de vida realizadas con datos del 2018 [17], se clasifica la tasa de riesgo de pobreza por grupo de edad

en la Comunidad Valenciana.

La tasa de riesgo de pobreza es un indicador relativo que mide la desigualdad, es decir, mide cuántas personas tienen ingresos bajos con relación al conjunto de la población. En consecuencia, la tasa de pobreza de la Comunidad sin alquiler imputado corresponde a un 20,9%.

Clasificación según edades	Tasa de riesgo de pobreza (%)
Menores de 16 años	24,9
Entre 16 y 29 años	26,6
Entre 30 y 44 años	19,3
Entre 45 y 64 años	19,0
Mayores de 65 años	17,9
TOTAL	20,9

Tabla 9. Tasa de riesgo de pobreza sin alquiler imputado por rango de edades en 2018.

Adicionalmente, esta encuesta de condiciones de vida de la Comunidad Valenciana también permite clasificar la tasa de riesgo de pobreza según la clasificación de

hogar. La Tabla 10 muestra los resultados de la encuesta de condiciones de vida en el 2019.

Clasificación según tipo de hogar	Tasa de riesgo de pobreza (%)
Hogares unipersonales	19,5
Hogares de un adulto y al menos un hijo dependiente a cargo	39,4
Hogares de dos adultos	18,1
Hogares de tres o más adultos	25,7
TOTAL	20,9

Tabla 10. Tasa de riesgo de pobreza sin alquiler imputado según clasificación de hogar en 2018.

Al comparar el umbral de riesgo de pobreza considerando la renta de toda la población española, se obtiene una tasa de riesgo de 23,7% para la Comunidad Valenciana en 2019, ligeramente superior a la tasa de pobreza de España con un valor de 20,7%.

La Encuesta de presupuestos familiares [18] describe el gasto medio por hogar en el 2020 en la Comunidad Valenciana y en España. De esta Encuesta se clasifica los gastos por hogar en el 2020, resultando el gasto asociado

a vivienda, agua, electricidad, gas y otros combustibles en la Comunidad Valenciana por hogar representa el 33,2% del gasto total anual, lo cual se identifica como la categoría con gasto más elevado por hogar. Sin embargo, al compararse el gasto medio por hogar en España, esta categoría representa el 35,6% del total.

La Tabla 11 muestra la distribución porcentual del gasto medio por hogar en la Comunidad Valenciana y en España registrado en el 2020.

Clasificación de gastos	Gasto en Comunidad Valenciana (%)	Gasto en España (%)
Alimentos y bebidas no alcohólicas	16,9	17,0
Bebidas alcohólicas y tabaco	2,0	1,9
Vestido y calzado	3,9	3,7
Vivienda, agua, electricidad, gas y otros combustibles	33,2	35,6
Muebles, artículos del hogar y artículos para el mantenimiento corriente del hogar	4,5	4,3
Sanidad	4,1	3,7
Transporte	10,6	10,2
Comunicaciones	3,2	3,5
Ocio y cultura	4,8	4,2
Enseñanza	1,6	1,6
Restaurantes y hoteles	7,3	6,5
Otros bienes y servicios	7,9	7,8

Tabla 11. Gasto medio por hogar en Comunidad Valenciana y España en 2020

5.2.5. Indicadores a nivel comarcal

A nivel subregional, es decir, por comarcas y provincias de la Comunidad Valenciana se consultaron los datos de los indicadores de pobreza y condiciones de vida desde 2015 hasta 2019 [19]. Del presente documento de indicadores de pobreza y condiciones de vida a nivel subregional se gráfica y tabula los resultados porcentuales de riesgo de pobreza y/o exclusión social según estrategia de Europa 2020, que corresponde al indicador AROPE.

Específicamente en la Figura 10 se muestra el porcentaje de riesgo de pobreza de las tres provincias de la Comunidad Autónoma desde el año 2015 hasta el 2019. Desde el 2017 hasta el año 2019 se evidencia un decremento del riesgo de índice de pobreza o exclusión social en las tres provincias de la Comunidad Valenciana. De acuerdo con la Figura 10, la provincia que tiene mayor índice de pobreza es Alicante con 29%, seguida por la Provincia de Valencia con 22% y por último se encuentra Castellón con 20%.

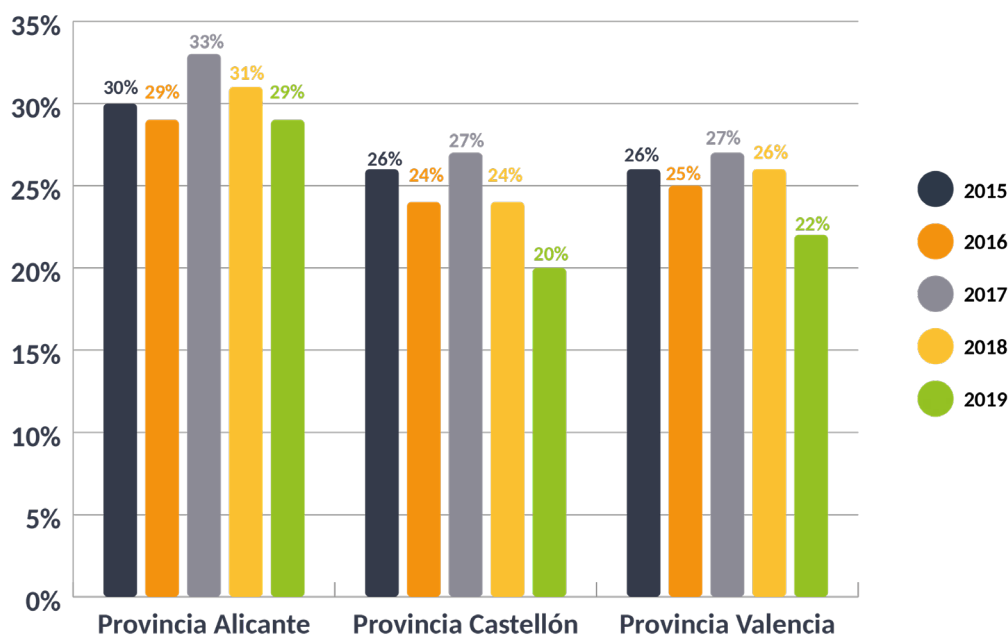


Figura 10. Porcentaje de riesgo de pobreza y/o exclusión social por Provincias desde 2015 hasta 2019

Con el fin de identificar las comarcas que tuvieron mayor índice de riesgo de pobreza y/o exclusión social en el año 2019, se ha decidido listar las comarcas por Provincia, ordenando de forma decreciente para resaltar aquellas comarcas que tienen mayor necesidad. Al comenzar con la Provincia de Alicante, que tiene mayor porcentaje de riesgo de pobreza, se identifican que las tres comarcas con mayor índice de riesgo de pobreza son La Vega Baja con 35%, seguido por La Marina Alta con 34% y en tercer puesto La Marina Baja con 31%. En relación con la Provincia de Valencia, las primeras tres comarcas con mayor índice

de riesgo de pobreza son Valencia con 25%, seguido por La Safor con 24% y en tercer lugar El Valle de Cofrentes-Ayora con 22%. Finalmente, en la Provincia de Castellón con el menor índice de riesgo de pobreza respecto a las otras 2 provincias de la Comunidad, destacan las comarcas El Baix Maestrat con 24%, seguido por El Alto Palancia con 20% y en tercer puesto se encuentra la comarca L'Alcalatén con 19%. En la Tabla 12 se identifica el riesgo de pobreza de las otras comarcas de cada provincia que conforma la Comunidad Valenciana.

Comarcas de Valencia Clasificación de gastos	Índice de pobreza y condiciones de vida (%)	Comarcas de Alicante	Índice de pobreza y condiciones de vida (%)	Comarcas de Castellón	Índice de pobreza y condiciones de vida (%)
València	25%	El Baix Segura / La Vega Baja	35%	El Baix Maestrat	24%
La Safor	24%	La Marina Alta	34%	El Alto Palancia	20%
El Valle de Cofrentes-Ayora	22%	La Marina Baixa	31%	L'Alcalatén	19%
La Hoya de Buñol	22%	L'Alacantí	28%	La Plana Alta	19%
El Camp de Morvedre	22%	El Baix Vinalopó	27%	La Plana Baixa	18%
El Camp de Túria	21%	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	25%	El Alto Mijares	18%
El Rincón de Ademuz	21%	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	24%	Els Ports	17%
La Ribera Alta	21%	El Comtat	23%	L'Alt Maestrat	16%
La Plana de Utiel-Requena	21%	L'Alcoià	22%		
L'Horta Oest	21%				
La Canal de Navarrés	21%				
La Costera	21%				
La Ribera Baixa	20%				
L'Horta Nord	20%				
Los Serranos	20%				
La Vall d'Albaida	20%				
L'Horta Sud	19%				

Tabla 12. Porcentaje de riesgo de pobreza y/o exclusión social por Comarca de Provincias de Valencia en 2019

Para identificar aquellas áreas potenciales de implantar instalaciones de autoconsumo con el fin de paliar la pobreza energética, se analiza a nivel comarcal y municipal el nivel de renta neta media por hogar [20] y la demanda energética de los mismos [21] [22] [23]. En cuanto a la demanda energética por hogares, se cuantifica a partir de datos bibliográficos la demanda residencial de calefacción siguiendo la siguiente metodología. En el informe [21] se proporciona información de demanda de calefacción por tipo de vivienda (unifamiliar, plurifamiliar de menos de 4 plantas y plurifamiliar a partir de 4 plantas) y año de construcción para cada provincia, mientras que en

el informe [22] se presenta el número de viviendas por tipología y año de construcción por cada provincia. De esta forma, se calcula la demanda media de calefacción por vivienda según su año de construcción para cada provincia (Tabla 13). A partir de estos datos y del número de viviendas por año de construcción para cada área, se obtiene el consumo medio por hogar en cada uno de ellos, siendo que en [23] se proporciona información del número de viviendas por año de construcción para municipios de más de 2.000 habitantes. En la Tabla 14 se muestran los resultados agrupados por comarcas.

Año de construcción	Provincia		
	Alicante	Castellón	Valencia
< 1940	8.029	9.516	6.892
1941 - 1960	6.134	7.200	5.122
1961 - 1980	4.222	5.205	3.786
1981-2011	2.319	3.032	2.423

Tabla 13: Demanda energética para calefacción por vivienda (kWh/año), año de construcción y provincia. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al nivel de renta, se considera la renta neta media por hogar [20], siendo que en la Tabla 14 se muestran los resultados agrupados por comarcas.

Por último, la pobreza energética, como se ha descrito anteriormente, es una combinación de baja renta y alta demanda energética, siendo que a partir de los datos anteriores se puede determinar aquellas localizaciones

más propensas a la pobreza energética. En la Tabla 14 se presenta para las comarcas de la Comunidad Valenciana un orden jerárquico en el que aquella comarca con menor valor de este orden representa aquella área con mayor probabilidad de pobreza energética y viceversa. Asimismo, la comarca con mayor probabilidad de pobreza energética es El Alto Palancia, mientras que las comarcas con menor probabilidad de presentar pobreza energética son La Vega Baja y El Camp de Túria.

Provincia	Comarca	Demanda (kWh/vivienda y año)	Renta neta media por hogar (€/año)	Jerarquía de riesgo
Alicante	El Baix Segura / La Vega Baja	2.992	21.810	30
	El Baix Vinalopó	3.550	24.872	18
	El Comtat	4.133	25.778	10
	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	3.936	23.490	8
	La Marina Alta	3.435	24.032	20
	La Marina Baixa	3.433	25.240	26
	L'Alacantí	3.721	28.610	24
	L'Alcoià	4.286	26.418	12
	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	4.052	24.721	6

Provincia	Comarca	Demanda (kWh/ vivienda y año)	Renta neta media por hogar (€/año)	Jerarquía de riesgo
Castellón	El Alto Mijares	N/A	23.018	-
	El Alto Palancia	5.516	24.874	1
	El Baix Maestrat	4.408	25.594	7
	Els Ports	3.785	28.933	27
	La Plana Alta	4.504	30.420	22
	La Plana Baixa	4.655	27.629	14
	L'Alcalatén	4.729	26.346	9
	L'Alt Maestrat	6.617	25.083	2
Valencia	El Camp de Morvedre	3.584	28.792	28
	El Camp de Túria	3.269	32.729	30
	El Rincón de Ademuz	N/A	21.927	-
	El Valle de Cofrentes-Ayora	4.061	24.810	5
	La Canal de Navarrés	4.224	24.152	4
	La Costera	3.868	26.149	13
	La Hoya de Buñol	3.863	28.449	21
	La Plana de Utiel-Requena	4.040	25.497	11
	La Ribera Alta	3.949	26.991	15
	La Ribera Baixa	3.778	27.095	17
	La Safor	3.499	27.125	25
	La Vall d'Albaida	3.878	26.638	16
	L'Horta Nord	3.574	31.366	29
	L'Horta Oest	3.575	28.074	23
	L'Horta Sud	3.725	27.481	19
	Los Serranos	4.083	23.373	3

Tabla 14: Demanda energética por hogar, renta neta media por hogar y jerarquía de pobreza energética.

En relación con el estudio energético del sector económico, se ha recopilado información sobre el consumo de energía eléctrica, medido en MWh, de la Comunidad Valenciana en el año 2020 [24], clasificado por ramas de actividad. Adicionalmente, se ha consultado las estadísticas de empresas inscritas en la Seguridad Social según el sector de actividad en el último trimestre del 2020 [25] de los municipios de la Comunidad Valenciana, medido en unidades de empresas. Por tanto, la metodología aplicada en el presente estudio consistió en relacionar estos dos registros con el fin de obtener el consumo medio por municipio clasificado según el sector de actividad (Agricultura, Industria, Construcción y Servicios) en el

2020. Inicialmente, se consideraron una serie de premisas que se describirán a continuación.

La metodología para obtener el consumo medio anual por sector de actividad por municipio de la Comunidad Valenciana inició al sumar el consumo eléctrico mensual de los meses durante el 2020 de todas las ramas de actividad para obtener el consumo anual por rama de actividad en el 2020. Posteriormente, las ramas de actividad se clasificaron según el sector actividad como se muestra en la Tabla 15. Esto permite asociar los datos en cuatro categorías de actividad: agricultura, industria, construcción y servicios.

Actividad	Ramas de actividad
Agricultura	Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca
Industria	Extractivas y refino; energía
Industria	Alimentación, bebidas y tabaco
Industria	Industria textil, confección, cuero y calzado; madera y corcho
Industria	Papel, cartón; artes gráficas y edición
Industria	Química
Industria	Caucho, plástico y manufacturas diversas
Industria	Productos minerales no metálicos
Industria	Metalurgia
Industria	Máquinas y transformados metálicos
Industria	Material de transporte
Construcción	Construcción y obras públicas
Servicios	Hostelería; comercio y servicios
Servicios	Transporte y almacenamiento
Servicios	Administración y otros servicios públicos; agua y residuos
Servicios	Usos domésticos
NA	No especificado

Tabla 15. Clasificación de Actividad económica según sus ramas

El consumo energético anual de la rama denominada “No especificado” (NA) se ha descartado del estudio al no identificarse su procedencia. Los consumos energéticos se agregaron de acuerdo a la actividad con el fin de obtener el consumo energético en 2020 por cada una

de las actividades económicas: Agricultura, Industria, Construcción y Servicios. La Tabla 16 muestra el consumo energético anual total en la Comunidad Valenciana durante el año 2020 de acuerdo a las cuatro actividades del sector económico.

Actividad	Consumo eléctrico anual en Comunidad Valenciana en 2020 (MWh)
Agricultura	650.252
Industria	7.122.043
Construcción	237.216
Servicios	15.570.883

Tabla 16. Distribución del consumo eléctrico de Comunidad Valenciana en 2020 según actividad.

Por otro lado, el documento con la estadística de empresas inscritas en la Seguridad Social según sector de actividad cuantifica las empresas según los cuatro sectores de actividad por municipios registrados hasta el último trimestre del año 2020. Este estudio no indica el valor real de empresas cuando existe menos de 5 empresas por municipio, debido a restricciones derivadas

del secreto estadístico y confidencialidad. Por tanto, otra premisa considerada es que en aquellos municipios de la Comunidad Valenciana donde existan menos de 5 empresas en cualquiera de los sectores de actividad, se han descartado en el presente estudio, ya que se desconoce con precisión el número exacto de empresas cuando el número de empresas es inferior a cinco.

En este sentido, se sumaron todas las empresas registradas por sector de actividad, con el fin de obtener el total de empresas registradas en la Comunidad Valenciana. Posteriormente, se calculó la distribución porcentual de empresas (%) por municipios de acuerdo con cada sector de actividad. Por tanto, se distribuye el consumo anual del 2020 de cada sector de actividad en base a la distribución porcentual de empresas por municipio con el objetivo de finalmente obtener el consumo medio por municipio y por sector de actividad. Se considera consumo medio por municipio y sector de actividad debido a que se considera la premisa de que todas las empresas de agricultura tienen

el mismo tamaño, y lo mismo aplica para el resto de los sectores de actividad económicas: industria, construcción y servicios. Posteriormente, se agruparon los municipios por comarcas para que el resultado final se clasificara por comarcas.

En relación con el sector agricultura, se muestran los resultados de los consumos energéticos de esta actividad clasificado por comarcas de las provincias de la Comunidad Valenciana. Por tanto, la Tabla 17 muestra los resultados del consumo energético de acuerdo con la agregación de empresas del sector agrícola en el año 2020 por comarcas.

Provincia	Comarca	Consumo medio anual en 2020 (MWh)
Alicante	El Baix Segura / La Vega Baja	88.023
	El Baix Vinalopó	30.785
	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	26.110
	La Marina Baixa	19.611
	La Mariana Alta	16.305
	L'Alacantí	15.051
	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	14.252
	L'Alcoià	5.587
	El Comtat	3.535
Castellón	El Baix Maestrat	39.793
	La Plana Baixa	30.785
	La Plana Alta	27.593
	El Alto Palancia	5.359
	L'Alt Maestrat	3.193
	L'Alcalatén	2.850
	Els Ports	2.394
	El Alto Mijares	684
Valencia	La Ribera Alta	53.817
	La Plana de Utiel-Requena	49.712
	La Safor	27.593
	Valencia	26.681
	El Camp de Túria	23.830
	La Ribera Baixa	18.813
	L'Horta Nord	18.585
	La Costera	15.165
	La Vall d'Albaida	15.165
	L'Horta Sud	14.480
	L'Horta Oest	13.226
	La Hoya de Buñol	12.542
	El Camp de Morvedre	10.832
	Los Serranos	10.148
	El Valle de Cofrentes-Ayora	4.789
	La Canal de Navarrés	2.965
	El Rincón de Ademuz	0

Tabla 17. Consumo energético en sector Agricultura por Comarcas en 2020.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 17 se puede concluir que las primeras seis comarcas de la Comunidad Valenciana con mayor consumo en sector agricultura en 2020 fueron: La Vega Baja (Alicante) con 88.023 MWh, La Ribera Alta (Valencia) con 53.817 MWh, La Plana de Utiel-Requena (Valencia) con 49.712 MWh, El Baix Maestrat (Castellón) con 39.793 MWh y las últimas dos comarcas

tienen el mismo consumo medio de 30.785 MWh en La Plana Baixa (Castellón) y El Baix Vinalopó (Alicante).

En relación con el sector industria, en la Tabla 18 muestra los resultados del consumo energético de acuerdo a la agregación de empresas del sector industria en el año 2020 por comarcas.

Provincia	Comarca	Consumo medio anual en 2020 (MWh)
Alicante	El Baix Vinalopó	615.066
	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	476.712
	El Baix Segura / La Vega Baja	402.438
	L'Alcoià	387.875
	L'Alacantí	369.913
	La Mariana Alta	168.451
	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	160.684
	El Comtat	113.595
	La Marina Baixa	103.886
Castellón	La Plana Baixa	339.330
	La Plana Alta	319.912
	El Baix Maestrat	96.605
	L'Alcalatén	55.341
	El Alto Palancia	39.321
	L'Alt Maestrat	12.622
	Els Ports	11.651
	El Alto Mijares	0
Valencia	L'Horta Oest	639.824
	Valencia	485.450
	L'Horta Sud	391.273
	La Ribera Alta	348.068
	L'Horta Nord	324.281
	La Vall d'Albaida	291.270
	El Camp de Túria	269.910
	La Safor	158.742
	La Costera	132.043
	La Ribera Baixa	112.624
	El Camp de Morvedre	83.497
	La Hoya de Buñol	77.672
	La Plana de Utiel-Requena	71.847
	La Canal de Navarrés	27.671
	Los Serranos	21.360
	El Valle de Cofrentes-Ayora	10.194
	El Rincón de Ademuz	2.913

Tabla 18. Consumo energético en sector Industria por Comarcas en 2020

De los resultados de la Tabla 18 se puede concluir que las primeras cinco comarcas de la Comunidad Valenciana con mayor consumo en sector industria en 2020 fueron: L'Horta Oest (Valencia) con 639.824 MWh, El Baix Vinalopó (Alicante) con 615.066 MWh, Valencia (Valencia) con 485.450 MWh, El Vinalopó Medio (Alicante) con 476.712 MWh y por último la Vega Baja (Alicante) con 402.438 MWh.

Similarmente, la Tabla 19 muestra los resultados del consumo energético de acuerdo con la agregación de empresas del sector construcción en el año 2020 por comarcas.

Provincia	Comarca	Consumo medio anual en 2020 (MWh)
Alicante	El Baix Segura / La Vega Baja	22.503
	L'Alacantí	20.899
	La Mariana Alta	15.734
	El Baix Vinalopó	13.713
	La Marina Baixa	10.088
	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	6.319
	L'Alcoià	5.116
	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	2.422
	El Comtat	1.107
Castellón	La Plana Alta	13.008
	La Plana Baixa	8.565
	El Baix Maestrat	4.908
	El Alto Palancia	1.026
	L'Alcalatén	882
	L'Alt Maestrat	305
	Els Ports	241
	El Alto Mijares	0
Valencia	Valencia	30.169
	L'Horta Oest	16.440
	L'Horta Nord	10.858
	La Ribera Alta	9.319
	L'Horta Sud	8.886
	La Safor	8.180
	El Camp de Túria	8.052
	La Ribera Baixa	3.994
	La Vall d'Albaida	3.673
	La Costera	3.320
	El Camp de Morvedre	2.711
	La Hoya de Buñol	1.989
	La Plana de Utiel-Requena	1.363
	La Canal de Navarrés	513
	Los Serranos	465
	El Valle de Cofrentes-Ayora	449
	El Rincón de Ademuz	0

Tabla 19. Consumo energético en sector Construcción por Comarcas en 2020

Los resultados de la Tabla 19 muestran que las primeras cinco comarcas de la Comunidad Valenciana con mayor consumo en sector construcción en 2020 fueron: Valencia (Valencia) con 30.169 MWh, La Vega Baja (Alicante) con 22.503 MWh, L'Alacantí (Alicante) con 20.899 MWh, L'Horta Oest (Valencia) con 16.440 MWh y por último La Marina Alta (Alicante) con 15.734 MWh.

En relación con el último sector de los cuatro sectores clasificados en el presente documento; el sector servicios, la Tabla 20 centraliza el consumo energético de acuerdo a la agregación de empresas del sector servicios en el año 2020 por comarcas.

Provincia	Comarca	Consumo medio anual en 2020 (MWh)
Alicante	L'Alacantí	1.721.259
	El Baix Segura / La Vega Baja	1.014.282
	El Baix Vinalopó	881.792
	La Marina Baixa	803.208
	La Mariana Alta	664.101
	El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	422.698
	L'Alcoià	290.070
	L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	126.148
	El Comtat	72.380
Castellón	La Plana Alta	964.374
	La Plana Baixa	500.179
	El Baix Maestrat	278.903
	El Alto Palancia	63.281
	L'Alcalatén	36.672
	Els Ports	17.509
	L'Alt Maestrat	16.958
	El Alto Mijares	3.585
Valencia	Valencia	3.207.319
	L'Horta Oest	961.892
	L'Horta Nord	512.311
	La Safor	510.105
	La Ribera Alta	497.835
	L'Horta Sud	489.287
	El Camp de Túria	416.632
	La Vall d'Albaida	224.308
	La Ribera Baixa	210.108
	El Camp de Morvedre	209.281
	La Costera	190.531
	La Hoya de Buñol	94.438
	La Plana de Utiel-Requena	86.304
	Los Serranos	30.744
	La Canal de Navarrés	29.641
	El Valle de Cofrentes-Ayora	19.163
	El Rincón de Ademuz	3.585

Tabla 20. Consumo energético en sector Servicios por Comarcas en 2020

Los resultados de la Tabla 20 muestran que las primeras cinco comarcas de la Comunidad Valenciana con mayor consumo en sector servicios en 2020 fueron: Valencia (Valencia) con 3.207.319 MWh, L'Alacantí (Alicante) con 1.721.259 MWh, La Vega Baja (Alicante) con 1.014.282 MWh, La Plana Alta (Castellón) con 964.374 MWh y por último L'Horta Oest (Valencia) con 961.892 MWh.

De acuerdo con los valores de la Tabla 16, se puede concluir que las dos actividades económicas que presentaron un mayor consumo en 2020 fueron el sector servicios seguido por sector industria. Siendo el consumo del sector servicios superior al doble del consumo del sector industria.

A continuación, la Tabla 21 recopila las diez comarcas con mayores consumos registrados en la Comunidad

Valenciana en el 2020 de acuerdo a las cuatro actividades económicas: agricultura, industria, construcción y servicios. La comarca de Valencia tuvo un consumo principalmente en servicios de 3.207.319 MWh, seguido por el sector industria con consumo de 485.450 MWh, 30.169 MWh en sector construcción y 26.681 MWh en sector agricultura. Similarmente, la comarca L'Alacantí ubicada en la provincia de Alicante tiene una distribución de consumo de 1.721.259 MWh en sector servicios, 369.913 MWh en sector industria, 20.899 MWh en sector construcción y 15.051 MWh en sector agricultura. También ubicado en la provincia de Alicante se encuentra la comarca La Vega Baja con la siguiente distribución de consumo: 1.014.282 MWh en sector servicios, 402.438 MWh en sector industria, 88.023 en sector agricultura y 22.503 MWh en sector construcción.

Posición	Comarca	Consumo medio anual en Agricultura 2020 (MWh)	Comarca	Consumo medio anual en Industria en 2020 (MWh)	Comarca	Consumo medio anual en Construcción en 2020 (MWh)	Comarca	Consumo medio anual en Servicios en 2020 (MWh)
1	La Vega Baja	88.023	L'Horta Oest	639.824	Valencia	30.169	Valencia	3.207.319
2	La Ribera Alta	53.817	El Baix Vinalopó	615.066	La Vega Baja	22.503	L'Alacantí	1.721.259
3	La Plana de Utiel-Requena	49.712	Valencia	485.450	L'Alacantí	20.899	La Vega Baja	1.014.282
4	El Baix Maestrat	39.793	El Vinalopó Medio	476.712	L'Horta Oest	16.440	La Plana Alta	964.374
5	El Baix Vinalopó	30.785	La Vega Baja	402.438	La Mariana Alta	15.734	L'Horta Oest	961.892
6	La Plana Baixa	30.785	L'Horta Sud	391.273	El Baix Vinalopó	13.713	El Baix Vinalopó	881.792
7	La Safor	27.593	L'Alcoià	387.875	La Plana Alta	13.008	La Marina Baixa	803.208
8	La Plana Alta	27.593	L'Alacantí	369.913	L'Horta Nord	10.858	La Mariana Alta	664.101
9	Valencia	26.681	La Ribera Alta	348.068	La Marina Baixa	10.088	L'Horta Nord	512.311
10	El Vinalopó Medio	26.110	La Plana Baixa	339.330	La Ribera Alta	9.319	La Safor	510.105

Tabla 21. Diez comarcas con mayor consumo energético por actividad en el 2020

Por último, se ha sumado los consumos y calculado la distribución porcentual del consumo por provincia según las 4 actividades económicas. En detalle, la provincia de Valencia tiene una distribución de 3% de consumo en sector agricultura, 30% en sector industria, 1% en sector construcción y 66% en sector servicios. Análogamente, la provincia de Alicante tiene una distribución de consumo

de la siguiente forma: 2% en agricultura, 31% en industria, 1% en sector construcción y 66% en sector servicios. Con pequeñas variaciones, la última provincia de la Comunidad Valenciana; Castellón, tiene una distribución de consumo de 4% en agricultura, 30% en industria, 1% en construcción y 65% en servicios.

06.

Análisis de potencial fotovoltaico. Estudio geográfico – energético

Esta tarea está enfocada a la estimación del potencial fotovoltaico de la Comunidad Valenciana a través de la utilización de herramientas digitales de análisis geográfico y energético que permitan identificar las superficies disponibles en infraestructura urbana, industrial y rural, así como analizar su capacidad productiva. Para ello, previamente se estudiará la posibilidad de priorizar localizaciones de acuerdo con diferentes factores como pueden ser el nivel de irradiación, el grado de penetración de autoconsumo en la actualidad, o el número de edificios. Asimismo, con el fin de calcular la generación fotovoltaica anual, se estimarán las pérdidas de producción de acuerdo con parámetros típicos asociados a este tipo de instalación. Recopilación y análisis de información.

6.1. Recopilación y análisis de información geográfica: herramientas y bases documentales.

Con el objeto de analizar y caracterizar la superficie disponible en la Comunidad Valenciana, su viabilidad para albergar instalaciones de autoconsumo y su potencial de producción fotovoltaica, se hará uso de las siguientes herramientas y bases documentales:

Herramientas de análisis	
QGIS 3.18.3	Análisis y procesado de datos geográficos. QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License. QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo).
Microsoft Excel	Tratamiento y cálculo de datos geográficos y energéticos.
Bases documentales	
Información cartográfica	Cartografía oficial de la Comunitat Valenciana a escala 1:5.000 de l'Institut Cartogràfic Valencià formato Shapefile (Instituto Cartográfico Valenciano, ICV – Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales, IDEV).
	Corine Land Cover 2018 a la Comunitat Valenciana escala 1:100000 formato Shapefile (Instituto Cartográfico Valenciano, ICV – Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales, IDEV)
	Clasificación urbanística de la Comunitat Valenciana escala 1:25000 formato Shapefile (Instituto Cartográfico Valenciano, ICV – Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales, IDEV)
	Cartografía catastral municipal (total municipios de la Comunidad Valenciana) (Catastro Inspire (QGIS)).
	Servicios de conexión WMS: Parques empresariales de la Comunidad Valenciana (2018), Equipamiento energético (COPUT, 1998), (Instituto Cartográfico Valenciano, ICV – Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales, IDEV), Ortoimagen (Instituto Geográfico Nacional, IGN).
	MDT, MDE (Instituto Cartográfico Valenciano, ICV; Instituto Geográfico Nacional, IGN).
Información estadística	Datos estadísticos extraídos del censo de viviendas y edificios elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE)/Instituto Valenciano de Estadística (IVE).

Tabla 22: Herramientas y bases documentales para análisis y caracterización de la superficie disponible en la Comunidad Valenciana.

6.2. Cálculo de superficie total de cubiertas

La primera fase del estudio corresponde con el análisis y clasificación de la superficie existente para autoconsumo en la Comunidad Valenciana, considerando como punto de partida para el estudio las cubiertas de todos los edificios de la Comunidad, las cuales serán categorizadas y cribadas en función de sus características, localización y potencial fotovoltaico.

La metodología llevada a cabo consta de las siguientes etapas:

1. Análisis de superficies de cubierta

En primer lugar, se realiza un análisis de las superficies existentes en cubiertas de edificios de uso residencial e industrial en los municipios de la Comunidad Valenciana, a partir del estudio y procesamiento de la siguiente información cartográfica:

- Cartografía municipal: área, población, edificaciones.

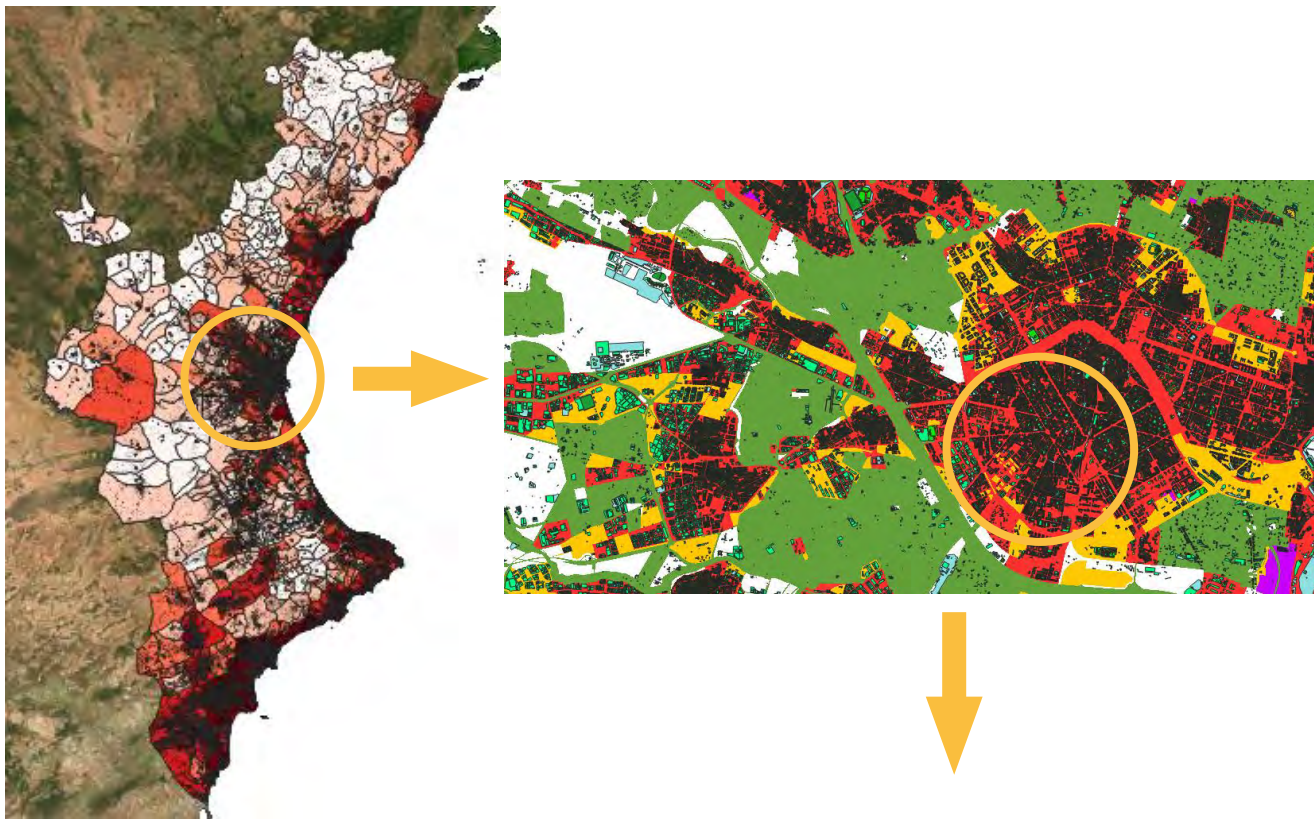
- Información catastral: parcelación, edificaciones, uso y estado, superficies y alturas.

- Planes generales de ordenación urbana (PGOU): Clasificación y zonificación urbanística.

- Modelos digitales de elevación, modelos digitales del terreno e imágenes satelitales: inspección visual (tipología de edificios, tipología de cubiertas, heterogeneidad...), verificación de cotas y alturas.

El procedimiento llevado a cabo ha constado de tres partes principales: 1º) obtención de mapa de edificaciones agrupadas por localización, clasificación y uso, a partir de la superposición de capas cartográficas, 2º) análisis visual y verificación de geometrías, superficies y alturas a partir del procesamiento de información catastral, utilización de imágenes satelitales y modelos de elevación, y 3º) exportación de tablas de atributos contenidas en las capas GIS para tratamiento de datos, cálculo de indicadores y cribados.

La siguiente figura ilustra a modo de ejemplo el procedimiento analítico llevado a cabo, combinando el estudio geográfico y el tratamiento de datos de las tablas de atributos de las diferentes capas de información cartográfica.





ocallid	id	currentid	Area m2	cod_unid	Municipi	Cod Clas	Cod Zon	Altitud T	DNi kWh	Provincia	Població	Area mul	Densidad	Código m	Tamaño	Classifica	conditior
4299187127	1	residencial	920	308677	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299187127	1	residencial	374	308678	Valencia	SU	ZUR-RE	20	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299019127	1	residencial	1257	308679	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299039127	1	residencial	1408	308680	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299049127	1	residencial	532	308681	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299059127	1	residencial	631	308682	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299069127	1	residencial	992	308683	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299079127	1	residencial	658	308684	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299089127	1	residencial	985	308685	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299099127	1	residencial	1687	308686	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299109127	1	residencial	3129	308687	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299119127	4	publico	1113	308688	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299129127	1	residencial	975	308689	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299139127	1	residencial	3011	308690	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299149127	1	residencial	2676	308691	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299159127	1	residencial	3528	308692	Valencia	SU	ZUR-RE	20	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299169127	1	residencial	926	308693	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299179127	1	residencial	917	308694	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299189127	1	residencial	907	308695	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299199127	1	residencial	506	308696	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299209127	1	residencial	1088	308697	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4299219127	1	residencial	1257	308698	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
430019127	1	residencial	8062	308699	Valencia	SU	ZUR-RE	18	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
4300209127	1	residencial	411	308700	Valencia	SU	ZUR-RE	18	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
43001039127	1	residencial	1654	308701	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
43001049127	1	residencial	1344	308702	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
43001059127	1	residencial	868	308703	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
43001069127	1	residencial	1084	308704	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1900,396	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional
43001079127	1	residencial	1029	308705	Valencia	SU	ZUR-RE	19	1899,665	Valencia	800215	136,338	5869,34677	46250	>100000	Muy alta	funcional

Figura 11: ejemplo ilustrativo de procedimiento de análisis de datos geográficos

2. Cribado de superficies no aptas y/o con bajo potencial FV.

Tras obtener la superficie total en cubierta, se ha realizado un cribado de datos previo a su clasificación con objeto de

eliminar categorías de superficies que puedan presentar un menor interés o potencial para la aplicación objeto de análisis o que pueden unificarse con otras de mayor relevancia. Para ello, se han considerado los siguientes criterios:

Uso del edificio	Se ha excluido del estudio de potencial energético la categoría de uso “agrícola”. Los edificios incluidos en esta categoría corresponden principalmente con los siguientes: granjas y naves agroganaderas, casetas de aperos y casetas de campo. Se indicará, no obstante, la superficie total disponible de esta categoría
Estado del edificio	Se han excluido todos aquellos edificios con estado calificado como “en ruinas” y en “desuso”. Se considera que este tipo de edificaciones no son hábiles para albergar instalaciones de generación fotovoltaica.
Área disponible	Se han excluido las superficies de menos de 10 m2, considerando que son demasiado pequeñas para una instalación fotovoltaica, ya que, al aplicar los coeficientes de reducción (ver apartado 7.3) la superficie resultante queda por debajo de la mínima necesaria para este tipo de instalaciones. Se ha realizado asimismo una inspección de aquellas superficies anómalas, principalmente por resultar excesivamente grandes, eliminándose aquellas que no se correspondían con cubiertas hábiles.
Clasificación del suelo	Asimilamos categorías 0 (Sin planeamiento) y 1 (Afectado por sentencia) a urbanizado residencial.

Tabla 23: Criterios de cribado de superficies.

3. Clasificación de las superficies viables.

Una vez seleccionadas las superficies inicialmente viables

para uso fotovoltaico, se ha realizado una clasificación de estas a nivel provincial, comarcal y municipal, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Tipo de municipio y entorno	Tamaño (n° habitantes)	“municipio muy pequeño” <=1000, “municipio pequeño” 1001-5000, “municipio mediano pequeño” 5001 - 10000, “municipio mediano grande” 10001-20000, “municipio grande” 20001-50000, “municipio muy grande/ciudad pequeña” 50001-100000, “ciudad” >100000.
	Densidad poblacional	muy alta (>500 hab/km2), alta (301-500 hab/km2), media (101-300 hab/km2), baja (21-100 hab/km2), muy baja (<=20 hab/km2))
	Densidad edificios	muy alta (>2700 edif/km2 suelo urbano), alta (1701 - 2700 edif/km2 suelo urbano), media (1001- 1700 edif/km2 suelo urbano), baja (<=1000 edif/km2 suelo urbano)
	Localización/entorno	franja litoral (1km), comarcas costeras y de interior y principales ciudades.
Clasificación y zonificación urbanística	Suelo urbano (residencial, industrial, otros), suelo urbanizable, suelo no urbanizable.	
Tipo de edificio	Industria, residencial (unifamiliar, plurifamiliar pequeño, plurifamiliar grande, plurifamiliar muy grande) NOTA: los edificios terciarios se han incluido en la categoría residencial considerando que ambas tipologías conforman el entramado urbano y responderán de forma conjunta a las necesidades energéticas de las ciudades, teniendo en cuenta asimismo la dificultad existente para desagregar de forma precisa ambos tipos de uso en edificaciones de tipo mixto residencial-terciario.	

Tabla 24: criterios de clasificación de superficies.

4. Análisis estadístico:

Por último, la información recopilada se ha contrastado y combinado con estudios estadísticos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) relativos al censo de viviendas y edificios realizándose un análisis cruzado de datos.

6.2.1. Clasificación y análisis de superficie total de cubierta

A continuación, se muestran los resultados obtenidos

a nivel provincial y comarcal tras la clasificación de las superficies existentes en base a los criterios y categorías indicadas anteriormente, principalmente relativas al tamaño de municipio, tipología edificatoria, clasificación y uso urbanístico.

Tamaño municipal, uso y tipología de vivienda

Respecto al tamaño municipal, todos los municipios de la Comunidad Valenciana se han clasificado de acuerdo a siete categorías en función de su población, tal y como se observa en el siguiente mapa:

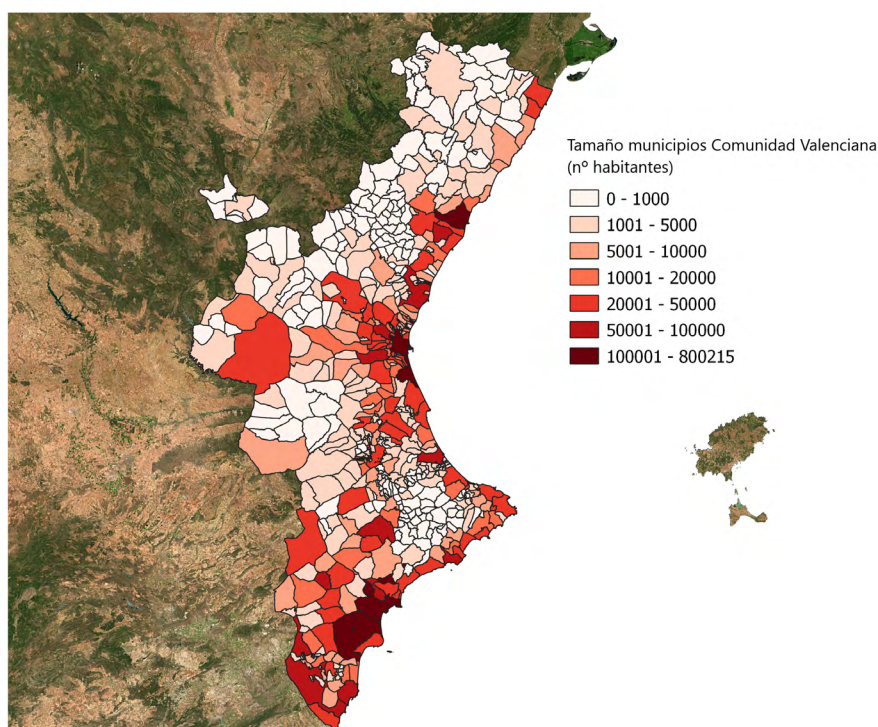


Figura 12: Mapa de municipios de la Comunidad Valenciana clasificados por tamaño según número de habitantes.

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica ICV

Tal y como puede apreciarse en la siguiente tabla (tabla 25), el 29% del total de la superficie de cubiertas viable para aprovechamiento fotovoltaico de la Comunidad Valenciana se encuentra en municipios de entre 20000 y

50000 habitantes, clasificados como “municipios grandes” localizándose en los municipios más pequeños, de menos de 1000 habitantes, la menor área hábil (4%).

Superficie total por provincia y tamaño de municipio (m2)															
Tamaño del municipio (hab.)															
	<=1000		1001-5000		5001-10000		10001-20000		20001-50000		50001-100000		>100000		TOTAL
Alicante	2.838.826	3%	7.859.269	7%	12.913.912	12%	12.551.826	12%	29.727.724	28%	19.415.919	18%	20.064.693	19%	105.372.169
Castellón	4.152.569	10%	6.484.093	15%	6.004.567	14%	4.571.117	11%	12.235.294	28%	3.666.811	8%	6.364.665	15%	43.479.116
Valencia	5.120.775	4%	23.941.575	18%	16.722.088	13%	18.172.394	14%	39.438.893	30%	12.924.089	10%	16.322.671	12%	132.642.485
TOTAL	12.112.169	4%	38.284.936	14%	35.640.568	13%	35.295.338	13%	81.401.912	29%	36.006.818	13%	42.752.029	15%	281.493.770

Tabla 25: Superficie total por provincia y tamaño de municipio (5 categorías) en m2.

Si realizamos un análisis por provincias y reducimos el número de categorías, tal y como muestra la tabla 27, se observa que en Alicante más de la mitad de la superficie (un 66%) se encuentra en municipios y ciudades de más de 20000 habitantes y tan solo el 10% se localiza

en municipios pequeños de menos de 5000. Castellón y Valencia cuentan con algo más de la mitad de la superficie distribuida en municipios de gran tamaño, pero la distribución de la superficie restante entre municipios pequeños y medianos es muy similar.

Superficie total por provincia y tamaño de municipio (km2)							
	Pequeños y muy pequeños (<5000)		Medianos (5001 - 20000)		Grandes y muy grandes (>20001)		TOTAL
Alicante	10,7	10%	25,46	24%	69,21	66%	105
Castellón	10,63	24%	10,57	24%	22,27	51%	43
Valencia	29,06	22%	34,89	26%	68,68	52%	133
TOTAL	50,39		70,92		160,16		281

Tabla 26: Superficie total por provincia y tamaño de municipio (3 categorías) en km2.

Por otro lado, si categorizamos los municipios de acuerdo con su densidad poblacional, se observa que aproximadamente la mitad del área total de cubiertas viables para uso fotovoltaico de la Comunidad Valenciana se localiza en municipios con muy alta densidad (> 500 hab/km2), concentrándose más del 60% en municipios con más de 4300 habitantes por kilómetro cuadrado de suelo urbano, lo que correspondería con municipios de tamaño medio-grande. Mientras que la distribución se invierte al analizar la densidad de edificaciones, apreciándose una mayor disponibilidad de superficie en los municipios de ratios más bajos, principalmente por debajo de los 1700 edificios por kilómetro cuadrado urbano. Este hecho se debe principalmente a que las zonas con menor densidad edificatoria son características de modelos urbanísticos más extensivos, principalmente caracterizados por un predominio de edificaciones más pequeñas con una elevada tasa de unifamiliares y con una mayor extensión total de superficie de cubierta. Por el contrario, las áreas con mayor concentración de edificios se corresponden con modelos urbanísticos más intensivos, mayor cantidad de bloques de viviendas adosados y menor espacio en cubierta (menor ratio superficie de cubierta/vivienda).

A pesar de la distribución inicial de superficies, hay que tener en cuenta que, como se ha analizado en el apartado 6.2.1, desde el punto de vista residencial, la tipología de vivienda es un factor muy importante a considerar en los proyectos de autoconsumo fotovoltaico, siendo los usuarios de viviendas unifamiliares y de mayor tamaño los actualmente más demandantes de este servicio energético. Este tipo de viviendas, generalmente, se localizan mayoritariamente en municipios medianos y pequeños, así como en áreas residenciales de los municipios más grandes.

De acuerdo a las cifras recogidas en la "Encuesta continua a hogares" elaborada por INE en 2019 (ver tabla 27)), la tipología de vivienda predominante en los municipios de menos de 10.000 habitantes es la unifamiliar, concentrándose el grueso de este tipo de viviendas en municipios de entre 2000 y 50000 habitantes. Entorno al 32% del total de las viviendas nacionales, considerando todos los municipios, corresponden con edificios unifamiliares, alcanzando el 35% si consideramos edificios de dos viviendas.

Tamaño de municipio	Total	Edificio unifamiliar independiente					Edificio de dos viviendas		
		Independiente	Adosada o pareada	Total					
Total	18.626	2.543	3.377	5.919	% respecto a categoría	% reparto por municipios	565	% respecto a categoría	% reparto por municipios
Menos de 101 habitantes	11	7	5	11	100%	0%	0	0%	0%
101-500 habitantes	364	165	151	317	87%	5%	22	6%	4%
501-1.000 habitantes	407	171	189	360	88%	6%	23	6%	4%
1.001-2.000 habitantes	417	170	154	324	78%	5%	33	8%	6%
2.001-5.000 habitantes	1.139	378	440	818	72%	14%	71	6%	13%
5.001-10.000 habitantes	1.459	398	459	857	59%	14%	82	6%	14%
10.001-20.000 habitantes	1.838	392	503	895	49%	15%	83	5%	15%
20.001-50.000 habitantes	2.925	393	612	1.005	34%	17%	109	4%	19%
50.001-100.000 habitantes	2.382	175	344	519	22%	9%	44	2%	8%
100.001-500.000 habitantes	4.495	215	386	601	13%	10%	74	2%	13%
500.001 o más habitantes	3.188	78	135	213	7%	4%	25	1%	4%

Tamaño de municipio	Total	Edificio de 3 a 9 viviendas			Edificio con 10 o más viviendas			Edificio destinado a otros usos		
			% respecto a categoría	% reparto por municipios		% respecto a categoría	% reparto por municipios		% respecto a categoría	% reparto por municipios
Total	18.626	3.341			8.754			47		
Menos de 101 habitantes	11	0	0%	0%	0	0%	0%	0	0%	0%
101-500 habitantes	364	20	5%	1%	4	1%	0%	2	1%	5%
501-1.000 habitantes	407	16	4%	0%	7	2%	0%	1	0%	3%
1.001-2.000 habitantes	417	34	8%	1%	25	6%	0%	1	0%	3%
2.001-5.000 habitantes	1.139	153	13%	5%	92	8%	1%	5	0%	11%
5.001-10.000 habitantes	1.459	235	16%	7%	281	19%	3%	4	0%	8%
10.001-20.000 habitantes	1.838	369	20%	11%	486	26%	6%	5	0%	10%
20.001-50.000 habitantes	2.925	621	21%	19%	1.187	41%	14%	2	0%	5%
50.001-100.000 habitantes	2.382	501	21%	15%	1.315	55%	15%	5	0%	10%
100.001-500.000 habitantes	4.495	865	19%	26%	2.949	66%	34%	6	0%	13%
500.001 o más habitantes	3.188	527	17%	16%	2.407	76%	27%	16	0%	33%

Tabla 27: Número de viviendas principales (miles) según tipo de edificación y tamaño de municipio (Encuesta continua de hogares (ECH), resultados nacionales, INE 2019)

Por otro lado, respecto al tamaño de la vivienda, considerando que son las viviendas más grandes las más susceptibles de albergar instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo, se analizan datos publicados por el INE relativos a la distribución de viviendas por superficie útil y

tamaño de municipio, observándose que, en la Comunidad Valenciana, tanto las viviendas de entre 76 y 105m², como las de más de 105m², se concentran principalmente en municipios y ciudades de tamaño medio grande.

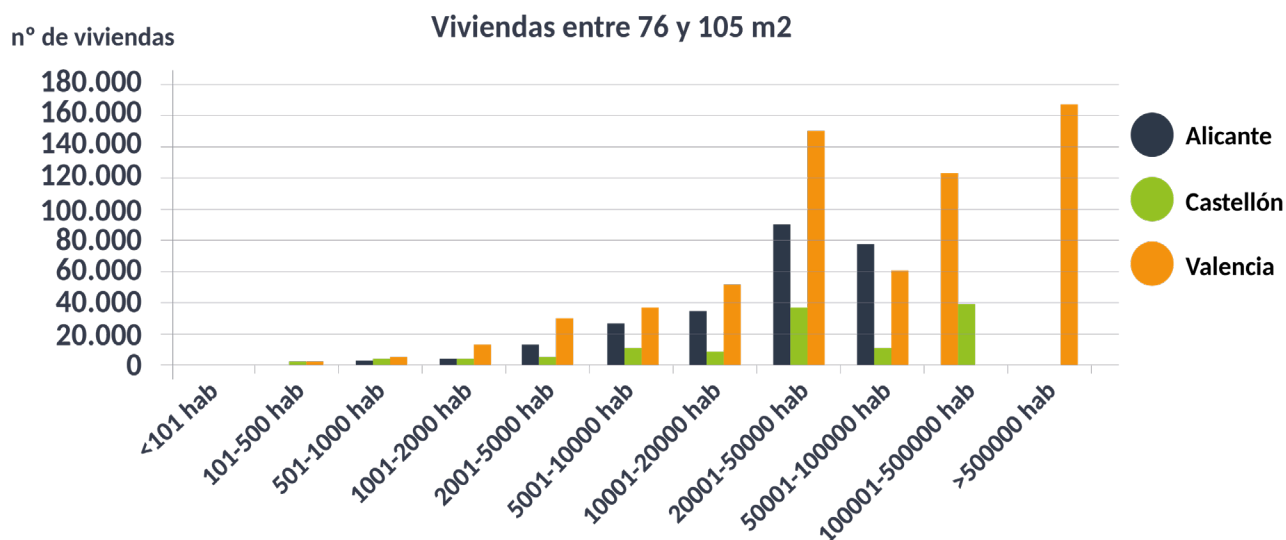


Figura 13: Número de viviendas principales de la Comunidad Valenciana con superficie útil entre 76 y 105 m² por tamaño de municipio. Fuente: INE 2021, Censos de población y viviendas 2011.

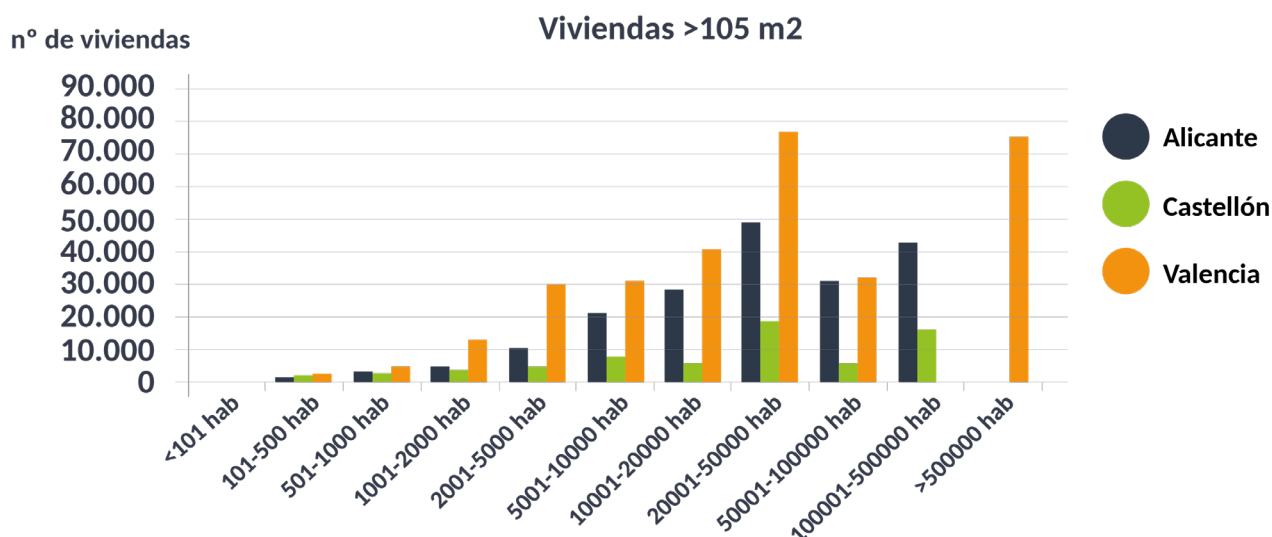


Figura 14: Número de viviendas principales de la Comunidad Valenciana con superficie útil de más de 105m² por tamaño de municipio. Fuente: INE 2021, Censos de población y viviendas 2011.

Sin embargo, si observamos la proporción de viviendas de tamaño mediano-grande dentro de cada categoría municipal, se aprecia lo siguiente:

- La mitad de las viviendas de la Comunidad Valenciana tienen un tamaño entre 76 y 105m², y entorno a un 30% superan los 105m², siendo éstas las que presumiblemente puedan ser mayores demandantes

de servicios de autoconsumo.

- Los municipios de menos de 5000 habitantes destacan por la elevada tasa de viviendas de gran tamaño, mientras que las de tamaño medio-grande suponen entorno al 50% de las viviendas de los municipios de más de 5000 habitantes.

Superficie útil viviendas	Entre 76 y 105											
Tamaño municipio (hab)	Total municipios	< 101 hab	101 - 500 hab	501 - 1000 hab	1001 - 2000 hab	2001- 5000 hab	5001- 10000 hab	10001- 20000 hab	20001- 50000 hab	50001- 100000 hab	100001- 500000 hab	> 500000 hab
Alicante	50%	11%	30%	34%	40%	45%	48%	46%	51%	47%	56%	
Castellón	50%	41%	37%	38%	40%	43%	43%	47%	53%	53%	55%	
Valencia	50%	20%	37%	42%	43%	45%	47%	48%	54%	53%		51%

Tabla 28: Porcentaje de viviendas con superficie útil entre 76 y 105m² respecto al total de viviendas de cada tamaño municipal.

Superficie útil viviendas	>105											
Tamaño municipio (hab)	Total municipios	< 101 hab	101 - 500 hab	501 - 1000 hab	1001 - 2000 hab	2001- 5000 hab	5001- 10000 hab	10001- 20000 hab	20001- 50000 hab	50001- 100000 hab	100001- 500000 hab	> 500000 hab
Alicante	26%	64%	61%	57%	49%	41%	37%	38%	28%	18%	20%	
Castellón	30%	34%	40%	44%	44%	41%	32%	35%	28%	33%	24%	
Valencia	30%	37%	51%	47%	49%	45%	40%	38%	28%	29%		23%

Tabla 29: Porcentaje de viviendas con superficie útil mayores a 105m² respecto al total de viviendas de cada tamaño municipal.

Hay que tener en cuenta que muchas de estas viviendas de gran tamaño, sobre todo las localizadas en municipios y ciudades grandes, están ubicadas en bloques plurifamiliares de varias alturas. En las siguientes tablas se ha realizado un análisis cruzado para identificar las viviendas de mayor tamaño de tipo unifamiliar, observándose su distribución por tamaño de municipio, puesto que se considera el perfil que inicialmente puede presentar un mayor potencial de demanda. Considerándose, no obstante, que, tal y como se ha analizado en el apartado 6, con las nuevas regulaciones para el autoconsumo, los edificios de varias alturas podrán albergar instalaciones de autoconsumo compartido (principalmente plurifamiliares pequeños),

aunque el despliegue de este tipo de modelo puede ser menos inmediato.

Según se aprecia en las tablas, del total de viviendas de la Comunidad Valenciana, en torno a un 16% se consideran muy favorables para el autoconsumo (unifamiliares de más de 105m²) y entorno a un 15% adicional se consideran favorables (unifamiliares entre 76 y 105 m²), llegando a una cifra total de alrededor de 600.000 viviendas principales con potencial medio-alto. Si nos referimos al número de usuarios, podríamos aproximar a 600.000 las unidades familiares que podrían mostrar un mayor interés en este tipo de servicio energético.

Tipología de vivienda	Total viviendas principales (todas las superficies y tipologías)	Unifamiliares (edificios 1 - 2 plantas) entre 76 y 105 m2															
Tamaño de municipio		Municipio muy pequeño		Municipio pequeño		Municipio mediano pequeño		Municipio mediano grande		Municipio grande		Municipio muy grande/ ciudad pequeña		Ciudad		Total unifamiliares entre 76 y 105 m2 todos los municipios	
		Hasta 1.000 Habitantes		De 1.001 A 5.000		De 5.001 A 10.000		De 10.001 A 20.000		De 20.001 A 50.000		De 50.001 A 100.000		Más de 100.001			
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Alicante	738.367	2.440	0,33	8.260	1,12	19.522	2,64	14.053	1,90	28.031	3,80	16.313	2,21	12.302	1,67	100.921	13,67
Castellón	233.871	3.846	1,64	5.199	2,22	7.817	3,34	3.133	1,34	11.107	4,75	2.132	0,91	3.823	1,63	37.058	15,85
Valencia	1.014.658	5.496	0,54	22.282	2,20	25.589	2,52	20.893	2,06	46.572	4,59	12.568	1,24	16.765	1,65	150.166	14,80
Total	1.986.896	11.783	0,59	35.741	1,80	52.928	2,66	38.079	1,92	85.710	4,31	31.014	1,56	32.890	1,66	288.144	14,50

Tabla 30: Distribución de viviendas principales unifamiliares con superficie útil entre 75 y 105 m2 por tamaño municipal. Fuente: Elaboración a partir de datos extraídos del INE, 2021. Censos de población y viviendas (2011).

Tipología de vivienda	Total viviendas principales (todas las superficies y tipologías)	Unifamiliares (edificios 1 - 2 plantas) > 105 m2															
Tamaño de municipio		Municipio muy pequeño		Municipio pequeño		Municipio mediano pequeño		Municipio mediano grande		Municipio grande		Municipio muy grande/ ciudad pequeña		Ciudad		Total unifamiliares >105 m2 todos los municipios	
		Hasta 1.000 Habitantes		De 1.001 A 5.000		De 5.001 A 10.000		De 10.001 A 20.000		De 20.001 A 50.000		De 50.001 A 100.000		Más de 100.001			
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Alicante	738.367	2.783	0,38	11.584	1,57	17.201	2,33	19.991	2,71	28.914	3,92	14.037	1,90	10.479	1,42	104.988	14,22
Castellón	233.871	2.815	1,20	7.444	3,18	6.710	2,87	4.013	1,72	11.267	4,82	2.937	1,26	4.014	1,72	39.200	16,76
Valencia	1.014.658	4.279	0,42	32.768	3,23	25.353	2,50	28.578	2,82	45.640	4,50	14.782	1,46	18.329	1,81	169.730	16,73
Total	1.986.896	9.877	0,50	51.795	2,61	49.264	2,48	52.582	2,65	85.821	4,32	31.756	1,60	32.823	1,65	313.917	15,80

Tabla 31: Distribución de viviendas principales unifamiliares con superficie útil de más de 105m2 por tamaño municipal. Fuente: Elaboración a partir de datos extraídos del INE, 2021. Censos de población y viviendas (2011).

Con objeto de contrastar los datos estadísticos relativos a la tipología de vivienda con el análisis de datos geográficos, se ha realizado una clasificación de la superficie viable

teniendo en cuenta el uso y tipo del edificio en el que se emplazan las cubiertas con potencial uso fotovoltaico, considerándose las siguientes categorías:

Uso residencial:	• Edificios unifamiliares (1 - 2 alturas)	Uso industrial: -Edificios industriales
	• Edificios plurifamiliares pequeños (3 - 4 alturas)	
	• Edificios plurifamiliares grandes (5 - 10 alturas)	
	• Edificios plurifamiliares muy grandes (>10 alturas)	

Cabe destacar que, para evitar pérdida de datos y ajustarse más a la realidad, tal y como se ha indicado anteriormente, las superficies de administración pública, así como las oficinas y otros usos terciarios, se han englobado dentro del apartado residencial. Tal y como se puede apreciar en los siguientes diagramas, la superficie total de uso industrial supone entre un 19 y un 36% del área analizada

frente al 64-81% residencial, siendo la tipología unifamiliar la predominante en las tres provincias, llegando a alcanzar casi el 50% del total disponible en el caso de Alicante. En las provincias de Valencia y Castellón se aprecia una distribución muy similar entre las diferentes categorías analizadas.

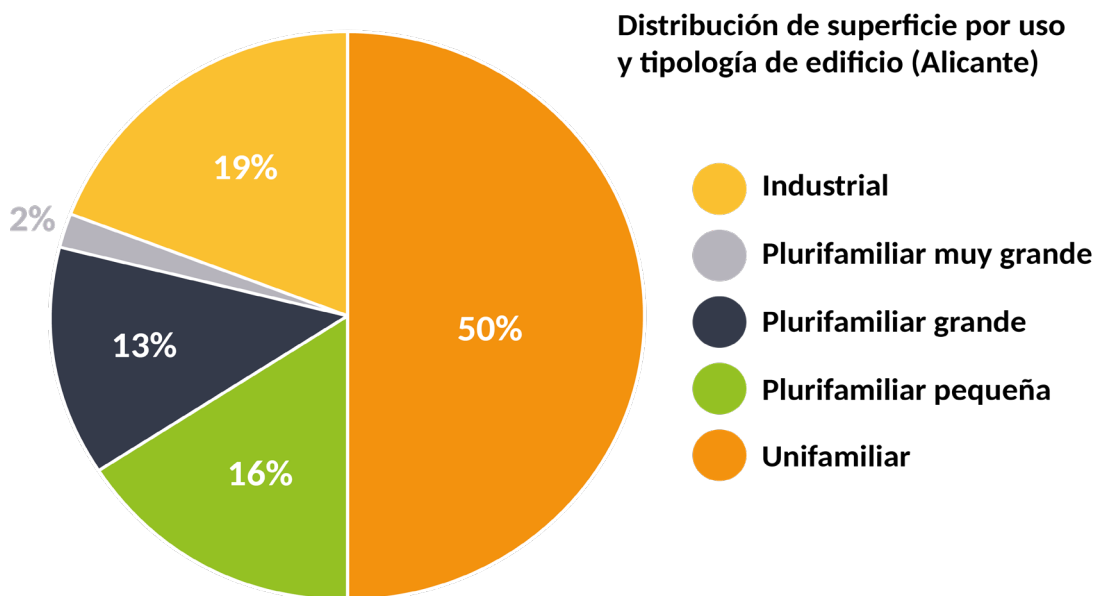


Figura 15: Distribución de superficie total por uso y tipología de edificio (Alicante)

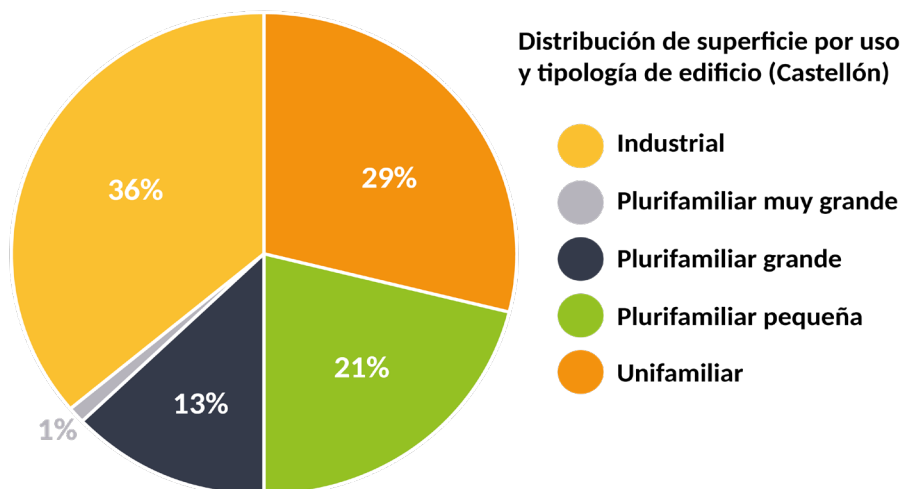


Figura 16: Distribución de superficie total por uso y tipología de edificio (Castellón)

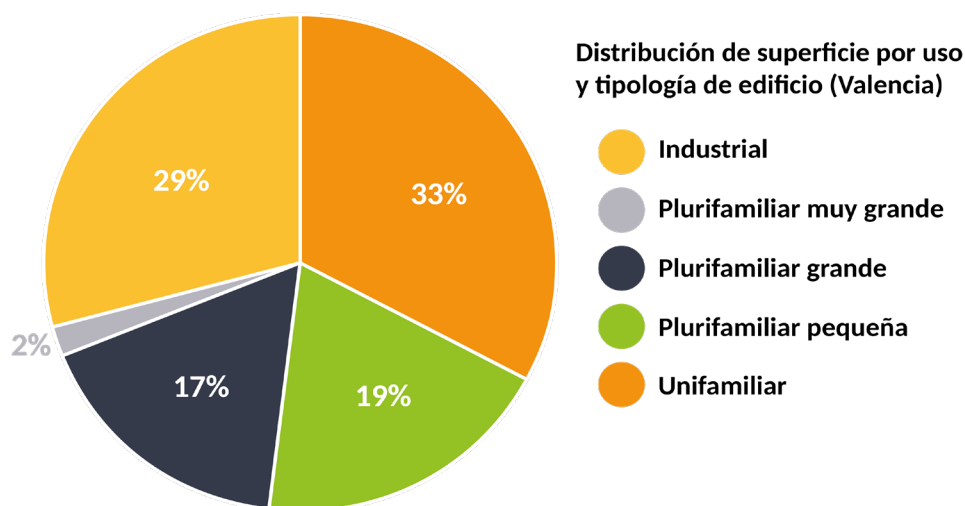


Figura 17: Distribución de superficie total por uso y tipología de edificio (Valencia)

A nivel residencial, destaca que la mitad de la superficie de la Comunidad Valenciana corresponde con edificios de tipo unifamiliar. Tal y como se muestra en las siguientes tablas, en el caso de la provincia de Alicante, el porcentaje alcanza el 62%, situándose en un 45% y 47% respectivamente para Castellón y Valencia. Respecto a la superficie de cubiertas de edificios plurifamiliares pequeños, de entre 3 y 4 alturas, la superficie existente en las distintas provincias es de entre el 20% y el 32%. Tal y como se ha analizado anteriormente, se considera que ambas tipologías edificatorias son las prioritarias a nivel residencial para uso fotovoltaico: las viviendas unifamiliares, principalmente para uso individual y en el caso de bloques pequeños de viviendas, para modelos colectivos de autoconsumo.

Si analizamos la distribución por tamaño municipal, los ratios se encuentran dentro de unos órdenes de magnitud

muy similares en todas las categorías, localizándose la mayor parte de la superficie en estas dos tipologías edificatorias (salvo excepciones puntuales en ciudades de mayor tamaño). Los edificios de tipo unifamiliar concentran su mayor superficie en los municipios de tamaño medio-grande, no obstante, el peso de este tipo de viviendas es muy relevante en todo tipo de municipios, llegando a superar el 50% en la mayoría de las categorías municipales.

Respecto a la superficie de uso industrial, si analizamos la distribución provincial se observa que el grueso se sitúa en los municipios de tamaño medio grande, mientras que, a escala municipal, supone más del 15% de la superficie total en la mayoría de categorías estudiadas, incluso en los municipios de menor tamaño.

Superficie por tamaño de municipio, tipología y uso								
Tamaño de municipio (hab)								
ALICANTE	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
Unifamiliar	1.582.191	4.990.376	6.676.020	7.349.173	15.681.141	9.114.644	7.749.427	53.142.973
%respecto a residencial	66%	80%	70%	73%	63%	54%	49%	62%
%distribución unifamiliares	3%	9%	13%	14%	30%	17%	15%	100%
Plurifamiliar pequeña	786.646	1.108.760	2.143.433	1.843.892	5.108.247	3.746.957	2.241.431	16.979.366
%respecto a residencial	33%	18%	23%	18%	21%	22%	14%	20%
Plurifamiliar grande	11.687	169.250	645.787	879.246	3.746.688	3.418.822	5.025.698	13.897.178
Plurifamiliar muy grande	0	0	15.465	26.232	315.476	516.172	819.288	1.692.632
Industrial	458.197	1.587.433	3.433.207	2.453.284	4.876.172	2.619.324	4.228.850	19.656.467
%respecto a total	16%	20%	27%	20%	16%	13%	21%	19%
%distribución industrial	2%	8%	17%	12%	25%	13%	22%	100%
Total	2.838.826	7.859.269	12.913.912	12.551.826	29.727.724	19.415.919	20.064.693	105.372.169
Total residencial	2.380.628	6.271.836	9.480.705	10.098.542	24.851.552	16.796.595	15.835.843	85.715.702

Tabla 32: Superficie total por tamaño de municipio, tipología y uso (m2). Provincia de Alicante.

Superficie por tamaño de municipio, tipología y uso								
Tamaño de municipio (hab)								
CASTELLÓN	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
Unifamiliar	1.336.928	1.755.195	2.153.230	1.290.262	3.520.680	877.333	1.675.660	12.609.289
%respecto a residencial	39%	45%	44%	55%	51%	49%	36%	45%
%distribución unifamiliares	11%	14%	17%	10%	28%	7%	13%	100%
Plurifamiliar pequeña	1.941.154	1.858.536	1.494.654	482.345	1.760.703	479.131	1.035.747	9.052.269
%respecto a residencial	57%	47%	31%	21%	26%	27%	22%	32%
Plurifamiliar grande	154.843	321.990	1.019.470	441.830	1.538.177	442.440	1.656.562	5.575.312
Plurifamiliar muy grande	0	476	172.514	125.391	46.237	5.076	280.081	629.774
Industrial	718.598	2.547.896	1.164.698	2.231.289	5.369.498	1.862.831	1.716.615	15.611.425
%respecto a total	17%	39%	19%	49%	44%	51%	27%	36%
%distribución industrial	5%	16%	7%	14%	34%	12%	11%	100%
Total	4.152.569	6.484.093	6.004.567	4.571.117	12.235.294	3.666.811	6.364.665	43.479.116
Total residencial	3.433.971	3.936.197	4.839.869	2.339.828	6.865.796	1.803.980	4.648.050	27.867.691

Tabla 33: Superficie total por tamaño de municipio, tipología y uso (m2). Provincia de Castellón.

Superficie por tamaño de municipio, tipología y uso								
Tamaño de municipio (hab)								
VALENCIA	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
Unifamiliar	2.376.399	10.383.074	5.912.254	6.604.107	12.704.834	4.013.780	2.208.451	44.202.898
%respecto a residencial	62%	62%	57%	54%	49%	44%	15%	47%
%distribución unifamiliares	5%	23%	13%	15%	29%	9%	5%	100%
Plurifamiliar pequeña	1.417.010	5.242.940	2.946.888	3.459.837	6.626.751	1.982.582	3.136.315	24.812.323
%respecto a residencial	37%	31%	28%	28%	26%	22%	21%	27%
Plurifamiliar grande	49.277	1.094.848	1.497.437	2.026.570	6.211.150	2.900.027	8.356.699	22.136.006
Plurifamiliar muy grande	0	11.438	64.123	73.493	364.247	303.605	1.397.584	2.214.490
Industrial	1.278.090	7.209.275	6.301.386	6.008.387	13.531.912	3.724.095	1.223.623	39.276.768
%respecto a total	25%	30%	38%	33%	34%	29%	7%	30%
%distribución industrial	3%	18%	16%	15%	34%	9%	3%	100%
Total	5.120.775	23.941.575	16.722.088	18.172.394	39.438.893	12.924.089	16.322.671	132.642.485
Total residencial	3.842.685	16.732.299	10.420.702	12.164.007	25.906.981	9.199.994	15.099.048	93.365.717

Tabla 34: Superficie total por tamaño de municipio, tipología y uso (m2). Provincia de Valencia.

De forma análoga al estudio estadístico, y para concluir la comparativa entre ambas tipologías de datos, se muestra a continuación la distribución de la superficie identificada como más propicia para el autoconsumo fotovoltaico

teniendo en cuenta el perfil de usuarios potencialmente más demandantes, considerando como tales los residentes en viviendas de gran tamaño (mayor o igual a 100m2) de tipo unifamiliar.

Superficie de vivienda unifamiliar >= 100 m2								
Tamaño de municipio (hab)								
ALICANTE	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
Unifamiliar >=100 m2	1.267.469	4.289.553	5.495.095	6.351.636	13.993.262	7.916.191	7.359.176	46.672.382
%respecto a total superficie	45%	55%	43%	51%	47%	41%	37%	44%
%respecto a total residencial	53%	68%	58%	63%	56%	47%	46%	54%
%distribución unifamiliares >=100m2	3%	9%	12%	14%	30%	17%	16%	100%

Tabla 35: Superficie total de vivienda unifamiliar mayor o igual a 100 m2. Provincia de Alicante.

En la provincia de Alicante, tal y como se puede apreciar, la mayor proporción de unifamiliares de gran tamaño se reparte en municipios por encima de los 5000 habitantes, observándose sin embargo que el peso por categoría

municipal está dentro de unos órdenes de magnitud muy similares, superando el 45% del total de la superficie residencial en todos los casos.

Superficie de vivienda unifamiliar >= 100 m2								
Tamaño de municipio (hab)								
CASTELLÓN	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
Unifamiliar >=100 m2	964.167	1.368.157	1.836.392	1.122.192	2.794.572	691.554	1.460.742	10.237.776
%respecto a total superficie	23%	21%	31%	25%	23%	19%	23%	24%
%respecto a total residencial	28%	35%	38%	48%	41%	38%	31%	37%
%distribución unifamiliares >=100m2	9%	13%	18%	11%	27%	7%	14%	100%

Tabla 36: Superficie total de vivienda unifamiliar mayor o igual a 100 m2. Provincia de Castellón.

Si analizamos la situación en la provincia de Castellón, observamos que las categorías entre 5000 y 1000 y entre 20000 y 50000 son las que presentan la mayor parte de la superficie de uso unifamiliar grande, suponiendo casi la mitad del total, mientras que, en el análisis por escalón

municipal, el peso de este tipo de edificios respecto al total de la superficie residencial se sitúa en una horquilla entre el 28 y el 48%, siendo valores inferiores a los vistos en Alicante.

Superficie de vivienda unifamiliar >= 100 m2								
Tamaño de municipio (hab)								
VALENCIA	<=1000	1001-5000	5001-10000	10001-20000	20001-50000	50001-100000	>100000	Total
unifamiliar >100m2	1.884.428	8.632.547	5.261.010	5.750.804	10.833.928	3.412.831	1.968.136	37.743.685
%respecto a total superficie	37%	36%	31%	32%	27%	26%	12%	28%
%respecto a total residencial	49%	52%	50%	47%	42%	37%	13%	40%
%distribución unifamiliares >=100m2	5%	23%	14%	15%	29%	9%	5%	100%

Tabla 37: Superficie total de vivienda unifamiliar mayor o igual a 100 m2. Provincia de Valencia.

Por último, los resultados para la provincia de Valencia reflejan una distribución de superficie de viviendas unifamiliares de gran tamaño concentrada mayoritariamente en municipios de entre 1000 y 50000 habitantes, apreciándose que la proporción relativa de este tipo de edificios supera el 40% en todas las categorías municipales por debajo de los 50000 habitantes.

globales para cada provincia, en la provincia de Alicante la superficie localizada en este modelo de vivienda corresponde con el 54% del total de la superficie residencial, siendo el 37% en el caso de Castellón y el 40% en el caso de Valencia; cifras que indicarían una elevada disponibilidad de cubiertas potencialmente aprovechables para uso fotovoltaico en la Comunidad Valenciana.

Tal y como se puede apreciar, si analizamos los resultados

Si se contrastan estos datos con los resultados extraídos

del INE se aprecian algunas diferencias respecto a la distribución de la superficie, destacando principalmente la mayor proporción de la tipología “unifamiliar” respecto al total residencial. Estas desviaciones podrían deberse a los siguientes motivos:

- La unidad de medida de los estudios realizados por el INE es “nº de viviendas” mientras que en el estudio geográfico la unidad de trabajo es la superficie en m². En este sentido, los edificios de entre 1 y 2 viviendas son los que de forma general disponen de una mayor relación “superficie de cubierta por vivienda”, por lo que la relación entre ambos resulta coherente.
- El análisis estadístico contempla únicamente viviendas principales, mientras que los resultados geográficos incluyen también viviendas secundarias, siendo muchas de ellas de tipo unifamiliar. Respecto a este tipo de edificios residenciales secundarios, algunos de ellos corresponderán con segundas residencias, mientras que otros corresponderán con edificios de uso eventual, tales como casas de campo. En el primero de los casos, aunque inicialmente podría resultar un perfil con menor potencial de demanda de instalaciones de generación renovable debido a un “esperado” menor

consumo energético anual, las nuevas regulaciones para el autoconsumo unidas a la reducción en el coste de las instalaciones, a las nuevas posibilidades contractuales y de financiación ofertadas por las comercializadoras y a la constante tendencia al alza en el precio de la energía, podrían favorecer el posicionamiento de este tipo de edificios como consumidores fotovoltaicos. En el caso de edificaciones de uso ocasional, considerando las casas de campo como ejemplo típico, muchas de ellas se localizan en terreno no urbanizable y pueden requerir de autoconsumo energético, aunque en este caso, de tipo aislado.

- Según datos del INE, el parque de viviendas de la Comunidad Valenciana está formado por 3.147.062 viviendas, de las cuales, un 63% son viviendas principales y el resto corresponden con viviendas secundarias (21%) y vacías (16%) (ver tabla 38). Por tanto, existe un 21% de viviendas secundarias (incluyendo todas las categorías de superficies y tipología edificatoria) que han sido consideradas, dentro del estudio geográfico de superficies, como potencialmente viables y que hay que tener en consideración. Las viviendas vacías, por su parte, se han descartado del estudio en los cribados previos al procesamiento de datos, considerándose no hábiles.

	Viviendas principales		Viviendas secundarias		Viviendas vacías		Total
Comunidad Valenciana	1.986.896	63%	655.137	21%	505.029	16%	3.147.062
Alicante	738.367	58%	326.705	26%	209.024	16%	1.274.096
Castellón	233.871	56%	104.547	25%	82.003	20%	420.421
Valencia	1.014.658	70%	223.885	15%	214.002	15%	1.452.545

Tabla 38: Distribución viviendas principales, secundarias y vacías en la Comunidad Valenciana.

Fuente: Elaborado a partir de datos del INE, 2019.

- Por otro lado, las diferencias respecto a la distribución municipal pueden derivarse de particularidades del modelo urbanístico valenciano, tales como la abundancia de urbanizaciones residenciales periféricas con predominancia de edificios de tipo unifamiliar aislado. Este tipo de entornos urbanos son característicos de municipios de tamaño medio-grande, destacando en este sentido las urbanizaciones costeras y las próximas a entornos naturales de interior

Cabe añadir que, tal y como se ha analizado anteriormente (apartado 5.2.1), existen multitud de criterios, más allá de los geográficos, que determinarán la mayor o menor demanda de instalaciones de autoconsumo por parte de los ciudadanos, y que influirán en la capacidad energética finalmente utilizada; siendo la edad poblacional uno de los más relevantes. A este respecto, según datos extraídos del Censo de población y viviendas de 2011 publicado por el INE, entorno a un 30% de las viviendas principales corresponderían a hogares con una edad media entre 31 y 45 años, considerándose esta franja la de mayor potencial,

seguido de la franja de menores de 31 años (27% de las viviendas) y de 46 a 65 años (23% de las viviendas). Estos valores nos dan una idea de la parte proporcional del total de la superficie analizada que podría corresponder a propietarios jóvenes y de mediana edad y que por tanto pudieran presentar una mayor predisposición para el autoconsumo.

Superficie sector público

Como se ha comentado, las superficies de uso público se han englobado dentro del apartado de residencial para evitar la pérdida de información. No obstante, a continuación, se muestra la superficie para distintas categorías de edificios de uso público: administración e instituciones, de tipo deportivo, cultura, docente, asistencial y sanitario. En la Tabla 39 se muestran a nivel provincial. Cabe destacar que hay falta de información de 34 municipios, repartidos a lo largo de la comunidad, de los que no se disponen datos.

Superficie total servicios públicos (m2)							
Provincias	Administración e instituciones	Deportivo	Cultural	Docente	Asistencial	Sanitario	Total, servicios públicos
Valencia	239.464	880.091	43.334	2.265.128	24.595	464.059	3.916.672
Alicante	92.804	524.803	11.458	1.198.812	5.105	314.187	2.147.169
Castellón	47.063	214.604	21.270	399.152	5.884	118.415	806.389
Comunidad Valenciana	379.331	1.619.498	76.063	3.863.092	35.585	896.662	6.870.230

Tabla 39: Superficie total servicios públicos

De entre ellas, destaca la superficie de uso deportivo, ya que estas instalaciones suelen ser amplias. Además, Castellón dispone de mucha menor superficie que Alicante y Valencia. Esto es debido en parte a que de los 34 municipios de los que no se dispone información, uno de ellos es Castellón de la Plana, el cuál es el más poblado de Castellón por lo que aportaría la mayor cantidad de superficie de la provincia.

Clasificación urbanística

Además, es necesario considerar la clasificación urbanística de las superficies identificadas como viables para uso fotovoltaico, siendo las más interesantes desde el punto de vista del estudio de autoconsumo las de tipo urbano residencial (49% del total de la superficie disponible) y urbano industrial (14% del total de la superficie disponible) y que engloban la mayor parte de cubiertas de uso residencial e industrial analizadas en las tablas previas.

Superficie total por provincia y clasificación de suelo (m2)						
Clasificación del suelo						
	Urbano residencial	Urbano industrial	Urbano otros	Urbanizable	No urbanizable	TOTAL
Alicante	51.617.114	9.055.225	6.692.841	19.122.442	18.884.548	105.372.169
	49%	9%	6%	18%	18%	100%
Castellón	22.717.206	7.743.722	3.333.458	5.865.072	3.819.658	43.479.116
	52%	18%	8%	13%	9%	100%
Valencia	63.394.593	22.174.183	17.868.887	16.268.431	12.936.392	132.642.485
	48%	17%	13%	12%	10%	100%
TOTAL	137.728.913	38.973.129	27.895.186	41.255.944	35.640.598	281.493.770
%	49%	14%	10%	15%	13%	100%

Tabla 40: Superficie total por provincia y clasificación de suelo en m2

Respecto al 10% clasificado como urbano con otros usos, encontramos principalmente edificaciones de tipo comercial y de uso dotacional, que podrían ser de interés para proyectos de autoconsumo de carácter municipal y de uso terciario. No obstante, en los análisis realizados, este tipo de edificios se han integrado dentro de la categoría residencial.

Por último, la superficie localizada en zonas urbanizables y no urbanizables supone un 28% del total disponible en la Comunidad Valenciana. Muchas de estas edificaciones, presumiblemente, no cuentan con conexión a la red eléctrica, por lo que podrían necesitar de sistemas

de generación de energía para autoconsumo, pero principalmente de tipo aislado (tal y como se ha comentado anteriormente para el caso de las viviendas de uso ocasional).

Localización y entorno

En relación con la localización y entorno de los edificios analizados, un 63% se sitúa en comarcas clasificadas como costeras, considerando como tales aquellas que limitan con el mar (independientemente de la extensión de costa que alberguen), correspondiendo el 37% restante a comarcas de interior.

Distribución de superficie por tipología de comarca: interior o costera

	Comarcas costeras (m2)		Comarcas de interior (m2)		Total (m2)
Alicante	81.838.778	78%	23.533.316	22%	105.372.094
Castellón	36.219.216	83%	7.259.786	17%	43.479.003
Valencia	58.392.356	44%	74.248.952	56%	132.641.308
Total	176.450.350	63%	105.042.054	37%	281.492.404

Tabla 41: Superficie total por tipología de comarca, interior o costera.

Si analizamos exclusivamente la línea de costa, considerando una franja de 1km, la superficie existente se sitúa en un 11% respecto al total de la Comunidad

Valenciana, destacando que en Castellón y Alicante la proporción de edificios costeros es bastante superior que en la provincia de Valencia.

Franja costera 1km

	Superficie total en edificios costeros (m2)	% respecto a superficie total
Alicante	17.903.660	17%
Castellón	6.886.968	16%
Valencia	7.072.602	5%
Total	31.863.230	11%

Tabla 42: Superficie total en zona costera, considerando franja de 1km desde línea de costa hacia interior.

La siguiente tabla muestra la distribución por comarcas y provincias, destacándose en negrita aquellas con mayor superficie viable para autoconsumo fotovoltaico.

Comarcas	Superficie total (m2)	Interior/costa
Provincia de Valencia	132.642.485	
La Ribera Alta	16.896.435	Interior
València	16.322.671	Costa
L'Horta Oest	15.320.481	Interior
El Camp de Túria	14.283.514	Interior
La Safor	10.371.618	Costa
L'Horta Nord	10.337.200	Costa
L'Horta Sud	9.717.298	costa
La Vall d'Albaida	8.517.878	Interior
La Ribera Baixa	6.218.911	Costa
El Camp de Morvedre	5.424.658	Costa
La Costera	5.159.446	Interior
La Hoya de Buñol	4.707.104	Interior
La Plana de Utiel-Requena	4.035.134	Interior
Los Serranos	2.124.946	Interior
La Canal de Navarrés	1.673.988	Interior
El Valle de Cofrentes-Ayora	1.128.244	Interior
El Rincón de Ademuz	401.782	Interior

Comarcas	Superficie total (m2)	Interior/costa
Provincia de Alicante	105.372.169	
El Baix Segura / La Vega Baja	25.805.675	Costa
L'Alacantí	17.459.122	Costa
La Marina Alta	15.998.020	Costa
El Baix Vinalopó	14.438.891	Costa
El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	9.626.493	Interior
La Marina Baixa	8.137.069	Costa
L'Alcoià	6.778.801	Interior
L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	4.045.789	Interior
El Comtat	3.082.233	Interior
Provincia de Castellón	43.479.116	
La Plana Baixa	14.898.236	Costa
La Plana Alta	14.672.208	Costa
El Baix Maestrat	6.648.772	Costa
L'Alcalatén	2.775.602	Interior
El Alto Palancia	2.368.645	Interior
L'Alt Maestrat	961.496	Interior
El Alto Mijares	619.144	Interior
Els Ports	534.899	Interior
Total Comunidad Valenciana	281.493.770	

Tabla 43: Superficie total (m2) por comarca y provincia.

Por último, se muestran los resultados de las 10 ciudades más grandes de la Comunidad Valenciana comparándose con el ranking de los 10 municipios con mayor superficie de cubiertas viables.

Tal y como se puede observar, las tres capitales de provincia concentran en su conjunto entorno al 10% de la superficie total analizada e identificada como viable para uso fotovoltaico. Si comparamos ambos rankings, destacan las ciudades de Villarreal, Sagunto y Onda, que no están

incluidas entre las 10 de mayor tamaño, pero cuentan con una elevada superficie total de cubierta, superior al 1% en los tres casos.

De forma general, la proporción de superficie de uso residencial es muy superior a la de uso industrial, a excepción de Paterna y Villareal, donde se equiparan ambas categorías, y Onda, donde la superficie de tipo industrial duplica a la residencial.

10 ciudades más grandes de la Comunidad Valenciana (según número de habitantes)						
Municipios	Población (hab)	Superficie de cubierta total (m2)	% respecto al total de la CV	Superficie por habitante (m2/hab)	Industrial	Residencial
Valencia	800.215	16.322.671	5,80%	20	7%	93%
Alicante	337.482	9.840.338	3,50%	29	23%	77%
Elche	234.765	10.224.355	3,63%	44	20%	80%
Castellón de la Plana	174.264	6.364.665	2,26%	37	27%	73%
Torreveja	84.667	4.615.930	1,64%	55	5%	95%
Torrent	83.962	3.101.718	1,10%	37	22%	78%
Orihuela	78.505	6.696.582	2,38%	85	11%	89%
Gandia	75.798	2.781.591	0,99%	37	13%	87%
Paterna	71.035	3.676.735	1,31%	52	41%	59%
Benidorm	70.450	1.658.017	0,59%	24	4%	96%
10 ciudades con mayor superficie total de cubierta						
Municipios	Población (hab)	Superficie de cubierta total (m2)	% respecto al total de la CV	Superficie por habitante (m2/hab)	Industrial	Residencial
Valencia	800.215	16.322.671	5,80%	20	7%	93%
Elche	234.765	10.224.355	3,63%	44	20%	80%
Alicante	337.482	9.840.338	3,50%	29	23%	77%
Orihuela	78.505	6.696.582	2,38%	85	11%	89%
Castellón de la Plana	174.264	6.364.665	2,26%	37	27%	73%
Torreveja	84.667	4.615.930	1,64%	55	5%	95%
Paterna	71.035	3.676.735	1,31%	52	41%	59%
Villarreal	51.293	3.666.811	1,30%	71	51%	49%
Sagunto	67.173	3.364.045	1,20%	50	36%	64%
Onda	24.980	3.188.576	1,13%	128	67%	33%

Tabla 44: Superficie total de cubierta en las 10 ciudades más grandes de la Comunidad Valenciana y ranking de las 10 ciudades con mayor superficie unitaria.

6.2.2. Resumen superficie total de cubierta

A partir de la información anteriormente analizada, se muestra a modo de resumen y síntesis de resultados la clasificación final de la superficie total de cubierta por

comarca de acuerdo con el uso y tipología de edificio. De forma generalizada la superficie de cubiertas de uso residencial es muy superior, destacando las comarcas de L'Alcalatén, la Plana Baixa, la Vall d'Albaida, l'Horta Sud y l'Horta Oest con un uso industrial por encima del 40%.

Comarcas	Superficie disponible total (m2)	Uso y tipología de edificio									
		Industrial		Residencial							
				Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande	Plurifamiliar muy grande	Total	
Valencia	132.641.308	39.278.240	30%	44.200.249	47%	24.812.323	27%	22.136.006	2.214.490	93.363.068	70%
La Ribera Alta	16.896.435	5.083.600	30%	7.096.133	60%	3.295.019	28%	1.362.350	59.333	11.812.835	70%
València	16.322.671	1.223.623	7%	2.208.451	15%	3.136.315	21%	8.356.699	1.397.584	15.099.048	93%
L'Horta Oest	15.320.481	6.408.737	42%	3.721.343	42%	2.075.113	23%	3.049.944	65.345	8.911.744	58%
El Camp de Túria	14.283.514	4.136.829	29%	7.432.749	73%	1.991.627	20%	721.052	1.256	10.146.685	71%
La Safor	10.371.618	2.334.833	23%	3.627.333	45%	2.231.862	28%	1.839.290	338.300	8.036.785	77%
L'Horta Nord	10.337.200	2.956.964	29%	3.189.860	43%	2.308.172	31%	1.785.762	96.442	7.380.235	71%
L'Horta Sud	9.717.298	4.546.138	47%	2.158.079	42%	1.341.538	26%	1.643.438	28.106	5.171.160	53%
La Vall d'Albaida	8.517.878	3.407.628	40%	2.783.062	54%	1.725.053	34%	598.944	3.191	5.110.250	60%
La Ribera Baixa	6.218.911	2.261.323	36%	1.851.420	47%	1.231.269	31%	692.725	182.174	3.957.588	64%
El Camp de Morvedre	5.424.658	1.500.187	28%	1.922.801	49%	1.032.593	26%	945.801	23.276	3.924.471	72%
La Costera	5.159.446	1.556.571	30%	1.965.845	55%	1.163.381	32%	458.921	14.728	3.602.875	70%
La Hoya de Buñol	4.707.104	1.472.438	31%	2.216.310	69%	721.129	22%	295.244	1.983	3.234.666	69%
La Plana de Utiel-Requena	4.035.134	1.274.453	32%	1.695.465	61%	809.408	29%	253.036	2.772	2.760.681	68%
Los Serranos	2.124.946	509.618	24%	835.901	52%	726.581	45%	52.847	0	1.615.329	76%
La Canal de Navarrés	1.673.988	335.902	20%	850.261	64%	450.763	34%	37.062	0	1.338.086	80%
El Valle de Cofrentes-Ayora	1.128.244	172.985	15%	559.795	59%	364.534	38%	30.931	0	955.259	85%
El Rincón de Ademuz	401.782	96.410	24%	85.445	28%	207.967	68%	11.960	0	305.372	76%
Alicante	105.372.094	19.656.393	19%	53.142.973	62%	16.979.366	20%	13.897.178	1.696.185	85.715.702	81%
El Baix Segura / La Vega Baja	25.805.675	3.763.002	15%	14.419.102	65%	5.047.312	23%	2.486.072	90.188	22.042.674	85%
L'Alacantí	17.459.122	3.662.654	21%	6.591.746	48%	2.603.501	19%	3.740.807	860.415	13.796.469	79%
La Marina Alta	15.998.020	1.185.505	7%	10.904.297	74%	2.551.373	17%	1.252.565	104.280	14.812.515	93%
El Baix Vinalopó	14.438.891	2.961.721	21%	7.096.108	62%	1.462.321	13%	2.861.044	57.697	11.477.170	79%
El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	9.626.493	2.401.813	25%	4.777.063	66%	1.506.640	21%	912.637	28.341	7.224.680	75%
La Marina Baixa	8.137.069	670.306	8%	4.167.265	56%	1.533.285	21%	1.247.606	518.608	7.466.763	92%
L'Alcoià	6.778.801	2.674.216	39%	2.123.814	52%	1.019.802	25%	946.869	14.100	4.104.585	61%
L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	4.045.789	1.246.244	31%	1.865.802	67%	580.738	21%	330.710	22.294	2.799.544	69%
El Comtat	3.082.233	1.090.931	35%	1.197.777	60%	674.395	34%	118.869	261	1.991.302	65%

Comarcas	Superficie disponible total (m2)	Uso y tipología de edificio									
		Industrial		Residencial							
				Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande	Plurifamiliar muy grande	Total	
Castellón	43.479.003	15.611.425	36%	12.609.176	45%	9.052.269	32%	5.575.312	630.820	27.867.577	64%
La Plana Baixa	14.898.236	6.696.550	45%	3.919.256	48%	2.547.700	31%	1.712.195	22.536	8.201.687	55%
La Plana Alta	14.672.208	4.780.866	33%	4.340.132	44%	2.562.583	26%	2.426.955	561.672	9.891.342	67%
El Baix Maestrat	6.648.772	1.459.229	22%	2.540.841	49%	1.663.643	32%	942.167	42.892	5.189.543	78%
L'Alcalatén	2.775.602	1.739.258	63%	557.014	54%	352.484	34%	123.730	3.115	1.036.344	37%
El Alto Palancia	2.368.645	554.651	23%	664.617	37%	944.455	52%	204.406	516	1.813.994	77%
L'Alt Maestrat	961.496	221.211	23%	267.959	36%	385.942	52%	86.383	0	740.285	77%
El Alto Mijares	619.144	69.436	11%	174.218	32%	332.790	61%	42.680	20	549.708	89%
Els Ports	534.899	90.224	17%	145.139	33%	262.672	59%	36.797	67	444.675	83%
Total Comunidad Valenciana	281.492.404	74.546.058	26%	109.952.398	53%	50.843.958	25%	41.608.496	4.541.495	206.946.347	74%

Tabla 45: Superficie total de cubierta a nivel regional, provincial y comarcal. Distribución por uso y tipología de edificio.

En las siguientes figuras se muestran los resultados cartográficos, apreciándose en color rojo los municipios que concentran una mayor superficie total de cubierta,

así como de tipo industrial y residencial. Los resultados desglosados para todos los municipios se recogen en el Anexo adjunto.

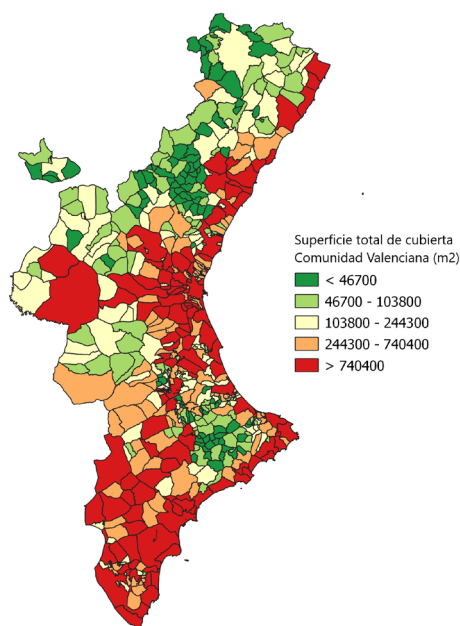


Figura 18: Superficie total de cubierta Comunidad Valenciana (m2). Fuente: ITE

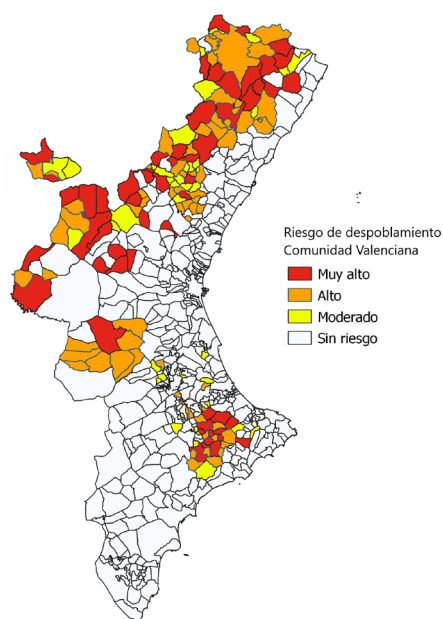


Figura 19: Mapa municipios con riesgo de despoblamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de base cartográfica de ICV (GVA).

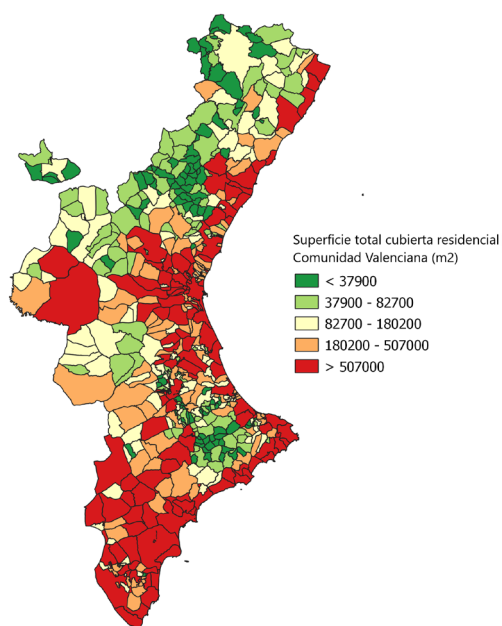


Figura 21: Superficie total de cubierta Comunidad Valenciana (m2) uso industrial. Fuente: ITE

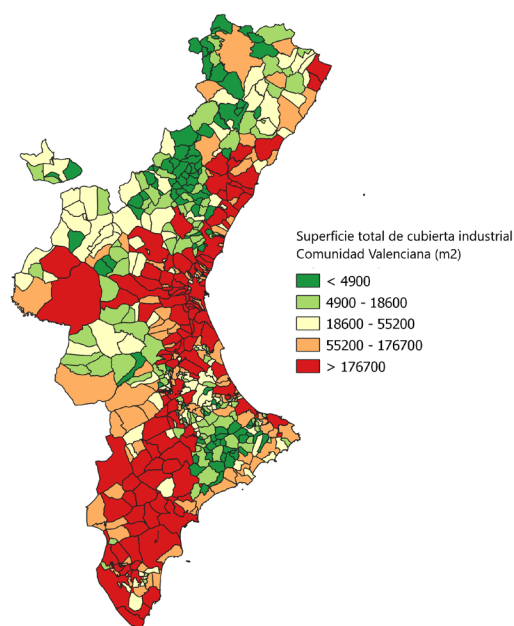


Figura 20: Superficie total de cubierta Comunidad Valenciana (m2) uso residencial. Fuente: ITE

Tal y como se puede apreciar en los mapas anteriores, destaca la elevada superficie existente, principalmente de tipo residencial, en toda la franja litoral de la Comunidad Valenciana. Asimismo, existen áreas con elevada concentración en los municipios de las comarcas limítrofes con la ciudad de Valencia (L'Horta), destacando Utiel y Requena en el interior. En la provincia de Alicante, destacan por la elevada extensión de superficie hábil, tanto de uso residencial como industrial, los municipios

del interior, principalmente los localizados más hacia el sur.

El estudio geográfico y estadístico realizado en esta fase del proyecto constata que en la Comunidad Valenciana existe en torno a 280 millones de metros cuadrados de cubiertas potencialmente viables para aprovechamiento fotovoltaico, tanto en cubiertas de tipo residencial como industrial, siendo el grupo de municipios entre 20000 y

50000 habitantes los que concentran un mayor volumen en todas las provincias. A nivel de superficie total de cubierta, tal y como se ha explicado anteriormente, la superficie de tipo residencial es muy superior a la industrial (26% frente al 74%), sin embargo, tal y como se podrá comprobar en las siguientes etapas del análisis, las cifras se invierten tras aplicar los correspondientes coeficientes de reducción para obtener la superficie final disponible para instalación de módulos fotovoltaicos.

Respecto a la clasificación de la superficie total de cubierta y centrándonos en el perfil de usuario potencialmente más demandante, los datos analizados muestran una elevada proporción de superficie de tipo residencial unifamiliar (53% del total residencial), correspondiendo un 86% de ésta a viviendas de más de 100m², resultando un total de 94.653.843m² en cubiertas residenciales de elevado potencial fotovoltaico (teniendo en cuenta, tal y como se ha analizado en apartados anteriores, que son las particularidades de cada caso de uso, tales como: perfil de usuario, entorno, consumo energético..., las que propiciarán en mayor o menor medida la demanda final de este tipo de instalaciones).

De forma general, la superficie clasificada como industrial se considera que presenta una potencialidad alta para autoconsumo, no obstante, la necesidad real, al igual que en el caso residencial, se ajustará a las particularidades de cada consumidor, destacando para el sector industrial la tipología de empresa, sector, tamaño y demanda energética, resultando orientativo el análisis efectuado al respecto en el apartado 6.

Por último, resulta de interés la comparativa entre el mapa de superficie total de cubierta y el de municipios

con riesgo de despoblamiento, así como con la superficie residencial existente por habitante (Figura 22). Tal y como se puede apreciar, los municipios que presentan riesgos coinciden en su mayoría con los que disponen de menor superficie, así como mayor superficie por habitante, siendo municipios rurales de interior de pequeño tamaño y baja población. Efectivamente, a pesar de que la baja superficie de estos municipios es indicativa de un bajo número de edificaciones, la alta superficie por habitante es indicativa de que son municipios con pocos habitantes incluso para las pocas viviendas existentes.

Cabe añadir que, según fuentes de la GVA, el riesgo de despoblamiento viene determinado a partir de seis indicadores demográficos: densidad de población, crecimiento demográfico en la última década, tasa de crecimiento vegetativo en la última década, índice de envejecimiento, índice de dependencia y tasa migratoria en la última década. Y los niveles se establecen según los siguientes criterios: *“Riesgo muy alto: cuando en el municipio se cumplen simultáneamente los requisitos establecidos para todos los indicadores. - Riesgo alto: cuando se alcanzan los requisitos en al menos cinco de los indicadores de despoblamiento. - Riesgo moderado: cuando se alcanzan los requisitos en al menos cuatro de los indicadores, o bien la población del municipio es igual o inferior a 100 habitantes. - Resto de municipios: cuando cumple los requisitos en un número menor de indicadores y la población supera los 100 habitantes.”* [26]

Los factores de riesgo de despoblamiento indicados unidos a la menor superficie existente pueden ser indicativos de un bajo potencial de desarrollo del autoconsumo en estas zonas, derivado, entre otros factores, de los (cada vez más) escasos habitantes y el envejecimiento poblacional.

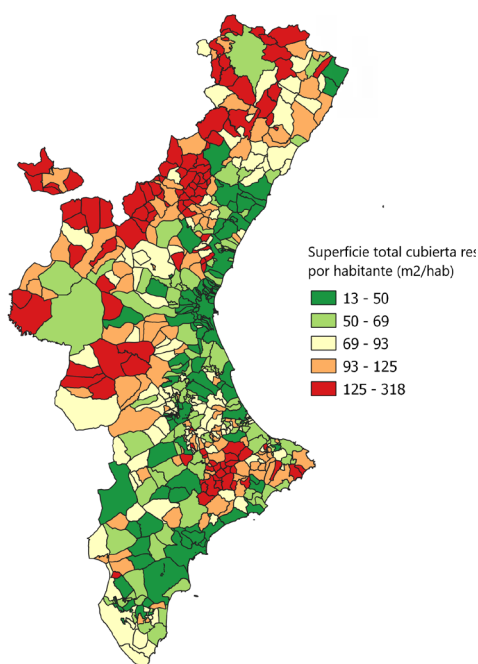


Figura 22: Superficie de cubierta residencial por habitante Comunidad Valenciana (m²/hab.) Fuente: ITE

6.3. Cálculo de superficie útil disponible para instalación de módulos fotovoltaicos.

En esta segunda fase del estudio se va a evaluar la cantidad de superficie disponible para instalación de autoconsumo en la Comunidad Valenciana, partiendo de la superficie total de cubierta calculada en la primera fase de estudio. Esto es debido a que no toda la superficie de cubiertas obtenida en la primera fase es efectiva para la instalación de módulos fotovoltaicos, debido a diferentes factores como por ejemplo la presencia de otros elementos en el tejado (ascensores, equipos de climatización...) o el posible sombreado provocado por elementos del mismo edificio u otros edificios. Por lo tanto, se aplicarán diferentes coeficientes de reducción que tengan en cuenta dichos factores para obtener la superficie útil para instalar módulos fotovoltaicos. Para calcular la superficie útil disponible a partir de la total, se reduce la superficie total mediante un factor de utilización. Este factor a su vez se compone de diferentes factores como el coeficiente de fracción de vacío o huecos, el coeficiente de sombreado, el coeficiente de instalaciones y el coeficiente de orientación. El coeficiente de fracción de vacío o huecos tiene en cuenta los posibles vacíos, huecos y recesiones de la superficie de cubierta respecto de la superficie construida sobre rasante, como podrían ser los patios interiores. Por otra parte, el coeficiente de sombras tiene en cuenta el efecto de las sombras generadas por otros edificios o por elementos del propio edificio debido a su configuración. Por otro lado, el coeficiente de instalación tiene en cuenta otros posibles elementos presentes en las cubiertas como equipos de climatización, antenas, ascensores, etc. Finalmente, el coeficiente de orientaciones tiene en cuenta tanto la pendiente como la orientación de los tejados.

Todos los coeficientes mencionados se obtienen empleando dos métodos de forma conjunta. Por una parte, a partir de la literatura existente en trabajos similares, y, por otra parte, a partir de una inspección visual de los diferentes municipios empleando tanto la información ya disponible en el programa SIG como modelos tridimensionales proporcionados por Google Earth. De esta forma, mediante la combinación de ambos métodos se llega a la obtención final de los coeficientes.

A la hora de aplicar los coeficientes de reducción a las diferentes superficies obtenidas, es necesario aplicar una distinción entre cubiertas de tipo industrial y cubiertas de tipo residencial, pues la tipología de las cubiertas es totalmente diferente en función de su uso. Por una parte, las superficies de tipo industrial se van a tratar de forma equivalente a nivel autonómico ya que, tras una primera inspección visual, se ha determinado que la forma y

tipología de las cubiertas industriales no varía entre provincias o municipios de forma excesiva. Sin embargo, a la hora de tratar las superficies residenciales, se hace necesario diferenciar entre municipios, pues la tipología de la cubierta cambia radicalmente si nos encontramos en un edificio en el centro de una urbe, o en una vivienda en zona rural.

6.3.1. Superficie disponible industrial

En este apartado se va a calcular la superficie disponible en los edificios industriales mediante una adjudicación previa de los coeficientes de reducción. En primer lugar, se ha realizado una inspección visual exhaustiva de 64 municipios, donde se ha obtenido de forma cualitativa tanto la tipología de los tejados como la ocupación de los mismos. La mayor parte de las cubiertas industriales se dividen tanto en cubiertas a dos aguas con baja inclinación como en cubiertas en forma de diente de sierra, mientras que una pequeña parte son cubiertas planas. Así mismo, las cubiertas están en su mayoría libres, con algunas excepciones donde ya disponen de módulos fotovoltaicos o escaleras para acceder a la cubierta.

En la literatura existente referente al cálculo de potencial fotovoltaico, la mayor parte de los estudios se centran en zonas residenciales, por lo que no existe información previa sobre el valor de cada uno de los coeficientes para superficies industriales, aunque sí para el factor de utilización. Sin embargo, siguiendo la misma metodología empleada por los diferentes autores para superficies residenciales, se pueden obtener los coeficientes para superficies industriales mostrados en la Tabla 46. En primer lugar, en cuanto al coeficiente de fracción de huecos, al trabajar directamente con mapas catastrales vectoriales proporcionados por una institución acreditada, el ajuste de las superficies, así como la información obtenida debería ser totalmente preciso, dejando un pequeño margen de error del 5% por posibles errores catastrales o en el cálculo de superficies mediante SIG. Por otra parte, al estar en su mayoría todas las cubiertas despejadas excepto en ciertos casos, así como a que son edificios normalmente situados en zonas industriales donde los edificios a su alrededor se encuentran separados y a la misma altura, se estima que un 5% de la superficie total estará sombreada por elementos propios o ajenos. Además, relacionado con lo anterior, se estima de nuevo que un 5% de la superficie total estará ocupada por otros elementos como los ya mencionados. Finalmente, respecto al coeficiente de orientaciones y tras la inspección visual, independientemente del tipo de cubierta las pendientes de los techos son mínimas, por lo que tanto la inclinación de los tejados como la orientación de estos se pueden resolver mediante el empleo de estructuras auxiliares para la colocación de los módulos fotovoltaicos.

C_v	C_s	C_f	C_o
0.95	0.95	0.95	1

Tabla 46: Coeficientes de reducción de las superficies industriales.

Con los valores de los diferentes coeficientes obtenidos en la Tabla 46 se obtiene un factor de utilización $FU \approx 0.86$, siendo algo más restrictivo que el obtenido en trabajos similares, $FU = 0.9$ ([27] [28]), debido a la inclusión de una estimación del posible error de cálculo a la hora de obtener las superficies catastrales.

Una vez obtenido el valor del factor de utilización, se puede pasar a calcular la superficie útil disponible correspondiente a las superficies categorizadas como industriales. En la Tabla 47 se muestran los resultados tanto a nivel provincial como a nivel comarcal. A nivel municipal se muestran los resultados en formato de tabla, en el Anexo adjunto, así como en formato mapa, en la Figura 23.

	Industrial			
	Superficie total (km ²)	Superficie útil disponible (km ²)	Superficie útil disponible por superficie poblacional (m ² /m ²)	Superficie útil disponible por habitante (m ² /hab.)
Valencia	39,28	33,68	0,00312	11,43
La Ribera Alta	5,08	4,36	0,00449	19,59
València	1,22	1,05	0,00769	1,31
L'Horta Oest	6,41	5,49	0,03056	15,29
El Camp de Túria	4,14	3,55	0,00431	21,40
La Safor	2,33	2,00	0,00465	11,50
L'Horta Nord	2,96	2,54	0,01803	10,96
L'Horta Sud	4,55	3,90	0,02345	21,54
La Vall d'Albaida	3,41	2,92	0,00404	33,37
La Ribera Baixa	2,26	1,94	0,00700	24,13
El Camp de Morvedre	1,50	1,29	0,00474	13,83
La Costera	1,56	1,33	0,00253	18,58
La Hoya de Buñol	1,47	1,26	0,00154	29,14
La Plana de Utiel-Requena	1,27	1,09	0,00063	28,89
Los Serranos	0,51	0,44	0,00031	27,09
La Canal de Navarrés	0,34	0,29	0,00041	18,33
El Valle de Cofrentes-Ayora	0,17	0,15	0,00013	15,22
El Rincón de Ademuz	0,10	0,08	0,00022	36,98
Alicante	19,66	16,85	0,00290	9,71
El Baix Segura	3,76	3,23	0,00337	8,94
L'Alacantí	3,66	3,14	0,00466	6,39
La Marina Alta	1,19	1,02	0,00134	5,70
El Baix Vinalopó	2,96	2,54	0,00519	8,53
El Vinalopó Mitjà	2,40	2,06	0,00258	12,12
La Marina Baixa	0,67	0,57	0,00099	3,01
L'Alcoià	2,67	2,29	0,00425	20,82
L'Alt Vinalopó	1,25	1,07	0,00166	20,31
El Comtat	1,09	0,94	0,00248	33,35

	Industrial			
	Superficie total (km2)	Superficie útil disponible (km2)	Superficie útil disponible por superficie poblacional (m2/m2)	Superficie útil disponible por habitante (m2/hab.)
Castellón	15,61	13,38	0,00202	27,32
La Plana Baixa	6,70	5,74	0,00948	29,86
La Plana Alta	4,78	4,10	0,00428	15,98
El Baix Maestrat	1,46	1,25	0,00102	15,18
L'Alcalatén	1,74	1,49	0,00230	94,30
El Alto Palancia	0,55	0,48	0,00049	19,84
L'Alt Maestrat	0,22	0,19	0,00029	28,64
El Alto Mijares	0,07	0,06	0,00009	15,44
Els Ports	0,09	0,08	0,00009	17,75
Comunidad Valenciana	74,55	63,91	0,00275	12,64

Tabla 47: Superficie útil disponible industrial por provincias y comarcas.

A juzgar por los resultados obtenidos en la Tabla 47, Valencia es la provincia con mayor superficie industrial, tanto total como útil, doblando en superficie tanto a Alicante como a Castellón, que se encuentran muy parejas. Sin embargo, debido a su baja población, Castellón dispone de una mayor superficie útil por habitante, superando ampliamente tanto a Valencia como a Alicante. En cambio, a pesar de que Valencia duplica en superficie

útil a Alicante, el porcentaje de superficie cubierto en la provincia es el mismo en ambas provincias, siendo este más bajo en Castellón. Hay que destacar finalmente que el porcentaje de superficie útil respecto de superficie total, no indicado en la tabla, es el mismo para las tres provincias (y para todos los municipios por extensión), ya que los coeficientes de reducción de superficies industriales son globales para la Comunidad de Valencia.

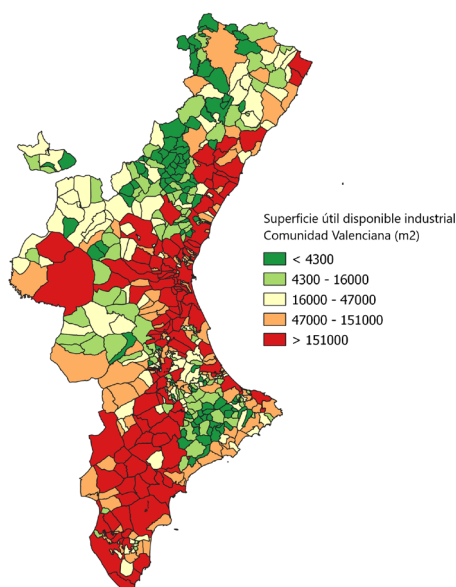


Figura 23: Superficie útil disponible industrial por municipios (m2). Fuente: elaboración propia

Por otra parte, es importante localizar estas superficies en función del tamaño del municipio. Atendiendo tanto a la Tabla 48 como a la Figura 23, se destaca que el mayor porcentaje de superficie útil industrial en las tres provincias se encuentra localizado en municipios de tamaño grande, entre 20.000 y 50.000 habitantes, muy superior al resto de municipios. Sin embargo, en la provincia de Alicante los municipios muy grandes de más de 100.000 habitantes tienen una superficie industrial importante. En general, los municipios de mayor superficie industrial de la comunidad

se encuentran localizados en su mayor parte, como es de esperar, rodeando las capitales de provincia. Tanto en Valencia como en Castellón son municipios principalmente cercanos a la costa, mientras que en Alicante se localizan más hacia el interior. Se debe remarcar también que, teniendo en cuenta que el coeficiente de reducción es el mismo para toda la comunidad en lo que a superficies industriales se refiere, la distribución por municipios mostrada en la Figura 23 es la misma que la anteriormente mostrada para la superficie total industrial en la Figura 21.

	Superficie útil disponible industrial (km2)													
	Tamaño del municipio (hab.)													
	<= 1000		1001-5000		5001-10000		10001-20000		20001-50000		50001-100000		> 100000	
Alicante	0,39	2%	1,36	8%	2,94	17%	2,10	12%	4,18	25%	2,25	13%	3,63	22%
Castellón	0,62	5%	2,18	16%	1,00	7%	1,91	14%	4,60	34%	1,60	12%	1,47	11%
Valencia	1,10	3%	6,18	18%	5,40	16%	5,15	15%	11,60	34%	3,19	9%	1,05	3%
Total	2,10	3%	9,73	15%	9,34	14%	4,62	7%	20,39	31%	12,64	19%	6,15	9%

Tabla 48: Superficie útil disponible industrial por tamaño de municipio.

6.3.2. Superficie útil disponible residencial

En este apartado se realizará el mismo proceso que en las superficies industriales, pero para las residenciales. Tal y como se ha comentado en el apartado 6.3, las superficies residenciales es necesario diferenciarlas por municipios para poder obtener una buena precisión en el método de cálculo. El enfoque seguido para esta discretización municipal es el mismo que el empleado en diferentes estudios realizados por varios autores dentro del mismo ámbito territorial ([28] [29] [30]). En estos trabajos se clasifican los municipios en función de su Tipología de edificación representativa o RBT por sus siglas en inglés (Representative building typology). De esta forma, se asocia cada municipio con una RBT en función de dos parámetros que se comentarán más adelante y, a cada

RBT, se asocian diferentes valores para los coeficientes de reducción. Los dos parámetros para la clasificación de las RBT escogidos son los más empleados en este tipo de trabajos, siendo estos la densidad de edificaciones y densidad poblacional. Sin embargo, en lugar de medir estas densidades sobre la superficie total del municipio, se evalúa según la superficie urbana del municipio. De esta forma se obtiene más información acerca de la tipología de los edificios. Sobre los dos parámetros definidos se deben crear una serie de tramos para poder clasificar posteriormente cada municipio dentro de cada tramo. En la Tabla 49 se puede observar la división realizada sobre cada parámetro, en este caso en 4 tramos. De esta forma, para obtener las diferentes RBT, se cruzan los resultados de ambos parámetros obteniendo un total de 16 RBT, tal y como se observa en la Tabla 50.

Categoría	Densidad poblacional	Densidad edificios
	Dp (habitantes/km ²)	Db (edificios/km ²)
Baja	<2400	<1000
Media	2400-4300	1000-1700
Alta	4300-7800	1700-2700
Muy alta	>7800	>2700

Tabla 49: Intervalos de densidades para la clasificación de RBT.

		Dp			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
Dp	Baja	L-L	L-M	L-H	L-VH
	Media	M-L	M-M	M-H	M-VH
	Alta	H-L	H-M	H-H	H-VH
	Muy alta	VH-L	VH-M	VH-H	VH-VH

Tabla 50: Nomenclatura para las RBT empleadas.

De tal manera que, en función de las densidades de edificios y poblacional de cada municipio, a cada uno de ellos se le asigna una RBT. Para entender qué información aporta esta clasificación sobre el cálculo de los coeficientes y sobre los municipios, se pueden observar las cuatro esquinas de la tabla de clasificación de RBT. Por ejemplo, un municipio con una RBT L-L quiere decir que existe poca edificación y pocos habitantes, por lo que se corresponde con un entorno rural con casas unifamiliares. Por otra parte, la clasificación L-VH indica que el número de edificios es bajo, pero con una población muy alta, por

lo que se asocia con zonas urbanas modernas con altos edificios pero con cierta separación entre ellos, como podría ser el caso de Benidorm. Una clasificación VH-VH corresponde a zonas con mucha edificación y mucha densidad de población, asociándose a municipios con numerosos edificios plurifamiliares de tamaño medio. Finalmente, la clasificación VH-L corresponde a zonas con muchos edificios unifamiliares muy cercanos unos de otros, asociándose a municipios cercanos a las grandes urbes.

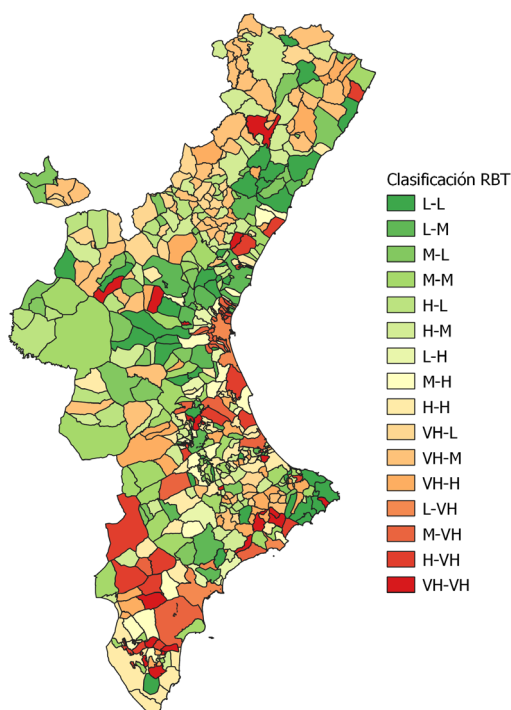


Figura 24: Mapa de la RBT asociada a cada municipio de la Comunidad Valenciana. Fuente: elaboración propia

Una vez que todos los municipios tienen asociada una RBT (Figura 24), se procede a calcular los coeficientes de reducción mediante la misma metodología ya comentada en el inicio del análisis energético, es decir, una mezcla entre inspección visual y la literatura existente.

El primer paso para la asignación de los coeficientes es realizar una inspección visual de las diferentes RBT. Para cada RBT, compuesta por un determinado número de municipios (Tabla 51), se inspeccionarán un 10% de los mismos, que serán representativos de todo el conjunto. La información recopilada durante la inspección visual, realizada mediante las mismas herramientas que para las superficies industriales, es tanto cualitativa como cuantitativa. Por el lado cualitativo, se examina cómo de bien se ajustan las superficies catastrales a los edificios

reales, así como el tipo de cubiertas existentes, mientras que desde el punto de vista cuantitativo se examina que porcentaje de cubiertas son de cada tipo (Tabla 51). Para obtener el valor final del porcentaje de tipo de cubiertas para cada RBT, se pondera el resultado de cada municipio con el número de edificios del que dispone. De esta forma los municipios con mayor número de edificios tienen mayor impacto en el resultado que los de menor número de edificaciones. En el caso de la Comunidad Valenciana, se ha observado tres tipos de cubiertas. Por un lado, las cubiertas con tejados inclinados tanto a dos aguas o a cuatro aguas, en diferentes configuraciones. Y por otro lado techos planos, ya sean azoteas libres o con terraza. Una vez realizada la inspección visual y tras realizar los cálculos necesarios del porcentaje de cubiertas, se evalúan los coeficientes de reducción.

RBT	Número municipios	Tipo de cubiertas			Cv	Cs	Cf	Co	FU
		Plana	A dos aguas	A cuatro aguas					
L-L	42	52%	39%	9%	0,95	0,46	0,92	0,76	0,31
L-M	19	63%	15%	22%	0,95	0,34	0,75	0,82	0,20
M-L	35	15%	82%	3%	0,95	0,47	0,9	0,57	0,23
M-M	50	57%	38%	5%	0,95	0,46	0,88	0,79	0,30
H-L	25	5%	92%	3%	0,95	0,51	0,85	0,52	0,22
H-M	68	13%	86%	1%	0,95	0,52	0,8	0,57	0,22
L-H	11	60%	30%	10%	0,95	0,48	0,8	0,80	0,29
M-H	29	49%	51%	0%	0,95	0,33	0,73	0,74	0,17
H-H	53	19%	71%	10%	0,95	0,48	0,8	0,60	0,22
VH-L	27	0%	100%	0%	0,95	0,37	0,65	0,50	0,11
VH-M	54	0%	93%	7%	0,95	0,38	0,95	0,50	0,17
VH-H	50	12%	82%	6%	0,95	0,36	0,6	0,56	0,12
L-VH	4	76%	24%	0%	0,95	0,37	0,65	0,88	0,20
M-VH	24	82%	17%	1%	0,95	0,38	0,57	0,91	0,19
H-VH	28	68%	32%	0%	0,95	0,41	0,75	0,84	0,25
VH-VH	23	28%	68%	4%	0,95	0,36	0,65	0,64	0,14

Tabla 51: Características y coeficientes de las RBT.

El primer de los coeficientes a estimar es el coeficiente de factor de huecos o vacíos. Siguiendo el mismo razonamiento propuesto para las superficies industriales, se va a asumir que existe un error al obtener las superficies residenciales a partir de las geometrías vectoriales catastrales. De nuevo, este error será estimado en un 5%. En el caso del coeficiente de sombreado, los valores encontrados en la revisión de otros estudios son muy variados, desde un 10% hasta un 50% de área sombreada, dependiendo siempre del tipo de estructuras y del país o zona de estudio. Es muy importante a la hora de buscar estos valores, ya que la latitud de la zona de estudio afecta de gran forma en el resultado de sombreado, siendo el área sombreada mayor a medida que crecen las latitudes, de tal forma que un estudio realizado en los países nórdicos no podría servir como referencia en los valores, aunque sí en la metodología. En [29] se realizó un estudio detallado de las horas de sombra a lo largo de un mes mediante cálculos geométricos con modelos digitales del terreno. Este trabajo estudia la zona de España en su totalidad, empleando la misma división de municipios en función de su RBT, y es una referencia en el territorio nacional a la hora de calcular superficies efectivas fotovoltaicas. Por otra parte, el coeficiente de instalación toma diferentes nombres y valores en función del autor. En el caso de [29], el coeficiente oscila entre 0.57 y 0.92 en función de la RBT. Recordemos que este valor se ve influido por la ocupación de la cubierta por otros elementos. Debido a su cálculo exhaustivo en ámbito nacional y a emplear

la misma división de municipios con el mismo número de RBT, se ha considerado los valores de los coeficientes de sombreado e instalación del estudio [29] como referencia para este trabajo. De esta forma, a cada RBT se le asocia el valor obtenido en dicho estudio. Finalmente está el coeficiente de orientación. En el caso de las cubiertas planas, este coeficiente obtiene un valor unidad, siguiendo el mismo razonamiento propuesto que para las superficies industriales. Para las cubiertas tanto a dos como a cuatro aguas, se considera que la pendiente no juega un papel muy importante, asumiendo que la pendiente puede ser contrarrestada con el uso de estructuras de inclinación siempre y cuando fuera necesario. Por otro lado, se considera que las cubiertas tienen de media un 50% de superficie orientada al sur ([31] [32]), de tal forma que se reduce a la mitad la superficie útil para este tipo de cubiertas. Así, el coeficiente de orientaciones se calcula ponderando el valor para cada cubierta con la cantidad de cubiertas en cada RBT.

En la Tabla 51 se refleja el valor de los coeficientes para cada tipo de RBT así como el factor de utilización final. A partir de los factores de utilización, se puede pasar a calcular la superficie efectiva correspondiente a las superficies categorizadas como residenciales. En la Tabla 52 se muestran los resultados tanto a nivel provincial como a nivel comarcal, mientras que en la Figura 25 se puede visualizar la información por municipios en forma de mapa y en el Anexo adjunto en formato de tabla.

	Superficie total (km ²)	Superficie útil disponible (km ²)	% respecto al total	Superficie útil disponible por superficie poblacional (m ² /m ²)	Superficie útil disponible por habitante (m ² /hab.)
Valencia	93,36	20,31	22%	0,00188	7,83
La Ribera Alta	11,81	2,79	24%	0,00288	12,55
València	15,10	3,04	20%	0,02227	3,79
L'Horta Oest	8,91	2,02	23%	0,01125	5,63
El Camp de Túria	10,15	2,23	22%	0,00271	13,44
La Safor	8,04	1,65	21%	0,00385	9,50
L'Horta Nord	7,38	1,50	20%	0,01069	6,50
L'Horta Sud	5,17	1,05	20%	0,00629	5,78
La Vall d'Albaida	5,11	1,07	21%	0,00148	12,25
La Ribera Baixa	3,96	0,80	20%	0,00287	9,90
El Camp de Morvedre	3,92	0,84	22%	0,00311	9,08
La Costera	3,60	0,76	21%	0,00145	10,63
La Hoya de Buñol	3,23	0,93	29%	0,00114	21,55
La Plana de Utiel-Requena	2,76	0,78	28%	0,00045	20,72
Los Serranos	1,62	0,30	19%	0,00021	18,59
La Canal de Navarrés	1,34	0,23	18%	0,00033	14,94
El Valle de Cofrentes-Ayora	0,96	0,24	25%	0,00021	24,72
El Rincón de Ademuz	0,31	0,06	19%	0,00015	25,39

	Superficie total (km2)	Superficie útil disponible (km2)	% respecto al total	Superficie útil disponible por superficie poblacional (m2/m2)	Superficie útil disponible por habitante (m2/hab.)
Alicante	85,72	19,60	23%	0,00337	10,43
El Baix Segura / La Vega Baja	22,04	4,69	21%	0,00490	12,99
L'Alacantí	13,80	3,17	23%	0,00471	6,45
La Marina Alta	14,81	4,09	28%	0,00538	22,96
El Baix Vinalopó	11,48	2,32	20%	0,00474	7,80
El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	7,22	1,51	21%	0,00189	8,89
La Marina Baixa	7,47	1,64	22%	0,00283	8,58
L'Alcoià	4,10	1,03	25%	0,00191	9,35
L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	2,80	0,67	24%	0,00104	12,76
El Comtat	1,99	0,48	24%	0,00128	17,13
Castellón	27,87	6,78	24%	0,00102	11,57
La Plana Baixa	8,20	1,85	23%	0,00305	9,62
La Plana Alta	9,89	2,61	26%	0,00273	10,19
El Baix Maestrat	5,19	1,32	26%	0,00108	16,07
L'Alcalatén	1,04	0,28	27%	0,00043	17,61
El Alto Palancia	1,81	0,39	22%	0,00040	16,28
L'Alt Maestrat	0,74	0,15	21%	0,00023	23,31
El Alto Mijares	0,55	0,08	15%	0,00013	21,71
Els Ports	0,44	0,08	19%	0,00009	19,29
Total Comunidad Valenciana	206,95	46,68	23%	0,00201	9,23

Tabla 52: Superficie útil disponible residencial por comarcas y provincias.

De igual forma que ocurre con la superficie industrial, la mayor parte de la superficie residencial tanto en la provincia de Valencia como en la provincia de Castellón se encuentra cerca de la costa, arropando las capitales de provincia. Sin embargo, en el caso de la provincia de Alicante sí que varía respecto de la superficie industrial. Ahora, los municipios con mayor superficie se extienden en su mayoría a lo largo de la Costa Blanca, aunque sigue habiendo algunos municipios de interior. De nuevo, la distribución de superficie útil disponible de tipo residencial, mostrada en la Figura 25, sigue la misma distribución que la superficie total, ya que, a pesar de que los coeficientes de reducción en este caso varían por municipios, las diferencias no son suficientes como para alterar la distribución de la superficie. Por otra parte, las tres provincias tienen aproximadamente el mismo porcentaje de superficie útil respecto de la superficie total, dejando a Valencia y Alicante con una superficie muy similar, mientras que Castellón queda por detrás. Teniendo en cuenta la extensión de las provincias, da como resultado que Alicante tiene el mayor porcentaje de

superficie ocupado, el triple que Castellón, mientras que Valencia tiene el doble de Castellón. Sin embargo, debido a su baja población y a tener en general pocos municipios con grandes edificios, Castellón se beneficia de una mayor superficie útil por habitante, muy parejo con Alicante, mientras que Valencia queda algo atrás debido a su mayor población y a las ciudades con grandes edificios.

Por otra parte, en la Tabla 53 se distribuye la superficie útil disponible por tamaño de municipio. De igual forma que con la superficie industrial, la mayor parte se concentra en municipios de más de 20.000 habitantes. Sin embargo, existen diferencias entre las distintas provincias. Castellón y Valencia siguen una distribución similar, con prácticamente la misma superficie en municipios de menos de 20.000 habitantes respecto de los de más de 20.000 habitantes, con un 51% y 48% respectivamente. Sin embargo, Alicante concentra la mayor parte de la superficie, un 67%, en municipios grandes de más de 20.000 habitantes.

	Superficie útil disponible (km ²)													
	Tamaño del municipio (hab.)													
	<= 1000		1001-5000		5001-10000		10001-20000		20001-50000		50001-100000		> 100000	
Alicante	0,43	2%	1,36	7%	1,99	10%	2,72	14%	6,16	31%	3,87	20%	3,07	16%
Castellón	0,63	9%	0,87	13%	1,32	20%	0,59	9%	1,64	24%	0,31	5%	1,42	21%
Valencia	0,83	4%	3,71	18%	2,49	12%	2,92	14%	5,39	27%	1,93	10%	3,04	15%
Total	1,89	4%	5,93	12%	5,81	12%	3,14	6%	13,19	26%	12,64	25%	7,53	15%

Tabla 53: Superficie útil disponible residencial por tamaño de municipio.

Tal y como se ha comentado en el apartado de análisis de información geográfica, la tipología de vivienda es importante a la hora de considerar un proyecto de autoconsumo, pues las viviendas unifamiliares o edificios de pequeño tamaño las más demandantes de este servicio. En la Tabla 54 se puede observar la distribución de la superficie efectiva en función del tipo de municipio y del tipo de vivienda. Efectivamente, y de acuerdo con

los resultados obtenidos en el Apartado 6.2.1, el grueso de superficie unifamiliar se concentra en municipios de entre 1.000 y 50.000 habitantes. Además, el porcentaje de vivienda unifamiliar y plurifamiliar pequeña es mayor a medida que disminuye el tamaño de municipio, por lo que los municipios de más de 50.000 habitantes tienen menor proyección de autoconsumo.

Tamaño municipio	Tipo de edificio							
	Unifamiliar		Plurifamiliar pequeña		Plurifamiliar grande		Plurifamiliar muy grande	
	Superficie útil disponible (km ²)	% del total	Superficie útil disponible (km ²)	% del total	Superficie útil disponible (km ²)	% del total	Superficie útil disponible (km ²)	% del total
<= 1000	1,07	56%	0,78	41%	0,04	2%	0,00	0%
1001-5000	3,78	64%	1,80	30%	0,35	6%	0,00	0%
5001-10000	3,45	59%	1,53	26%	0,76	13%	0,07	1%
10001-20000	3,92	63%	1,46	23%	0,80	13%	0,05	1%
20001-50000	7,37	56%	3,08	23%	2,57	20%	0,16	1%
50001-100000	3,10	51%	1,37	22%	1,47	24%	0,17	3%
> 100000	2,44	32%	1,39	18%	3,16	42%	0,53	7%

Tabla 54: Distribución de la superficie útil disponible residencial en función del tipo de edificio y tamaño municipal.

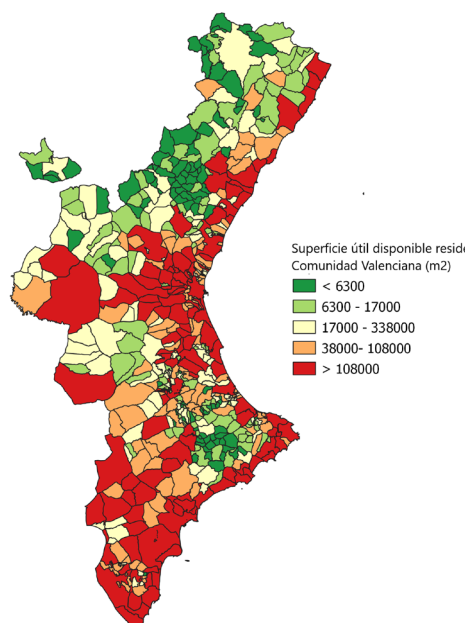


Figura 25: Superficie útil disponible residencial por municipios (m²). Fuente: elaboración propia

6.3.3. Resumen superficie útil disponible.

Una vez calculadas las superficies tanto industriales como residenciales por separado, debido a la diferencia a la hora de calcular los coeficientes de reducción, se obtienen los resultados de la suma de ambas superficies. El resultado global se puede observar en la Tabla 55 a nivel provincial y comarcal, así como en la Figura 26 a nivel municipal. Los resultados obtenidos son una combinación de los ya analizados. Se puede destacar que las provincias de Valencia y Castellón disponen de mayor porcentaje de superficie industrial, con un 62% y 66% respectivamente, mientras que Alicante cuenta ligeramente con mayor superficie útil disponible en en cubiertas de tipo residencial, con

un 54%. Efectivamente, tal y como se ha comentado en el apartado 7.1., se ha invertido la proporción, siendo mayor la superficie disponible industrial que la residencial, al contrario de lo que ocurría con la superficie total de cubierta. El motivo de esta inversión de porcentajes es la diferencia en el coeficiente de reducción, siendo de un 86% en superficies industriales y estando entre el 11% y 31% para superficies residenciales en función del municipio. Hay que destacar también que, tanto a nivel provincial como a nivel de comunidad, las casas de tipo unifamiliar son las que mayor superficie útil disponible aportan en el apartado residencial, con un 54% a nivel comunidad, siendo Alicante la provincia con mayor porcentaje de superficie unifamiliar.

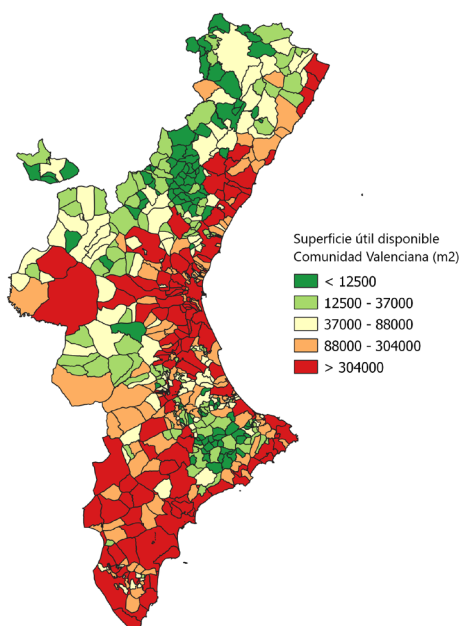


Figura 26: Superficie útil disponible por municipios. Fuente: elaboración propia

Comarcas	Superficie útil disponible (km2)	Superficie útil disponible residencial por habitante (km2/hab.)	Superficie útil disponible por uso y tipología de edificio (km2)											
			Industrial		Residencial								Total	
					Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande		Plurifamiliar muy grande			
Valencia	53,98	7,83	33,68	62%	9,86	49%	5,40	27%	4,60	23%	0,44	2%	20,31	38%
La Ribera Alta	7,15	12,55	4,36	61%	1,73	62%	0,75	27%	0,30	11%	0,01	0%	2,79	39%
València	4,08	3,79	1,05	26%	0,44	15%	0,63	21%	1,68	55%	0,28	9%	3,04	74%
L'Horta Oest	7,52	5,63	5,49	73%	0,85	42%	0,48	24%	0,67	33%	0,01	1%	2,02	27%
El Camp de Túria	5,78	13,44	3,55	61%	1,64	74%	0,44	20%	0,15	7%	0,00	0%	2,23	39%
La Safor	3,66	9,50	2,00	55%	0,75	45%	0,47	28%	0,37	22%	0,07	4%	1,65	45%
L'Horta Nord	4,04	6,50	2,54	63%	0,65	43%	0,47	31%	0,36	24%	0,02	1%	1,50	37%
L'Horta Sud	4,94	5,78	3,90	79%	0,44	42%	0,28	26%	0,33	31%	0,01	1%	1,05	21%
La Vall d'Albaida	3,99	12,25	2,92	73%	0,58	54%	0,37	35%	0,11	11%	0,00	0%	1,07	27%
La Ribera Baixa	2,73	9,90	1,94	71%	0,37	46%	0,25	31%	0,15	19%	0,03	4%	0,80	29%
El Camp de Morvedre	2,13	9,08	1,29	60%	0,43	51%	0,22	26%	0,19	22%	0,00	1%	0,84	40%
La Costera	2,10	10,63	1,33	64%	0,41	54%	0,25	33%	0,10	13%	0,00	0%	0,76	36%
La Hoya de Buñol	2,20	21,55	1,26	57%	0,64	68%	0,21	22%	0,09	9%	0,00	0%	0,93	43%
La Plana de Utiel-Requena	1,88	20,72	1,09	58%	0,47	60%	0,23	30%	0,08	10%	0,00	0%	0,78	42%
Los Serranos	0,74	18,59	0,44	59%	0,16	53%	0,13	44%	0,01	3%	0,00	0%	0,30	41%
La Canal de Navarrés	0,52	14,94	0,29	55%	0,14	60%	0,09	37%	0,01	3%	0,00	0%	0,23	45%
El Valle de Cofrentes-Ayora	0,39	24,72	0,15	38%	0,14	58%	0,09	38%	0,01	4%	0,00	0%	0,24	62%
El Rincón de Ademuz	0,14	25,39	0,08	59%	0,02	29%	0,04	68%	0,00	4%	0,00	0%	0,06	41%
Alicante	36,45	10,43	16,85	46%	12,22	62%	3,91	20%	3,11	16%	0,36	2%	19,60	54%
El Baix Segura	7,91	12,99	3,23	41%	3,05	65%	1,08	23%	0,53	11%	0,02	0%	4,69	59%
L'Alacantí	6,31	6,45	3,14	50%	1,57	50%	0,59	19%	0,83	26%	0,18	6%	3,17	50%
La Marina Alta	5,11	22,96	1,02	20%	3,00	73%	0,69	17%	0,37	9%	0,03	1%	4,09	80%
El Baix Vinalopó	4,86	7,80	2,54	52%	1,40	60%	0,34	15%	0,57	25%	0,01	1%	2,32	48%
El Vinalopó Mitjà	3,57	8,89	2,06	58%	1,00	66%	0,31	21%	0,19	13%	0,01	0%	1,51	42%
La Marina Baixa	2,21	8,58	0,57	26%	0,93	57%	0,34	21%	0,26	16%	0,10	6%	1,64	74%
L'Alcoià	3,32	9,35	2,29	69%	0,53	51%	0,25	24%	0,25	24%	0,00	0%	1,03	31%
L'Alt Vinalopó	1,74	12,76	1,07	61%	0,44	66%	0,14	21%	0,08	12%	0,01	1%	0,67	39%
El Comtat	1,42	17,13	0,94	66%	0,29	60%	0,16	33%	0,03	7%	0,00	0%	0,48	34%

Comarcas	Superficie útil disponible (km2)	Superficie útil disponible residencial por habitante (km2/hab.)	Superficie útil disponible por uso y tipología de edificio (km2)											
			Residencial											
			Industrial		Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande		Plurifamiliar muy grande		Total	
Castellón	20,16	11,57	13,38	66%	3,06	45%	2,09	31%	1,45	21%	0,18	3%	6,78	34%
La Plana Baixa	7,59	9,62	5,74	76%	0,88	47%	0,58	31%	0,39	21%	0,00	0%	1,85	24%
La Plana Alta	6,71	10,19	4,10	61%	1,11	43%	0,66	25%	0,68	26%	0,16	6%	2,61	39%
El Baix Maestrat	2,58	16,07	1,25	49%	0,67	50%	0,39	29%	0,26	19%	0,01	1%	1,32	51%
L'Alcalatén	1,77	17,61	1,49	84%	0,15	56%	0,09	31%	0,04	13%	0,00	0%	0,28	16%
El Alto Palancia	0,87	16,28	0,48	55%	0,14	36%	0,19	50%	0,05	14%	0,00	0%	0,39	45%
L'Alt Maestrat	0,34	23,31	0,19	55%	0,05	35%	0,08	53%	0,02	12%	0,00	0%	0,15	45%
El Alto Mijares	0,14	21,71	0,06	42%	0,03	32%	0,05	59%	0,01	9%	0,00	0%	0,08	58%
Els Ports	0,16	19,29	0,08	48%	0,03	33%	0,05	58%	0,01	9%	0,00	0%	0,08	52%
Comunidad Valenciana	110,60	9,23	63,91	58%	25,14	54%	11,39	24%	9,17	20%	0,98	2%	46,68	42%

Tabla 55: Resumen superficie útil disponible por provincias y comarcas

De entre todas las comarcas, El Camp de Túria (Valencia) y La Marina Alta (Alicante) se destacan por ser las dos comarcas con mayor porcentaje de superficie unifamiliar, con un 74 y 73%, mientras que tienen prácticamente la mayor superficie total unifamiliar, mientras que L'Horta Sud (Valencia) y L'Alcalatén (Castellón) sobresalen respecto al resto por tener el mayor porcentaje de superficie industrial, con un 79% y 84% respectivamente. Aunque cabe destacar que tanto L'Horta Oest (Valencia) como La Plana Baixa (Castellón), a pesar de tener un porcentaje menor de superficie útil industrial, tienen mayor superficie total industrial.

Si se comparan provincias, Valencia cuenta con prácticamente la mitad de toda la superficie útil de la

comunidad, mientras que Alicante cuenta con casi el doble que Castellón. La distribución municipal de esta superficie global sigue un patrón muy similar que analizando por separado. En las tres provincias la mayor cantidad de superficie se congrega junto a las capitales de provincia, extendiéndose además a lo largo de toda la costa de la comunidad.

A partir de la superficie útil disponible para uso fotovoltaico se han estimado los kWp de potencia que podrían instalarse en las cubiertas de la Comunidad Valencina, teniendo en cuenta condicionantes de dimensionamiento y diseño aplicados a distintos escenarios y configuraciones de instalación. Los resultados se muestran en la Tabla 56.

		Superficie disponible		Potencia instalada	
		m2	km2	kWp	GWp
Valencia	Residencial	20.306.737,80	20,31	2.571.602,80	2,6
	Industrial	33.676.180,90	33,68	4.181.639,00	4,2
	Total provincial	53.982.918,70	53,98	6.753.241,80	6,8
Alicante	Residencial	19.598.799	19,60	2.552.503,70	2,6
	Industrial	16.852.899,60	16,85	2.092.658,40	2,1
	Total provincial	36.451.698,60	36,45	4.645.162,10	4,6
Castellón	Residencial	6.777.364	6,78	904.686,30	0,9
	Industrial	13.384.845,70	13,38	1.662.023,20	1,7
	Total provincial	20.162.209,20	20,16	2.566.709,50	2,6
Comunidad Valenciana	Residencial	46.682.900,20	46,68	6.028.792,90	6,0
	Industrial	63.913.926,20	63,91	7.936.320,50	7,9
	Total provincial	110.596.826,40	110,60	13.965.113,40	14,0

Tabla 56: Potencia instalada a partir de la superficie útil disponible

6.4. Cálculo de generación fotovoltaica anual.

El siguiente paso, una vez se ha calculado la superficie útil disponible en todo el territorio, es el cálculo de la energía media anual por municipios a partir de la siguiente fórmula:

$$E_{pv} = \eta_{mod} \cdot PR \cdot A_e \cdot I_{ma}$$

En la fórmula anterior, η_{mod} representa la eficiencia del módulo fotovoltaico. PR, siglas de performance ratio, es el rendimiento global de la instalación, donde se incluyen pérdidas por temperatura, polvo y suciedad, inversor, degradación, cableado... A_e es el área efectiva fotovoltaica, obtenida a partir de la superficie disponible calculada en el apartado anterior y la aplicación de diferentes coeficientes de ajuste. Finalmente, I_{ma} es la radiación media anual.

Respecto al ajuste de la superficie disponible a la superficie efectiva fotovoltaica, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aplicación de coeficientes geométricos de dimensionamiento según diferentes configuraciones de instalación sobre cubierta plana/inclinada, ajustes por inclinación de cubierta y corrección de orientación, de acuerdo con especificaciones técnicas de IDAE, para inclinación óptima de paneles.
- Escenarios de análisis residencial e industrial, considerando para cada una de las 16 categorías municipales analizadas coeficientes específicos en base a la distribución porcentual de cubiertas de cada tipología (plana dos aguas, cuatro aguas).
- Coeficientes de ajuste por factor de huecos y criterios de instalación.

En la Figura 27 se puede observar la radiación solar media anual para la Comunidad Valenciana, calculada para la inclinación óptima de los paneles solares y expresada en kWh/m². Esta radiación (GTI - Global Irradiation at Optimum Tilt) es menos restrictiva que la radiación solar directa (DNI - Direct Normal Irradiation), sin embargo, debido a la presencia de tantas cubiertas a dos o cuatro aguas sumado a la necesidad en muchos de los casos del empleo de estructuras de inclinación en las cubiertas planas, resulta más adecuado la utilización de este valor.

Los datos para la radiación mostrados en la Figura 27 han sido obtenidos de la plataforma SOLARGIS. La ventaja de utilización de esta base de datos es principalmente la posibilidad de importar los valores al programa SIG, de manera que se dispone de valores georreferenciados para la radiación. De esta forma, en lugar de emplear un valor común de radiación para todas las superficies, es posible asignar a cada superficie de cubierta un valor único de radiación en función de su localización. Así, a igualdad de rendimiento, las superficies de cubiertas situadas en zonas a menor nivel del mar y situadas más al sur, generan más energía por metro cuadrado, tal y como se muestra en la Figura 27.

En la actualidad existen numerosas tecnologías detrás de los módulos fotovoltaicos, como por ejemplo silicio mono o policristalino, láminas de capa fina de silicio amorfo, de telurio de cadmio, de cobre o células orgánicas. Existiendo tantas tecnologías es complicado escoger un rendimiento que sea representativo de todas las tipologías. Sin embargo, en el año 2020, más del 90% de la producción fotovoltaica mundial fue mediante módulos de silicio, tanto monocristalinos como policristalinos [33]. Debido a esto, se escoge esta tecnología como el punto de partida para obtener un rendimiento representativo. Hay que tener en cuenta que el rendimiento de las células fotovoltaicas es mayor en ensayos de laboratorio que en actuaciones reales. Para células comerciales, el rendimiento de las células de silicio oscila en el rango de 18% a 22% [34].

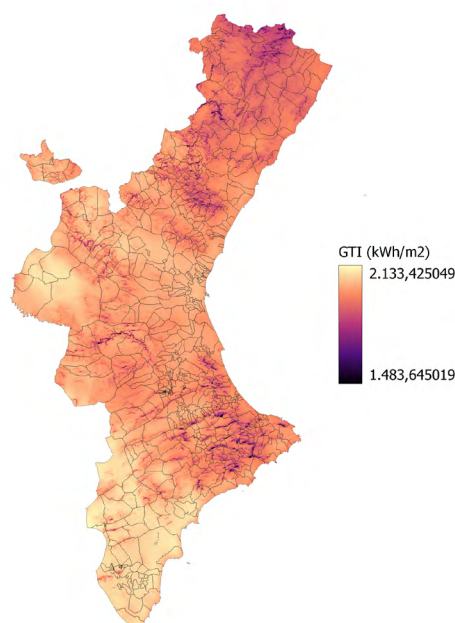


Figura 27: Radiación solar media anual en kWh/m² a la inclinación óptima. Fuente: elaboración propia

A la hora de estimar el valor de la eficiencia global de sistema, PR, se debe de tener en cuenta multitud de factores como la temperatura de funcionamiento, el polvo y suciedad acumulada en el módulo, el ángulo de inclinación, la eficiencia del inversor, la degradación de las células, el cableado... y un sinnúmero de elementos a tener en cuenta. De entre todos ellos, los que más influencia tienen son la temperatura de trabajo, la eficiencia del inversor y la acumulación de polvo y suciedad en el módulo. Las pérdidas por temperatura de trabajo corresponden con la potencia perdida por cada grado de temperatura al que trabaja la placa por encima de su temperatura de diseño (25°C). Así, las pérdidas asociadas a la temperatura son de un 7,2% aproximadamente. Por otra parte, existen numerosos estudios que realizan modelos relacionando las pérdidas con la suciedad y el ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos. Estos estudios obtienen pérdidas entre el 7% y el 10% aproximadamente. En este caso se ha optado por un valor intermedio, un 8% de pérdidas.

Finalmente, las pérdidas asociadas al inversor varían entre un 5%-15% aproximadamente. De nuevo, cogiendo un valor intermedio, se establece el valor de pérdidas en el inversor en un 10%. Teniendo en cuenta estos valores de pérdidas, el valor obtenido para PR es $PR = 0,768 \approx 77\%$.

Una vez definidos todas las variables de la fórmula, se calcula el potencial fotovoltaico anual. En la Tabla 57 se muestran los resultados a nivel provincial y comarcal, mientras que en el anexo adjunto y en la Figura 28 se muestran a nivel municipal. Las conclusiones que se pueden obtener de los resultados son muy similares a las analizadas para la superficie útil disponible, destacando como áreas con mayor potencial energético los municipios de la franja litoral, las capitales de provincia y municipios de su entorno, las comarcas localizadas al sur y oeste de la provincia de Alicante y grandes municipios de interior de Valencia, tales como Utiel y Requena.

Comarcas	Producción energética anual total (GWh)	Producción residencial anual por habitante (kWh/hab.)	Producción anual total por superficie municipal (kWh/m ²)	Producción energética anual fotovoltaica (GWh) por uso y tipología de edificio											
				Residencial											
				Industrial		Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande		Plurifamiliar muy grande		Total	
Valencia	10.763	1.609,7	1,0	6.591	61%	2.072	50%	1.121	27%	895	21%	84	2%	4.172	39%
La Ribera Alta	1.438	2.651,2	1,5	848	59%	369	63%	158	27%	61	10%	2	0%	590	41%
València	775	710,0	5,7	207	27%	83	15%	118	21%	314	55%	53	9%	568	73%
L'Horta Oest	1.484	1.124,8	8,3	1.080	73%	173	43%	96	24%	132	33%	3	1%	404	27%
El Camp de Túria	1.157	2.774,5	1,4	697	60%	339	74%	90	20%	31	7%	0	0%	460	40%
La Safor	737	2.029,0	1,7	384	52%	164	47%	102	29%	75	21%	12	3%	353	48%
L'Horta Nord	796	1.284,2	5,7	499	63%	130	44%	94	32%	70	23%	4	1%	297	37%
L'Horta Sud	965	1.100,3	5,8	766	79%	84	42%	53	26%	61	31%	1	1%	199	21%
La Vall d'Albaida	796	2.592,9	1,1	569	71%	123	54%	81	36%	22	10%	0	0%	227	29%
La Ribera Baixa	544	2.068,5	2,0	378	69%	78	47%	52	31%	30	18%	7	4%	166	31%
El Camp de Morvedre	426	1.885,0	1,6	251	59%	91	52%	46	26%	38	21%	1	1%	175	41%
La Costera	416	2.194,0	0,8	258	62%	86	54%	52	33%	19	12%	1	0%	158	38%
La Hoya de Buñol	447	4.631,5	0,5	246	55%	137	69%	45	22%	18	9%	0	0%	201	45%
La Plana de Utiel-Requena	393	4.568,7	0,2	220	56%	105	61%	51	30%	16	9%	0	0%	173	44%
Los Serranos	163	4.752,6	0,1	86	53%	40	52%	34	45%	3	3%	0	0%	77	47%
La Canal de Navarrés	110	3.490,4	0,2	56	50%	33	60%	20	37%	2	3%	0	0%	55	50%
El Valle de Cofrentes-Ayora	84	5.636,8	0,1	29	34%	32	58%	21	38%	2	3%	0	0%	55	66%
El Rincón de Ademuz	31	6.575,8	0,1	16	53%	4	28%	10	68%	1	4%	0	0%	15	47%

Comarcas	Producción energética anual total (GWh)	Producción residencial anual por habitante (kWh/hab.)	Producción anual total por superficie municipal (kWh/m2)	Producción energética anual fotovoltaica (GWh) por uso y tipología de edificio											
				Industrial		Residencial								Total	
						Unifamiliar		Plurifamiliar pequeño		Plurifamiliar grande		Plurifamiliar muy grande			
Alicante	8.092	2.516,3	1,4	3.361	42%	2.906	61%	938	20%	791	17%	95	2%	4.730	58%
El Baix Segura / La Vega Baja	1.804	3.203,2	1,9	649	36%	750	65%	267	23%	134	12%	5	0%	1.156	64%
L'Alacantí	1.480	1.723,0	2,2	633	43%	415	49%	158	19%	225	27%	49	6%	847	57%
La Marina Alta	1.035	4.719,1	1,4	194	19%	616	73%	142	17%	76	9%	7	1%	841	81%
El Baix Vinalopó	1.112	2.015,0	2,3	512	46%	366	61%	81	14%	150	25%	3	1%	600	54%
El Vinalopó Mitjà / El Vinalopó Medio	798	2.244,8	1,0	417	52%	248	65%	81	21%	51	13%	2	0%	381	48%
La Marina Baixa	499	2.033,3	0,9	111	22%	217	56%	79	20%	65	17%	27	7%	388	78%
L'Alcoià	700	2.260,0	1,3	451	64%	124	50%	61	24%	63	25%	1	0%	249	36%
L'Alt Vinalopó / Alto Vinalopó	381	3.159,3	0,6	215	56%	109	65%	35	21%	21	12%	1	1%	166	44%
El Comtat	282	3.646,9	0,8	180	64%	62	60%	34	33%	7	7%	0	0%	102	36%
Castellon	4.026	2.481,8	0,6	2.572	64%	659	45%	442	30%	315	22%	37	3%	1.454	36%
La Plana Baixa	1.537	2.234,6	2,5	1.107	72%	204	48%	133	31%	92	21%	1	0%	430	28%
La Plana Alta	1.345	2.165,8	1,4	790	59%	238	43%	140	25%	144	26%	33	6%	555	41%
El Baix Maestrat	506	3.283,1	0,4	236	47%	136	50%	78	29%	54	20%	3	1%	271	53%
L'Alcalatén	342	3.564,6	0,5	285	84%	31	56%	18	31%	7	13%	0	0%	56	16%
El Alto Palancia	172	3.297,5	0,2	93	54%	29	36%	39	50%	11	14%	0	0%	79	46%
L'Alt Maestrat	67	4.726,1	0,1	36	53%	11	35%	16	53%	4	13%	0	0%	31	47%
El Alto Mijares	27	4.017,5	0,0	11	42%	5	31%	9	59%	2	10%	0	0%	15	58%
Els Ports	30	3.636,2	0,0	15	48%	5	33%	9	58%	1	9%	0	0%	16	52%
Total Comunidad Valenciana	22.881	2.047,7	1,0	12.524	55%	5.637	54%	2.502	24%	2.002	19%	216	2%	10.356	45%

Tabla 57: Potencial de producción fotovoltaica anual por provincias y comarcas

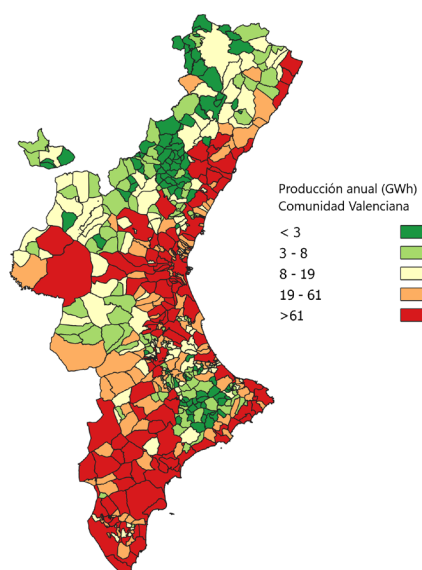


Figura 28: Producción fotovoltaica anual (GWh) por municipio

Tal y como puede apreciarse, la provincia de Valencia es la que presenta un mayor potencial de generación fotovoltaica con más de 10.700 GWh anuales, concentrándose un 60% del total de la capacidad productiva en el sector industrial. El potencial fotovoltaico de la provincia de Castellón está entorno a los 4000 GWh anuales, correspondiendo un 64% a zonas industriales. Finalmente, en la provincia de Alicante podrían generarse hasta 8000 GWh anuales, vinculándose el 58% de la capacidad productiva a edificios residenciales.

En la Figura 29 se muestra el potencial de producción fotovoltaica residencial por habitante. Al contrario de

lo que ocurre con la generación total anual, los valores más altos se alcanzan en municipios de interior. Los municipios con mayor generación por habitante coinciden prácticamente en su totalidad con los municipios analizados en el apartado 6.2 y que se encuentran en riesgo de despoblación. Efectivamente, como ya se ha comentado, a pesar de que disponen poca superficie total, el bajo número de habitantes unido al riesgo de despoblación hacen que la generación por habitante sea muy alta. Por lo tanto, a pesar de que individualmente es un buen indicativo, si se analizan todos los indicadores en conjunto, estos municipios tendrían un bajo potencial de desarrollo del autoconsumo.

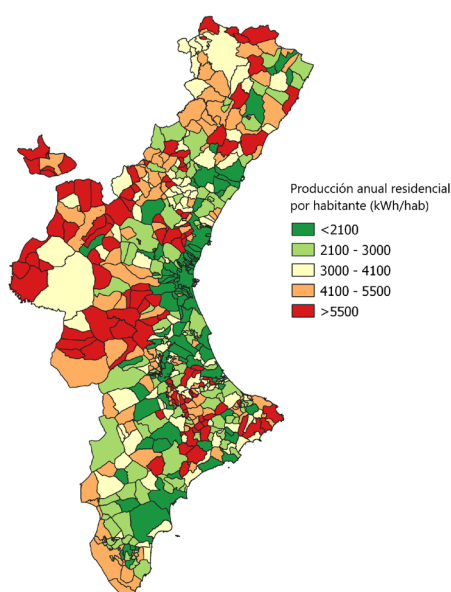


Figura 29: Producción fotovoltaica anual residencial por habitante y por municipio. Fuente: elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 58 se muestra el potencial de generación estimado a nivel provincial de los diferentes servicios públicos ya mencionados en el análisis geográfico, mientras que en el Anexo adjunto se muestra la suma de los servicios públicos a nivel municipal. Tal y como puede

apreciarse, destaca la producción energética asociada a edificaciones de uso docente, sanitario y deportivo, debido a la cantidad de edificios de esta tipología y a la superficie de cubierta que estos disponen.

Producción energética anual (kWh) servicios públicos							
Provincias	Administración e instituciones	Deportivo	Cultural	Docente	Asistencial	Sanitario	Total
Valencia	10.358.378	40.467.192	1.671.823	98.679.799	993.281	19.952.588	172.123.061
Alicante	5.104.528	28.501.457	640.368	67.928.359	311.018	18.257.795	120.743.525
Castellon	2.233.529	10.297.451	1.050.724	20.138.155	264.664	5.861.242	39.845.765
Comunidad Valenciana	17.696.435	79.266.100	3.362.915	186.746.314	1.568.963	44.071.624	332.712.351

Tabla 58: Generación potencial de los diferentes sectores públicos

07.

Estudio de necesidades

A partir de los resultados extraídos en los apartados anteriores y a modo de síntesis y conclusión del estudio, se pretende hacer un balance de la necesidad final de aprovechamiento de la capacidad de producción fotovoltaica de los edificios de la Comunidad Valenciana. Para ello, se analizarán de forma conjunta los diferentes indicadores obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Desde el punto de vista socioeconómico, se han analizado los principales factores e indicadores clave que pueden determinar la mayor o menor penetración del autoconsumo individual y la constitución de comunidades energéticas locales basados en autoconsumo colectivo en la sociedad valenciana. Por su parte, en el análisis geográfico-energético se ha analizado la distribución de la superficie potencialmente aprovechable tanto a nivel regional como provincial, comarcal y municipal, considerando la influencia de factores tales como el tipo de entorno (interior, costa, grandes ciudades...), el tamaño del municipio o la tipología de edificio (unifamiliar, plurifamiliar, industrial).

Con el fin de poder extraer conclusiones cualitativas en distintos municipios a partir de los resultados obtenidos en la presente memoria, se han fijado una serie de indicadores, expresados en la Tabla 59. Estos indicadores

buscan determinar:

- Si una localidad es favorable o desfavorable al aprovechamiento de la generación fotovoltaica para autoconsumo, ya sea en entorno residencial o industrial.
- Aquellos municipios en los que por mayor probabilidad de pobreza energética el autoconsumo colectivo resulta de mayor necesidad.
- Aquellos municipios en los que es necesario cierto apoyo en la financiación de las instalaciones de autoconsumo en entorno residencial.
- Si puede existir una mayor tendencia en el sector residencial al desarrollo del autoconsumo individual o colectivo.
- Riesgo de despoblamiento.
- Potencial de autoconsumo en edificios públicos.

Indicador	Valor	Condiciones		
		Métrica	Valor	
Potencial de autoconsumo colectivo en sector residencial	Muy alto	Distribución porcentual de potencial en tipología plurifamiliarpequeño en municipio (%)	>	23%
		Potencial fotovoltaico en tipología plurifamiliar pequeño (GWh)	>	1,04 (<1.000 hab.) 3,31 (1.000-5.000 hab.) 7,43 (5.000-10.000 hab.) 11,69 (10.000-20.000 hab.) 17,89 (20.000-50.000 hab.) 31,57 (50.000-100.000 hab.) 91,56 (>100.000 hab.)
		Riesgo de despoblamiento	=	Sin riesgo

Indicador	Valor	Condiciones		
		Métrica	Valor	
Potencial de autoconsumo colectivo en sector residencial	Alto	Distribución porcentual de potencial en tipología plurifamiliar pequeño en municipio (%)	>	23%
		Potencial fotovoltaico en tipología plurifamiliar pequeño (GWh)		0,29 < X < 1,04 (<1.000 hab.) 1,40 < X < 3,31 (1.000-5.000 hab.) 3,69 < X < 7,43 (5.000-10.000 hab.) 6,99 < X < 11,69 (10.000-20.000 hab.) 7,88 < X < 17,89 (20.000-50.000 hab.) 16,55 < X < 31,57 (50.000-100.000 hab.) 58,90 < X < 91,56 (>100.000 hab.)
		Riesgo de despoblamiento	=	Moderado o sin riesgo
	Medio	Potencial fotovoltaico en tipología plurifamiliar pequeño (GWh)	<	0,29 (<1.000 hab.) 1,40 (1.000-5.000 hab.) 3,69 (5.000-10.000 hab.) 6,99 (10.000-20.000 hab.) 7,88 (20.000-50.000 hab.) 16,55 (50.000-100.000 hab.) 58,90 (>100.000 hab.)
		Distribución porcentual de potencial en tipología plurifamiliar en municipio (%)	>	23%
	Bajo	Distribución porcentual de potencial en tipología plurifamiliar en municipio (%)	<	23%
Potencial de autoconsumo Individual en sector residencial	Muy alto	Potencial fotovoltaico en tipología unifamiliar (GWh)	>	1,38 (<1.000 hab.) 6,67 (1.000-5.000 hab.) 17,39 (5.000-10.000 hab.) 31,87 (10.000-20.000 hab.) 44,87 (20.000-50.000 hab.) 82,25 (50.000-100.000 hab.) 175,25 (>100.000 hab.)
		Distribución porcentual de potencial en tipología unifamiliar en municipio (%)	>	40%
	Alto	Potencial fotovoltaico en tipología unifamiliar (GWh)		0,28 < X < 1,38 (<1.000 hab.) 2,72 < X < 6,67 (1.000-5.000 hab.) 5,88 < X < 17,39 (5.000-10.000 hab.) 12,13 < X < 31,87 (10.000-20.000 hab.) 15,63 < X < 44,87 (20.000-50.000 hab.) 31,43 < X < 82,25 (50.000-100.000 hab.) 100,68 < X < 175,25 (>100.000 hab.)
		Distribución porcentual de potencial en tipología unifamiliar en municipio (%)	>	40%
	Medio	Potencial fotovoltaico en tipología unifamiliar (GWh)	<	0,28 (<1.000 hab.) 2,72 (1.000-5.000 hab.) 5,88 (5.000-10.000 hab.) 12,13 (10.000-20.000 hab.) 15,63 (20.000-50.000 hab.) 31,43 (50.000-100.000 hab.) 100,68 (>100.000 hab.)
		Distribución porcentual de potencial en tipología unifamiliar en municipio (%)	>	40%
	Bajo	Distribución porcentual de potencial en tipología unifamiliar en municipio (%)	<	40%
		Distribución porcentual de potencial en tipología unifamiliar en municipio (%)	<	40%

Indicador	Valor	Condiciones		
		Métrica		Valor
Potencial de autoconsumo en sector industrial	Muy alto	Distribución porcentual de potencial en uso Industrial en municipio (%)	>	32%
		Potencial fotovoltaico en industria (GWh)	>	2,77 (<1.000 hab.) 13,51 (1.000-5.000 hab.) 42,00 (5.000-10.000 hab.) 67,89 (10.000-20.000 hab.) 104,52 (20.000-50.000 hab.) 161,29 (50.000-100.000 hab.) 356,21 (>100.000 hab.)
	Alto	Distribución porcentual de potencial en uso Industrial en municipio (%)	>	32%
		Potencial fotovoltaico en industria (GWh)		0,29 < X < 2,77 (<1.000 hab.) 3,10 < X < 13,51 (1.000-5.000 hab.) 12,79 < X < 42,00 (5.000-10.000 hab.) 20,01 < X < 67,89 (10.000-20.000 hab.) 29,70 < X < 104,52 (20.000-50.000 hab.) 64,76 < X < 161,29 (50.000-100.000 hab.) 265,29 < X < 356,21 (>100.000 hab.)
	Medio	Distribución porcentual de potencial en uso Industrial en municipio (%)	>	32%
		Potencial fotovoltaico en industria (GWh)	<	0,29 (<1.000 hab.) 3,10 (1.000-5.000 hab.) 12,79 (5.000-10.000 hab.) 20,01 (10.000-20.000 hab.) 29,70 (20.000-50.000 hab.) 64,76 (50.000-100.000 hab.) 265,29 (>100.000 hab.)
	Bajo	Distribución porcentual de potencial en uso Industrial en municipio (%)	<	32%
Potencial de autoconsumo colectivo en servicios públicos	Muy alto	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	<	Generación servicios públicos (MWh/año)
		Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)	>	59,95 (<1.000 hab.) 302,55 (1.000-5.000 hab.) 862,38 (5.000-10.000 hab.) 1199,88 (10.000-20.000 hab.) 2481,10 (20.000-50.000 hab.) 5729,99 (50.000-100.000 hab.) 21360,66 (>100.000 hab.)
	Alto	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	<	Generación anual servicios públicos (MWh/año)
		Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)		10,48 < X < 59,95 (<1.000 hab.) 96,61 < X < 302,55 (1.000-5.000 hab.) 320,18 < X < 862,38 (5.000-10.000 hab.) 538,28 < X < 1199,88 (10.000-20.000 hab.) 1099,93 < X < 2481,10 (20.000-50.000 hab.) 3528,41 < X < 5729,99 (50.000-100.000 hab.) 9468,64 < X < 21360,66 (>100.000 hab.)
	Medio	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	<	Generación anual servicios públicos (MWh/año)
		Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)	<	10,48 (<1.000 hab.) 96,61 (1.000-5.000 hab.) 320,18 (5.000-10.000 hab.) 538,28 (10.000-20.000 hab.) 1099,93 (20.000-50.000 hab.) 3528,41 (50.000-100.000 hab.) 9468,64 (>100.000 hab.)
	Bajo	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	>	Generación neta anual servicios públicos (MWh/año)

Indicador	Valor	Condiciones		
		Métrica	Valor	
Potencial de autoconsumo individual en servicios públicos	Muy alto	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	>	Generación anual servicios públicos (MWh/año)
		Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)	>	59,95 (<1.000 hab.) 302,55 (1.000-5.000 hab.) 862,38 (5.000-10.000 hab.) 1199,88 (10.000-20.000 hab.) 2481,10 (20.000-50.000 hab.) 5729,99 (50.000-100.000 hab.) 21360,66 (>100.000 hab.)
	Alto	Demanda anual servicios públicos(MWh/año)	>	Generación anual servicios públicos (MWh/año)
		Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)		10,48 < X < 59,95 (<1.000 hab.) 96,61 < X < 302,55 (1.000-5.000 hab.) 320,18 < X < 862,38 (5.000-10.000 hab.) 538,28 < X < 1199,88 (10.000-20.000 hab.) 1099,93 < X < 2481,10 (20.000-50.000 hab.) 3528,41 < X < 5729,99 (50.000-100.000 hab.) 9468,64 < X < 21360,66 (>100.000 hab.)
	Medio	Potencial fotovoltaico en servicios públicos (MWh)	<	10,48 (<1.000 hab.) 96,61 (1.000-5.000 hab.) 320,18 (5.000-10.000 hab.) 538,28 (10.000-20.000 hab.) 1099,93 (20.000-50.000 hab.) 3528,41 (50.000-100.000 hab.) 9468,64 (>100.000 hab.)
	Mixto	Demanda anual servicios públicos (MWh/año)	>	Generación anual servicios públicos (MWh/año)
Pobreza energética	Riesgo	Estimación de índice de pobreza energética (a nivel comunidad)	<	61
	No riesgo	Estimación de índice de pobreza energética (a nivel comunidad)	>	61
Necesidad de apoyo en financiación en sector residencial	Alto	Renta neta media por hogar (€/año)	<	23.267
	Medio	Renta neta media por hogar (€/año)		23.267 - 27.194
	Bajo	Renta neta media por hogar (€/año)	>	27.194
Riesgo de despoblamiento	Muy alto	Determinado a partir de seis indicadores demográficos: densidad de población, crecimiento demográfico en la última década, tasa de crecimiento vegetativo en la última década, índice de envejecimiento, índice de dependencia y tasa migratoria en la última década (Fuente: GVA)		Se cumplen simultáneamente los requisitos establecidos para todos los indicadores (fuente: GVA)
	Alto			Se alcanzan los requisitos en al menos cinco de los indicadores de despoblamiento. (fuente: GVA)
	Moderado			Se alcanzan los requisitos en al menos cuatro de los indicadores, o bien la población del municipio es igual o inferior a 100 habitantes (fuente: GVA)
	Sin riesgo			Cuando cumple los requisitos en un número menor de indicadores y la población supera los 100 habitantes. (fuente: GVA)

Indicador	Valor	Condiciones		
		Métrica		Valor
Promedio demanda energética residencial (kWh/vivienda y año)	Alta	Demanda anual (kWh/vivienda)	>	4.070
	Media	Demanda anual (kWh/vivienda)		3.456 - 4.070
	Baja	Demanda anual (kWh/vivienda)	<	3.456
Consumo energético industrial (MWh/m2 industri y año)	Alta	Consumo industrial anual (MWh/m2)	>	1.162
	Media	Consumo industrial anual (MWh/m2)		168 - 1.162
	Baja	Consumo industrial anual (MWh/m2)	<	168

Tabla 59: Indicadores de conclusiones cualitativas.

Los valores establecidos como valores límite de las métricas de la Tabla 59 se corresponden con los percentiles 25 y 75 de los datos para toda la comunidad de la métrica correspondiente. Por ejemplo, el dato de 23.275 €/año de renta neta media por hogar es el umbral a partir del cual se considera que es necesario apoyo en financiación para el desarrollo del autconsumo en el sector residencial, siendo que el 25% de los municipios de la Comunidad Valenciana

tienen una renta neta media por hogar igual o inferior a este valor.

A continuación, se presentan en la Tabla 60 los resultados de los indicadores cualitativos para aquellos municipios con mayor potencial fotovoltaico, clasificados por número de habitantes.

Municipio		Generación anual (GWh)	Potencial de auto-consumo colectivo en sector residencial	Potencial de autoconsumo individual en sector residencial	Potencial de auto-consumo en sector industrial	Potencial de auto-consumo colectivo en servicios públicos	Potencial de auto-consumo individual en servicios públicos	Pobreza energética	Necesidad de apoyo en financiación en sector residencial	Riesgo de despo- blamien- to	Demanda promedio resi- dencial (kWh/ vivienda)	De- manda prome- dio in- dustrial (MWh/ m2)
< 1.000 habitantes	Caudete de Las Fuentes	13,82	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	sin datos	Alto	Alto	sin datos	Baja
	Beneixida	13,56	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	sin datos	Bajo	Sin riesgo	sin datos	sin datos
	Rosell	13,27	Bajo	Bajo	Muy alto	Bajo	Alto	sin datos	Alto	Muy alto	sin datos	Baja
	Alpuente	12,27	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	sin datos	Alto	Muy alto	sin datos	sin datos
	Domeño	12,14	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	sin datos	Bajo	Sin riesgo	sin datos	Baja
1.000 – 5.000 habitantes	Beniparrell	123,26	Muy alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	sin datos	Bajo	Sin riesgo	sin datos	Alta
	Sant Joan de Moró	106,15	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Media
	Vilafamés	64,99	Muy alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	sin datos	Bajo	Sin riesgo	sin datos	Baja
	Sollana	60,30	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Media
	Agost	55,24	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	Riesgo	Medio	Sin riesgo	Alta	Media
5.000 – 10.000 habitantes	Almussafes	216,63	Medio	Medio	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Alta
	Cheste	119,27	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Media	Media
	L'Olleria	104,22	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Media	Media
	Buñol	101,59	Muy alto	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Media
	Banyeres de Mariola	99,77	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Media
10.000 – 20.000 habitantes	L'Alcora	288,84	Bajo	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	Riesgo	Medio	Sin riesgo	Alta	Media
	Silla	188,23	Alto	Bajo	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Alta
	Nules	144,84	Muy alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Media
	Chiva	138,17	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Baja
	Castalla	123,97	Bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Media	Media

Municipio		Generación anual (GWh)	Potencial de auto-consumo colectivo en sector residencial	Potencial de auto-consumo individual en sector residencial	Potencial de auto-consumo en sector industrial	Potencial de auto-consumo colectivo en servicios públicos	Potencial de auto-consumo individual en servicios públicos	Pobreza energética	Necesidad de apoyo en financiación en sector residencial	Riesgo de despo-lamiento	De-manda promedio residencial (kWh/vivienda)	De-manda promedio industrial (MWh/m2)
20.000 - 50.000 habitantes	Onda	404,78	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Media
	Riba-Roja de Túria	359,81	Bajo	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Baja	Alta
	Quart de Poblet	259,43	Alto	Bajo	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Alta	Alta
	Almassora / Almazora	255,69	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Alta
	Dénia	214,07	Bajo	Muy alto	Bajo	Bajo	Medio	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Baja	Media
> 50.000 habitantes	Alacant / Alicante	805,86	Bajo	Bajo	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Media
	Valencia	775,16	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Alta
	Elx / Elche	769,51	Bajo	Muy alto	Alto	Bajo	Alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Media	Alta
	Castelló de la Plana / Castellón de la Plana	580,26	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Alta
	Orihuela	451,18	Muy alto	Muy alto	Bajo	Bajo	Muy alto	No riesgo	Medio	Sin riesgo	Baja	Media
	Vila-Real / Villarreal	385,37	Alto	Alto	Muy alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Alta	Alta
	Paterna	382,73	Muy alto	Alto	Muy alto	Bajo	Alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Baja	Alta
	Sagunt / Sagunto	285,79	Alto	Bajo	Muy alto	Bajo	Medio	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Media	Media
	Torrevieja	276,99	Muy alto	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	No riesgo	Alto	Sin riesgo	Baja	Media
	Sant Vicent del Raspeig / San Vicente del Raspeig	255,28	Bajo	Muy alto	Alto	Bajo	Muy alto	No riesgo	Bajo	Sin riesgo	Baja	Alta

Tabla 60: Resultados cualitativos de municipios con mayor potencial fotovoltaico.



08.

Conclusiones

Para concluir el presente documento, se procede a analizar el trabajo realizado y los resultados obtenidos. En primer lugar, se ha presentado el marco regulatorio actual del autoconsumo y análisis de su situación actual y futura. En segundo lugar, se han presentado una serie de indicadores socioeconómicos que constituyen una herramienta para determinar las necesidades de autoconsumo (por pobreza energética), posibles tendencias (autoconsumo individual o colectivo) y viabilidad de utilizar la generación fotovoltaica para autoconsumo en base al estudio de demandas energéticas, considerando tanto entorno residencial como industrial y a provechamiento de las cubiertas de edificios públicos. Estos indicadores se han basado en: definir el perfil de autoconsumidor residencial que ha sido predominante y la tendencia que se espera; identificar aquellas industrias que son más electrointensivas; cuantificar las demandas residenciales, industriales y de servicios públicos a varios niveles (provincial, comarcal y municipal) y determinar el riesgo de pobreza energética. Posteriormente se ha realizado y presentado el análisis del potencial fotovoltaico en la Comunidad Valenciana, cuyos

resultados son tanto a nivel provincial, como comarcal y municipal. Este estudio se ha realizado a partir tanto de datos estadísticos como de herramientas digitales de análisis geográfico y energético, empleando bases documentales cartográficas y estadísticas. A partir de este estudio geográfico y energético se han obtenido una serie resultados que permiten determinar el potencial de generación fotovoltaica a nivel industrial, residencial y de servicios públicos. Todo ello constituye una herramienta de gran ayuda para obtener conclusiones acerca de donde localizar instalaciones de autoconsumo, en la modalidad individual y compartida, considerando tanto el potencial de generación como la tipología de usuarios, el uso y aprovechamiento de la generación, así como la necesidad de apoyar la financiación de estas instalaciones en determinadas áreas para poder promover el autoconsumo. Finalmente, y como prueba de ello, se han proporcionado conclusiones cualitativas de los municipios con mayor potencial de generación en base a los indicadores mencionados.

09.

Bibliografía

- [1] Comisión Europea, «Clean Energy for all Europeans package,» [En línea]. Available: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en. [Último acceso: 22 07 2021].
- [2] Unión Española Fotovoltaica (UNEF), «Informe anual,» 2020.
- [3] S. Ledo, «El autoconsumo en los hogares se triplica en el año de la pandemia del coronavirus,» 28 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.elperiodico.com/es/economia/20210128/autoconsumo-hogares-2020-coronavirus-11482711>.
- [4] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030,» 2020.
- [5] Red Eléctrica de España, «REData: potencia instalada,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>.
- [6] SOTYSOLAR, «<http://www.interempresas.net/Autoconsumo/Articulos/228875-Soty-Solar-analiza-cual-es-el-perfil-del-usuario-de-autoconsumo-electrico-espanol.html>,» 2018. [En línea].
- [7] S. E. Gurpo análisis e investigación, «Observatorio español de autoconsumo fotovoltaico,» 2019.
- [8] E.-S. y. M.Borgosz-Koczwara, «Profiling end user of renewable energy sources among residential consumers in Poland,» 2018.
- [9] R. y. K.Willis, «Willingness-to-pay for renewable energy: Primary and discretionary choice of British households for micro-generation technologies,» 2010.
- [10] G. B. c. E. C. European, «Residential Prosumers in the European Energy Union,» 2017.
- [11] IDAE, «Consumo de energía final,» [En línea]. Available: <http://sieeweb.idae.es/consumofinal/bal.asp?txt=Energ%EDa%20el%E9ctrica&tipbal=f&rep=1>. [Último acceso: 05 08 2021].
- [12] Instituto Nacional de Estadística, «Estadística estructural de empresas: sector industrial,» [En línea]. Available: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=6600&capsel=6601>. [Último acceso: 05 08 2021].
- [13] Ministerio para la Transición Ecológica, «Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024».
- [14] M. T. Costa-Campi, E. Jové-Llopis y E. Trujillo-Baute, «La pobreza energética en España: Aproximación desde una perspectiva de ingresos,» Madrid, 2019.
- [15] IVACE, «Certificación Energética de Edificios,» Generalitat Valenciana, [En línea]. Available: <https://gcee.aven.es/es/etiqueta-energetica>. [Último acceso: 20 Julio 2021].
- [16] Ministerio para la Transición Ecológica, IDAE y Ministerio de Fomento, «8vo Informe de Estado de la Certificación Energética de Edificios,» [En línea]. Available: https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Documentos/Documentos%20informativos/Informe_seguimiento_Certificacion_Energetica_Edificios_8-Diciembre_2019.pdf. [Último acceso: 21 Julio 2021].
- [17] Portal Estadístico de la Comunidad Valenciana, «Encuesta de condiciones de vida (ECV). Resultados para la Comunidad Valenciana 2019,» 27 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://pegv.gva.es/es/temas/sociedad/nivelcalidadycondicionesdevida/encuestadecondicionesdevida/resultadosparalacomunitatvalenciana>. [Último acceso: 21 Julio 2021].
- [18] Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, «Encuesta de Presupuestos Familiares. Gasto medio por hogar en 2020,» [En línea]. Available: <https://pegv.gva.es/es/temas/sociedad/nivelcalidadycondicionesdevida/encuestadecondicionesdevida/resultadosparalacomunitatvalenciana>. [Último acceso: 21 Julio 2021].

- [19] Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, «Indicadores de pobreza y condiciones de vida a nivel subregional. Riesgo de pobreza y/o exclusión social. Indicador AROPE 2015-2019,» [En línea]. Available: <https://pegv.gva.es/es/indicadores-de-pobreza-y-condiciones-de-vida-a-nivel-subregional>. [Último acceso: 21 Julio 2021].
- [20] Instituto Nacional de Estadística, «INEbase: Atlas de distribución de renta de los hogares,» [En línea]. Available: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=7132>. [Último acceso: 28 07 2021].
- [21] J. Arcas-Abella, A. Pagès-Ramon, A. R. Gutiérrez y A. B. Figuero, «Aproximación a la demanda energética residencial para calefacción en España,» 2018.
- [22] Eduardo de Santiago, «Segmentación del parque residencial de viviendas en España en clústeres tipológicos,» 2019.
- [23] Instituto Nacional de Estadística, «INEbase: Censos de Población y Viviendas 2011,» [En línea]. Available: <https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?type=pcaxis&path=/t20/e244/edificios/p04/&file=pcaxis&L=0>. [Último acceso: 28 07 2021].
- [24] Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, «Estimación del Consumo de Energía Eléctrica. Estimación del consumo de energía eléctrica según ramas de actividad,» [En línea]. Available: <https://pegv.gva.es/es/temas/industriaenergiamineriayconstruccion/energia/estimaciondelconsumodeenergiaelectrica>. [Último acceso: 05 Agosto 2021].
- [25] Portal Estadístico de la Generalitat Valenciana, «Estadística de empresas inscritas en la Seguridad Social. Empresas según sector de actividad,» [En línea]. Available: <https://pegv.gva.es/es/bdt>. [Último acceso: 08 Agosto 2021].
- [26] I. GVA, «https://icv.gva.es/auto/aplicaciones/icv_geocat/#/results,» [En línea].
- [27] R. Vardimon, «Assessment of the potential for distributed photovoltaic electricity production in Israel,» *Renewable Energy*, vol. 36, n° 2, pp. 591-594, 2011.
- [28] J. Schallenberg-Rodriguez, «Photovoltaic technological potential on roofs in the Canary Islands,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 20, pp. 219-239, 2013.
- [29] S. Izquierdo, M. Rodrigues y N. Fueyo, «A method for estimating the geographical distribution of the available roof surface area for large-scale photovoltaic energy-potential evaluations,» *Solar Energy*, vol. 82, n° 10, pp. 929-939, 2008.
- [30] J.Ordóñez, E.Jadraque, J.Alegre y G.Martínez, «Analysis of the photovoltaic solar energy capacity of residential rooftops in Andalusia,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, n° 7, pp. 2122-2130, 2010.
- [31] L. Bergamasco y P. Asinari, «Scalable methodology for the photovoltaic solar energy potential assessment based on available roof surface area: Application to Piedmont Region,» *Solar Energy*, vol. 85, n° 5, pp. 1041-1055, 2011.
- [32] L. Wiginton, H. Nguyen y J. Pearce, «Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy,» *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 34, n° 4, pp. 345-357, 2010.
- [33] Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE, «PHOTOVOLTAICS REPORT,» Freiburg, 2021.
- [34] Solar Energy Technologies Office, «energy.gov,» [En línea]. Available: <https://www.energy.gov/eere/solar/crystalline-silicon-photovoltaics-research>. [Último acceso: 26 agosto 2021].



10. Anexo

[ANEXO 1](#)

[ANEXO 2](#)