

URBANNEW

ZARAGOZA

Multi-stakeholder innovative and systemic solutions for urban regeneration:
Spain/Zaragoza

CINEA-H2020-NZC101036519



Abstract

This study supports the development of urban energy communities by analyzing both regulatory frameworks and practical implementation models within the city of Zaragoza. The work is structured into three main deliverables.

The first deliverable provides a comprehensive review of the European and Spanish regulatory landscapes governing energy communities, including directives on renewable energy and electricity markets. It outlines the legal and technical requirements for establishing and operating energy communities in Spain, details the roles of public administrations, and examines governance models. Recent case studies are also reviewed. The analysis concludes by identifying the need for greater alignment between national and EU regulations and recommends policy improvements to promote citizen engagement, energy efficiency, and the deployment of renewable energy.

The second deliverable evaluates participation models in urban energy communities, with a focus on characterizing energy generation and demand across different sectors and neighborhoods in Zaragoza. The analysis combines quantitative data and user profiling, supported by information from the Zaragoza City Council regarding the solar generation potential of municipal rooftops. Residential demand is estimated using a profiling tool that integrates data from the Datadis API, municipal records, and participation surveys. These insights help to understand energy usage patterns, the willingness of residents to participate in energy communities, and their preferred models of engagement. Off-peak consumption is also analyzed to refine demand profiles and enhance investment efficiency.

As part of this deliverable, two energy distribution scenarios were compared. The first scenario, which allocates energy based on each member's hourly consumption profile, proves to be more flexible and efficient, offering greater scalability for community implementation. In contrast, the second scenario distributes energy using fixed percentage allocations, which tends to generate higher surplus and requires a larger number of participants from the outset, making it a less viable option.

Building on these insights, the third deliverable further develops the analysis of the demand-based distribution model, evaluating its potential impact across different neighborhoods in Zaragoza. This final phase aims to identify and prioritize the most suitable areas for action, to optimize the planning and deployment of future urban energy communities.

ÍNDICE

Sumario

1 Contexto.....	6
2 Tareas.....	7
2.1 Tarea 9.1 Análisis regulatorio y modelos de gobernanza.....	7
2.2 Tarea 9.2 Caracterización de la demanda y generación y análisis de participación.....	12
2.2.1 Caracterización de generación y demanda.....	13
2.2.2. Análisis inicial de los escenarios de participación.....	16
2.3. Tarea 9.3 Análisis de impacto en diferentes escenarios de participación y priorización de acciones.....	17
2.3.1. Definición de los indicadores clave:.....	18
2.3.2 Consideraciones para la selección de ubicaciones potenciales:.....	19
2.3.3. Plan de Acción para el Ayuntamiento de Zaragoza.....	22
3 Lecciones aprendidas.....	24

Índice de tablas

Tabla 1 Ventajas y desventajas legales de las principales figuras jurídicas y participación de la administración pública.....	8
Tabla 2 Características CER Canet d'En Berenguer en la Comunidad Valenciana – Caso 1.....	9
Tabla 3 Características CER El Prat de Llobregat – Caso 2.....	10
Tabla 4 Características CER Gares- Puente La Reina - Caso 3.....	11
Tabla 5 Barreras en la implementación de comunidades energéticas.....	12
Tabla 6 Energía demandada frente a potencial de generación.....	15
Tabla 7 Grado de autoconsumo por sector.....	15

Índice de figuras

Figura 1 Resumen cronológico de la normativa relevante y modelos de gobernanza.....	8
Figura 2 Localización Comunidad Energética Canet d'En Berenguer – Caso.....	9
Figura 3 Localización CER El Prat de Llobregat - Caso 2.....	10
Figura 4 Localización Comunidad Energética Gares - Puente la Reina - Caso 3.....	11
Figura 5 Desglose de consumo energético total por barrio en el año 2023.....	14
Figura 6 Demanda eléctrica media diaria para cada sector en Zaragoza.....	14
Figura 7 Visualización generación-consumo y autoconsumo en el barrio Cartuja Baja.....	15
Figura 8 Escenario 1 de sincronización de la generación y demanda.....	16
Figura 9 Escenario 2 de sincronización de generación y demanda.....	17
Figura 10 Consumo frente a autoconsumo.....	19
Figura 11 Autosuficiencia frente a autoconsumo de cada barrio.....	20
Figura 12 Reducción de emisiones de CO2 por barrio.....	20
Figura 13 Ahorros generados según tipo de consumidor por barrio.....	21
Figura 14 Clasificación de barrios para creación de comunidades energéticas. Barrios con mayor puntuación (rojo); barrios con puntuación intermedia (naranja); barrios con puntuación baja (amarillo).....	22
Figura 15 Ranking de priorización de barrios.....	22

Acrónimo	Definición
API	Application Programming Interface
CCE	Comunidades Ciudadanas de Energía
CE	Comunidades de Energía
CCE	Comunidades Ciudadanas de Energía
CER	Comunidad Energética Renovable
CEL	Comunidad Energética Local
ECODES	Fundación Ecología y Desarrollo
FV	Fotovoltaico/a
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
ONG	Organización No Gubernamental
OTC	Oficina de Transformación Comunitaria
Power BI	Herramienta de visualización de datos de Microsoft
PVGIS	Photovoltaic Geographical Information System
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
TIR	Tasa Interna de Retorno
VE	Vehículo Eléctrico



Funded by
the European Union



Climate-KIC

NET
ZERO
CITIES

1 Contexto

En el marco del proyecto URBAN NEW, Zaragoza desarrolla un piloto centrado en el impulso de comunidades energéticas locales como herramienta clave para avanzar en la descarbonización del entorno urbano. El objetivo principal es establecer mecanismos de gobernanza y colaboración que faciliten su implementación, apoyados en una base estratégica y cuantitativa sólida. Este estudio piloto recopila indicadores clave de ahorro energético y económico, autosuficiencia, reducción de emisiones y demografía, todos ellos por sectores y barrios, lo que permitirá priorizar las intervenciones más efectivas.

Los datos generados guiarán la actuación de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) de Zaragoza, una iniciativa financiada por IDEA en torno al Plan de Recuperación y resiliencia territorial que brindará asesoría personalizada a ciudadanos y empresas. Se priorizarán los barrios con mayor potencial de éxito, fomentando la participación activa y el acceso a financiación, y estableciendo una base robusta para la creación de estrategias de gobernanza energética alineadas con la transición energética de la ciudad de Zaragoza.

Este piloto se integra plenamente en la estrategia de la Dirección General de Fondos Europeos del Ayuntamiento de Zaragoza, encargada de coordinar áreas clave como Urbanismo, Infraestructuras, Energía y Vivienda; Medio Ambiente y Movilidad; Economía y Transformación Digital; y Zaragoza Vivienda, con el objetivo de alcanzar la neutralidad climática en 2030.

Para ello, Zaragoza estructura su transformación en torno a cinco pilares fundamentales:

- 1 Proyectos de ciudad inteligente,
- 2 Movilidad sostenible e inteligente,
- 3 Eficiencia y energía renovable,
- 4 Agua y soluciones basadas en la naturaleza, y
- 5 Economía circular.

Dentro del tercer pilar, se priorizan acciones como el fomento del autoconsumo y las energías renovables, la rehabilitación de edificios, el uso eficiente de la energía y, de forma transversal, el desarrollo de comunidades energéticas como modelo de participación ciudadana e innovación local.

2 Tareas

2.1 Tarea 9.1 Análisis regulatorio y modelos de gobernanza

La Tarea 9.1 ha abordado un análisis exhaustivo del marco normativo europeo y nacional aplicable a las Comunidades de Energía (CE) y Comunidades Ciudadanas de Energía (CCE), con el objetivo de identificar las figuras jurídicas y modelos de gobernanza más apropiados para su despliegue en entornos urbanos, y particularmente en el contexto del proyecto piloto de Zaragoza.

Este trabajo ha contemplado la revisión de:

- Las principales figuras jurídicas actualmente disponibles en el ordenamiento español y las ventajas, limitaciones y requisitos legales asociados a cada una de ellas.
- El papel que puede desempeñar la administración pública local en estos procesos.

Figura Jurídica	Ventajas	Desventajas	Participación de la administración pública
Asociación	Gestión flexible, democracia interna, sin obligaciones económicas, buena para compromiso social.	No permite beneficios económicos; limitada para generar ingresos; requisitos fiscales específicos.	Puede participar en igualdad con ciudadanos, sin ánimo de lucro ni control mayoritario. Alta flexibilidad y sin aportaciones económicas obligatorias.
Cooperativa	Propiedad colectiva, participación democrática, beneficios fiscales, adaptable a la comunidad.	Propiedad colectiva, participación democrática, beneficios fiscales, adaptable a la comunidad.	Puede ser socio (incluso en cooperativas de segundo nivel). Aunque más compleja, es una opción sólida para administraciones públicas, manteniendo los beneficios dentro de la comunidad.
Sociedad Limitada Sin Ánimo de Lucro	Estructura clara, separación gestión-socios, posible acceso a beneficios fiscales.	Estructura clara, separación gestión-socios, posible acceso a beneficios fiscales.	Posible participación minoritaria (<40%). Permite canalizar proyectos comunitarios con financiación externa.

Consorcio Público-Privado-Ciudadano	Aúna recursos de varios sectores, ideal para grandes proyectos, fomenta innovación y sostenibilidad.	Alta complejidad de gestión; posibles conflictos entre entidades; sin ánimo de lucro si hay parte privada.	Colaboración con empresas energéticas para co-desarrollar, financiar y operar proyectos energéticos locales.
Distribuidora Eléctrica Pública	Control local de energía, impulso a renovables y equidad, alinea con políticas públicas.	Alta inversión inicial; dependiente de decisiones políticas; posible menor eficiencia operativa.	El ayuntamiento crea y gestiona una empresa energética pública para fomentar renovables y eficiencia energética.

Tabla 1 Ventajas y desventajas legales de las principales figuras jurídicas y participación de la administración pública

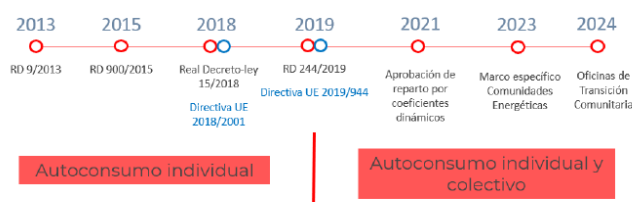
En la siguiente figura se muestra un resumen de la evolución normativa y los modelos de gobernanza que enmarcan el desarrollo de comunidades de energía renovable en España, destacando los hitos clave, las figuras jurídicas más adecuadas y el papel facilitador del Ayuntamiento.

Objetivo

Promover el despliegue de **comunidades de energía renovable** mediante el desarrollo de **mecanismos de gobernanza** y **esquemas de colaboración necesarios** para su óptima **implementación y aceptación**.



Análisis normativo y modelos de Gobernanza



Figuras jurídicas más convenientes

- Cooperativas
- Asociaciones

Rol del Ayuntamiento

- Promotor
- Cesión de cubiertas

Figura 1 Resumen cronológico de la normativa relevante y modelos de gobernanza

- Varios casos prácticos implementados en distintos municipios españoles, y que permiten extraer lecciones valiosas sobre la adaptación de los modelos de comunidad energética al contexto local.

Para el primer caso, en Canet d'En Berenguer, el uso de la figura de asociación ha resultado eficaz en un entorno rural gracias al liderazgo municipal, una gobernanza sencilla y la cesión directa de energía desde instalaciones públicas, lo que facilita la participación vecinal.

Tabla 2 Características CER Canet d'En Berenguer en la Comunidad Valenciana – Caso 1



Funded by
the European Union

Título	CEL Energia del Prat		
Ubicación	El Prat de Llobregat, Barcelona		
Entorno	Urbano	Nº de miembros	30
Forma Jurídica	Sociedad limitada de capital mixto sin ánimo de lucro	Actores	Ayuntamiento PYMES Ciudadanos
Descripción	Modelo de Gobernanza	Financiación	Tendencia Futura
Empresa público-comunitaria para prestar servicios energéticos a ciudadanía, empresas y ayuntamiento. Meta: cubrir todo el municipio con 2 MWp FV.	Composición: Ayuntamiento (40%), usuarios (20%), capital privado (40%). Participación voluntaria, entrada y salida sencilla.	300.000 €: 180.000 € Ayuntamiento (60.000 € cedidos a usuarios) y 120.000 € del tejido	Cesión de energía FV para hasta 500 usuarios domésticos o pequeñas empresas. Energía limpia y económica.
Rol Administración pública	Miembro fundador, promotor y facilitador		

Tabla 3 Características CER El Prat de Llobregat – Caso 2



Figura 3 Localización CER El Prat de Llobregat - Caso 2

Finalmente, en Gares–Puente la Reina, la cooperativa ha favorecido una implicación ciudadana profunda en un entorno rural cohesionado, con una estructura horizontal que promueve corresponsabilidad y equidad, y con el respaldo financiero de instituciones regionales y nacionales.

Título	Comunidad Energética Gares Bide		
Ubicación	Gares - Puente La Reina - Navarra		
Entorno	Rural	Nº de miembros	128
Forma Jurídica	Cooperativa	Actores	Administración provincial, Ayuntamiento, Ciudadanos, PYMES, ONGs
Descripción	Modelo de Gobernanza	Financiación	Tendencia Futura
Instalación FV y eficiencia energética en edificios públicos; puntos de recarga. Meta: extender el modelo a toda la población.	Participación abierta (1 persona = 1 voto), estructura en grupos de trabajo y consejo rector.	Crédito extraordinario de 320.000 € del Gobierno de Navarra + fondos CE IMPLEMENTA del IDAE.	Autoabastecimiento 100% con recursos locales renovables, con participación activa de la población.
Rol Administración pública	Miembro fundador, promotor y facilitador		

Tabla 4 Características CER Gares- Puente La Reina - Caso 3



Figura 4 Localización Comunidad Energética Gares - Puente la Reina - Caso 3

En todos los casos de estudio el papel del ayuntamiento como promotor, facilitador y, en ocasiones, inversor, ha sido clave para activar y consolidar el proyecto, demostrando que la elección de la figura jurídica, la estructura de gobernanza y el acompañamiento institucional deben adaptarse al tejido social, escala y capacidad operativa de cada territorio.

- Barreras técnicas, legales, sociales y económicas que dificultan su implementación y su respectiva propuesta de solución.

Tipo de Barrera	Barrera	Solución Propuesta
Social	Falta de líderes que asuman un papel	Conformación de un grupo motor. Constitución legal de la CEL y asignación de roles en la junta directiva.
	Individualismo en proyectos colectivos	El precio del kWp de autoconsumo colectivo y los costes llegan a ser la mitad respecto al precio del kWp individual.
Legal	Estancamiento en la redacción de los estatutos	Simplificar estatutos, facilitar cesión de espacios y adaptar directivas europeas.
	Ubicación del proyecto energético	Clarificar y facilitar la cesión de uso de espacios para proyectos energéticos.
	Transposición de Directivas Europeas	Acelerar la transposición de directivas y armonizar definiciones en políticas y documentos legales.
Técnica	Retrasos en la ejecución del proyecto técnico	Mejorar la comunicación entre empresas distribuidoras y comercializadoras, y simplificar la normativa sobre coeficientes de reparto y la tramitación de nuevas instalaciones.
Económica	Modelo de financiación en las primeras fases de la CEL	La administración puede financiar y aportar recursos humanos para apoyar la dinamización y comunicación del proyecto.

Tabla 5 Barreras en la implementación de comunidades energéticas

Las comunidades energéticas han ganado relevancia gracias a un marco regulatorio en evolución que impulsa el uso de energías renovables, la participación ciudadana y la descentralización energética. Se promueven a través de incentivos financieros, técnicos y el respaldo de normativas europeas y nacionales. Figuras como cooperativas y asociaciones son las más adecuadas, especialmente cuando participan administraciones públicas, además son las figuras cuya constitución es más simple, en comparación con otras figuras. Estas comunidades ofrecen beneficios económicos, sociales y ambientales, como ahorro energético, reducción de emisiones y empoderamiento ciudadano. No obstante, enfrentan barreras, como las que se muestran en la Tabla 5, que pueden superarse con liderazgo, estructuras claras con roles definidos, siendo claves el apoyo institucional y administrativo que ayude a superar obstáculos legales, técnicos, sociales y financieros.

2.2 Tarea 9.2 Caracterización de la demanda y generación y análisis de participación

Esta tarea representa la continuación del análisis normativo y de gobernanza abordado en el entregable 9.1, y se enfoca ahora en los aspectos cuantitativos,

espaciales y operativos que condicionan la implementación efectiva de comunidades energéticas urbanas.

El informe parte de una recopilación de datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza sobre las cubiertas disponibles en edificios municipales, su potencial solar, y los perfiles de consumo energético de los sectores residencial, servicios e industrial. A través de herramientas analíticas y visuales, se evalúa la viabilidad de la generación distribuida y se compara con las demandas específicas de cada zona de la ciudad, realizando una caracterización energética que identifique oportunidades para el autoconsumo colectivo.

2.2.1 Caracterización de generación y demanda.

Se ha estudiado el potencial de la generación fotovoltaica en Zaragoza, analizando 261 posibles instalaciones fotovoltaicas en edificios pertenecientes a la administración pública la ciudad, con una capacidad total a instalar de 19,26 MWp y una producción total anual de 28.852 MWh.

Por un lado, se desarrolló un indicador kWh/kWp para evaluar el rendimiento de las instalaciones, facilitando comparaciones de eficiencia entre tipos de edificios y barrios. Se observó que la mayor densidad de instalaciones se podría localizar en edificios educativos y escolares, seguidos por pabellones municipales y centros deportivos. Analizando el potencial de generación por barrio, destaca la necesidad de expansión en zonas rurales. Actur-Rey Fernando, El Rabal y Cogullada-Vadorrey, los tres barrios urbanos, son los que tendrían mayor número de instalaciones.

Por otro lado, el consumo eléctrico total de la ciudad en 2023 fue de $2,87 \times 10^6$ MWh, distribuido en mayor proporción en el sector servicios, seguido del sector industrial y finalmente en el sector residencial. El sector servicios es el de mayor consumo, reflejando una alta actividad económica del sector privado y pública correspondiente con el sector administrativo, seguido de cerca por la industria, cuya demanda se concentra en zonas específicas con actividad manufacturera. Por su parte, el sector residencial, aunque con menor consumo total, presenta mayor variabilidad diaria y estacional.

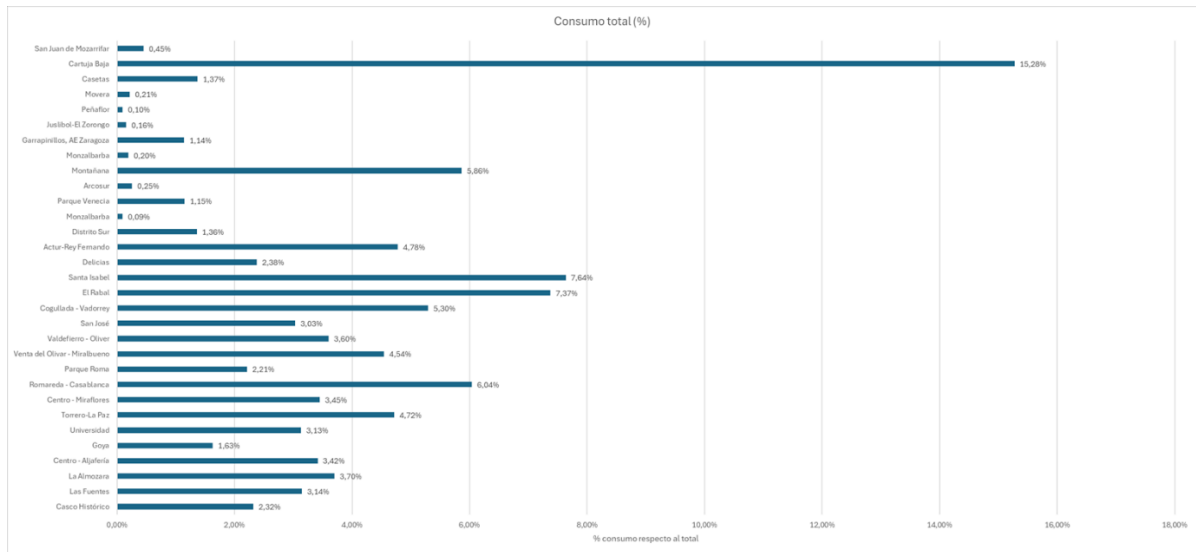


Figura 5 Desglose de consumo energético total por barrio en el año 2023

El análisis por barrios muestra que el consumo industrial se concentra en pocas zonas, destacando Cartuja Baja, a la cual le siguen Santa Isabel y Montañana. En el sector servicios, Romareda-Casablanca y Actur-Rey Fernando lideran la demanda; mientras que, en sector residencial, Torrero-La Paz, Actur-Rey Fernando y Las Fuentes son los barrios con mayor consumo, respectivamente, reflejando una mayor concentración de habitantes en estos barrios, si bien es cierto que mientras la demanda industrial se focaliza en sectores estratégicos, el consumo residencial está más distribuido en toda la ciudad.



Figura 6 Demanda eléctrica media diaria para cada sector en Zaragoza

Analizando de manera conjunta generación y demanda, este estudio pretende facilitar el desarrollo de estrategias que las equilibren para identificar oportunidades de implementación de comunidades energéticas. De este modo, se ha desarrollado una herramienta de análisis y visualización de datos que permite evaluar el consumo energético y el potencial de generación fotovoltaica en edificios municipales por sector y barrio.

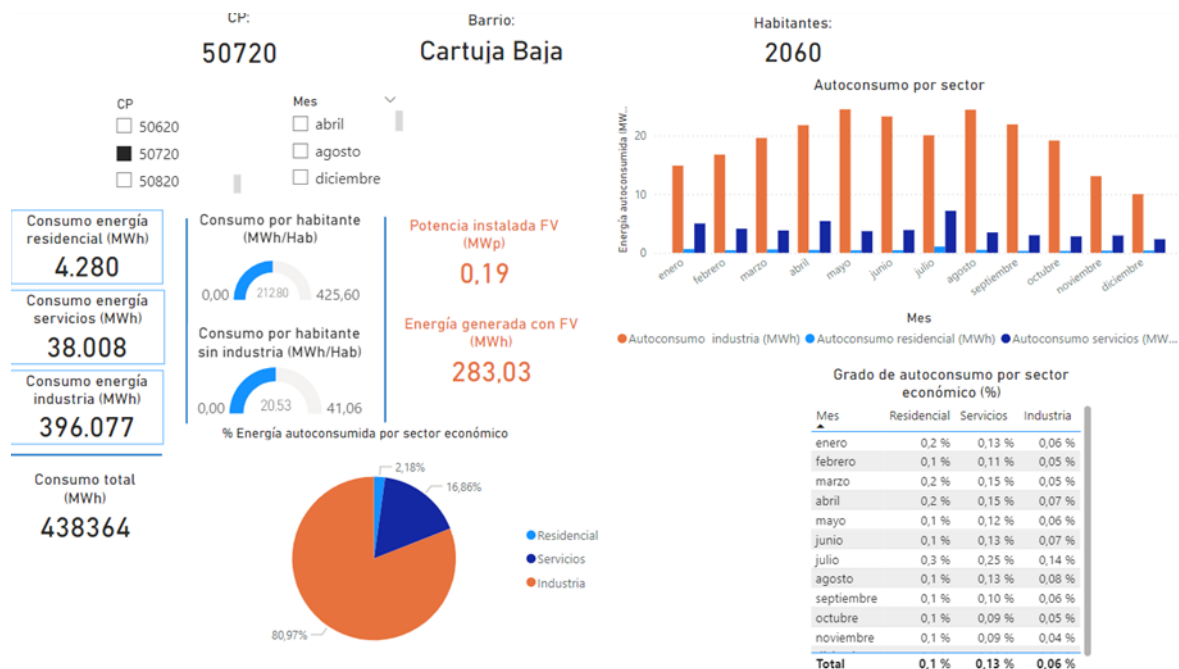


Figura 7 Visualización generación-consumo y autoconsumo en el barrio Cartuja Baja

A nivel global, el estudio revela que el potencial total de generación fotovoltaica en los equipamientos municipales analizada solo cubriría el 1% del consumo total de energía en la ciudad, como se muestra en la Tabla 6, lo que evidencia una gran oportunidad para expandir la generación renovable sobre todo en cubiertas privadas.

Energía generada (MWh)	Energía demandada (MWh)	total	% Cubierto con FV
2	2.868.557		1,06

En términos de autoconsumo, los sectores residenciales y de servicios, para estas instalaciones analizadas, presentan un grado de autoconsumo del 1,4% y 1,2% respectivamente, mientras que el industrial apenas alcanza un 0,45%.

Tabla 6 Energía demandada frente a potencia de generación

Tipo consumidor	Grado de autoconsumo promedio (%)
Residencial	1,4
Servicios	1,20
Industrial	0,45

Tabla 7 Grado de autoconsumo por sector

Esto demuestra que la sincronización entre generación y demanda es aún limitada y que la energía generada actualmente no tiene un impacto significativo en la reducción del consumo externo. El análisis por barrios muestra variaciones importantes en la capacidad de autoconsumo. Actur-Rey Fernando, Cogullada-Vadorrey y El Rabal destacan como las zonas con mayor autoconsumo, mientras que distritos industriales como Cartuja Baja y Montañana concentran el mayor consumo de energía sin una alta integración de autoconsumo.

2.2.2. Análisis inicial de los escenarios de participación

Al analizar la sincronización entre generación fotovoltaica y demanda en comunidades energéticas, se evaluaron dos escenarios. Para próximos estudios, se eligió el Escenario 1, basado en coeficientes horarios ajustados al consumo real de cada participante, debido a ventajas metodológicas y operativas.

El Escenario 2, que asigna energía mediante porcentajes fijos, presenta alta incertidumbre en cuanto al número real de viviendas dispuestas a integrarse y asumir inversiones iniciales, dificultando la planificación y dimensionamiento. Además, genera excedentes significativos que deben verse a la red, prolongando el periodo de amortización al obtener menos ingresos por excedentes que por autoconsumo directo, disminuyendo el atractivo financiero.

En contraste, el Escenario 1 maximiza el autoconsumo y minimiza excedentes, adaptándose mejor al perfil real de consumo de las comunidades energéticas. También permite iniciar con pocos participantes e ir ampliando progresivamente, facilitando su implementación en distintos barrios.

Para confirmar las ventajas del Escenario 1 se realizó un estudio específico en barrio Peñaflor, logrando un autoconsumo del 40,1% frente al 23,3% del Escenario 2, menor dependencia de la red, alta rentabilidad (TIR del 27,5% en viviendas y 48,7% en el centro deportivo) y un retorno de inversión inferior a 4 años, comparado con 9,6 años del segundo escenario. Además, este escenario presenta una eficiencia mayor en la reducción de emisiones por unidad de energía generada.

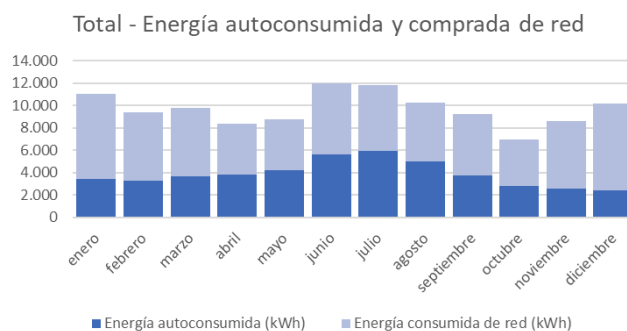


Figura 8 Escenario 1 de sincronización de la generación y demanda

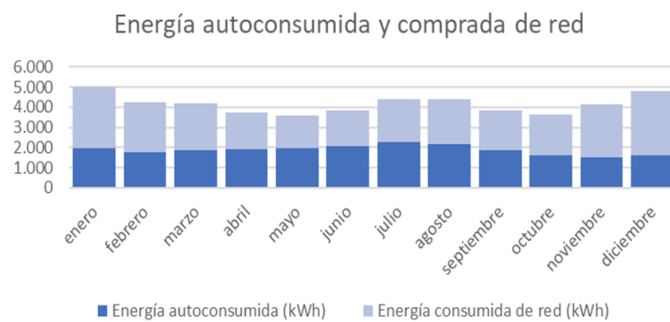


Figura 9 Escenario 2 de sincronización de generación y demanda

De esta manera de ahora en adelante se descarta el escenario 2 para este caso de estudio ya que hay un solo perfil de consumo y eso hace que aumenten los excedentes y los retornos de inversión empeoren. De este modo, en la herramienta de análisis de generación y demanda por barrio, el escenario estudiado es el nº1, donde la generación fotovoltaica se reparte en función de la curva de demanda de cada tipo de usuario.

El estudio destaca la necesidad de integrar cubiertas privadas debido a la incertidumbre sobre la disponibilidad total de cubiertas municipales, así como la importancia de desarrollar modelos de gobernanza para gestionar los excedentes energéticos. Además, la baja cobertura de demanda que implica el uso potencial de cubiertas municipales denota la necesidad de contar con el aporte de otros espacios como pueden ser cubiertas industriales, solares privados, entre otros.

La Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) será clave en la promoción de comunidades energéticas mediante talleres educativos y asesoría técnica, especialmente en barrios rurales y juntas vecinales urbanas.

Para el caso específico de Peñaflo, se recomienda ampliar la participación a más viviendas y otros perfiles de consumidores como pequeños comercios para optimizar el uso de excedentes, reducir tiempos de retorno económico y mejorar la adaptabilidad del sistema mediante instalaciones modulares.

Este caso exitoso podría replicarse en otros edificios públicos, impulsando una red descentralizada de comunidades energéticas, fortaleciendo la sostenibilidad energética del municipio y estimulando la participación ciudadana en modelos energéticos donde los vecinos sean los gestores de su propia energía.

2.3. Tarea 9.3 Análisis de impacto en diferentes escenarios de participación y priorización de acciones

A partir del estudio descrito en el anterior entregable 9.2, tras dimensionar y caracterizar los volúmenes de generación fotovoltaica y necesidades de demanda energética por sector y barrio, y ahora en el marco de la tarea 9.3, se profundiza en el escenario basado en distribuir la energía según la curva de demanda de cada tipo de usuario y se evalúa el impacto en diferentes barrios de la ciudad. El objetivo es ser capaces de priorizar la acción en aquellos barrios más destacados, con el fin de crear un Plan de acción que optimice la planificación y desarrollo de comunidades energéticas en Zaragoza.

El análisis parte de datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza sobre el potencial de generación renovable en cubiertas municipales, consumo energético por sectores (residencial, servicios e industrial), precios eléctricos, emisiones evitadas y datos de población. Estos se integran en una base de datos y se visualizan mediante Power BI, permitiendo comparar barrios según su capacidad de autoconsumo, autosuficiencia energética, ahorro económico, reducción de CO₂ y existencia de iniciativas comunitarias previas.

2.3.1. Definición de los indicadores clave:

- Energéticos: Generación, autoconsumo y autosuficiencia.

Estos indicadores permiten evaluar la producción de energía renovable en el barrio y su grado de aprovechamiento local, así como la capacidad de autosuficiencia energética. Esto permite conocer cuánta energía renovable se está produciendo en el área de estudio y evaluar su impacto en la matriz energética local.

El autoconsumo mide cuánta de la energía generada es utilizada directamente dentro del barrio, sin ser vertida a la red.

La autosuficiencia mide qué porcentaje de la demanda energética del barrio es cubierta con la generación propia.

El indicador de autosuficiencia por barrio es clave para evaluar la resiliencia energética de la comunidad.

- Ambientales: Reducción de CO₂ por vivienda.

Este indicador mide la reducción de emisiones de CO₂ derivada del uso de energías renovables en lugar de fuentes fósiles, evaluando el impacto ambiental positivo de la instalación fotovoltaica y su contribución a la reducción de la huella de carbono en la comunidad.

- Económicos: Ahorros generados por barrio

Estos indicadores permiten evaluar el impacto económico del proyecto en la comunidad. Este indicador es relevante para analizar los beneficios económicos de la instalación y la reducción del gasto en electricidad de los habitantes del barrio.

- Sociales: Proyectos o iniciativas de transformación comunitaria para distritos energéticamente neutros que ya se están implementando en el barrio y población por barrio.

Todos los indicadores, a excepción de estos últimos que tratan el ámbito social, pueden estudiarse para los diferentes tipos de sectores, enriqueciendo el estudio.

2.3.2 Consideraciones para la selección de ubicaciones potenciales:

El objetivo principal de esta acción ha sido el de alinear los resultados del estudio con las acciones de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) de Zaragoza, facilitando la identificación y priorización de barrios con mayor potencial para proyectos de autoconsumo y energías renovables. Busca fomentar la participación ciudadana, el acceso a financiación y reforzar el respaldo institucional para diseñar estrategias locales que impulsen comunidades energéticas, la generación distribuida y la descarbonización de la ciudad.

Los resultados de cada indicador muestran para el autoconsumo que, aunque toda la energía fotovoltaica potencial generada en cubiertas municipales sería consumida localmente, su volumen es muy bajo frente al consumo total, evidenciando una gran dependencia de la red. Barrios como Cartuja Baja presentan elevado consumo, pero escasa generación renovable, mientras que otros como Santa Isabel, con más cubiertas educativas, triplican su capacidad de autoconsumo. Actur-Rey Fernando y El Rabal lideran en generación renovable gracias a la abundancia de edificios escolares, que, en términos de infraestructura, destacan por su abundancia y rendimiento por superficie, aunque los pabellones municipales generan más por instalación.

Consumo por sector y Energía autoconsumida total

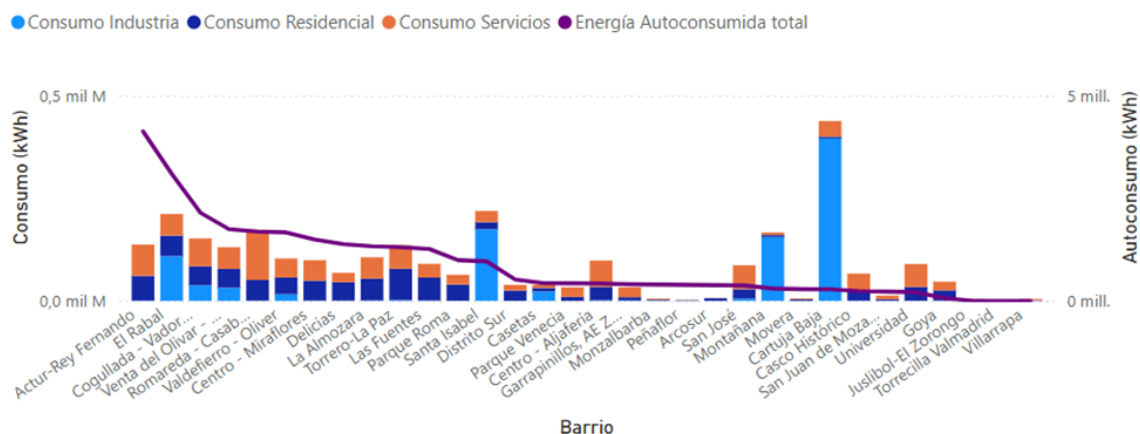


Figura 10 Consumo frente a autoconsumo

Para la autosuficiencia, Peñaflor alcanza el mayor nivel gracias a su baja demanda y capacidad local de generación, seguido por Monzalbarba y Arcosur. En general, los barrios menos poblados y con menor consumo de industria o servicios con respecto al consumo total muestran mejores ratios de autosuficiencia.

Energía Autoconsumida total y Autosuficiencia Promedio

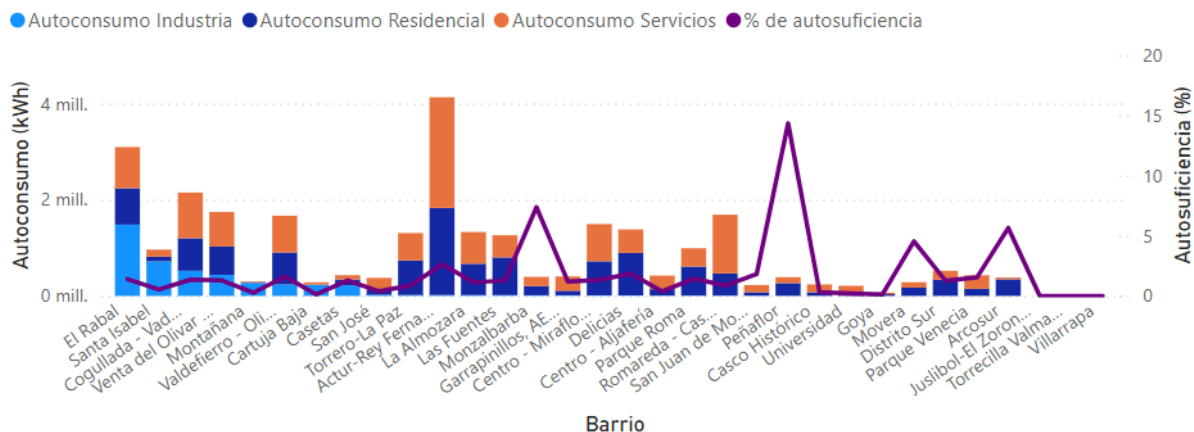


Figura 11 Autosuficiencia frente a autoconsumo de cada barrio

En reducción de emisiones, Actur-Rey Fernando, El Rabal y Cogullada-Vadorrey destacan por su mayor generación y autoconsumo renovable, facilitado por la abundancia de cubiertas municipales. Esta capacidad permite evitar casi 7.000 tCO₂ con solo un 1% del consumo cubierto, lo que evidencia el alto impacto ambiental de actuar en estos barrios.

Disminución de Emisiones de CO₂ y Autoconsumo

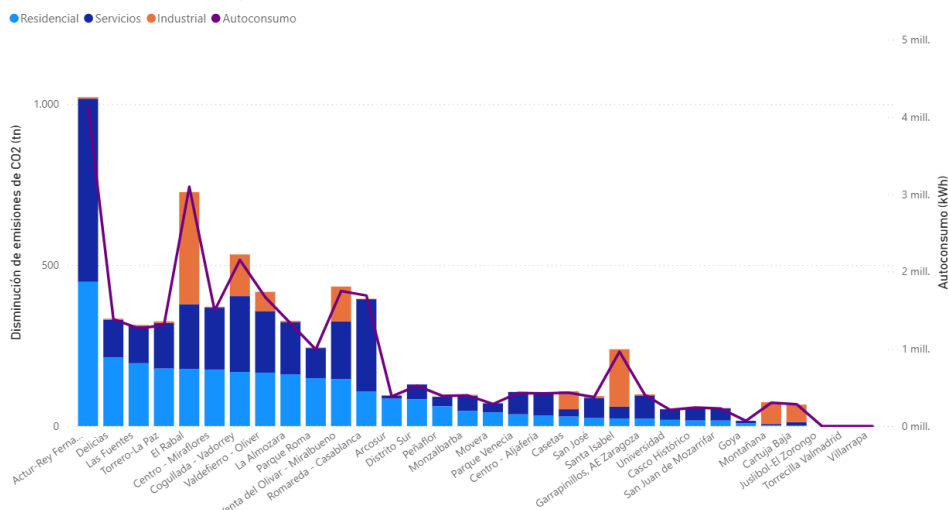


Figura 12 Reducción de emisiones de CO₂ por barrio

En los indicadores socioeconómicos, Actur-Rey Fernando y El Rabal presentan los mayores ahorros económicos debido a su alto autoconsumo y a una distribución del consumo favorable en sectores con tarifas más rentables, como el residencial. En contraste, barrios como Casetas, con mayor peso industrial, generan menos ahorro pese a consumir más energía, evidenciando que el perfil sectorial influye tanto como la cantidad de energía autoconsumida.



Funded by
the European Union



Climate-KIC

NET
ZERO
CITIES

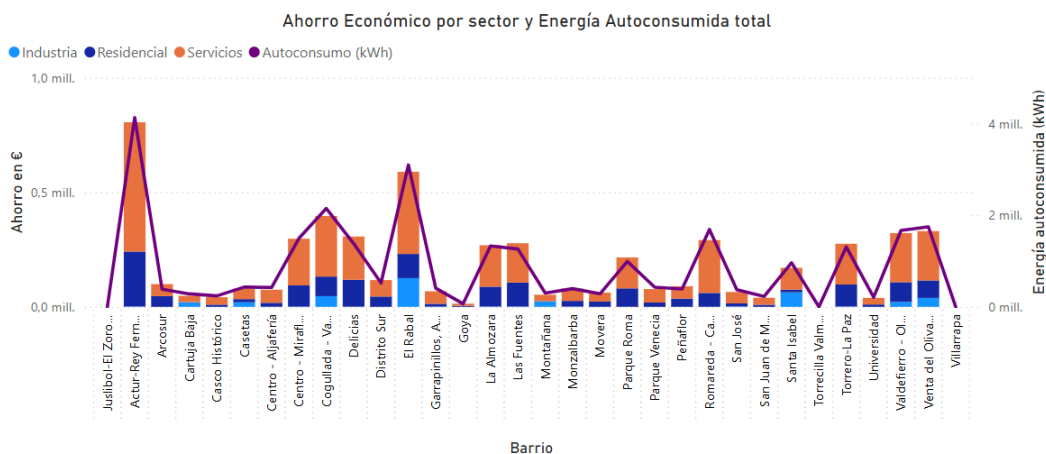


Figura 13 Ahorros generados según tipo de consumidor por barrio

En los indicadores sociales, los barrios con menor población y presencia de iniciativas previas, como Peñaflor, Movera o Monzalbarba, obtienen mejor puntuación al facilitar la creación y gestión de comunidades energéticas gracias a una mayor cohesión social y menor complejidad organizativa. En contraste, barrios más poblados sin proyectos activos, como Delicias o San José, enfrentan mayores barreras para la participación vecinal. No obstante, barrios como Actur-Rey Fernando y El Rabal, que combinan alta población con iniciativas consolidadas, representan modelos de éxito replicables en zonas similares. La estrategia recomendada pasa por extender estos modelos a barrios densos con baja implicación, impulsar proyectos concretos en barrios intermedios ya estudiados, y activar el potencial de los barrios pequeños sin participación actual mediante diagnóstico, sensibilización y apoyo técnico. Identificar cubiertas públicas o privadas aptas para instalaciones compartidas y generar casos de éxito, como el de Peñaflor, será clave para escalar el modelo a toda la ciudad.

Los resultados finales se han obtenido mediante la normalización de todos los indicadores (energéticos, ambientales, económicos y sociales) para compararlos de forma equitativa, asignando el mismo peso a cada uno en el análisis. Esta metodología permite priorizar barrios con mayor potencial para comunidades energéticas desde una visión integral. El ranking final clasifica los barrios en tres grupos: (1) mayor potencial, liderados por Actur-Rey Fernando, El Rabal y Cogullada-Vadorrey, que combinan buen rendimiento en todos los indicadores; (2) potencial medio, como Peñaflor, Monzalbarba o Movera, con buena autosuficiencia pero menor consumo total o escasa participación previa; y (3) fase de exploración, como San José, Villarrapa o Casco Histórico, que presentan bajos valores en la mayoría de indicadores y carecen de proyectos activos, lo que exige estrategias específicas para su activación.

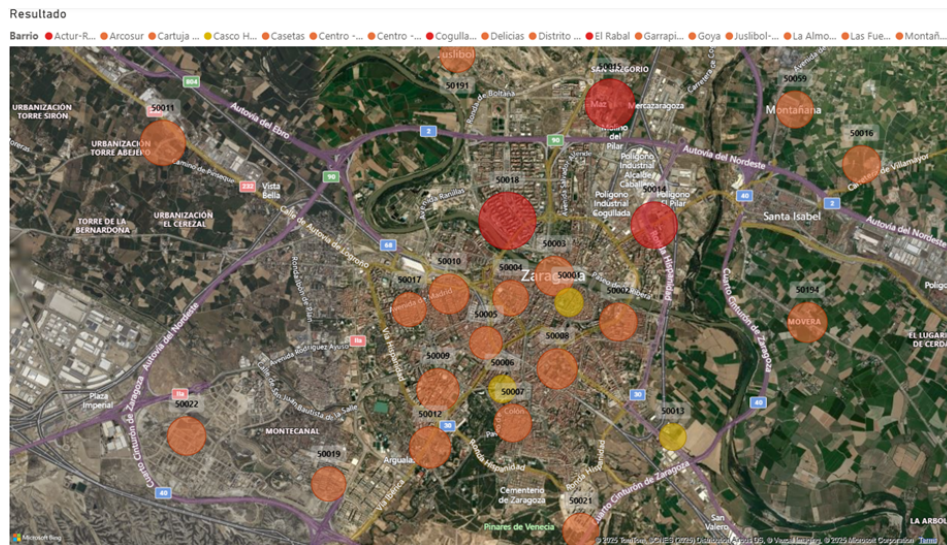


Figura 14 Clasificación de barrios para creación de comunidades energéticas. Barrios con mayor puntuación (rojo); barrios con puntuación intermedia (naranja); barrios con puntuación baja (amarillo)

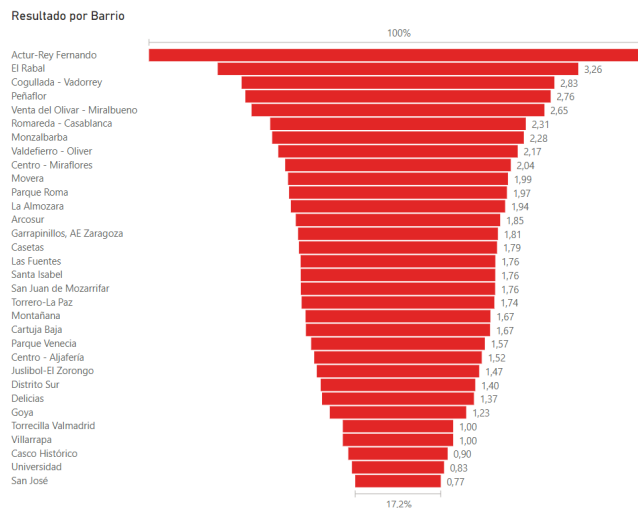


Figura 15 Ranking de priorización de barrios

2.3.3. Plan de Acción para el Ayuntamiento de Zaragoza

El plan de acción propone una hoja de ruta integral para impulsar la creación de comunidades energéticas en Zaragoza, estructurada alrededor de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC), que actuará como coordinadora técnica, administrativa y social de todas las acciones.

1. Difusión y sensibilización

Se contempla un programa de talleres presenciales dirigidos a vecinos y pymes, especialmente en barrios rurales y urbanos con potencial, para introducir el concepto de comunidad energética, identificar oportunidades locales y activar grupos motores vecinales. Paralelamente, se desarrollarán charlas online sobre cultura energética, mercado eléctrico y autoconsumo, con acceso libre en la web de la OTC, fomentando el conocimiento ciudadano.

2. Asesoramiento integral

La OTC ofrecerá apoyo jurídico (modelos de gobernanza), técnico (viabilidad de cubiertas), económico (acceso a financiación) y social (dinamización y cohesión), adaptado a las necesidades de cada barrio o grupo impulsor.

3. Recursos digitales

Se lanzará una herramienta web para el dimensionamiento técnico-económico de comunidades energéticas, conectada con PVGIS y Google Solar. Además, se desarrollará un portal online con documentación, guías prácticas, legislación, estudios de caso y materiales audiovisuales que faciliten la replicabilidad de los proyectos.

4. Acompañamiento y seguimiento

Una vez creadas las comunidades, se prevé su acompañamiento mediante hojas de ruta, apoyo a la interlocución entre actores clave y evaluación del impacto energético, económico y social. Se establecerá un sistema de seguimiento de las iniciativas surgidas.

5. Coordinación regional

Zaragoza asumirá un papel activo en el Foro de Comunidades Energéticas de Aragón, contribuyendo a una estrategia regional coordinada. El Ayuntamiento, junto a CIRCE, liderará la articulación con otras OTCs para evitar solapamientos, intercambiar buenas prácticas y reforzar la representación en redes estatales como la de la idea.

Del proceso se extraen lecciones clave, como la necesidad de enfoques territoriales diferenciados según el perfil socioenergético de cada barrio; el papel determinante de la infraestructura disponible en el potencial fotovoltaico; la participación ciudadana como factor crítico, tanto motor como barrera; la importancia de herramientas accesibles que democratizan la planificación energética; y el valor de una gobernanza multinivel que alinee los esfuerzos locales con estrategias regionales y nacionales. Estas conclusiones refuerzan la idea de que la transición energética solo será efectiva si se construye desde lo local, con visión estratégica y participación.

3 Lecciones aprendidas

A partir del análisis conjunto de los tres entregables —diagnóstico territorial, caracterización técnico-energética y plan de acción— se derivan varias lecciones transversales que permiten comprender los factores clave para el impulso de comunidades energéticas en Zaragoza. La intervención requiere una aproximación multiescalar y adaptativa, donde las acciones estratégicas, técnicas y sociales se articulen de forma coherente. La realidad diversa de los barrios demanda enfoques diferenciados: mientras que en zonas con tejido social activo y menor densidad poblacional es posible avanzar rápidamente desde la organización vecinal, en entornos más complejos se requiere una combinación de soporte institucional, planificación urbanística y herramientas digitales que acompañen el proceso. La OTC surge como una pieza fundamental para esta articulación, actuando como interfaz entre ciudadanía, administración y agentes técnicos, especialmente en los barrios rurales, donde se prevé iniciar el despliegue.

El uso sistemático de datos, como los provenientes de plataformas públicas o herramientas como PVGIS y Power B, ha permitido una caracterización territorial transparente y comparable, que facilita tanto la priorización como la comunicación con actores no expertos. Sin embargo, este análisis también revela que el potencial técnico no es suficiente: la generación futura dependerá en gran medida de la planificación proactiva sobre cubiertas, especialmente mediante la inclusión de cubiertas privadas y la definición administrativa de mecanismos de cesión, ya sea mediante procedimientos directos o concursos públicos. La replicabilidad del modelo dependerá de la capacidad para traducir este conocimiento técnico e institucional en una hoja de ruta clara, acompañada por estructuras permanentes de apoyo. Así, la transición energética no se limita al despliegue fotovoltaico, sino que exige una gobernanza innovadora basada en la cooperación social, la agilidad administrativa y el aprendizaje institucional acumulado.