



URBANNEW

ZARAGOZA

Multi-stakeholder innovative and systemic solutions for urban
regeneration:

Spain / Zaragoza

Task 9.3

Impact analysis in different participatory scenarios and prioritization of actions

CINEA-H2020-NZC101036519



Funded by
the European Union



Climate-KIC

NET
ZERO
CITIES

Grant Agreement n°	101036519
Project Acronym	URBANNEW
Project Title	Multi-stakeholder innovative and systemic solutions for urban regeneration
Starting Date	12/2024
Deliverable No.	9.3
Deliverable Title	Impact analysis in different participatory scenarios and prioritization of actions
Work Package	9
Due Date	31/09/2024
Authors	Laureana Luciani Zabaleta (CIRCE) Isabel Lasierra Callau (CIRCE) Javier Perez (Ayuntamiento Zaragoza)

Version	Modification(s)	Date	Author(s)
V1.0	First draft		CIRCE
V2.0	Internal Review		CIRCE
V3.0	Final version		CIRCE

Índice

1. Resumen ejecutivo.....	7
2. Introducción	8
2.1 Contexto del proyecto y relevancia de los análisis.....	8
2.2 Resumen de los avances previos en el Entregable 9.2:	9
2.2.1 Caracterización de generación y demanda.....	9
2.2.2 Análisis inicial de los escenarios de participación	11
2.3 Enfoque principal de la Tarea 9.3:.....	12
2.3.1 Profundización del Escenario 1 y priorización basada en indicadores.	12
3. Metodología de análisis.....	13
3.1 Descripción del proceso de análisis:.....	13
3.2 Definición de los indicadores clave:.....	14
3.3 Consideraciones para la selección de ubicaciones potenciales:.....	16
4. Priorización basada en indicadores.....	17
4.1 Indicadores Energéticos:.....	17
4.2 Indicadores Ambientales:	24
4.3 Indicadores Socioeconómicos:	28
4.4 Resultados.....	38
5. Plan de acción para el Ayuntamiento de Zaragoza	43
5.1 Difusión y Sensibilización:	43
5.1.1 Talleres de información para Pymes y comunidades de vecinos en barrios rurales	43
5.1.2 Charlas de cultura energética	45
5.2 Asesoramiento.....	47
5.3 Creación de recursos digitales	47
5.3.1 Desarrollo y explotación de plataforma de dimensionamiento de comunidades.	47
5.3.2 Página web: Documentos y recursos	50
5.4 Acompañamiento.....	52
5.5 Seguimiento	52
5.6 Interlocución con "Foro de Comunidades Energéticas de Aragón"	52
6. Conclusiones y perspectivas a futuro	54
6.1. Conclusiones.....	54
6.2. Perspectivas a futuro.....	55

Índice de figuras

Figura 1 Interfaz de la API de datadis para consultas de datos de consumo de energía.....	13
Figura 2 Interfaz de la Api de ESIOS REE para obtener precios en la península hora a hora para cada tarifa	14
Figura 3 Documentación y datos disponibles del Ayuntamiento de Zaragoza a cerca de la población	14
Figura 4 Consumo frente a autoconsumo	18
Figura 5 Barrios que más consumen en sector industrial- comparación del potencial de generación de cada uno: izquierda- ratio de potencia por superficie; derecha - energía.....	18
Figura 6 Barrios que más energía renovable generan.....	19
Figura 7 Producción de energía por superficie en cada tipo de edificio	20
Figura 8 Presencia del tipo de edificios seleccionados por barrio. Escuelas o colegios (a la izquierda); Pabellones municipales (a la izquierda)	20
Figura 9 Autosuficiencia frente a autoconsumo de cada barrio.....	21
Figura 10 Reducción de emisiones de CO2 por barrio	25
Figura 11 Ahorros generados según tipo de consumidor por barrio	28
Figura 12 Población e iniciativas y proyectos de cero emisiones o rehabilitación energética por barrio.....	32
Figura 13 Proyecto InCUBE de rehabilitación energética en el barrio El Rabal	34
Figura 14 Proyecto Neutralpath de comunidades energéticas en el barrio Actur-Rey Fernando.....	34
Figura 15 Clasificación de barrios para creación de comunidades energéticas. Barrios con mayor puntuación (rojo); barrios con puntuación intermedia (naranja); barrios con puntuación baja (amarillo)	39
Figura 16 Ranking de priorización de barrios.....	42
Figura 17 Flujo de trabajo de herramienta con Google Solar y PVGIS	48
Figura 18 Escenarios de análisis de tarifas	49
Figura 19 Resultados obtenidos de la herramienta.....	49

Índice de tablas

Tabla 1 Desglose de consumo energético total por barrio en el año 2023	10
Tabla 2 Porcentaje de autosuficiencia y energía autoconsumida total por barrio.....	23
Tabla 3 Indicadores (KPI) de autosuficiencia y autoconsumo normalizados por barrio.....	24
Tabla 4 Reducción potencial de emisiones de CO2 por barrio	26
Tabla 5 KPIs de disminución de emisiones de CO2 normalizados por barrio	27
Tabla 6 Ahorro económico por sector en cada barrio.....	29

Tabla 7 Consumo por sector en los barrios sin energía autoconsumida – Oportunidades de ahorro sin explorar	30
Tabla 8 KPIs de ahorro económico normalizados por barrio	31
Tabla 9 Puntuación por barrio del indicador de Iniciativas y Proyectos	33
Tabla 10 Población por barrio y KPI de población	38
Tabla 11 Set de KPIs que contribuyen al ranking de priorización de barrios.....	41

Acronym	Modification(s)
API	Application Programming Interface
CP	Código Postal
ESIOS	Sistema de Información del Operador del Sistema
OTC	Oficina de transformación comunitaria
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
REE	Red eléctrica española

1. Resumen ejecutivo

El presente informe se enmarca en el Proyecto URBANNEW, una iniciativa piloto que impulsa la descarbonización del entorno urbano y la integración de energías renovables en Zaragoza, a través del desarrollo de comunidades energéticas. La investigación realizada en la Tarea 9.3 tiene como objetivo principal identificar y priorizar los barrios con mayor potencial para la implementación de estas comunidades, basándose en criterios energéticos, ambientales, económicos y sociales. Esta identificación y priorización servirá como línea de ejecución del Plan de acción detallado en el capítulo posterior.

La metodología aplicada en este estudio integra diversas fuentes de datos sobre generación y demanda energética, emisiones evitadas, precios de la electricidad y demografía. Se ha desarrollado una herramienta de análisis y visualización en Power BI, que permite evaluar cada barrio según su capacidad potencial de autoconsumo, autosuficiencia, impacto ambiental, ahorro económico y grado de participación en iniciativas comunitarias de energía.

Los resultados obtenidos muestran que, el potencial de la infraestructura fotovoltaica planteada en equipamientos municipales en la ciudad es escasa, pues su impacto en la cobertura del consumo energético es limitado, representando apenas el 1% de la demanda total. En el estudio destacan barrios como Actur-Rey Fernando, El Rabal y Cogullada-Vadorrey por mayor nivel de autoconsumo y potencial de ahorro, mientras que otros, como Peñaflor y Monzalbarba, presentan una mayor autosuficiencia relativa, lo cual resulta también muy positivo. Por otro lado, existen zonas con escaso o nulo planteamiento de integración de energías renovables, lo que evidencia oportunidades de mejora en la planificación y expansión de estas iniciativas.

A partir de este análisis, se han identificado tres enfoques para la implementación de comunidades energéticas en Zaragoza, teniendo en cuenta el grado de desarrollo:

- Barrios con desarrollo avanzado y/o gran potencial, donde ya existen infraestructuras y proyectos previos que facilitan su desarrollo inmediato, o el potencial que tienen es muy elevado atendiendo a diferentes criterios energéticos, ambientales y socioeconómicos.
- Barrios con potencial alto o moderado, pero que requieren mayor apoyo y sensibilización.
- Barrios en fase de exploración, donde la implementación de comunidades energéticas es aún incipiente y necesita estrategias específicas para fomentar la participación ciudadana, así como un

estudio más preciso en cada caso para optimizar su potencial de desarrollo.

Para maximizar el impacto del proyecto de implementación de comunidades energéticas, se plantea un plan de acción para el Ayuntamiento de Zaragoza, enfocado en tres líneas estratégicas:

1. Difusión y sensibilización, mediante talleres y charlas para informar a los ciudadanos sobre los beneficios de participar en comunidades energéticas.
2. Asesoramiento técnico y jurídico, facilitando la constitución de comunidades energéticas y el acceso a herramientas de planificación.
3. Coordinación regional y colaboración institucional, asegurando la alineación de las políticas locales con el marco autonómico y nacional.

Este informe sienta las bases para una planificación más eficiente y equitativa de las comunidades energéticas en Zaragoza, proporcionando a la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) las herramientas necesarias para orientar sus estrategias. A futuro, será clave incrementar la capacidad instalada de generación renovable, optimizar la sincronización entre oferta y demanda energética y fortalecer el respaldo institucional y social a la transición energética de la ciudad.

2. Introducción

2.1 Contexto del proyecto y relevancia de los análisis.

El proyecto URBANNEW se enmarca en un programa piloto que involucra a siete ciudades españolas (Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Valladolid, Vitoria-Gasteiz y Zaragoza) con el objetivo de impulsar la descarbonización del entorno construido y fomentar la integración de energías renovables mediante el autoconsumo y las comunidades energéticas. Esta iniciativa busca una transformación sistémica del sector residencial, comercial, público y privado a través de la rehabilitación energética, el uso de materiales sostenibles y la participación activa de múltiples actores locales. Además, se pretende generar un marco de transferencia de conocimiento, con guías de buenas prácticas y herramientas replicables para otras ciudades interesadas en la rehabilitación energética y la implementación de comunidades energéticas.

El proyecto aborda diversas barreras comunes en todas las ciudades, como la falta de motivación y apoyo de los residentes, la dificultad para acceder a

financiación, la dispersión de ayudas y normativas, y la complejidad burocrática. También trabaja en la superación de barreras específicas mediante estrategias locales, como la reducción del impacto de la pobreza energética, la mejora de los mecanismos de financiación para la rehabilitación de viviendas vulnerables y la optimización del modelo de gobernanza energética.

Cada ciudad tiene un enfoque específico dentro del proyecto, donde la aplicación simultánea del programa en diferentes contextos climáticos y socioeconómicos permitirá obtener un diagnóstico integral sobre los desafíos de la descarbonización del entorno urbano en España. Zaragoza, en particular, promueve el desarrollo de comunidades energéticas, estableciendo mecanismos de gobernanza y colaboración para su implementación óptima. Para ello, este estudio constituirá la base cuantitativa y estratégica para el despliegue efectivo de las comunidades energéticas, proporcionando indicadores clave de ahorro energético, autosuficiencia y emisiones en cada sector y barrio, lo que facilita la planificación de intervenciones. Estos datos guiarán a la Oficina de Transformación comunitaria (OTC) de Zaragoza en la asesoría a ciudadanos y empresas, priorizando los barrios que mayor éxito obtengan en el estudio, fomentando la participación y facilitando el acceso a financiación, creando un respaldo fuerte para la creación de estrategias de gobernanza eficientes, alineando la OTC con la transición energética de Zaragoza.

2.2 Resumen de los avances previos en el Entregable 9.2:

En la Tarea 9.2 se evaluó la viabilidad de diferentes modelos de participación en comunidades energéticas en Zaragoza, considerando la generación y demanda energética. Se analizaron distintos escenarios para determinar la mejor estrategia de reparto de energía fotovoltaica en comunidades energéticas urbanas, con un enfoque en la optimización del autoconsumo y el retorno de inversión, asegurando la sostenibilidad y rentabilidad de las comunidades energéticas en la ciudad. El estudio busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones estratégicas para comunidades energéticas utilizando la ciudad de Zaragoza como caso de estudio.

2.2.1 Caracterización de generación y demanda.

Desde el lado de la generación energética se realizó una caracterización del potencial de la generación fotovoltaica en Zaragoza, estudiando 261 instalaciones fotovoltaicas potenciales en edificios pertenecientes a la administración pública la ciudad, con una capacidad total a instalar de 19,263 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 más instalaciones.

Tal y como se muestra en la Tabla 1 y desde el lado de la demanda energética, 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 y pública, 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.

Tabla 1 Desglose de consumo energético total por barrio en el año 2023

CP	Barrio	Consumo Industria (MWh)	Consumo Residencial (MWh)	Consumo Servicios (MWh)	Consumo total (MWh)
50001	Casco Histórico	494,74	21.414,64	44.696,29	66.605,66
50002	Las Fuentes	878,58	56.034,09	33.425,49	90.338,16
50003	La Almozara	1.016,18	53.466,01	51.843,48	106.325,67
50004	Centro - Aljafería	1.388,46	32.865,91	63.937,09	98.191,47
50005	Goya	692,99	25.272,98	20.807,54	46.773,51
50006	Universidad	403,71	33.603,12	55.896,16	89.902,99
50007	Torrero-La Paz	1.775,32	76.577,08	57.299,64	135.652,04
50008	Centro - Miraflores	717,16	48.651,91	49.860,16	99.229,23
50009	Romareda - Casablanca	623,91	50.327,29	122.573,01	173.524,22
50010	Parque Roma	370,95	39.425,86	23.817,37	63.614,18
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	31.856,56	45.856,97	52.965,09	130.678,63
50012	Valdefierro - Oliver	16.104,79	40.954,75	46.397,98	103.457,53
50013	San José	5.530,44	23.146,41	58.196,97	86.873,82
50014	Cogullada - Vadorrey	37.826,47	46.576,35	67.945,01	152.347,83
50015	El Rabal	109.054,18	50.128,93	52.605,37	211.788,48
50016	Santa Isabel	174.504,84	17.440,22	27.311,79	219.256,85
50017	Delicias	698,81	44.682,35	23.020,48	68.401,64
50018	Actur-Rey Fernando	569,77	60.544,87	76.262,73	137.377,38
50019	Distrito Sur	65,36	25.317,97	13.592,57	38.975,90
50021	Parque Venecia	84,69	9.713,89	23.188,67	32.987,24
50022	Arcosur	0,00	6.608,65	581,25	7.189,90
50059	Montañana	155.579,70	4.911,84	6.078,04	166.569,58
50120	Monzalbarba	501,00	2.508,42	2.612,86	5.622,28
50139	Torreilla de Valmadrid	0,00	40,29	0,00	40,29
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	831,02	8.076,89	23.978,70	32.886,61
50191	Juslibol-El Zorongo	61,31	1.469,17	2.955,83	4.486,32
50193	Peñaflor	18,04	1.784,71	929,00	2.731,74
50194	Movera	27,00	3.748,31	2.396,34	6.171,66
50620	Casetas	23.051,17	8.586,09	7.742,72	39.379,98
50692	Villarrapa	0,00	1.713,66	3.007,90	4.721,56
50720	Cartuja Baja	396.076,50	4.279,94	38.007,77	438.364,21
50820	San Juan de Mozarrifar	241,84	3.912,06	8.698,33	12.852,24
Total		961.045,50	849.641,65	1.062.631,62	2.873.318,77

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.

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 por sector y el potencial de generación fotovoltaica en edificios municipales por sector y barrio.

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, lo que evidencia una gran oportunidad para expandir la generación renovable sobre todo en cubiertas privadas. En términos de autoconsumo, los sectores residencial y de servicios, para estas potenciales instalaciones analizadas, presentan un grado de autoconsumo del 1,4% y 1,2% respectivamente, mientras que el industrial apenas alcanza un 0,45%. 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

Un aspecto importante al momento de estudiar los resultados entre la sincronización de la generación fotovoltaica y la demanda es el modelo de participación que se establece entre los miembros del autoconsumo colectivo.

Entre los dos escenarios evaluados en el entregable 9.2 “Caracterización de la demanda y generación y análisis de participación”, para los próximos estudios se ha decidido continuar con el escenario 1 de reparto de energía, en la cual se considera la curva de consumo de cada miembro del autoconsumo, lo cual permite realizar la asignación de energía a través de coeficientes de reparto horario debido a diversas razones tanto metodológicas como operativas.

El Escenario 2, basado en la participación de viviendas con un porcentaje fijo de la energía generada, presenta una incertidumbre significativa en la estimación del número de miembros que podrían sumarse a una comunidad energética en cualquier barrio específico de Zaragoza. La falta de datos sobre la disponibilidad real de participantes en un esquema de autoconsumo

colectivo impide realizar una proyección certera sobre el número de viviendas que estarían dispuestas a integrarse en la comunidad energética y asumir la inversión inicial. En la planificación de proyectos de energía renovable, contar con una base de participantes definida es fundamental para dimensionar correctamente la infraestructura y evaluar la viabilidad económica del proyecto.

Además, el escenario 2 genera altos excedentes de energía debido a que la distribución se hace en función de un porcentaje fijo y no en base a la curva real de consumo de cada participante. Esto implica que una parte considerable de la energía producida debe ser vertida a la red, lo que prolonga el tiempo de amortización de la inversión, ya que los ingresos por la venta de excedentes son menores que los ahorros obtenidos mediante el autoconsumo directo, lo que disminuye el atractivo financiero del proyecto para los posibles participantes.

En contraste, el escenario 1 se adapta mejor a la realidad del consumo eléctrico en comunidades energéticas, ya que la distribución de la energía generada se basa en coeficientes de reparto ajustados a la demanda horaria de los participantes. Esto permite maximizar el autoconsumo y minimizar los excedentes, logrando un mayor aprovechamiento de la generación fotovoltaica. Además, al incluir un edificio municipal dentro del esquema de autoconsumo, se logra una mejor estabilidad en la demanda, lo que contribuye a optimizar la rentabilidad del sistema.

Otro punto clave es que el Escenario 2 requiere la adhesión de un número significativo de participantes desde el inicio para garantizar su viabilidad económica. Sin embargo, al no contar con datos precisos sobre la cantidad de viviendas que se unirían a una comunidad energética en cada barrio, esta proyección es incierta. El Escenario 1 permite sin embargo empezar con un grupo reducido de participantes y ampliar la comunidad energética progresivamente, ajustando el reparto de energía conforme aumente el número de miembros. Como permite analizar proyectos de autoconsumo compartido en diferentes ubicaciones sin depender de una cantidad específica de participantes desde el inicio, es más fácil la aplicación de este modelo en distintos barrios de Zaragoza, permitiendo escalar las comunidades energéticas de manera flexible y progresiva.

2.3 Enfoque principal de la Tarea 9.3:

2.3.1 Profundización del Escenario 1 y priorización basada en indicadores.

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 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 optimizar la planificación y desarrollo de comunidades energéticas en Zaragoza.

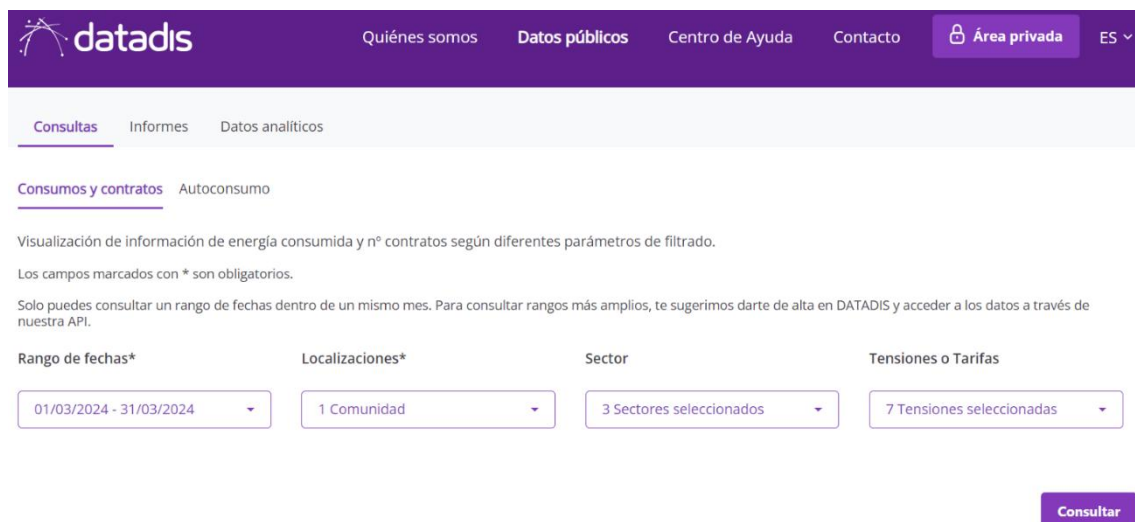
3. Metodología de análisis

3.1 Descripción del proceso de análisis:

Para profundizar en el análisis del escenario del entregable 9.2 seleccionado y evaluar su impacto en diferentes barrios se calcula un set de KPIs para estudiar la priorización por barrio.

Para ello se utilizan los siguientes datos:

- Datos facilitados por el Ayuntamiento de Zaragoza sobre el potencial de generación de energía renovable disponible en las cubiertas de las instalaciones municipales, incluyendo la geolocalización de estas infraestructuras.
- Datos de emisiones evitadas ligadas a los datos de generación proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza, mencionados anteriormente.
- Datos solicitados a la API de datadis para analizar y caracterizar el consumo energético en tres tipos de consumidores: residencial, servicios e industrial.



The screenshot shows the datadis website interface. The header includes navigation links: Quiénes somos, Datos públicos, Centro de Ayuda, Contacto, Área privada, and ES. Below the header, there are tabs for Consultas, Informes, and Datos analíticos. Under the Consultas tab, there are sub-tabs for Consumos y contratos and Autoconsumo. The main content area displays a message: 'Visualización de información de energía consumida y nº contratos según diferentes parámetros de filtrado. Los campos marcados con * son obligatorios. Solo puedes consultar un rango de fechas dentro de un mismo mes. Para consultar rangos más amplios, te sugerimos darte de alta en DATADIS y acceder a los datos a través de nuestra API.' Below this, there are four filter sections: 'Rango de fechas*' with a date range of '01/03/2024 - 31/03/2024', 'Localizaciones*' with '1 Comunidad', 'Sector' with '3 Sectores seleccionados', and 'Tensiones o Tarifas' with '7 Tensiones seleccionadas'. A 'Consultar' button is located at the bottom right of the filter section.

Figura 1 Interfaz de la API de datadis para consultas de datos de consumo de energía

- Datos solicitados a la API de ESIOS de Red Eléctrica España (REE) para obtener los precios de la electricidad hora a hora para cada tipo de tarifa.

API e-sios Documentation {

Personal token request

```
"indicator": {
  "name": "Término de facturación de energía activa del PVPC 2.0TD",
  "short name": "PVPC T. 2.0TD",
```

Figura 2 Interfaz de la Api de ESIOS REE para obtener precios en la península hora a hora para cada tarifa

- Datos consultados acerca de iniciativas y proyectos de transformación comunitaria que impulsen la descarbonización del entorno construido y fomenten la integración de energías renovables mediante el autoconsumo y las comunidades energéticas en cada uno de los barrios del estudio.
- Datos de población de Zaragoza actuales, por barrio y código postal, de libre consulta del ayuntamiento de Zaragoza.



Figura 3 Documentación y datos disponibles del Ayuntamiento de Zaragoza a cerca de la población

Mediante el conjunto de datos recopilados de las distintas fuentes mencionadas en el párrafo anterior, se crea una base de datos que se conecta a Power BI para su procesado, análisis y visualización. Finalmente, se elabora en Power BI un set de KPIs o indicadores por barrio que cubren las áreas más relevantes de análisis, como son la energía, el medio ambiente, la economía y aspectos sociales.

3.2 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.

La generación de energía se calcula a partir del dato proporcionado por el Ayuntamiento de Zaragoza de la totalidad de la potencia pico identificada como $Potencia\ pico_{instalación}$ y de la simulación mediante la API de PVGIS de la generación identificada como $Gen_{instalación}$ horaria de un sistema fotovoltaico

para una potencia pico de referencia de 1 kWp Gen_{1kWp} , de acuerdo con la siguiente fórmula donde:

$$Gen_{instalación} (kWh) = Gen_{1kWp} (kWh) * Potencia\ pico_{instalación} (kWp)$$

A nivel de barrio, la generación total $Gen_{barrio} (kWh)$ se obtiene sumando la generación de todas las instalaciones fotovoltaicas:

$$Gen_{barrio} (kWh) = \sum_{barrio} Gen_{instalación} (kWh)$$

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. En este caso, tras realizar los cálculos pertinentes se ha comprobado que toda la generación en todos y cada uno de los barrios sería autoconsumida localmente $Autoconsumo_{barrio} (kWh)$, y que por lo tanto no hay excedentes.

$$Autoconsumo_{barrio} (kWh) = Gen_{barrio} (kWh)$$

Este parámetro es clave para evaluar la integración de la generación renovable en el consumo local y reducir la dependencia de fuentes externas de energía.

La autosuficiencia mide qué porcentaje de la demanda energética del barrio es cubierta con la generación propia. La autosuficiencia en cada barrio $Autosuficiencia_{barrio} (%)$ se calcula como:

$$Autosuficiencia_{barrio} (%) = \frac{Autoconsumo_{barrio} (kWh)}{Consumo_{barrio} (kWh)}$$

El indicador de autosuficiencia por barrio es clave para evaluar la resiliencia energética de la comunidad y su capacidad de reducir la dependencia de fuentes de la red eléctrica.

- Ambientales: Reducción de CO₂ por vivienda.

Este indicador mide la reducción de emisiones de CO₂ $Ahorro\ CO2 \left(\frac{tn}{año} \right)$ 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. Su cálculo se basa en los datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza sobre la disminución de emisiones por barrio $Ahorro\ CO2 \left(\frac{tn}{año} \right)_{barrio}$ y en base a los resultados de autoconsumo por barrio.

$$Ahorro\ CO2 \left(\frac{tn}{año} \right) = \sum Ahorro\ CO2 \left(\frac{tn}{año} \right)_{barrio} * coef.\ autoconsumo \left(\frac{kWh}{\sum kWh_{año}} \right)_{barrio}$$

donde el coeficiente de autoconsumo $coef. autoconsumo \left(\frac{kWh}{\sum kWh_{año}} \right)_{barrio}$ permite repartir las emisiones de CO_2 evitadas asociadas al autoconsumo de manera horaria para cada barrio.

- Económicos: Ahorros generados por barrio

Estos indicadores permiten evaluar el impacto económico del proyecto en la comunidad.

El ahorro económico derivado del autoconsumo de energía renovable $Ahorro_{sector,barrio}$ (€) se calcula mediante la obtención de datos de coste de electricidad hora a hora para cada periodo y tipo de tarifa en el mercado regulado o libre $Coste_{tarifa} \left(\frac{€}{kWh} \right)$, multiplicado por el autoconsumo para cada sector en cada barrio $Autoconsumo_{sector,barrio} (kWh)$.

$$Ahorro_{sector,barrio} (€) = Coste_{tarifa} \left(\frac{€}{kWh} \right) * Autoconsumo_{sector,barrio} (kWh)$$

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

Estos indicadores permiten evaluar la participación ciudadana y la transformación del barrio mediante:

$$n^{\circ} de iniciativas de transformación comunitaria, comunidades energéticas_{barrio}$$

Finalmente, se considera relevante tener en cuenta la población de cada barrio, ya que resulta más sencillo realizar la transformación comunitaria en zonas en las que el número de vecinos es más reducido, resultando más favorable una población menor por barrio.

$$N^{\circ} habitantes_{barrio}$$

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

3.3 Consideraciones para la selección de ubicaciones potenciales:

En este informe se han añadido nuevas ubicaciones con respecto al entregable anterior de la tarea 9.2 "Caracterización de la demanda y generación y análisis de participación", concretamente se han añadido los barrios rurales Torrecilla de Valmadrid y Villarrapa. Estos barrios, a pesar de no contar con proyectos de instalación de fotovoltaica resultan relevantes en el

análisis por ser barrios de escasa población en los que puede resultar más sencillo la creación de una comunidad energética. El objetivo principal de esta acción ha sido el de alinear el estudio con las actividades de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) de Zaragoza, ya que el estudio que se ha llevado a cabo en este informe es fundamental para orientar la labor de la OTC de asesoramiento a ciudadanos, Pymes y entidades locales. Gracias a este informe se facilita la guía para identificar y priorizar aquellos barrios con mayor potencial de éxito en la implementación de proyectos de energías renovables y modelos de autoconsumo.

Además, de este análisis se espera que se fomente la participación ciudadana y se facilite el acceso a financiación para proyectos energéticos locales. Con todo ello, se busca fortalecer el respaldo institucional y social necesario para desarrollar estrategias de gobernanza eficientes, alineadas con los objetivos de la transición energética de Zaragoza. La OTC, como actor clave en este proceso, podrá utilizar estos resultados para diseñar acciones más efectivas en la promoción de comunidades energéticas, la optimización de la demanda y generación distribuida, y el impulso de políticas locales que aceleren la descarbonización y la autonomía energética de la ciudad.

4. Priorización basada en indicadores

En el presente apartado se desarrollan los resultados numéricos obtenidos para cada uno de los indicadores anteriormente presentados calculados para cada uno de los barrios analizados.

4.1 Indicadores Energéticos:

- Autoconsumo

En la ciudad de Zaragoza se ha obtenido un autoconsumo del 100% de la energía fotovoltaica potencialmente generada en cubiertas de equipamientos municipales, que se ha calculado en este estudio, de manera que toda ella es utilizada directamente dentro del barrio, sin ser vertida a la red y sin generar excedentes. El indicador de autoconsumo permite evaluar la cantidad de energía procedente de generación solar renovable que se consume en cada barrio, que en contraste con los datos de demanda total de energía por barrio y por sector permite evaluar la cantidad de energía generada y utilizada localmente respecto al total.

Consumo por sector y Energía autoconsumida total

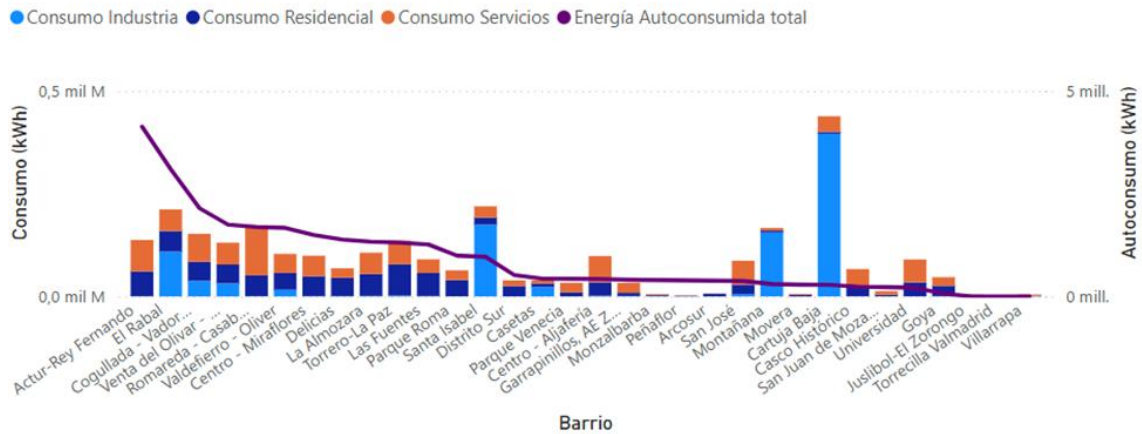


Figura 4 Consumo frente a autoconsumo

En la *Figura 4* se observa el consumo energético por barrio en columnas dividido en Industria (azul claro), Residencial (azul oscuro) y Servicios (naranja), así como la energía total autogenerada en cada barrio (línea de color púrpura).

Algunos barrios tienen un consumo industrial alto, como se puede ver en las barras azul claro, y como ya se ha comentado y estudiado en el entregable 9.2 y en apartados anteriores, destacan los barrios de Cartuja Baja, Santa Isabel y Montañana. Respecto a los otros sectores, el consumo residencial y de servicios también varía significativamente entre los barrios.

Tal y como se observa en la *Figura 4* en todos los barrios la energía autoconsumida es muy baja con respecto al consumo total, lo que demuestra una gran dependencia de red eléctrica. Lo más destacable de este análisis es además el desbalance en la generación y consumo, de manera que algunos barrios consumen mucha energía, pero generan poca, como es el caso de Cartuja Baja.

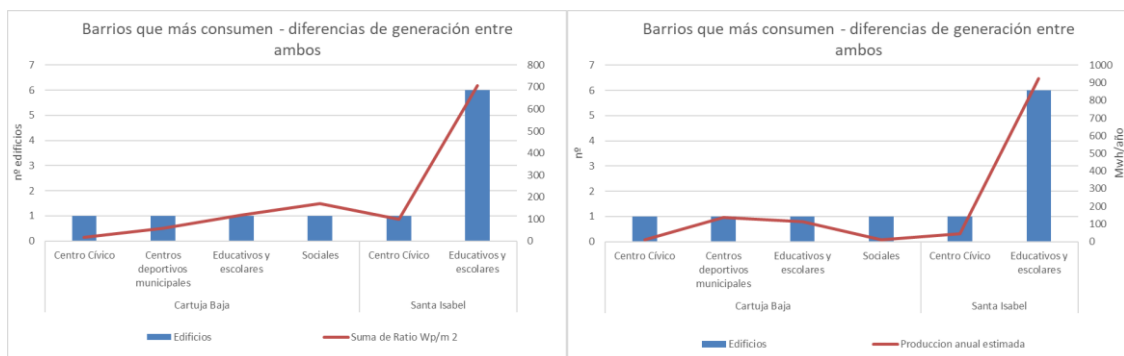


Figura 5 Barrios que más consumen en sector industrial- comparación del potencial de generación de cada uno: izquierda- ratio de potencia por superficie; derecha - energía

Como se muestra en la *Figura 5*, este desbalance es especialmente evidente al comparar los barrios Cartuja Baja y Santa Isabel, ambos con un alto

consumo industrial. Sin embargo, a pesar de que el consumo en Cartuja Baja es el doble que, en Santa Isabel, este último autoconsume más de tres veces más energía renovable.

La diferencia entre ambos barrios radica en la tipología de edificios y la cantidad de cubiertas disponibles para la instalación de sistemas fotovoltaicos. En Santa Isabel, además de su sector industrial, hay una importante presencia de edificios residenciales y edificios municipales, especialmente educativos. En cambio, Cartuja Baja es predominantemente industrial, con muy baja presencia de edificios municipales aptos para la instalación fotovoltaica, en este sentido un resultado del análisis es que las industrias suelen disponer de grandes espacios en cubierta, lo cual podría ser un factor positivo a la hora de compensar esta falta de superficie “pública” con cubiertas “privadas”.

El análisis de las cubiertas proyectadas refuerza esta observación:

- En Santa Isabel, se han proyectado 7 cubiertas para instalaciones fotovoltaicas, de las cuales 6 pertenecen a edificios educativos y escolares.
- En Cartuja Baja, en cambio, solo se han proyectado 4 cubiertas, y de ellas únicamente 1 corresponde a un edificio educativo o escolar.

Esta diferencia es clave, ya que los edificios educativos y escolares han sido ampliamente seleccionados desde el Ayuntamiento de Zaragoza para la instalación de paneles solares, ya que son un tipo de edificio municipal con potencial dada su disponibilidad de superficie útil en cubiertas. Esto confirma un patrón generalizado en el cual los barrios con una mayor presencia de edificios educativos y escolares tienden a generar más energía renovable, mientras que los barrios con predominancia industrial tienen menos cubiertas municipales disponibles.

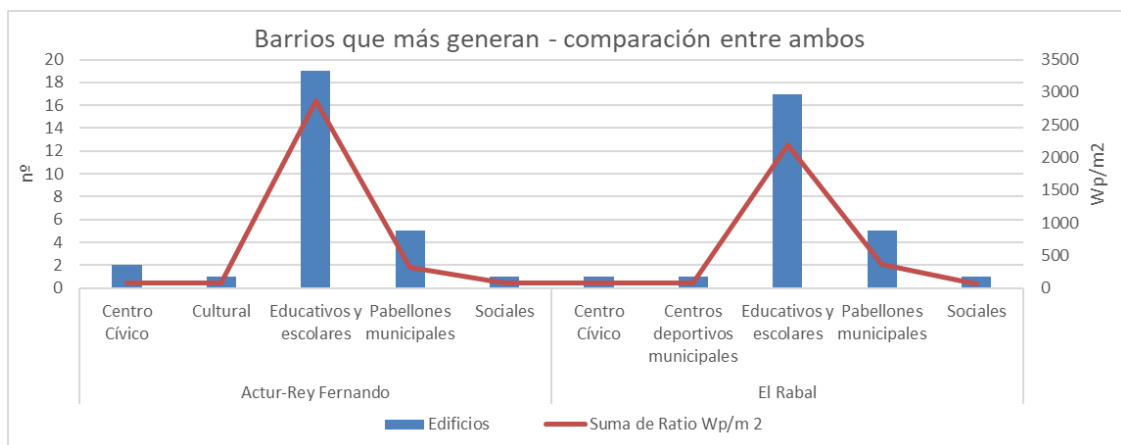


Figura 6 Barrios que más energía renovable generan

Este mismo hecho se observa en la Figura 6 en los barrios de Actur-Rey Fernando y El Rabal, los cuales lideran la generación de energía renovable

dentro del análisis. Ambos cuentan con una elevada cantidad de cubiertas en edificios educativos y escolares, lo que les otorga un mayor potencial fotovoltaico en comparación con zonas predominantemente industriales, donde este tipo de infraestructuras es mucho más escaso.

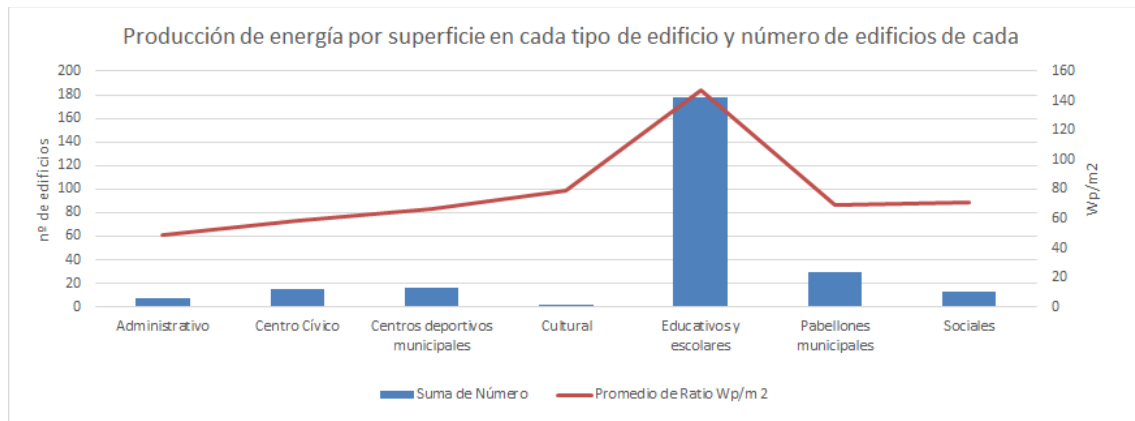


Figura 7 Producción de energía promedio por superficie en cada tipo de edificio y número de edificios de cada tipo

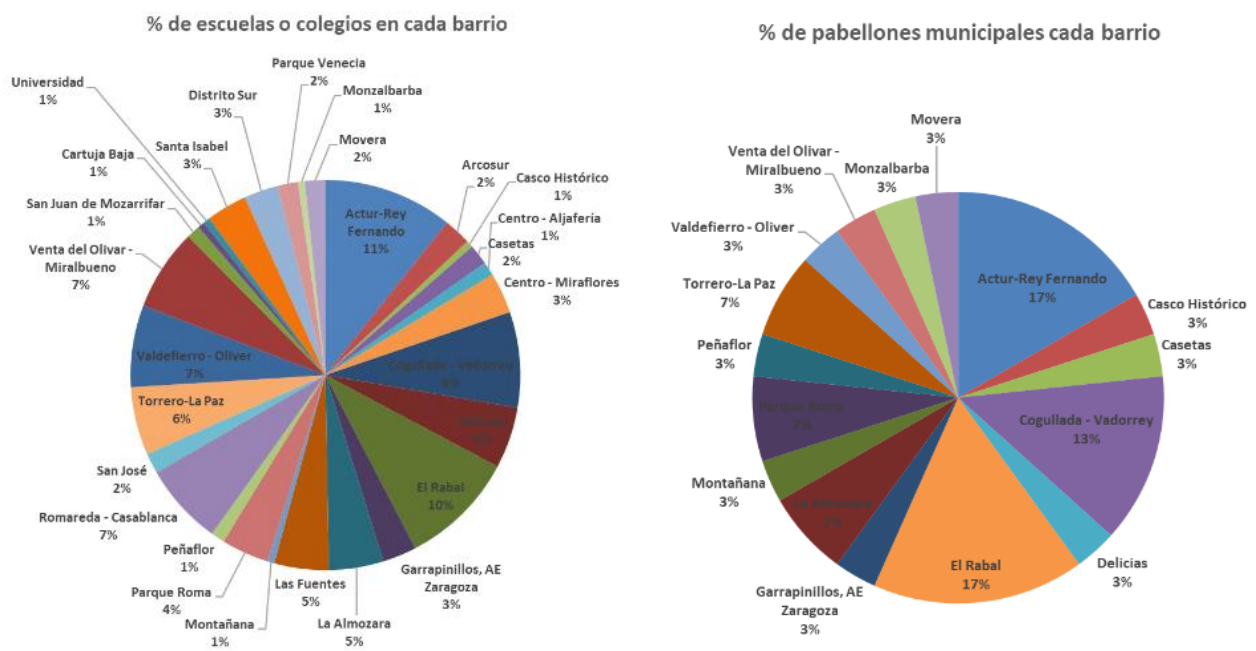


Figura 8 Presencia del tipo de edificios seleccionados por barrio. Escuelas o colegios (a la izquierda); Pabellones municipales (a la izquierda)

Además, este análisis refuerza la relación entre la infraestructura y el potencial fotovoltaico en las ciudades. Aunque los edificios educativos tienen una gran cantidad de instalaciones y su capacidad de generar energía por superficie es

mayor en promedio como se muestra en la Figura 7, reforzando los resultados obtenidos en el estudio realizado en el entregable anterior de la tarea 9.2, su capacidad de generación por instalación es menor en comparación con otros tipos de edificios, como los pabellones municipales, que cuentan con mayor superficie útil para la instalación de paneles solares. Sin embargo, los pabellones municipales son menos numerosos, lo que hace que en términos absolutos los edificios educativos sigan desempeñando un papel clave en la generación de energía solar sobre todo en entornos urbanos, que es donde más abundan. Estos resultados pueden observarse en la Figura 8, en la cual se muestra la distribución en cantidad por barrio de los dos tipos de edificios que mayor capacidad de generación de energía tienen por superficie.

En términos estratégicos, estos datos sugieren que la planificación debe considerar la disponibilidad de cubiertas útiles y el tipo de consumo predominante en cada barrio, priorizando aquellas zonas donde el autoconsumo pueda maximizarse. Además, se identifican oportunidades para incrementar la generación renovable en barrios de muy elevado consumo industrial, donde actualmente la disponibilidad de cubiertas estudiada es menor, pero el impacto de una mayor generación local podría ser significativo.

- Autosuficiencia

La autosuficiencia mide cómo de independiente es un barrio en términos de energía, permitiendo analizar además la resiliencia y las oportunidades de mejora, algo que el autoconsumo por sí solo no muestra.

Energía Autoconsumida total y Autosuficiencia Promedio

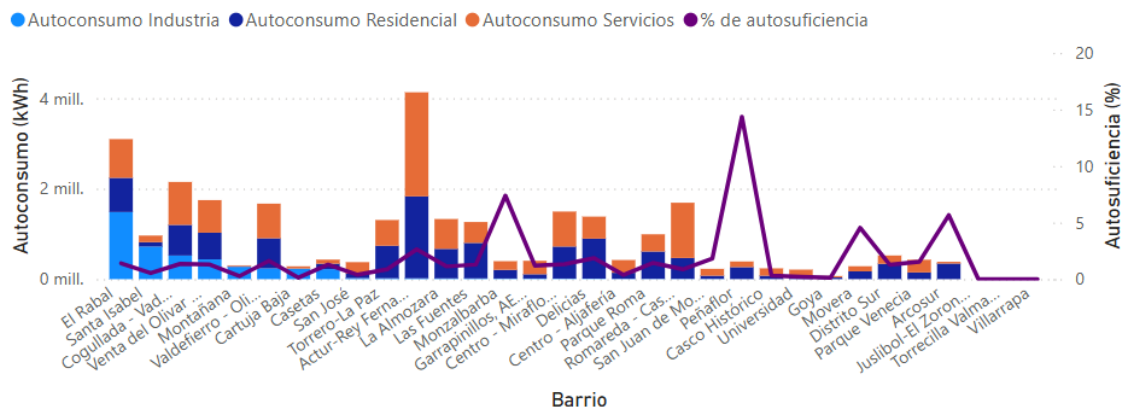


Figura 9 Autosuficiencia frente a autoconsumo de cada barrio

En la Figura 9 se muestra cuál es el grado de autosuficiencia de cada barrio frente al autoconsumo, respaldando las evidencias que se observan en la Figura 7 acerca de que el autoconsumo, para la situación de generación potencial planteada, es mucho menor en general que el consumo, en promedio un 1% del consumo de la ciudad.

En la Figura 9 destaca el caso del barrio de Peñaflo, en el cual el grado de autosuficiencia es mucho mayor que en otros. Seguidamente, otros barrios rurales como Monzalbarba, Arcosur y Movera también muestran una autosuficiencia mayor a 1,88% que es el valor que constituye el promedio obtenido, lo que sitúa en general a los barrios rurales o del extrarradio con producción fotovoltaica por delante de los urbanos en relación autoconsumo-consumo por localización.

Los barrios urbanos más residenciales presentan valores de autoconsumo muy superiores a barrios rurales o a barrios urbanos más industriales o enfocados al sector servicios. A pesar de que los valores de autoconsumo en ciertos barrios son más cercanos entre sí, se observan notables diferencias en cuanto a autosuficiencia de manera que, barrios con moderado autoconsumo y alta autosuficiencia se acercan a un modelo de autarquía energética, como es el caso de Peñaflo.

La Tabla 2 muestra el porcentaje promedio de potencial de autosuficiencia energética y la cantidad total de energía autoconsumida en diferentes barrios, identificados por su código postal. La autosuficiencia indica qué porcentaje de la energía consumida en el barrio proviene de fuentes propias, mientras que la energía autoconsumida refleja la cantidad total en kWh que no provino de la red eléctrica. Peñaflo destaca con el mayor porcentaje de autosuficiencia (14,36%), mientras que El Rabal lidera en energía autoconsumida con un valor de 3.095 MWh. Por otro lado, barrios como Torrecilla Valmadrid, Juslibol-El Zorongo y Villarrapa no registran autosuficiencia obteniendo un valor de 0%, lo que indica una total dependencia de la red eléctrica. También resulta llamativo que barrios con menor porcentaje de autosuficiencia, como Actur-Rey Fernando con 2,63% o Cogullada-Vadorrey con 1,35%, tengan valores absolutos de energía autoconsumida elevados, lo que remarca el alto consumo total en esos sectores.

Tabla 2 Porcentaje de autosuficiencia y energía autoconsumida total por barrio

CP	Barrio	Promedio de % de Autosuficiencia	Suma de Energía Autoconsumida total (kWh)
50001	Casco Histórico	0,31	238.761,87
50002	Las Fuentes	1,28	1.262.652,59
50003	La Almozara	1,13	1.328.978,64
50004	Centro - Aljafería	0,37	422.532,54
50005	Goya	0,13	68.515,57
50006	Universidad	0,21	210.640,69
50007	Torrero-La Paz	0,88	1.307.306,87
50008	Centro - Miraflores	1,33	1.494.145,85
50009	Romareda - Casablanca	0,87	1.689.206,70
50010	Parque Roma	1,43	991.599,04
50011	Venta del Olivar - Miralbuena	1,29	1.747.102,36
50012	Valdefierro - Oliver	1,62	1.668.592,45
50013	San José	0,39	375.778,11
50014	Cogullada - Vadorrey	1,35	2.149.005,76
50015	El Rabal	1,39	3.095.682,41
50016	Santa Isabel	0,53	963.150,18
50017	Delicias	1,86	1.382.271,84
50018	Actur-Rey Fernando	2,63	4.130.237,73
50019	Distrito Sur	1,27	522.535,49
50021	Parque Venecia	1,53	428.415,95
50022	Arcosur	5,66	382.987,14
50059	Montañana	0,26	301.989,82
50120	Monzalbarba	7,38	396.705,15
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00	0,00
50190	Garrafinillos, AE Zaragoza	1,18	405.776,02
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00	0,00
50193	Peñaflor	14,36	390.315,33
50194	Movera	4,53	285.099,25
50620	Casetas	1,28	431.558,72
50692	Villarrapa	0,00	0,00
50720	Cartuja Baja	0,13	283.028,88
50820	San Juan de Mozarrifar	1,82	227.456,80
Total			28.582.029,77

- o Ponderación y cálculo de los indicadores energéticos

El cálculo del indicador de autoconsumo, y, por otro lado, el de autosuficiencia, se ha realizado de manera que cuanto mayor sea el autoconsumo en el barrio, mayor puntuación tendrá el indicador, y lo mismo para la autosuficiencia.

De este modo y, en primer lugar, se ha realizado una normalización del indicador de autoconsumo y del de autosuficiencia para volverlos adimensionales y poder compararlos entre sí y con el resto de los indicadores. Para ello se divide el cálculo de autoconsumo en cada barrio entre el mayor valor de autoconsumo de entre todos los barrios, y lo mismo para la autosuficiencia:

$$KPI_{\text{autoconsumo}}_{\text{barrio}} = \frac{\text{Autoconsumo}_{\text{barrio}}}{\text{Autoconsumo}_{\text{máximo}}}$$

$$KPI_{\text{autosuficiencia}}_{\text{barrio}} = \frac{\text{Autosuficiencia}_{\text{barrio}}}{\text{Autosuficiencia}_{\text{máxima}}}$$

El valor máximo del indicador es de 1 en el caso más favorable, de mayor energía autoconsumida o de mayor autosuficiencia para el otro indicador, y de 0 en el más desfavorable, de menor energía autoconsumida, o de menor

autosuficiencia. De este modo se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 3, donde el barrio que más alto puntúa en autoconsumo es Actur-Rey Fernando, y a este le siguen El Rabal y Cogullada-Vadorrey. Por otro lado, el barrio que más alto puntúa en autosuficiencia es Peñaflo, seguido de Monzalbarba y Arcosur.

Ambos indicadores individualmente se ponderan con el mismo peso que el resto de los indicadores en la contribución final al resultado de priorización de barrios, y representan la importancia de la parte energética en la selección de los mejores barrios para priorizar la acción.

Tabla 3 Indicadores (KPI) de autosuficiencia y autoconsumo normalizados por barrio

CP	Barrio	KPI Autosuficiencia	KPI Autoconsumo
50001	Casco Histórico	0,02	0,06
50002	Las Fuentes	0,09	0,31
50003	La Almozara	0,08	0,32
50004	Centro - Aljafería	0,03	0,10
50005	Goya	0,01	0,02
50006	Universidad	0,01	0,05
50007	Torrero-La Paz	0,06	0,32
50008	Centro - Miraflores	0,09	0,36
50009	Romareda - Casablanca	0,06	0,41
50010	Parque Roma	0,10	0,24
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	0,09	0,42
50012	Valdefierro - Oliver	0,11	0,40
50013	San José	0,03	0,09
50014	Cogullada - Vadorrey	0,09	0,52
50015	El Rabal	0,10	0,75
50016	Santa Isabel	0,04	0,23
50017	Delicias	0,13	0,33
50018	Actur-Rey Fernando	0,18	1,00
50019	Distrito Sur	0,09	0,13
50021	Parque Venecia	0,11	0,10
50022	Arcosur	0,39	0,09
50059	Montaña	0,02	0,07
50120	Monzalbarba	0,51	0,10
50139	Torrecilla de Valmadrid	0,00	0,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	0,08	0,10
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00	0,00
50193	Peñaflo	1,00	0,09
50194	Movera	0,32	0,07
50620	Casetas	0,09	0,10
50692	Villarrapa	0,00	0,00
50720	Cartuja Baja	0,01	0,07
50820	San Juan de Mozarrifar	0,13	0,06

4.2 Indicadores Ambientales:

- Reducción de emisiones de CO₂ por barrio y sector.

Disminución de Emisiones de CO₂ y Autoconsumo

● Residencial ● Servicios ● Industrial ● Autoconsumo

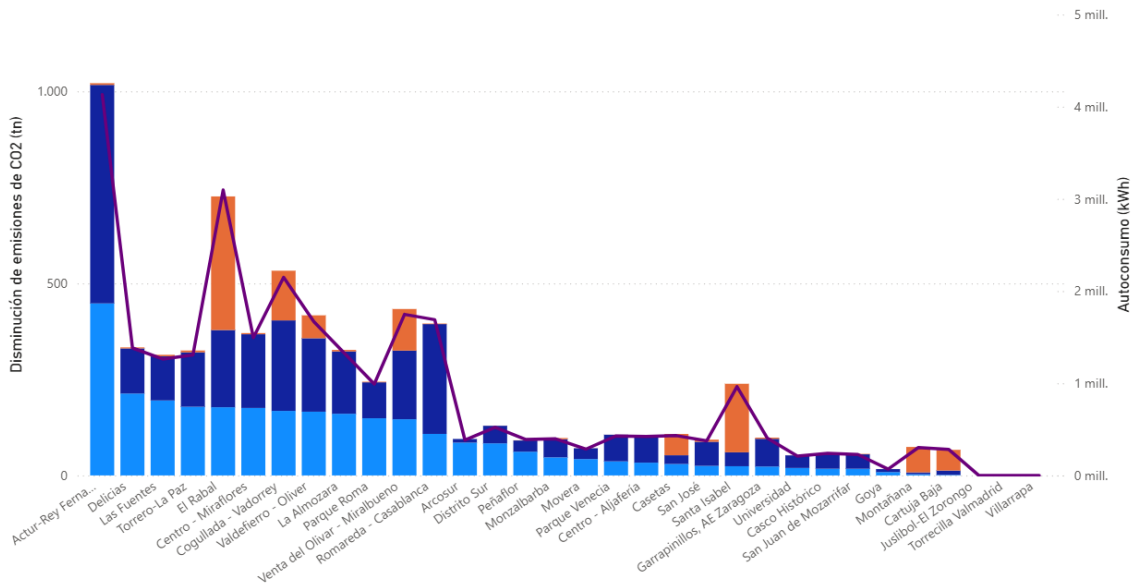


Figura 10 Reducción de emisiones de CO₂ por barrio

La Figura 10 refleja el impacto del autoconsumo energético en la reducción de emisiones de CO₂ (toneladas) en distintos barrios, permitiendo evaluar la efectividad de la generación distribuida y la eficiencia energética a nivel local. En la Tabla 4 se observa que los barrios con mayor autoconsumo de energía renovable han logrado reducciones significativas en sus emisiones, destacando Actur-Rey Fernando, El Rabal, Cogullada-Vadorrey. Tal y como se observa en la Tabla 4 es especialmente relevante que esta reducción de 6.996,12 toneladas de CO₂ se lograría con una capacidad fotovoltaica potencialmente a instalar que apenas cubriría el 1% del consumo total de energía de la ciudad, lo que evidencia el enorme potencial de expansión de la generación renovable. Si con una proporción tan reducida ya se conseguirían estos resultados, la ampliación de la capacidad a instalar en cubiertas municipales podría generar una transformación significativa en la reducción de emisiones y en la descarbonización del sistema energético urbano y rural. El análisis geográfico muestra una distribución desigual de estos beneficios, con ciertas zonas acumulando un mayor impacto positivo, debido a una mayor infraestructura municipal disponible para la generación renovable. Sin embargo, barrios como Torrecilla de Valmadrid, Juslibol-El Zorongo y Villarrapa no registran reducción de emisiones, lo que pone de manifiesto una dependencia total de la red eléctrica y una oportunidad de mejora en la adopción de energías renovables.

Tabla 4 Reducción potencial de emisiones de CO2 por barrio

CP	Barrio	Disminucion Emisiones CO2 total (tn)
50001	Casco Histórico	56,68
50002	Las Fuentes	313,98
50003	La Almozara	326,78
50004	Centro - Aljafería	104,46
50005	Goya	16,71
50006	Universidad	52,58
50007	Torrero-La Paz	325,22
50008	Centro - Miraflores	370,60
50009	Romareda - Casablanca	395,59
50010	Parque Roma	244,13
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	433,26
50012	Valdefierro - Oliver	416,77
50013	San José	93,10
50014	Cogullada - Vadorrey	532,94
50015	El Rabal	726,34
50016	Santa Isabel	238,59
50017	Delicias	333,35
50018	Actur-Rey Fernando	1.021,14
50019	Distrito Sur	129,46
50021	Parque Venecia	106,14
50022	Arcosur	94,88
50059	Montañana	74,16
50120	Monzalbarba	97,29
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	98,43
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00
50193	Peñaflor	91,58
50194	Movera	71,01
50620	Casetas	107,98
50692	Villarrapa	0,00
50720	Cartuja Baja	66,62
50820	San Juan de Mozarrifar	56,35
Total		6.996,12

o Ponderación y cálculo del indicador ambiental

El cálculo del indicador de disminución de emisiones de CO2 se ha realizado de manera que cuanto mayor sea la disminución de emisiones de CO2 en el barrio mayor puntuación tiene el indicador.

De este modo y, en primer lugar, se ha realizado una normalización del indicador de ahorro para adimensionalizarlo y poder compararlo con el resto de los indicadores. Para ello se divide el cálculo de disminución de emisiones de cada barrio entre el valor de reducción de emisiones del barrio que mayor disminución de emisiones tiene:

$$KPI \text{ disminución de emisiones } CO2_{\text{barrio}} = \frac{\text{Disminución de emisiones de } CO2_{\text{barrio}}}{\text{Disminución de emisiones de } CO2 \text{ máximas}}$$

El valor máximo del indicador es de 1 en el caso más favorable, de mayor reducción de emisiones, y de 0 en el más desfavorable, de menor reducción de emisiones. De este modo se obtienen los resultados que se muestran en la

Tabla 5, donde el barrio que más alto puntúa es Actur-Rey Fernando, y a este le siguen El Rabal y Cogullada-Vadorrey.

Este indicador se pondera con el mismo peso que el resto de los indicadores en la contribución final al resultado de priorización de barrios, y representa la importancia de la parte ambiental en la selección de los mejores barrios para priorizar la acción.

Tabla 5 Indicadores (KPI) de disminución de emisiones de CO2 normalizados por barrio

CP	Barrio	KPI Disminución de emisiones
50001	Casco Histórico	0,06
50002	Las Fuentes	0,31
50003	La Almozara	0,32
50004	Centro - Aljafería	0,10
50005	Goya	0,02
50006	Universidad	0,05
50007	Torrero-La Paz	0,32
50008	Centro - Miraflores	0,36
50009	Romareda - Casablanca	0,39
50010	Parque Roma	0,24
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	0,42
50012	Valdefierro - Oliver	0,41
50013	San José	0,09
50014	Cogullada - Vadorrey	0,52
50015	El Rabal	0,71
50016	Santa Isabel	0,23
50017	Delicias	0,33
50018	Actur-Rey Fernando	1,00
50019	Distrito Sur	0,13
50021	Parque Venecia	0,10
50022	Arcosur	0,09
50059	Montañana	0,07
50120	Monzalbarba	0,10
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	0,10
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00
50193	Peñaflor	0,09
50194	Movera	0,07
50620	Casetas	0,11
50692	Villarrapa	0,00
50720	Cartuja Baja	0,07
50820	San Juan de Mozarrifar	0,06

4.3 Indicadores Socioeconómicos:

- Ahorros generados según el tipo de consumidor.

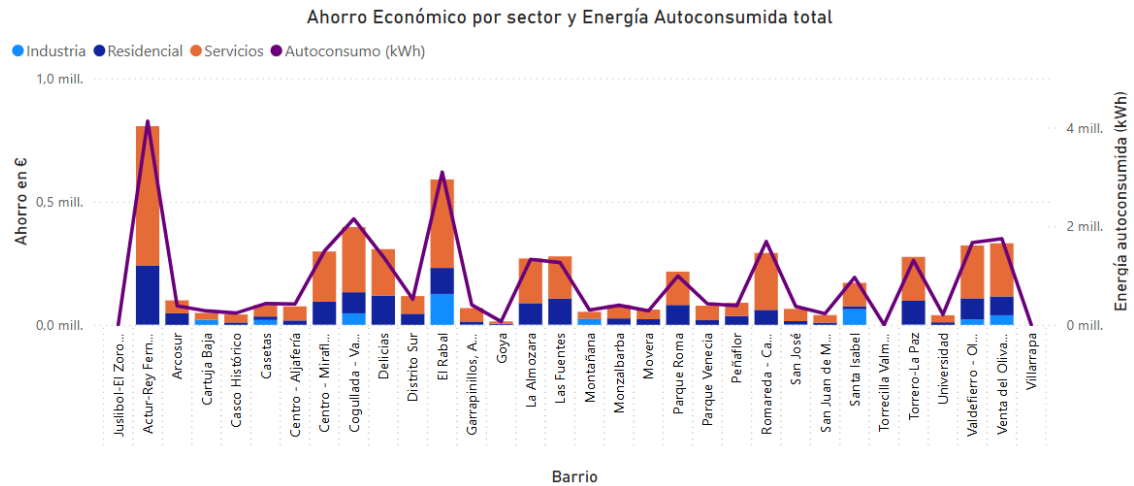


Figura 11 Ahorros generados según tipo de consumidor por barrio

La Figura 11 muestra la relación entre el ahorro económico potencial por sector (industria, residencial y servicios) y la energía autoconsumida potencial en cada barrio, destacando que el impacto económico del autoconsumo no solo depende de la cantidad de energía generada, sino también de factores como las tarifas eléctricas y el perfil de consumo.

Actur-Rey Fernando y El Rabal presentan los mayores ahorros económicos, ya que son los barrios que más autoconsumo potencial tendrían. Sin embargo, barrios con alta autosuficiencia, como Peñaflor, no siempre logran un ahorro económico elevado, ya que la autosuficiencia y el beneficio económico del autoconsumo no van de la mano directamente como si lo hace la cantidad autoconsumida. Una mayor autosuficiencia viene dada por una mayor proporción de autoconsumo con respecto al consumo total del barrio, lo cual es muy interesante alcanzar fundamentalmente en barrios con elevado consumo que serán capaces de lograr un mayor ahorro.

Es interesante analizar los valores que se muestran en la Tabla 5 de manera que, en contraste con lo anterior, hay algunos barrios con menor autoconsumo que otros y que pueden alcanzar mayores ahorros, como se observa al comparar Arcosur y Casetas. Aunque Casetas autoconsumiría más energía, concretamente 431.558,72 kWh frente a 382.987,14 kWh en Arcosur, su ahorro económico es menor, 45.624 € frente a 52.566 € en Arcosur. Esta diferencia clave se debe a la distribución sectorial del consumo. Arcosur obtiene un mayor ahorro en el sector residencial, 46.756 € frente a 14.109 € en Casetas, mientras que Casetas tiene un mayor peso en la industria, 19.829 € de ahorro, donde las estructuras tarifarias reducen el beneficio del autoconsumo. Este caso demuestra que el impacto económico del

autoconsumo depende no solo de la cantidad de energía generada, sino también de su distribución en los distintos sectores y de las tarifas aplicadas.

Por otro lado, la baja participación de la industria en el ahorro económico sugiere que este sector tiene margen de mejora en la adopción del autoconsumo, pudiendo beneficiarse de incentivos específicos o ajustes tarifarios.

Finalmente, barrios sin autoconsumo, como Torrecilla de Valmadrid, Juslibol-El Zorongo y Villarrapa, representan oportunidades claras para la instalación de sistemas fotovoltaicos, ya que podrían obtener beneficios significativos con un despliegue adecuado de infraestructura, como se observa en la Tabla 6. Estos barrios tienen consumo predominantemente residencial y de servicios, siendo este último mayor que en otros barrios, como Monzalbarba, Movera o Peñafior, en los que sin embargo sí se han proyectado cubiertas para la instalación de fotovoltaica.

Tabla 6 Ahorro económico por sector en cada barrio

CP	Barrio	Ahorro Económico Industria (€)	Ahorro Económico Residencial (€)	Ahorro Económico Servicios (€)
50001	Casco Histórico	3	9632	22944
50002	Las Fuentes	1203	104801	65765
50003	La Almozara	1204	86888	92897
50004	Centro - Aljafería	342	17363	39548
50005	Goya	0	4590	4734
50006	Universidad	0	10325	18478
50007	Torrero-La Paz	1494	96068	80319
50008	Centro - Miraflores	789	92982	109946
50009	Romareda - Casablanca	239	60531	170009
50010	Parque Roma	201	80545	54385
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	38949	76333	100108
50012	Valdefierro - Oliver	21675	85979	106689
50013	San José	1755	13234	34903
50014	Cogullada - Vadorrey	46666	85643	131964
50015	El Rabal	125399	105496	127822
50016	Santa Isabel	63584	11715	19760
50017	Delicias	660	117905	69893
50018	Actur-Rey Fernando	1424	239947	323007
50019	Distrito Sur	44	45106	26510
50021	Parque Venecia	29	18846	39919
50022	Arcosur	0	46756	5810
50059	Montañana	23283	1609	3154
50120	Monzalbarba	1062	25108	27606
50139	Torrecilla de Valmadrid	0	0	0
50190	Garrafinillos, AE Zaragoza	865	12494	41241
50191	Juslibol-El Zorongo	0	0	0
50193	Peñafior	156	35975	17380
50194	Movera	54	22916	16130
50620	Casetas	19829	14109	11686
50692	Villarrapa	0	0	0
50720	Cartuja Baja	19949	616	7038
50820	San Juan de Mozarrifar	70	9023	21552
Total		370928	1532535	1791197

Tabla 7 Consumo por sector en los barrios sin energía autoconsumida – Oportunidades de ahorro sin explorar

CP	Barrio	Suma de Energía Autoconsumida total (kWh)	Suma de Consumo Industria (kWh)	Suma de Consumo Residencial (kWh)	Suma de Consumo Servicios (kWh)
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00	0,00	40.286,00	0,00
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00	61.313,00	1.469.172,00	2.955.833,00
50692	Villarrapa	0,00	0,00	1.713.658,00	3.007.902,00

o Ponderación y cálculo del indicador económico

El cálculo del indicador de ahorro económico se ha realizado de manera que cuanto mayor sea el ahorro en el barrio mayor puntuación tiene el indicador.

De este modo y, en primer lugar, se ha realizado una normalización del indicador de ahorro para adimensionalizarlo y poder compararlo con el resto de los indicadores. Para ello se divide el ahorro económico de cada barrio entre el ahorro económico del barrio que mayor ahorro tiene:

$$KPI\ económico_{barrio} = \frac{Ahorro\ económico_{barrio}}{Ahorro\ económico\ máximo}$$

El valor máximo del indicador es de 1 en el caso más favorable, de mayor ahorro, y de 0 en el más desfavorable, de menor ahorro. De este modo se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 7, donde el barrio que más alto puntúa es Actur-Rey Fernando, y a este le siguen El Rabal y Cogullada-Vadorrey.

Este indicador se pondera con el mismo peso que el resto de los indicadores en la contribución final al resultado de priorización de barrios, y representa la importancia de la parte económica en la selección de los mejores barrios para priorizar la acción.

Tabla 8 KPIs de ahorro económico normalizados por barrio

CP	Barrio	KPI Economico Ahorro
50001	Casco Histórico	0,06
50002	Las Fuentes	0,30
50003	La Almozara	0,32
50004	Centro - Aljafería	0,10
50005	Goya	0,02
50006	Universidad	0,05
50007	Torrero-La Paz	0,32
50008	Centro - Miraflores	0,36
50009	Romareda - Casablanca	0,41
50010	Parque Roma	0,24
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	0,38
50012	Valdefierro - Oliver	0,38
50013	San José	0,09
50014	Cogullada - Vadorrey	0,47
50015	El Rabal	0,64
50016	Santa Isabel	0,17
50017	Delicias	0,33
50018	Actur-Rey Fernando	1,00
50019	Distrito Sur	0,13
50021	Parque Venecia	0,10
50022	Arcosur	0,09
50059	Montañana	0,05
50120	Monzalbarba	0,10
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	0,10
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00
50193	Peñaflor	0,09
50194	Movera	0,07
50620	Casetas	0,08
50692	Villarrapa	0,00
50720	Cartuja Baja	0,05
50820	San Juan de Mozarrifar	0,05

- N° de Proyectos existentes en el barrio o iniciativas detectadas y población por barrio.

La Figura 12 muestra la relación entre la población de cada barrio y el factor de valoración de participación en proyectos de cero emisiones o de transformación comunitaria, permitiendo analizar la confluencia de más o menos iniciativas en barrios de diferente población.

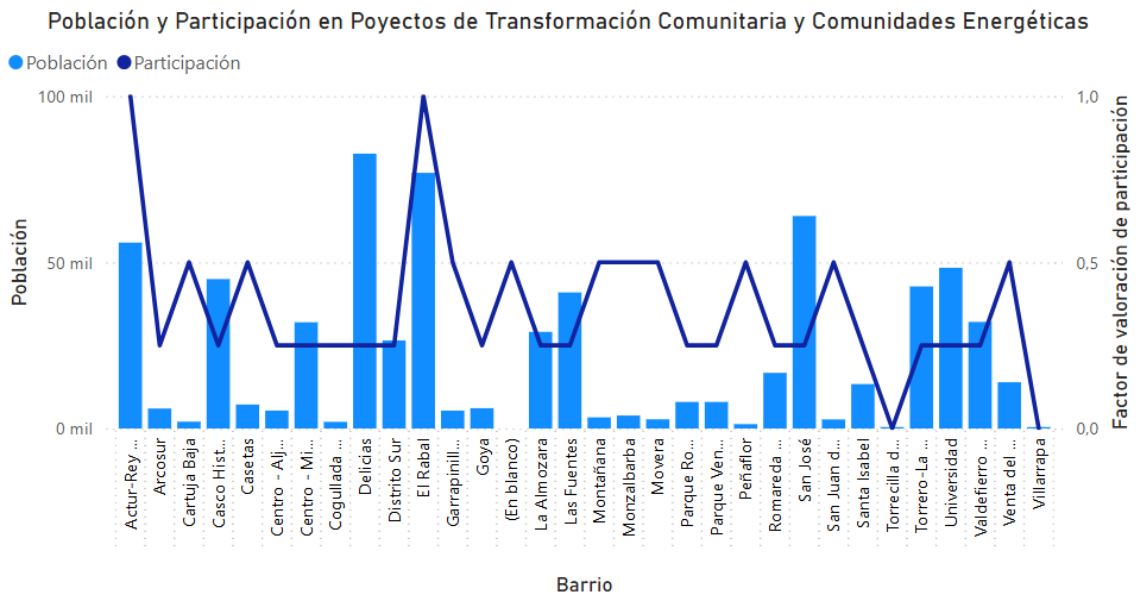


Figura 12 Población e iniciativas y proyectos de cero emisiones o rehabilitación energética por barrio

Para priorizar barrios resulta más interesante la obtención de una alta puntuación en iniciativas de descarbonización y reducción de la dependencia de red en barrios de menor población, porque en estos barrios es más fácil iniciar la creación y gestión de comunidades energéticas al haber menos vecinos.

La puntuación de las iniciativas ha considerado que si en ese barrio se ha realizado un proyecto importante de descarbonización o rehabilitación energética se puntúa con valor máximo de 1. Por otro lado, si no se han realizado grandes proyectos todavía, pero en ese barrio el Ayuntamiento de Zaragoza plantea instalar fotovoltaica en algunas cubiertas municipales y se ha estudiado también en la Oficina de Transformación Comunitaria de Zaragoza (OTC) se puntúa con 0,5; sin embargo, si solamente se plantea una de estas iniciativas se puntúa con 0,25, o si no se ha tenido en cuenta ese barrio para ningún tipo de estudio de este ámbito se valora el factor con un 0.

Se han obtenido los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9 Puntuación por barrio del indicador de Iniciativas y Proyectos

CP	Barrio	KPI Iniciativas y Proyectos
50001	Casco Histórico	0,25
50002	Las Fuentes	0,25
50003	La Almozara	0,25
50004	Centro - Aljafería	0,25
50005	Goya	0,25
50006	Universidad	0,25
50007	Torrero-La Paz	0,25
50008	Centro - Miraflores	0,25
50009	Romareda - Casablanca	0,25
50010	Parque Roma	0,25
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	0,50
50012	Valdefierro - Oliver	0,25
50013	San José	0,25
50014	Cogullada - Vadorrey	0,25
50015	El Rabal	1,00
50016	Santa Isabel	0,25
50017	Delicias	0,25
50018	Actur-Rey Fernando	1,00
50019	Distrito Sur	0,25
50021	Parque Venecia	0,25
50022	Arcosur	0,25
50059	Montañana	0,50
50120	Monzalbarba	0,50
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	0,50
50191	Juslibol-El Zorongo	0,50
50193	Peñaflor	0,50
50194	Movera	0,50
50620	Casetas	0,50
50692	Villarrapa	0,00
50720	Cartuja Baja	0,50
50820	San Juan de Mozarrifar	0,50

○ **Análisis**

- Barrios más poblados con buena puntuación en iniciativas

Los barrios con más población son El Rabal, las Delicias y San José, de los cuales El Rabal sí puntúa muy alto en iniciativas debido al proyecto innovador de rehabilitación energética y regeneración urbana InCUBE que se desarrolló en dicho barrio de Zaragoza.

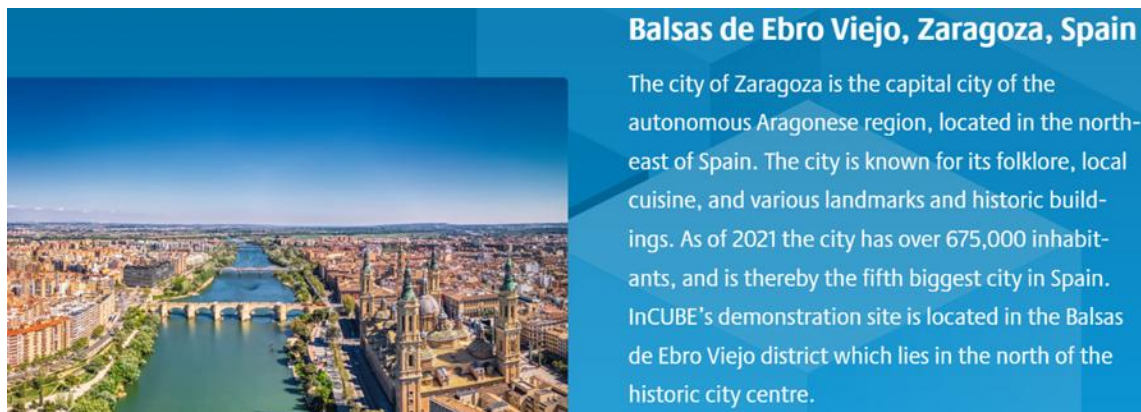


Figura 13 Proyecto InCUBE de rehabilitación energética en el barrio El Rabal

“Balsas Positivo es un proyecto innovador de rehabilitación energética y regeneración urbana para Balsas de Ebro Viejo, el conjunto sindical ubicado en el distrito de El Rabal que cuenta con 1.530 viviendas y 163 edificios. Impulsado por el Ayuntamiento de Zaragoza, de la mano de la sociedad municipal Zaragoza Vivienda, establece un modelo integral de intervención para mejorar la calidad de vida de los vecinos y reducir las emisiones de CO₂, contribuyendo a mitigar el cambio climático.”

El barrio Actur-Rey Fernando también tiene bastante población y muestra una elevada puntuación en iniciativas debido al proyecto Neutralpath que se está desarrollando actualmente y cuyas intervenciones resultan muy atractivas para ser incluidas en el contexto de una comunidad energética.



Figura 14 Proyecto Neutralpath de comunidades energéticas en el barrio Actur-Rey Fernando

“El proyecto NEUTRALPATH pretende demostrar que los Distritos de Energía Limpia y Positiva (PCED) diseñados e implementados bajo enfoques colaborativos y centrados en la ciudadanía pueden ser soluciones rentables y viables para contribuir significativamente a la transformación de las ciudades hacia la neutralidad climática, permitiendo acelerar el proceso para alcanzar incluso la reducción de emisiones SCOPE 2 (emisiones indirectas relacionadas con el consumo de energía) en 2030. Zaragoza ha seleccionado una zona representativa de la ciudad compuesta por 6 edificios, 2 residenciales públicos localizados en el distrito Actur-Rey Fernando (2 viviendas sociales), y otros 4 edificios públicos ubicados en el mismo barrio: una escuela infantil pública (construida en 2008) y una escuela pública (que consta de 3 edificios construidos en 2007) que son propiedad del Ayuntamiento de Zaragoza.”

- Barrios menos poblados con puntuación media en iniciativas

En contraste, barrios con menor población como Casetas, Garrapinillos, La Cartuja, Montañana, Monzalbarba, Movera, Peñaflor, San Gregorio, San Juan de Mozarrifar, Juslibol-El Zorongo y Venta del Olivar presentan factores de participación media ya que están implicados en los estudios realizados en la Oficina de Transformación Comunitaria de Zaragoza y además todos ellos a excepción de Juslibol-El Zorongo, que ha puntuado al mismo nivel porque se ha considerado un barrio muy interesante para este estudio por cantidad de población y oportunidades, forman parte del estudio de cubiertas municipales para autoconsumo en barrios de Zaragoza.

En barrios menos poblados, resulta más sencillo organizar comunidades energéticas, ya que la toma de decisiones es más ágil, la coordinación entre participantes es más eficiente y los acuerdos para la gestión de la energía compartida pueden establecerse con mayor facilidad. Además, estos barrios suelen tener mayor cohesión social y una mejor capacidad de gestión de proyectos colectivos, lo que facilita la implementación de iniciativas de energía renovable. En contraste, los barrios con mayor población tienden a presentar dificultades para coordinar a un número elevado de residentes, lo que ralentiza los procesos de toma de decisiones y hace más complejo el desarrollo de proyectos comunitarios. Por ello, aunque en términos absolutos los barrios con mayor población pueden tener más iniciativas, su impacto relativo es menor cuando se evalúa la facilidad de implementación y la viabilidad de consolidar comunidades energéticas.

- Barrios con puntuación baja o nula en iniciativas

El resto de barrios como son Villarrapa, Torrecilla de Valmadrid, Goya, Universidad, Casco Histórico, San José, Arcosur, Centro - Aljafería, Parque Venecia, Distrito Sur, Santa Isabel, Parque Roma, Las Fuentes, Torrero-La Paz, La Almozara, Delicias, Centro - Miraflores, Romareda - Casablanca, Valdefierro – Oliver y Cogullada – Vadorrey presentan un factor de participación bajo, o incluso nulo en el caso de Villarrapa y Torrecilla de Valmadrid, a pesar de lo

positivo de no ser los más poblados, en estos barrios apenas existen iniciativas activas ni concienciación que impulse la adopción de proyectos de transformación energética.

El ranking de priorización de barrios desde el punto de vista social se basa, como se ha mencionado más arriba, en la combinación de dos indicadores clave: el número de iniciativas activas y la población del barrio, donde lo que más pondera en la priorización es la confluencia de un mayor número de iniciativas en barrios con menor población. Esto permite que los proyectos piloto y las estrategias de transformación comunitaria puedan lograr resultados más rápidos y replicables en esta situación, sirviendo como modelo para expandir estas iniciativas a barrios más grandes en etapas posteriores. Esto evidencia la necesidad de estrategias adaptadas a cada barrio para fomentar la participación, especialmente en zonas con menor implicación actual, pero con alto potencial de impacto en la transición energética.

Estrategia

Ordenando los barrios de mayor a menor participación y teniendo en cuenta la población se concluye que, en barrios de alta población con alta participación como son Actur-Rey Fernando y El Rabal, hay un potencial muy grande gracias a la implementación de proyectos de cero emisiones y transición energética. Es clave aprovechar el éxito de éstos para extender sus modelos a otras zonas con características similares e impulsar la replicabilidad en barrios con alta población, pero baja participación, como Delicias, San José, Universidad, Casco Histórico, Torrero-La Paz, entre otros, demostrando su viabilidad y beneficios. Además, es clave a partir de aquí fomentar la participación de más vecinos y sectores económicos, integrando nuevos actores en la gobernanza energética del barrio es otro paso por seguir.

Los barrios de menor población y con participación media como Casetas, Garrapinillos, La Cartuja, Montañana, Monzalbarba, Movera, Peñaflo, San Gregorio, Juslibol-El Zorongo o Venta del Olivar, ya se han considerado en estudios de transformación energética, lo que permite aprovechar el conocimiento adquirido para dar un paso más hacia la implementación de proyectos concretos de autoconsumo compartido y comunidades energéticas a corto plazo, por lo que hay un gran potencial. En estos barrios es clave facilitar los procesos administrativos y ofrecer apoyo técnico para la constitución de comunidades energéticas y la financiación de instalaciones fotovoltaicas, garantizando así su viabilidad y escalabilidad. Una vez establecidas las primeras comunidades energéticas, la estrategia debe centrarse en su expansión progresiva, incorporando más viviendas y sectores económicos del barrio para consolidar la iniciativa.

En los barrios de menor población con baja o nula participación como son Villarrapa, Torrecilla de Valmadrid, Goya, Arcosur, Centro - Aljafería, Parque Venecia, Santa Isabel, Parque Roma, Romareda - Casablanca, Valdefierro –

Oliver, Cogullada – Vadorrey, la actividad en iniciativas energéticas es escasa o inexistente. Sin embargo, su menor población debería facilitar la organización de proyectos comunitarios si se abordan adecuadamente las barreras existentes.

Para impulsar la participación, es fundamental realizar un diagnóstico específico en cada barrio que permita identificar los factores que dificultan su implicación (falta de información, financiación, redes comunitarias, etc.). A partir de este análisis, se deben desarrollar acciones de sensibilización y educación energética dirigidas a la ciudadanía, con el objetivo de despertar su interés en la creación de comunidades energéticas.

Un paso clave será la identificación de edificios públicos o privados adecuados para la instalación de sistemas de autoconsumo compartido. El estudio realizado en el entregable 9.2 “Caracterización de la demanda y generación y análisis de participación” para el caso de Peñaflores pretende lograr un primer caso de éxito que permitirá generar confianza y motivar a más vecinos a sumarse a la iniciativa, facilitando la consolidación del modelo en el barrio.

- Ponderación y cálculo del indicador de población

El cálculo del indicador de población se ha realizado de manera que cuanto mayor sea la población en el barrio menor puntuación tiene el indicador.

De este modo y, en primer lugar, se ha realizado una normalización del indicador de población para volverlo adimensional y poder compararlo con el resto de los indicadores. Para ello se divide la población de cada barrio entre la población del barrio que mayor población tiene y a la unidad se le resta ese valor para obtener la relación de menos puntuación cuanto más población:

$$KPI_{población_{barrio}} = 1 - \frac{Población_{barrio}}{Población_{máxima}}$$

El valor máximo del indicador es de 1 en el caso más favorable, de menos población, y de 0 en el más desfavorable, de mayor población. De este modo se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 10, donde el barrio que más alto puntúa es Torrecilla de Valmadrid, y a este le siguen Cogullada-Vadorrey, Monzalbarba, Peñaflores y Cartuja-Baja.

Este indicador se pondera con el mismo peso que el resto de los indicadores en la contribución final al resultado de priorización de barrios, y representa la importancia de la parte social en la selección de los mejores barrios para iniciar la acción.

Tabla 10 Población por barrio y KPI de población

CP	Barrio	Población	KPI Población
50001	Casco Histórico	44953	0,46
50002	Las Fuentes	40930	0,51
50003	La Almozara	29073	0,65
50004	Centro - Aljafería	5400	0,93
50005	Goya	6115	0,93
50006	Universidad	48354	0,42
50007	Torrero-La Paz	42738	0,48
50008	Centro - Miraflores	31962	0,61
50009	Romareda - Casablanca	16747	0,80
50010	Parque Roma	8000	0,90
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	13925	0,83
50012	Valdefierro - Oliver	32068	0,61
50013	San José	63934	0,23
50014	Cogullada - Vadorrey	2000	0,98
50015	El Rabal	76923	0,07
50016	Santa Isabel	13363	0,84
50017	Delicias	82696	0,00
50018	Actur-Rey Fernando	55922	0,32
50019	Distrito Sur	26495	0,68
50020	Monzalbarba	1952	0,98
50021	Parque Venecia	8000	0,90
50022	Arcosur	6013	0,93
50059	Montañana	3348	0,96
50120	Monzalbarba	1952	0,98
50139	Torrecilla de Valmadrid	22	1,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	5393	0,93
50191	Juslibol-El Zorongo	2507	0,97
50193	Peñaflor	1318	0,98
50194	Movera	2770	0,97
50620	Casetas	7213	0,91
50692	Villarrapa	206	1,00
50720	Cartuja Baja	2060	0,98
50820	San Juan de Mozarrifar	2728	0,97
Total		687080	

4.4 Resultados

El proceso de normalización, tal y como se ha ido explicando en cada apartado de indicadores desarrollados anteriormente, se ha aplicado a todos los indicadores utilizados en el análisis para poder compararlos de manera objetiva, independientemente de sus unidades o magnitudes originales. De manera genérica, la normalización se ha realizado dividiendo cada valor individual entre la suma total de su columna. Esto convierte los valores en proporciones relativas entre 0 y 1, donde los barrios con valores más altos tienen mayor peso en ese indicador en comparación con el resto.

Además, una vez normalizados los indicadores, se les puede asignar una ponderación en función de su importancia dentro del análisis global. En este caso, se ha considerado que cada indicador tiene el mismo impacto en la clasificación final y que todos son igual de relevantes para el estudio, garantizando que los barrios seleccionados sean los más adecuados desde

todas las perspectivas (energética, ambiental y socioeconómica), alcanzando una visión integral y sostenible.

- Matriz indicadores por barrio: Comparación entre barrios en Zaragoza basándose en los indicadores.

El análisis de los datos presentados en la Tabla 11 y la Figura 16 de priorización de barrios permiten identificar qué barrios tienen mayor potencial para la implementación de comunidades energéticas en Zaragoza y cuáles presentan desafíos en términos de autoconsumo, autosuficiencia, reducción de emisiones y viabilidad económica. En la Figura 15 se muestra un mapa que representa de manera visual la clasificación de los barrios en tres grupos en función de su puntuación final en el ranking de priorización para la implementación de comunidades energéticas.

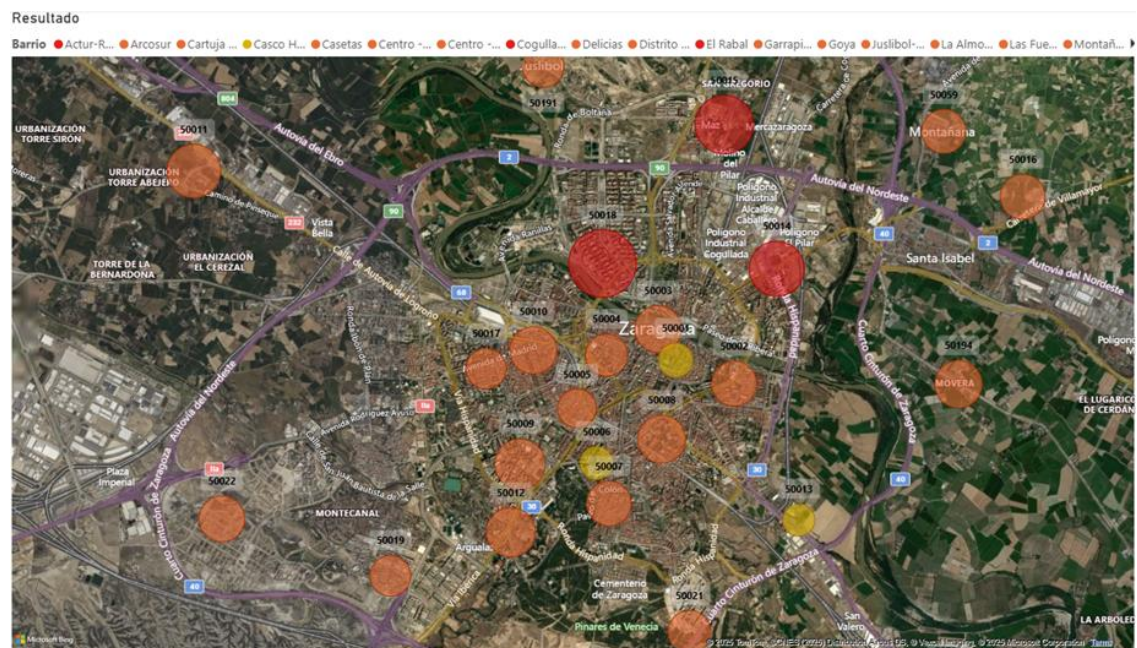


Figura 15 Clasificación de barrios para creación de comunidades energéticas. Barrios con mayor puntuación (rojo); barrios con puntuación intermedia (naranja); barrios con puntuación baja (amarillo)

- Barrios con desarrollo avanzado y/o gran potencial – mayor puntuación

Lideran el ranking barrios con desarrollo avanzado, como Actur- Rey Fernando y El Rabal, donde ya existen infraestructuras y proyectos previos que facilitan su desarrollo inmediato, así como el barrio de Cogullada-Vadorrey que a pesar de no presentar proyectos o iniciativas previas posee un autoconsumo, ahorro económico y de emisiones significativo para su moderada población.

- Barrios con potencial alto o moderado – puntuación media

Los barrios en una posición intermedia en el ranking han obtenido una puntuación superior a 1, pero no alcanzan los tres primeros puestos (Actur-Rey Fernando, El Rabal y Cogullada-Vadorrey). Esto se debe a que, si bien presentan un buen desempeño en algunos indicadores, en otros su puntuación es baja o moderada.

En este grupo, barrios como Peñafior, Monzalbarba, Arcosur y Movera destacan en autosuficiencia energética. Sin embargo, su menor consumo total limita su autoconsumo absoluto en comparación con zonas más urbanizadas o industrializadas. Por otro lado, Venta del Olivar – Miralbuena, Valdefierro – Oliver y Romareda - Casablanca presentan valores intermedios en autoconsumo y reducción de emisiones de CO₂, posicionándose favorablemente en estos aspectos. El impacto económico del autoconsumo varía según el perfil del consumidor, siendo menos significativo en barrios con mayor consumo industrial y más beneficioso en aquellos donde el consumo está distribuido entre el sector residencial y servicios.

Además, algunos de estos barrios han sido incluidos en estudios de transformación energética, lo que les otorga una puntuación media en iniciativas (Casetas, Garrapinillos, La Cartuja, Montañana, Monzalbarba, Movera, Peñafior y San Juan de Mozarrifar). En contraste, otros como Parque Roma, Las Fuentes, Santa Isabel, Parque Venecia, Distrito Sur y Juslibol - El Zorongo han tenido una menor participación en proyectos previos, lo que afecta su posicionamiento dentro de los barrios con puntuación intermedia en este criterio.

Si bien estos barrios cuentan con un potencial significativo para el desarrollo de comunidades energéticas, la escasez de iniciativas previas y su mayor dependencia de la red eléctrica pueden suponer desafíos adicionales. Será necesario implementar estrategias específicas para fomentar la participación, fortalecer el apoyo institucional y mejorar la sensibilización de los actores locales.

- Barrios en fase de exploración – menor puntuación

En el extremo inferior de la clasificación se encuentran barrios como San José, Casco Histórico, Universidad, Villarrapa y Torrecilla de Valmadrid, los cuales muestran bajos niveles de autoconsumo y autosuficiencia, poca reducción de emisiones y un impacto económico menos significativo derivado del autoconsumo. En estas zonas, la ausencia de proyectos previos y la falta de consideración para la instalación de infraestructura de generación renovable hacen que la viabilidad de las comunidades energéticas sea más difícil, como se observa en la Figura 8. Además, la baja población en algunos de ellos que hace que su rentabilidad se reduzca, como se observa en la Tabla 10.

Tabla 11 Set de KPIs que contribuyen al ranking de priorización de barrios

CP	Barrio	KPI Energía Autoconsumida	KPI Autosuficiencia	KPI Disminución de emisiones	KPI Económico Ahorro	KPI Iniciativas y Proyectos	KPI Población
50001	Casco Histórico	0,06	0,02	0,06	0,06	0,25	0,46
50002	Las Fuentes	0,31	0,09	0,31	0,30	0,25	0,51
50003	La Almozara	0,32	0,08	0,32	0,32	0,25	0,65
50004	Centro - Aljafería	0,10	0,03	0,10	0,10	0,25	0,93
50005	Goya	0,02	0,01	0,02	0,02	0,25	0,93
50006	Universidad	0,05	0,01	0,05	0,05	0,25	0,42
50007	Torrero-La Paz	0,32	0,06	0,32	0,32	0,25	0,48
50008	Centro - Miraflores	0,36	0,09	0,36	0,36	0,25	0,61
50009	Romareda - Casablanca	0,41	0,06	0,39	0,41	0,25	0,80
50010	Parque Roma	0,24	0,10	0,24	0,24	0,25	0,90
50011	Venta del Olivar - Miralbueno	0,42	0,09	0,42	0,38	0,50	0,83
50012	Valdefierro - Oliver	0,40	0,11	0,41	0,38	0,25	0,61
50013	San José	0,09	0,03	0,09	0,09	0,25	0,23
50014	Cogullada - Vadorrey	0,52	0,09	0,52	0,47	0,25	0,98
50015	El Rabal	0,75	0,10	0,71	0,64	1,00	0,07
50016	Santa Isabel	0,23	0,04	0,23	0,17	0,25	0,84
50017	Delicias	0,33	0,13	0,33	0,33	0,25	0,00
50018	Actur-Rey Fernando	1,00	0,18	1,00	1,00	1,00	0,32
50019	Distrito Sur	0,13	0,09	0,13	0,13	0,25	0,68
50021	Parque Venecia	0,10	0,11	0,10	0,10	0,25	0,90
50022	Arcosur	0,09	0,39	0,09	0,09	0,25	0,93
50059	Montañana	0,07	0,02	0,07	0,05	0,50	0,96
50120	Monzalbarba	0,10	0,51	0,10	0,10	0,50	0,98
50139	Torrecilla Valmadrid	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
50190	Garrapinillos, AE Zaragoza	0,10	0,08	0,10	0,10	0,50	0,93
50191	Juslibol-El Zorongo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,97
50193	Peñaflor	0,09	1,00	0,09	0,09	0,50	0,98
50194	Movera	0,07	0,32	0,07	0,07	0,50	0,97
50620	Casetas	0,10	0,09	0,11	0,08	0,50	0,91
50692	Villarrapa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
50720	Cartuja Baja	0,07	0,01	0,07	0,05	0,50	0,98
50820	San Juan de Mozarrifar	0,06	0,13	0,06	0,05	0,50	0,97



Funded by
the European Union



Climate-KIC

NET
ZERO
CITIES

Resultado por Barrio

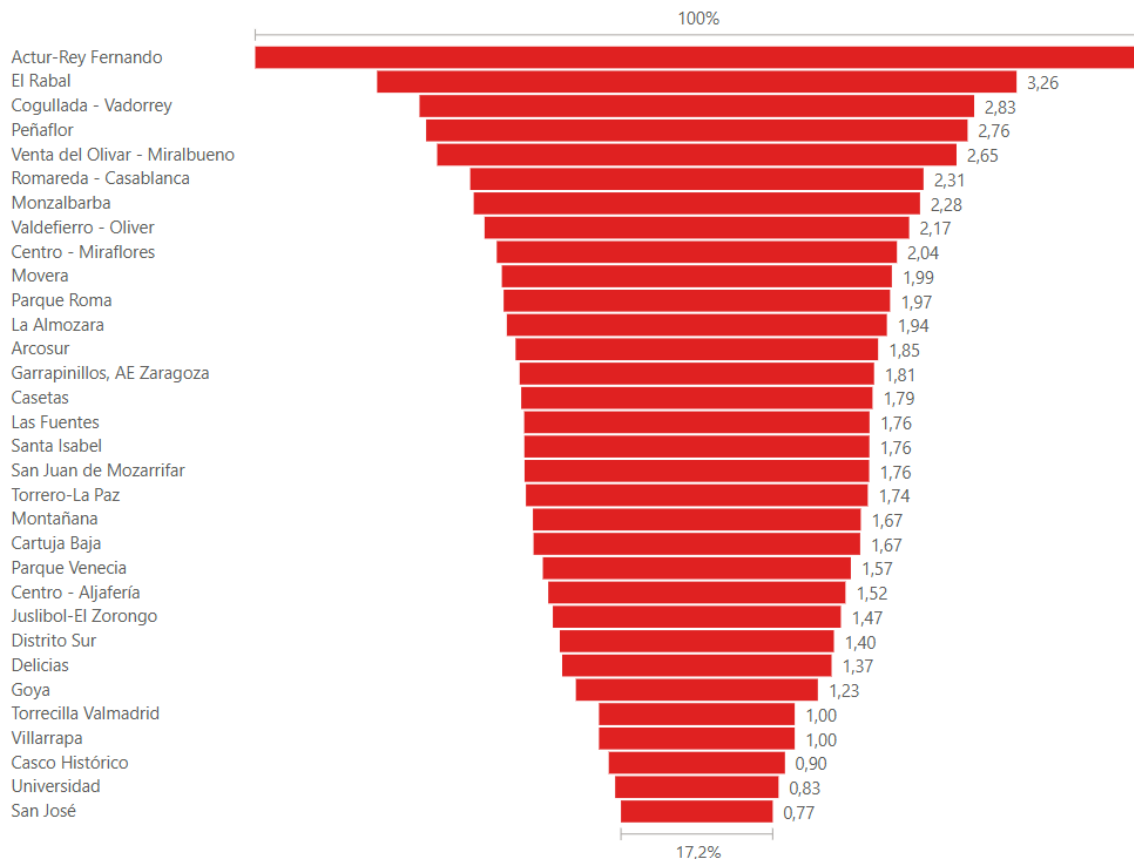


Figura 16 Ranking de priorización de barrios

La distribución de los barrios en el ranking muestra que la presencia de proyectos previos y la participación comunitaria juegan un papel clave en la facilidad con la que se pueden desarrollar estos modelos de autoconsumo compartido. Además, el análisis revela que el potencial para desarrollar comunidades energéticas varía según la capacidad de generación, y el nivel de autoconsumo que necesita cada barrio en relación con su consumo, el porcentaje de demanda de cada sector y su población; además de la cantidad y el tipo de cubiertas municipales estudiadas y disponibles para cada barrio. Mientras que algunos barrios cuentan con más infraestructuras y experiencia en iniciativas energéticas, otros requieren estrategias específicas para superar barreras como la mayor dependencia de la red eléctrica e implicación ciudadana. En términos generales, esta priorización sirve como guía para orientar los recursos y esfuerzos en la transición energética de Zaragoza, asegurando que las comunidades energéticas se establezcan en las zonas con mayor impacto potencial y maximizando sus beneficios económicos, sociales y ambientales.

5. Plan de acción para el Ayuntamiento de Zaragoza

El análisis anterior permite establecer una priorización de barrios por donde comenzar a trabajar con algunas de las acciones que se presentan en este apartado las cuales tienen como fin último promover el desarrollo efectivo de comunidades energéticas en la ciudad de Zaragoza.

En primer lugar, se plantea comenzar con el despliegue de una Oficina identificada como Oficina de Transformación comunicada que se encargue específicamente de organizar, coordinar y realizar todas las acciones detalladas en este plan de acción. Estas van desde la ejecución de talleres de sensibilización, el asesoramiento de grupos interesados en constituir una comunidad energética o iniciativas que surjan a partir de la ejecución de los talleres, ejecución de charlas sobre temáticas identificadas como clave de cultura energética, la creación de herramientas que faciliten el diseño de estas futuras comunidades y el acompañamiento a las iniciativas que surjan. A continuación, se detallan cada una de estas posibles líneas de acción.

5.1 Difusión y Sensibilización:

5.1.1 Talleres de información para Pymes y comunidades de vecinos en barrios rurales

Como parte de la estrategia para fomentar la creación de comunidades energéticas en el municipio de Zaragoza, los talleres juegan un papel clave al ser experiencias interactivas y aplicadas directamente a los vecinos. Estos talleres, denominados “jornadas de difusión”, están diseñados para fortalecer habilidades específicas de los participantes y promover el desarrollo efectivo de estas iniciativas. Su enfoque abarca áreas como la presentación del concepto de comunidad energética, las distintas actividades que pueden llevarse a cabo en su marco de actuación, el manejo de herramientas de evaluación energética, la identificación de soluciones tecnológicas y la planificación estratégica de comunidades energéticas.

Alcance Territorial y Programación de los Talleres

El programa de talleres abarcará la totalidad de los barrios rurales del municipio de Zaragoza, con un calendario que contempla la realización de dieciséis talleres. Además, se prevé la inclusión de algunos talleres en barrios urbanos con iniciativas claras detectadas destacadas, como Balsas del Ebro Viejo y el Rabal, donde ya existen claros proyectos que pueden beneficiarse del apoyo proporcionado por estas actividades.

Temáticas de los Talleres

Cada taller está diseñado para abordar los siguientes temas clave, necesarios para la comprensión y puesta en marcha de comunidades energéticas:

1. **Introducción al concepto de Comunidad Energética:** Definición, beneficios y ejemplos.
2. **Servicios prestados por la Oficina de Transformación Comunitaria:** Recursos y apoyos disponibles.
3. **Conceptos clave en la conformación de comunidades:** Pasos iniciales, formación del grupo motor, actividades posibles y casos de éxito.
4. **Estudio de prefactibilidad técnico-económica:** Evaluación específica de una instalación fotovoltaica en cada barrio.
5. **Espacio para interlocución:** Dinámicas entre posibles miembros de la comunidad, facilitando la comunicación entre distintos actores interesados.

Actividades Imprescindibles para la Ejecución de los Talleres

Para garantizar el éxito de cada taller, se realizarán las siguientes actividades:

1. **Coordinación con entidad dedicada a realizar el taller:** Identificación de un interlocutor para cada barrio, quien será el enlace principal para la organización y difusión del evento.
2. **Colaboración con el interlocutor del barrio:** Este facilitador local desempeñará un rol clave durante la ejecución del taller, asegurando la promoción y participación activa de los vecinos.
3. **Preparación del material:** Desarrollo de presentaciones, guías y recursos específicos adaptados a las necesidades de cada barrio.
4. **Ejecución del taller:** Realización de las sesiones con un enfoque práctico y participativo.
5. **Registro de asistentes y seguimiento:** Elaboración de informes alineados con el registro de actividades del IDAE, incluyendo el monitoreo de las iniciativas surgidas a partir de los talleres.

El principal resultado esperado de los talleres es lograr que los vecinos participantes comprendan el concepto de comunidades energéticas, su importancia, y los beneficios que aportan tanto a nivel social como económico y medioambiental. Estos espacios están diseñados no solo para educar, sino también para inspirar a los asistentes a convertirse en agentes de cambio dentro de su barrio.

A través de dinámicas participativas y un enfoque práctico, se espera que los vecinos interioricen el mensaje y lo compartan con otros miembros de su comunidad, fomentando un efecto multiplicador que permita ampliar el alcance del proyecto. El objetivo es que cada participante actúe como un

difusor activo de las ideas y principios de las comunidades energéticas, contribuyendo a sensibilizar y movilizar a más personas en su entorno cercano.

En el mejor de los casos, los talleres también buscarán identificar a vecinos interesados en implicarse activamente en el proceso de conformación de una comunidad energética. Como resultado, se espera generar una lista inicial de interesados, quienes conformarían el primer grupo motor del barrio. Este grupo será clave para dar continuidad a los pasos necesarios para constituir una comunidad energética, desempeñando roles activos en la planificación, organización y desarrollo de las iniciativas correspondientes.

5.1.2 Charlas de cultura energética

El programa de charlas tiene como finalidad proporcionar a los vecinos conocimientos esenciales sobre cultura energética, abordando conceptos clave que suelen ser familiares para los técnicos, pero desconocidos para el público general. Estas sesiones permitirán a los ciudadanos comprender mejor el funcionamiento del mercado energético y las oportunidades de participación en comunidades energéticas.

Cada charla estará enfocada en los siguientes temas fundamentales:

1. **El mercado energético y sus actores principales**
 - Funcionamiento del mercado eléctrico.
 - Papel de productores, consumidores y prosumidores.
2. **Procesos administrativos para el registro de instalaciones de autoconsumo**
 - Requisitos legales y trámites necesarios.
 - Normativa vigente y procedimientos clave.
3. **Conceptos clave para la participación en comunidades energéticas**
 - Diferentes roles dentro de una comunidad energética.
 - Formación del grupo motor y modelos de gestión.
4. **Otras acciones en el marco de una Comunidad Energética**
 - Rehabilitación energética de edificios.
 - Movilidad sostenible y su impacto.
 - Uso de biomasa para energía térmica.
 - Electrificación de la demanda térmica.

Alcance Territorial y Programación

Las charlas se llevarán a cabo de manera online, permitiendo el acceso remoto a un mayor número de participantes sin restricciones geográficas. Además, todas las sesiones serán grabadas y estarán disponibles en la página web de la Oficina de Transformación Comunitaria, garantizando su consulta en cualquier momento según la necesidad de la ciudadanía.

Actividades Claves para la Ejecución

Para garantizar el éxito de las charlas, se desarrollarán las siguientes acciones:

1. **Coordinación con entidades locales**
 - Identificación de interlocutores clave.
 - Planificación de fechas y promoción de los eventos.
2. **Preparación de materiales informativos**
 - Creación de presentaciones didácticas y guías de referencia.
 - Adaptación de los contenidos a las necesidades de los participantes.
3. **Realización de las charlas**
 - Exposición de los temas de forma accesible y participativa.
 - Espacio de diálogo y resolución de dudas de los asistentes.
4. **Grabación y almacenamiento de contenido**
 - Todas las charlas serán grabadas y almacenadas en la página web de la Oficina de Transformación Comunitaria.
 - Los videos estarán disponibles para su consulta en cualquier momento, garantizando el acceso continuo a la información.
5. **Seguimiento y evaluación**
 - Registro de asistentes e interés en futuras iniciativas.
 - Monitoreo del impacto y recopilación de sugerencias para mejorar futuras sesiones.

El principal resultado esperado es que los vecinos adquieran una comprensión clara de la cultura energética y su importancia. Se busca que estas charlas sirvan como un primer paso para fomentar la participación ciudadana en comunidades energéticas, brindando las bases del conocimiento que deben considerar a la hora de involucrarse en este tipo de proyectos comunitarios.

5.2 Asesoramiento

La creación y operación de una comunidad energética lleva consigo el tratamiento de muchos aspectos e implica pasos a seguir en los cuales es probable que los usuarios necesiten asistencia de distinta tipología como puede ser:

1. **Jurídica y administrativa:** elección de la figura jurídica más conveniente de acuerdo con los objetivos de la comunidad energética, asistencia en la ejecución de los estatutos de conformación, definición del reglamento de conformación que gestiona la entrada y salida libre y voluntaria de sus miembros. Recepción y tratamiento de solicitudes de cesión de cubiertas pertenecientes a equipamientos municipales.
2. **Técnica:** evaluación de proyectos técnicos a desarrollar por la comunidad energética. Identificación de ofertas técnicas de proveedores de soluciones más convenientes de acuerdo con su caso particular.
3. **Económica:** identificar posibles vías de financiación de proyectos, ya sea a través de la obtención de subvenciones, crowdfunding, inversión particular de los integrantes de la comunidad, entre otros.
4. **Social:** planteamiento de acciones necesarias para facilitar la incorporación de socios a la comunidad energética, asistencia en el diseño y ejecución de sesiones informativas y creación de grupos motores.

5.3 Creación de recursos digitales

5.3.1 Desarrollo y explotación de plataforma de dimensionamiento de comunidades.

En el marco de las acciones desarrolladas para el fortalecimiento y apoyo a las comunidades energéticas, se ha avanzado significativamente en el diseño y construcción de una herramienta web destinada a facilitar el dimensionamiento técnico y económico de soluciones energéticas para nuevos proyectos comunitarios.

Este desarrollo busca ser un recurso accesible para la ciudadanía, organizaciones y entidades locales interesadas en explorar o implementar comunidades energéticas.

Principales características de la herramienta:

1. **Selección personalizada de proyectos:** Los usuarios pueden iniciar nuevos proyectos o recuperar cálculos previos desde un sistema que organiza de manera eficiente sus datos y registros. Este enfoque promueve la trazabilidad y facilidad de uso, optimizando la experiencia del usuario.

2. **Configuración detallada de generación energética:** La herramienta permite introducir datos específicos sobre ubicaciones y características técnicas de los sistemas de generación, tales como potencia instalada, inclinación y orientación. Estos parámetros se integran en modelos de cálculo robustos que consideran perfiles de generación y datos climáticos para ofrecer estimaciones precisas.

La plataforma se conecta con las aplicaciones de Google Solar y PVGIS para determinar la capacidad de la cubierta y la producción de esta, con el siguiente flujo de trabajo:

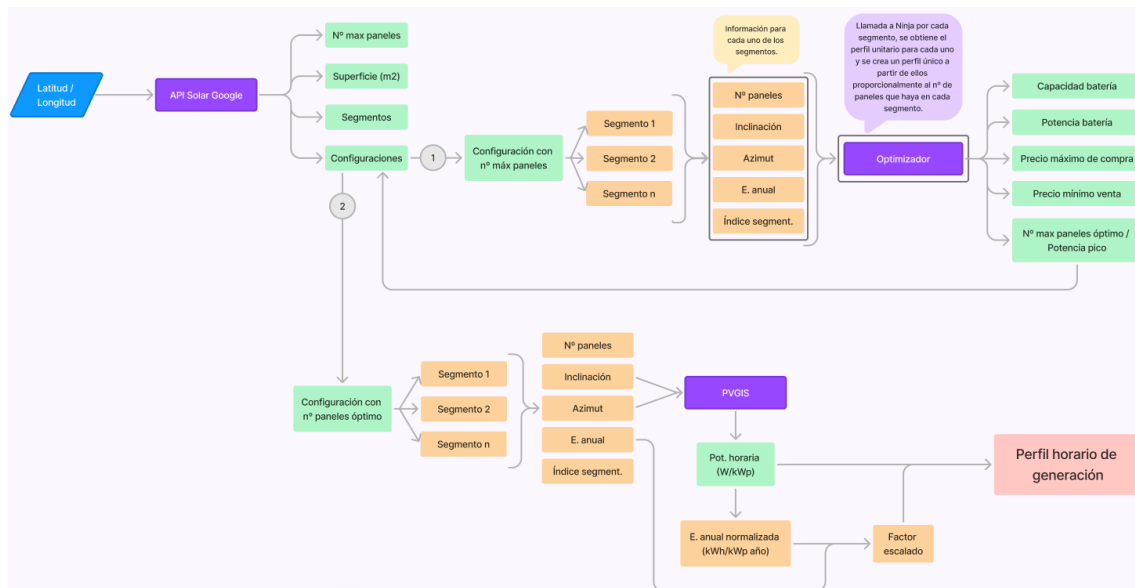


Figura 17 Flujo de trabajo de herramienta con Google Solar y PVGIS

3. **Integración de perfiles de consumo:** Mediante opciones para subir datos desde archivos, seleccionar perfiles estándar o conectar con plataformas de datos de consumo, los usuarios pueden caracterizar las necesidades energéticas de los participantes. Esto asegura que el dimensionamiento energético esté alineado con los patrones reales de consumo.
4. **Análisis económico y de tarifas:** La herramienta incorpora funcionalidades para modelar distintos escenarios tarifarios, incluyendo opciones personalizadas o basadas en estándares regulatorios, facilitando el análisis financiero de las propuestas.

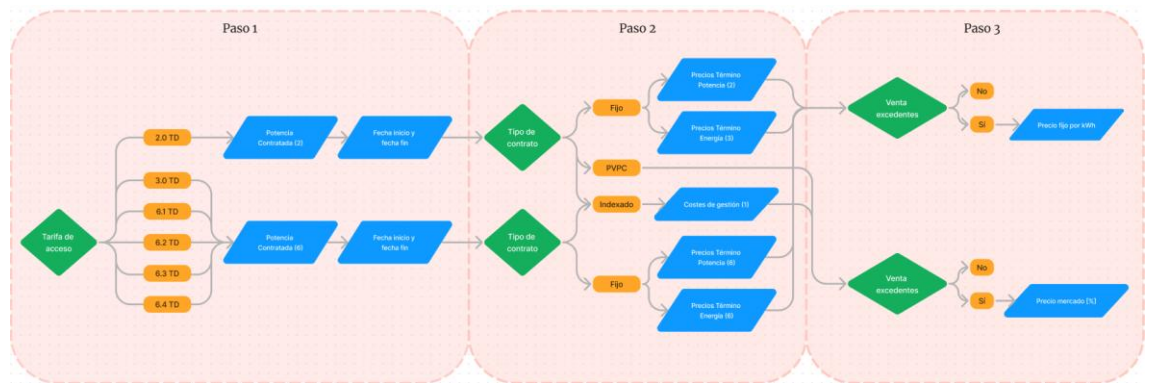


Figura 18 Escenarios de análisis de tarifas

5. **Evaluación de resultados:** Se presentan salidas detalladas que incluyen métricas como autoconsumo, autosuficiencia energética, inversión inicial requerida, periodos de retorno, y ahorro económico. Estos resultados son fundamentales para la toma de decisiones informadas por parte de las comunidades.

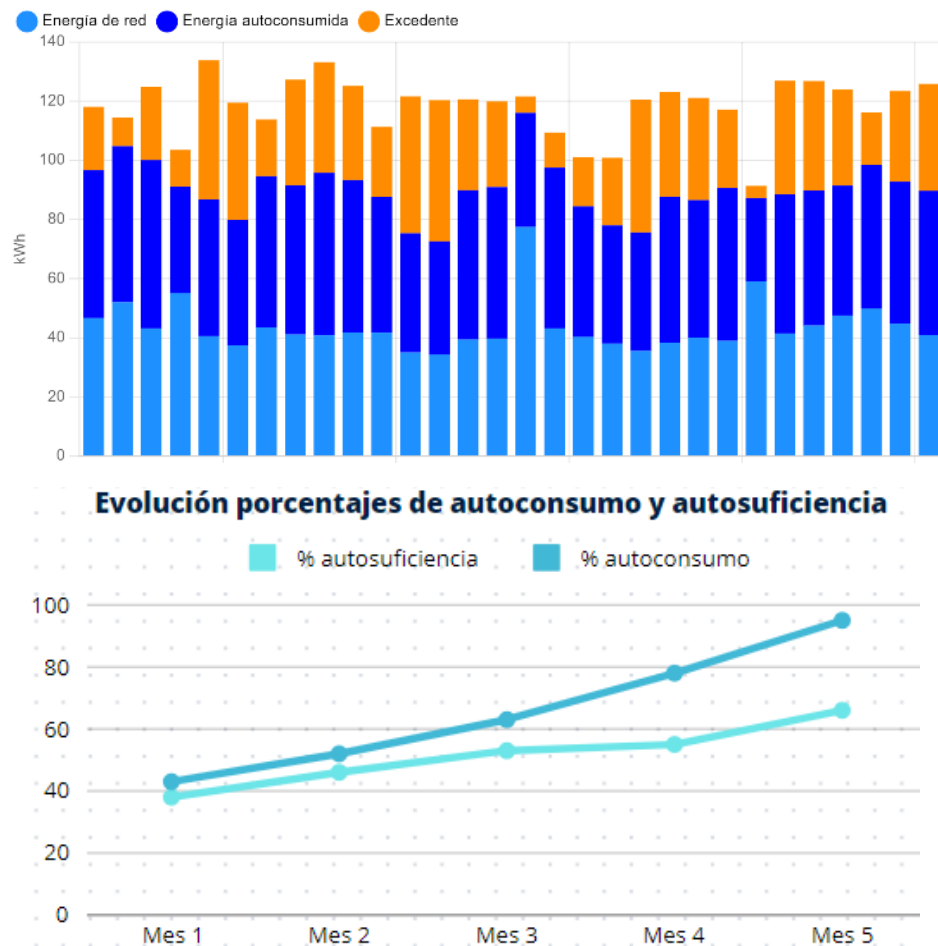


Figura 19 Resultados obtenidos de la herramienta

Este desarrollo se ha ejecutado bajo un enfoque colaborativo con el apoyo de expertos en energía y tecnología, asegurando que la herramienta no solo sea técnica y funcionalmente robusta, sino también alineada con las necesidades locales y las mejores prácticas internacionales en el ámbito de las comunidades energéticas.

Los objetivos de la herramienta son:

- **Facilitación del diseño de proyectos comunitarios:** La herramienta democratiza el acceso a cálculos técnicos avanzados, empoderando a más actores para liderar iniciativas de sostenibilidad energética.
- **Promoción de decisiones basadas en datos:** Los resultados precisos y adaptados que ofrece la herramienta mejoran la capacidad de planificación estratégica.
- **Incremento en la viabilidad económica de proyectos:** Al proporcionar evaluaciones económicas detalladas, la herramienta fomenta modelos financieros atractivos y sostenibles para los usuarios.

El próximo paso incluirá su puesta en marcha pública, a través de la ejecución de sesiones de charlas online, capacitación y promoción para garantizar un uso eficaz y extendido de esta herramienta en el contexto local.

5.3.2 Página web: Documentos y recursos

Para implementar un plan de acción efectivo en la creación y gestión de Comunidades Energéticas en Zaragoza, es fundamental condensar toda la información que puede ponerse a disposición de la ciudadanía. Es por esto por lo que se plantea la creación y actualización permanente de un portal web. A continuación, se detallan las secciones clave del portal, con un enfoque especial en la sección de recursos generados, proporcionando una guía clara sobre los documentos y herramientas disponibles en cada apartado.

1. **Presentación de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC):** Esta sección ofrece una visión general de la OTC, destacando su misión de asesorar y promover la formación de Comunidades Energéticas Locales en Zaragoza. Se describen los servicios que presta, como información y divulgación, acompañamiento y asesoramiento técnico, administrativo, jurídico, social y económico. Además, se detallan los objetivos y resultados esperados, enfatizando el apoyo a proyectos sociales relacionados con la transformación energética y la conexión de hogares en situación de pobreza energética con fuentes renovables.
2. **Comunidades Energéticas:** En este apartado, se define qué son las Comunidades Energéticas. Se detallan los posibles miembros participantes, los beneficios asociados—como la reducción de costes energéticos y el fomento del desarrollo económico local—y las actividades que pueden desarrollar.

3. **Legislación:** esta sección recopila el marco normativo relevante para las Comunidades Energéticas a nivel europeo y nacional. Incluye directivas de la Unión Europea sobre energías renovables y mercado eléctrico, así como leyes y reales decretos españoles que regulan aspectos como el autoconsumo de energía eléctrica, las redes de distribución cerradas y los servicios de recarga de vehículos eléctricos.
4. **Recursos:** esta sección proporciona una serie de documentos y materiales diseñados para orientar a ciudadanos, asociaciones, empresas y entidades locales en la creación y gestión de Comunidades Energéticas. Esta información complementa los talleres, y las tareas de asesoramiento y acompañamiento antes descritas.

Se ponen a disposición una serie de documentos que abarcan desde información introductoria hasta análisis técnicos avanzados. Entre ellos se encuentran:

- Guía informativa para Comunidades Energéticas: Un documento introductorio que explica de manera sencilla qué son las Comunidades Energéticas, sus beneficios y cómo iniciarlas. Dirigido a todo el público.
- Material visual y resumido que permite comprender rápidamente los objetivos y funciones de la Oficina de Transformación Comunitaria (OTC) y el papel de las Comunidades Energéticas.
- Presentaciones de Programas y Estrategias
- FAQs– Preguntas Frecuentes: Documento con respuestas a las dudas más comunes relacionadas con la formación, funcionamiento y regulación de las Comunidades Energéticas.
- Conceptos Clave y Análisis Comparativos: Estos documentos permiten comprender los aspectos legales y organizativos de las Comunidades Energéticas, facilitando la elección del modelo adecuado según las necesidades de cada grupo. Algunos de los documentos aquí incluidos son:
- Diferencias entre Compañía Energética y Comunidad Energética Local: Explicación de las diferencias estructurales y funcionales entre los modelos tradicionales de empresas energéticas y el enfoque colaborativo de una Comunidad Energética.
- Asociación vs Cooperativa: Comparación de las dos figuras jurídicas más comunes en la gestión de Comunidades Energéticas, con sus ventajas y desventajas según el tipo de participación y control deseado.
- Coeficientes de reparto: Documento que detalla cómo se distribuye la energía producida dentro de una Comunidad Energética, explicando los criterios de asignación de energía entre los participantes.

- Estudios de Caso y Aplicaciones en Zaragoza: Para quienes buscan ejemplos reales y datos específicos sobre la viabilidad de las Comunidades Energéticas en la ciudad, se presentan estudios aplicados:
- Generación y Demanda en Zaragoza: Caso de Estudio Análisis sobre la generación y el consumo energético en Zaragoza, con datos específicos que pueden servir como referencia para la planificación de nuevas iniciativas.

5. Eventos: Este apartado informa sobre actividades programadas relacionadas con la transformación energética comunitaria, como webinars, talleres y charlas.

6. Contacto y Asesoramiento Personalizado: Para obtener asesoramiento directo, la OTC pone a disposición de la ciudadanía una oficina física ubicada en Vía Hispanidad, 20, con atención de lunes a viernes de 09:00h a 15:00h. Además, se puede contactar telefónicamente al 976 721 997 o vía correo electrónico en energiagestion@zaragoza.es. Este servicio es fundamental para resolver consultas específicas y recibir orientación personalizada en cada etapa del proyecto.

5.4 Acompañamiento

Una vez desplegadas las acciones anteriormente detalladas, será necesario destinar recursos al acompañamiento de las comunidades energéticas, ya sea efectivamente constituidas como las que presentan un alto interés en hacerlo. Este acompañamiento puede ser materializado de distintas formas como pueden ser la creación de hojas de ruta personalizadas para un tipo de proyecto objetivo de la comunidad energética.

Otra opción de acompañamiento es que esta oficina sea de puente de interlocución entre los actores clave involucrados en todas las acciones necesarias para desplegar y operar esa comunidad energética.

5.5 Seguimiento

Es necesario hacer un seguimiento del estado de avance de todas las iniciativas que hayan surgido en el marco de actuación de esta OTC como medida de verificación y control de la efectividad de las acciones realizadas. Además, para evaluar el impacto energético, económico, ambiental y social que implicará el despliegue de las comunidades energéticas.

5.6 Interlocución con "Foro de Comunidades Energéticas de Aragón"

Por último, se considera fundamental fortalecer la coordinación y colaboración con otros actores y oficinas de transformación comunitarias

(OTCs) a nivel regional, a través de su participación en el Foro Comunidades Energéticas de Aragón. Este foro es un espacio clave para mejorar la eficiencia operativa y potenciar la capacidad de las OTCs en el fomento de comunidades energéticas, logrando un impacto significativo en los objetivos de transición energética y sostenibilidad en Aragón.

En este marco, el Ayuntamiento de Zaragoza con apoyo de CIRCE asumirá un papel central en la coordinación regional, promoviendo la alineación estratégica entre las OTCs operativas en la comunidad autónoma. La participación en este foro facilitará el intercambio de conocimiento, experiencias y buenas prácticas, asegurando que las acciones implementadas sean complementarias y no redundantes.

Plan de Coordinación Regional

Un paso esencial será la adhesión al plan de coordinación regional, desarrollado en el seno del Foro, que organiza las actividades de las OTCs para evitar solapamientos y duplicidades. Este documento estratégico establece una hoja de ruta conjunta que:

- Define áreas de actuación específicas para cada OTC, optimizando la cobertura territorial en los ámbitos rural y urbano.
- Implementa un calendario común para la realización de actividades, permitiendo una planificación eficiente y coordinada.
- Fomenta la alineación de objetivos, maximizando el impacto de las acciones conjuntas en la promoción de comunidades energéticas.

Participación Activa y Representación Nacional

Como parte del plan, se fortalecerá la relación con la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), que a través de su iniciativa Energía en Común, ha sido designada como representante de las OTCs de Aragón en la Red de Conocimientos y Experiencias del IDAE. Esta representación nacional permite que la voz y las necesidades de las oficinas de Aragón sean consideradas en el diseño de políticas y estrategias de alcance nacional, asegurando mayor visibilidad y recursos para el desarrollo de comunidades energéticas en el territorio.

Comité de Coordinación

Se contempla la participación continua de la OTC en las reuniones del comité de coordinación regional, donde se llevará a cabo:

- La evaluación periódica de los progresos alcanzados.
- La identificación de nuevas necesidades y oportunidades de mejora.
- El ajuste y la coordinación de estrategias de intervención, garantizando la eficacia y evitando duplicidades.

6. Conclusiones y perspectivas a futuro

6.1. Conclusiones

El análisis realizado en la Tarea 9.3 ha permitido identificar las oportunidades y desafíos que enfrenta Zaragoza en la implementación de comunidades energéticas, destacando la importancia de una planificación estratégica que optimice la integración de la generación renovable y la demanda energética en los distintos barrios.

Actualmente, la capacidad potencialmente a instalar en edificios municipales solo cubriría aproximadamente el 1% de la demanda total, lo que pone de manifiesto la necesidad de ampliar significativamente la generación renovable utilizando cubiertas privadas. Esta situación evidencia que, aunque se han dado pasos importantes en la transición energética, la dependencia de fuentes externas sigue siendo elevada.

El estudio también ha revelado importantes desequilibrios entre la generación y la demanda. Algunos barrios, como Cartuja Baja y Santa Isabel, presentan un elevado consumo energético sin identificarse un potencial de generación renovable en edificios públicos suficiente, mientras que otros, como Actur-Rey Fernando y El Rabal, presentan una gran cantidad de edificios municipales en donde podrían localizarse placas fotovoltaicas, así como a proyectos previos de rehabilitación y comunidades energéticas. Esta disparidad señala la necesidad de un enfoque diferenciado para cada zona, considerando tanto las características de consumo como las oportunidades de integración renovable.

En términos de autosuficiencia, se ha identificado que los barrios rurales y del extrarradio, como Peñaflo, Monzalbarba y Movera, presentan un mayor grado de potencial de independencia energética en relación con su consumo. Además, estos barrios ofrecen un entorno favorable para la implementación de proyectos piloto de comunidades energéticas, ya que su menor densidad poblacional y la presencia de cubiertas disponibles facilitan la gestión y la viabilidad de estos modelos.

Por otro lado, se ha observado que la participación en iniciativas de transformación energética es desigual entre los barrios. Mientras que, en algunos, como Actur-Rey Fernando y El Rabal, existen proyectos consolidados que facilitan la adopción del autoconsumo, en otros la implicación de la ciudadanía es aún incipiente o inexistente. La falta de participación y concienciación en determinados barrios representa una barrera significativa para la expansión de las comunidades energéticas y subraya la importancia de desarrollar estrategias específicas de sensibilización y educación energética.

En los barrios con alta población y antecedentes en proyectos de autoconsumo, como Actur-Rey Fernando y El Rabal, se recomienda consolidar los avances logrados y fomentar la replicabilidad de los modelos ya implementados. En los barrios de baja población con un potencial significativo, como Peñaflor, Monzalbarba y Movera, se deben impulsar nuevos proyectos piloto que sirvan de referencia para futuras expansiones.

Finalmente, en los barrios donde la adopción de energías renovables es aún incipiente, es fundamental implementar campañas de sensibilización y establecer mecanismos de apoyo para facilitar la financiación de proyectos de autoconsumo.

6.2. Perspectivas a futuro

Para avanzar hacia un modelo energético más sostenible y descentralizado, será clave adoptar una serie de estrategias enfocadas en la expansión de la capacidad de generación renovable, la optimización de la sincronización entre generación y consumo, y el fortalecimiento de la participación ciudadana.

Uno de los principales desafíos es incrementar la capacidad fotovoltaica instalada en la ciudad, facilitando la instalación de cubiertas solares tanto en edificios públicos como en cubiertas privadas. Para ello, será fundamental el fortalecimiento de la planificación y la gobernanza energética, alineando las acciones con la Oficina de Transformación Comunitaria para optimizar el acceso a información por parte de los vecinos, dar apoyo en la resolución de temas administrativos tales como el procedimiento a seguir en caso de solicitar la cesión de una cubierta municipal para una instalación fotovoltaica.

Asimismo, se debe trabajar en la optimización de la sincronización entre generación y demanda. La selección de barrios para la implementación de comunidades energéticas debe considerar no solo la cantidad de energía generada, sino también los patrones de consumo y la distribución sectorial de la demanda. De este modo se mejorará la rentabilidad de los proyectos.

Otro aspecto clave para la consolidación de las comunidades energéticas en Zaragoza será el desarrollo de herramientas digitales que permitan analizar el potencial de autoconsumo en los distintos barrios y facilitar la toma de decisiones basada en datos. Estas herramientas deberán complementarse con programas de formación dirigidos tanto a la ciudadanía como a empresas y administraciones, promoviendo el conocimiento sobre autoconsumo, eficiencia energética y modelos de gobernanza comunitaria.

En términos de planificación territorial, se recomienda adoptar estrategias diferenciadas para cada tipo de barrio. En los barrios con alta población y proyectos previos, como Actur-Rey Fernando y El Rabal, se debe consolidar la infraestructura ya existente y fomentar la participación de más sectores económicos. En los barrios de menor población con alto potencial, como

Cogullada – Vadorrey, Peñaflor, Monzalbarba y Movera, se debe facilitar la implementación de proyectos piloto con un fuerte respaldo institucional. En los barrios con escasa o nula participación en iniciativas energéticas, será clave desarrollar programas de concienciación, comenzando por los talleres introductorios definidos en el plan de acción y que pueden ser complementados con las tareas de acompañamiento durante el proceso de constitución como así también, poniendo a disposición las herramientas digitales propuestas.

A largo plazo, la integración de comunidades energéticas en Zaragoza dependerá del grado de implicación de los actores locales y del diseño de políticas que faciliten su desarrollo. La colaboración entre administraciones, ciudadanos y empresas será esencial para considerar este modelo.