

CONAMA 2024

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Cambio climático y equidad

Retos para una transición energética
justa a nivel doméstico.



CONAMA 2024

CAMBIO CLIMÁTICO Y EQUIDAD

Autor Principal: Mònica Carvajal (Universitat Politècnica de Catalunya - UPC)

Otros autores: Olga Alcaraz; Pablo Buenestado; Pere Busquets; Gemma Cervantes; Jordi Cunill; Àlvar Garola; Núria Garrido; José Gibergans-Báguena; M. Dolors Grau; Boris Lazzarini; Lorena Mulero; Elisabet Roca; Miquel Sànchez-Marrè; Jordi Segalàs; Bàrbara Sureda; Gemma Tejedor; Míriam Villares. Todos los autores son de la UPC.

ÍNDICE

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Metodología
5. Resultados
6. Conclusiones
7. Bibliografía
8. Agradecimientos

CAMBIO CLIMÁTICO Y EQUIDAD: RETOS PARA UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA JUSTA A NIVEL DOMÉSTICO

RESUMEN

El sector doméstico posee un gran potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El consumo energético en los hogares está distribuido entre millones de viviendas, y responde a múltiples factores como el clima, el estilo de vida, las influencias culturales y los niveles de ingresos. El proyecto 'Cambio Climático y Equidad' combina metodologías cuantitativas y cualitativas para identificar, por un lado, los sectores de la población particularmente vulnerables y, por otro, las principales fuentes de consumo energético. Esta iniciativa busca promover políticas que reduzcan efectivamente estas vulnerabilidades y emisiones desde una perspectiva redistributiva y de justicia social.

Este estudio identifica claras correlaciones entre el ingreso medio de los hogares en los municipios de la zona climática C2 de Cataluña y el porcentaje de hogares con alto consumo eléctrico (>3000 kWh/año). También se observan correlaciones entre el ingreso medio de los hogares y el porcentaje de instalaciones de autoconsumo en relación con el total de edificios. Además, se muestra que los municipios con un mayor porcentaje de viviendas unifamiliares presentan un mayor consumo de electricidad y un mayor porcentaje de instalaciones de autoconsumo en comparación con aquellos con el mismo nivel de ingresos, pero un menor porcentaje de viviendas unifamiliares. En cuanto a la envolvente térmica del parque de edificios, se constata que los municipios con niveles de ingresos más altos tienen un mayor porcentaje de viviendas con certificaciones energéticas A, B o C.

Las entrevistas en profundidad han destacado la necesidad de disponer de datos públicos sobre el número de familias beneficiarias del Bono Social, un descuento significativo en las facturas de electricidad destinado a proteger a los hogares vulnerables debido a sus condiciones socioeconómicas, en cada municipio. También enfatizan la necesidad de analizar e interpretar los grandes volúmenes de datos que se generan actualmente para poner los resultados a disposición de los responsables de formular políticas sobre la transición energética municipal.

INTRODUCCIÓN

El sector doméstico es responsable de una parte significativa del consumo energético global y, por lo tanto, tiene un gran potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según diversas investigaciones, el consumo energético en los hogares está determinado por una amplia variedad de factores, como el clima, el estilo de vida, las influencias culturales y, especialmente, el nivel de ingresos de los hogares [1, 2]. En este contexto, el proyecto "Cambio Climático y Equidad" tiene como objetivo analizar cómo el nivel socioeconómico influye en el consumo energético y la adopción de tecnologías energéticas sostenibles, como el autoconsumo fotovoltaico y la eficiencia energética en los edificios.

En un escenario de emergencia climática, la transición hacia un modelo energético más sostenible debe tener en cuenta no solo la eficiencia técnica, sino también la equidad social. El concepto de "transición energética justa" subraya la necesidad de que las políticas de mitigación del cambio climático no agraven las desigualdades existentes, sino que busquen reducirlas, asegurando que los beneficios y los costos de la transición se distribuyan de manera equitativa entre todos los sectores de la población, especialmente aquellos más vulnerables [3, 4].

La pobreza energética es uno de los grandes desafíos en este contexto. Según la Directiva (UE) 2023/1791, la pobreza energética se refiere a la incapacidad de los hogares para acceder a servicios energéticos esenciales, lo que impacta en su calidad de vida y bienestar. A pesar de que los hogares en situación de pobreza energética tienden a tener una menor huella de carbono, son los que más sufren las consecuencias de las ineficiencias energéticas y los elevados costos energéticos [5]. En este sentido, el proyecto "Cambio Climático y Equidad" analiza cómo la vulnerabilidad energética afecta a los municipios catalanes, particularmente en la zona climática C2, que incluye áreas como Rubí, Badia del Vallès y Sant Cugat del Vallès.

El proyecto combina metodologías cuantitativas, basadas en datos de consumo energético y nivel de renta, con metodologías cualitativas, incluyendo entrevistas en profundidad a actores clave del ámbito energético y social, como el proyecto Rubí Brilla y la Alianza contra la Pobreza Energética (APE). Este enfoque permite identificar tanto los sectores de la población más vulnerables como los principales factores que condicionan el consumo energético en los hogares. Los resultados del proyecto proporcionan información valiosa para el diseño de políticas públicas que promuevan una transición energética equitativa, redistributiva y que garantice la inclusión de todos los sectores de la sociedad.

METODOLOGÍA

El proyecto "Cambio Climático y Equidad" combina métodos cuantitativos y cualitativos para analizar cómo las desigualdades socioeconómicas influyen en el consumo energético doméstico y en la adopción de tecnologías energéticas sostenibles, como el autoconsumo y la eficiencia energética en los edificios. A continuación, se describe el enfoque metodológico

utilizado para abordar estas cuestiones, que incluye el análisis de datos energéticos y económicos, así como la realización de entrevistas en profundidad.

Fuentes de datos y herramientas de análisis

El estudio se basa en la recopilación y análisis de datos provenientes de diversas fuentes oficiales y registros públicos. Las principales bases de datos utilizadas en el proyecto incluyen:

- **Instituto Nacional de Estadística (INE):** Se han utilizado los datos de distribución del consumo eléctrico en los hogares, a nivel de distrito municipal, proporcionados por el INE. Esta base de datos permite analizar el consumo eléctrico en diferentes municipios, desagregados por percentiles, lo que facilita la comparación entre áreas geográficas y niveles socioeconómicos.
- **Instituto de Estadística de Cataluña (IDESCAT):** Esta fuente proporciona información detallada sobre la renta media por hogar, el índice socioeconómico territorial (IST), la población y la tipología de las viviendas en cada municipio de Cataluña. Los datos se han agregado a nivel municipal y de distrito, lo que permite un análisis pormenorizado de las áreas de estudio.
- **Instituto Catalán de Energía (ICAEN):** Los datos de certificación energética de los edificios, publicados en el Portal de Datos Abiertos de Cataluña, permiten evaluar la calidad energética de los inmuebles en los municipios estudiados. Esta base de datos contiene registros de edificios que han sido construidos, alquilados o rehabilitados desde 2007, proporcionando una visión detallada de la eficiencia energética de las viviendas en Cataluña.
- **Registros de autoconsumo (IDESCAT):** Se ha accedido a los datos del número de instalaciones de autoconsumo registradas en Cataluña, que proporcionan información sobre la adopción de energías renovables a nivel doméstico en diferentes municipios.

Ámbito geográfico y selección de municipios

El proyecto se ha centrado en la **zona climática C2 de Cataluña**, que abarca áreas con un clima mediterráneo moderado. Esta región incluye grandes núcleos urbanos y suburbanos, como Barcelona y su área metropolitana, así como municipios costeros y del interior. La elección de esta zona climática se debe a que concentra una parte significativa de la población catalana (aproximadamente el 68%) y presenta una homogeneidad climática que permite un análisis más controlado de las variaciones socioeconómicas.

Para el análisis cuantitativo, se seleccionaron municipios con diferentes niveles de renta, abarcando desde municipios de renta alta, como Matadepera y Sant Cugat del Vallès, hasta municipios de renta baja, como Badia del Vallès. Esta selección permite observar el impacto del nivel de ingresos en el consumo energético, la adopción de tecnologías de autoconsumo y la eficiencia energética de los edificios.

Variables de estudio

Se han estudiado varias variables clave para evaluar la relación entre el consumo energético y el nivel de renta en los municipios seleccionados:

- **Renta media por hogar:** Se han utilizado los datos de renta media por hogar a nivel municipal y de distrito, lo que permite establecer correlaciones con el consumo energético y la adopción de autoconsumo.
- **Consumo eléctrico doméstico:** Se ha analizado el consumo eléctrico agregado a diferentes niveles (percentiles 25, 50, 75 y 90) para capturar las variaciones en los hábitos de consumo energético entre hogares de diferentes niveles socioeconómicos.
- **Certificación energética de los edificios:** Esta variable permite evaluar la calidad de la envolvente térmica de los edificios y, por lo tanto, su eficiencia energética. La clasificación de los edificios va desde A (máxima eficiencia) hasta G (mínima eficiencia).
- **Instalaciones de autoconsumo:** Se ha estudiado el porcentaje de hogares con instalaciones de autoconsumo en los municipios seleccionados, permitiendo una comparación entre áreas con diferentes niveles de ingresos y tipos de vivienda (unifamiliares o multifamiliares).

Análisis estadístico y tratamiento de los datos

Para el análisis cuantitativo, se ha realizado un mapeo del consumo eléctrico y la renta media por hogar utilizando herramientas estadísticas avanzadas. El tratamiento de los datos incluyó los siguientes pasos:

1. **Preprocesamiento de datos:** Los conjuntos de datos han sido filtrados para eliminar valores atípicos y garantizar la homogeneidad de los mismos. Se han utilizado diagramas de cajas para identificar las anomalías y clasificar las diferentes variables en grupos de consumo y de renta.
2. **Cálculo de correlaciones:** Se ha calculado la correlación de Pearson entre variables clave, como el consumo eléctrico en diferentes percentiles y la renta media por hogar, el índice socioeconómico y el porcentaje de viviendas con autoconsumo. Esto ha permitido cuantificar la relación entre el nivel de renta y el consumo energético en los municipios estudiados.
3. **Regresión lineal:** Se ha utilizado la regresión lineal para modelar la relación entre el nivel de renta y el consumo energético en los diferentes percentiles (25, 50, 75 y 90), así como para analizar la relación entre la renta media y el porcentaje de instalaciones de autoconsumo.
4. **Análisis de residuos:** Se ha llevado a cabo un análisis de los residuos de los modelos de regresión para evaluar la calidad del ajuste del modelo y asegurarse de que se cumplan los supuestos de independencia, homocedasticidad y normalidad.

Entrevistas cualitativas

Además del análisis cuantitativo, el proyecto ha incluido una metodología cualitativa basada en **entrevistas en profundidad** con actores clave del ámbito energético y social. Las entrevistas se realizaron a representantes de dos entidades importantes en el ámbito de la transición energética y la pobreza energética:

- **Rubí Brilla:** Un proyecto del Ayuntamiento de Rubí centrado en la reducción de consumos y la eficiencia energética en la ciudad.
- **Alianza contra la Pobreza Energética (APE):** Una organización no gubernamental que lucha por garantizar el acceso a los servicios básicos de energía y agua para las personas más vulnerables.

Estas entrevistas permitieron obtener una visión cualitativa del impacto de las políticas de transición energética a nivel local, así como de las dificultades para acceder a ayudas como el Bono Social Eléctrico. Las preguntas abordaron temas como el perfil socioeconómico de los beneficiarios, las barreras al acceso a tecnologías de autoconsumo y eficiencia energética, y las propuestas para mejorar la inclusión social en la transición energética.

Limitaciones del estudio

Es importante destacar algunas limitaciones del proyecto:

- **Acceso limitado a datos de consumo térmico:** Los datos analizados se centran principalmente en el consumo eléctrico. Sería ideal disponer de datos desagregados de consumo térmico (gas, biomasa, etc.) para tener una visión más completa del consumo energético total de los hogares.
- **Representatividad de las certificaciones energéticas:** Los datos de certificación energética solo cubren los edificios construidos o rehabilitados a partir de 2007, lo que limita el análisis del parque de viviendas más antiguas, que son más comunes en los municipios de renta baja.

RESULTADOS

El análisis ha permitido identificar diversas correlaciones importantes entre el nivel de renta y el consumo energético:

Consumo energético elevado y nivel de renta

El estudio muestra una correlación clara entre el nivel de ingresos medios por hogar y el consumo energético doméstico, particularmente en el consumo eléctrico (figura 1). En los municipios de la zona climática C2 de Cataluña, se observó que los hogares con ingresos más altos tienden a consumir más electricidad. En concreto, el porcentaje de hogares con un consumo eléctrico superior a 3000 kWh/año aumenta a medida que lo hacen los ingresos

CONAMA 2024

CAMBIO CLIMÁTICO Y EQUIDAD

medios del municipio. Municipios como Matadepera y Sant Cugat del Vallès, que tienen rentas significativamente más altas, presentan una mayor proporción de hogares con consumos elevados en comparación con municipios de renta baja como Badia del Vallès. La figura 1 también muestra que los municipios con un mayor porcentaje de edificios unifamiliares tienen una mayor proporción de hogares con consumos eléctricos elevados.

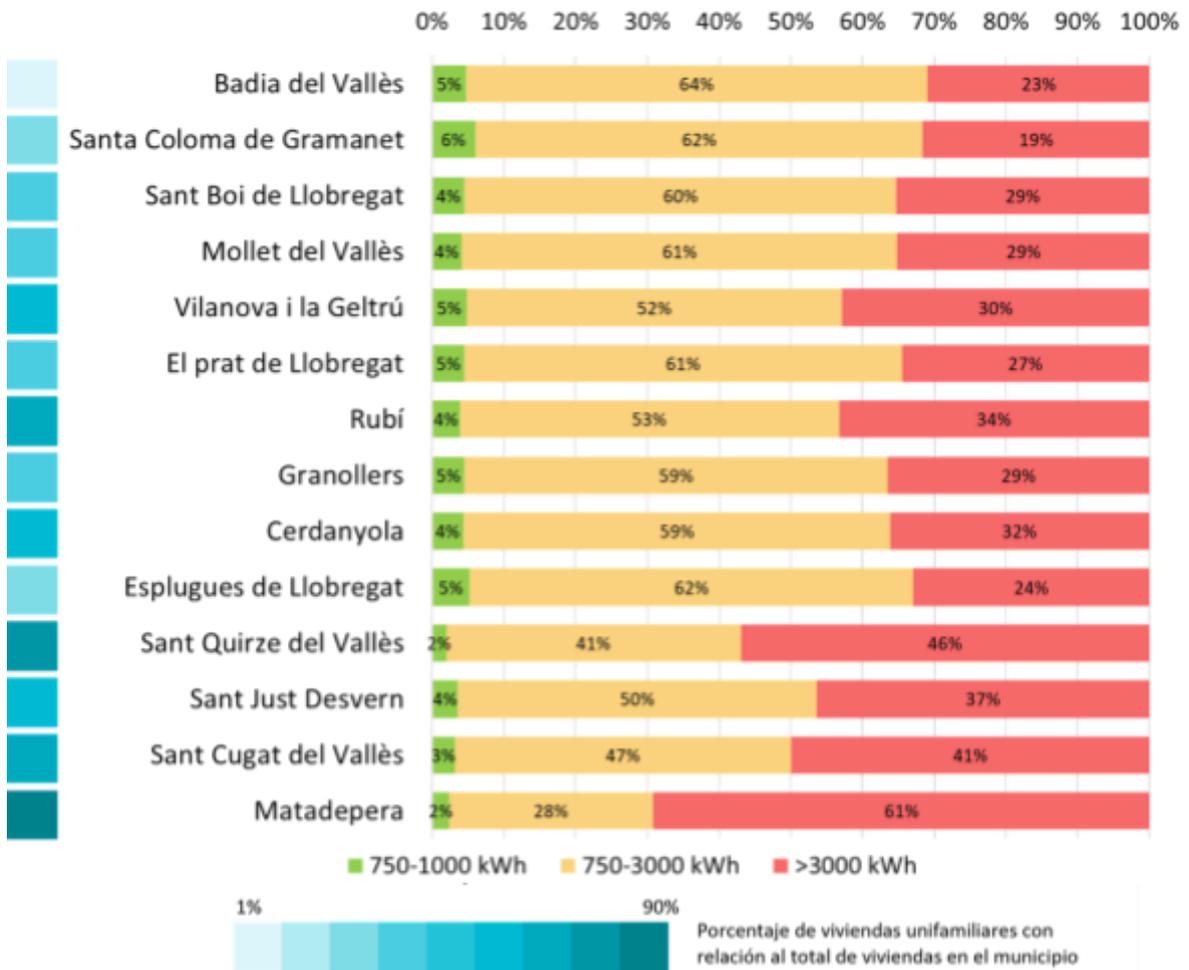


Figura 1. Porcentaje de hogares con rangos de consumos eléctricos bajos, medios y altos para cada municipio estudiado. Los municipios están ordenados según la renta media del hogar. El de menor renta arriba y el de mayor renta abajo y mediante la etiqueta en azul se informa del porcentaje de viviendas unifamiliares del municipio. (Elaboración propia)

Este aumento en el consumo se debe, en parte, a la capacidad de los hogares de rentas más altas para acceder a tecnologías que aumentan el confort energético, como sistemas de climatización más eficientes, pero también más intensivos en consumo de energía. Además, estos hogares tienden a tener electrodomésticos y equipamientos electrónicos más numerosos, lo que también incrementa el consumo energético.

Autoconsumo y renta

Otro resultado relevante es la relación entre el nivel de ingresos y la adopción de instalaciones de autoconsumo, como los paneles fotovoltaicos. En los municipios con rentas más altas, la penetración del autoconsumo es mayor. Por ejemplo, en Matadepera, Sant Cugat del Vallès y Sant Quirze del Vallès, se observó que más del 5% de los hogares cuentan con instalaciones de autoconsumo, mientras que en municipios como Badia del Vallès, esta proporción es prácticamente inexistente.

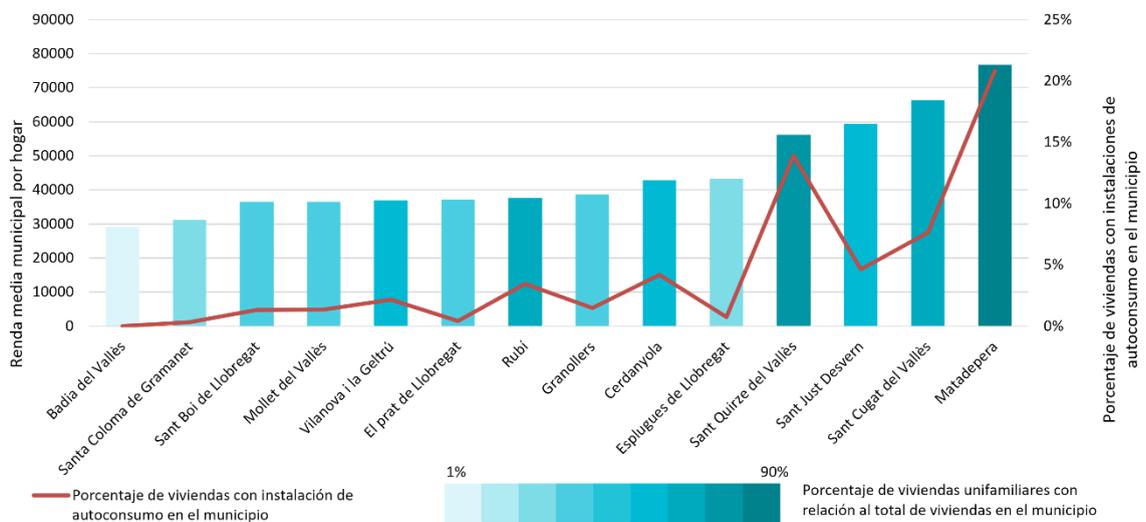


Figura 2. Renta media municipal por hogar (eje vertical izquierdo) y porcentaje de instalaciones de autoconsumo respecto al total de fincas de cada municipio (eje vertical derecho). Los municipios están ordenados según la renta media del hogar, creciendo de izquierda a derecha. La escalera de colores de las barras representa el porcentaje de edificios unifamiliares de cada municipio. (Elaboración propia)

Este fenómeno está estrechamente relacionado con el tipo de vivienda. Los resultados muestran que los municipios con un mayor porcentaje de viviendas unifamiliares, como Matadepera, tienen no solo un mayor consumo eléctrico, sino también una mayor adopción de autoconsumo, en comparación con municipios que tienen un mismo nivel de renta, pero donde predominan las viviendas multifamiliares. Esto sugiere que las viviendas unifamiliares, al disponer de más espacio, tienen mayores posibilidades para la instalación de tecnologías de autoconsumo.

Certificaciones energéticas y nivel de renta

El análisis de las certificaciones energéticas de los edificios en Cataluña revela que los municipios con mayores niveles de renta también tienen un porcentaje más elevado de hogares con certificaciones energéticas superiores (A, B o C). En municipios como Sant Cugat del Vallès, aproximadamente el 30% de las viviendas cuentan con una certificación energética alta, mientras que en municipios como Badia del Vallès, solo el 3% de los edificios tienen certificaciones superiores a E.

Esto sugiere que las familias de rentas más altas tienen más recursos para mejorar la eficiencia energética de sus viviendas, mediante la rehabilitación energética o la inversión en nuevas construcciones con mejores estándares. Estas certificaciones permiten a los hogares reducir su consumo energético asociado a la climatización, lo que impacta directamente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

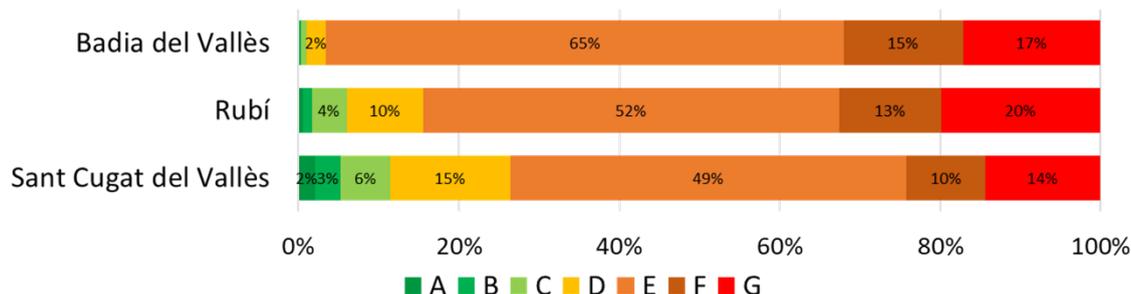


Figura 3. Distribución del porcentaje de domicilios en cada una de las calificaciones energéticas respecto al total de domicilios que cuentan con calificación energética en los municipios de Badia del Vallès, Rubí y Sant Cugat del Vallès. (Elaboración propia)

Necesidades de datos sobre vulnerabilidad energética

Las entrevistas realizadas a expertos del ámbito de la pobreza energética, como la Alianza contra la Pobreza Energética (APE) y Rubí Brilla, destacan la necesidad de disponer de datos públicos más detallados sobre el número de familias beneficiarias del Bono Social Eléctrico, una herramienta clave para reducir la pobreza energética. Actualmente, existe una falta de información sobre cómo se distribuyen estas ayudas por municipios y sobre el volumen de deuda acumulada por los hogares vulnerables desde que se tienen registros.

Además, los expertos señalan que, a pesar de la importancia del análisis de grandes volúmenes de datos, sigue siendo un reto interpretar y poner a disposición de los responsables políticos esta información de forma que permita una toma de decisiones más eficiente en cuanto a políticas de transición energética y lucha contra la pobreza energética.

Desigualdades en la transición energética

Finalmente, los resultados del estudio ponen de relieve que las desigualdades socioeconómicas no solo afectan al consumo energético, sino también a la capacidad de los hogares para adoptar medidas de eficiencia energética y de generación de energía renovable. Las familias con menores ingresos, a pesar de tener un consumo eléctrico más bajo, sufren más las ineficiencias energéticas, ya que sus viviendas suelen ser más antiguas y menos eficientes. Esto refuerza la necesidad de políticas públicas que promuevan la equidad en la transición energética, facilitando el acceso a subvenciones y ayudas a las familias más vulnerables, con el fin de que puedan acceder a tecnologías energéticas más eficientes y sostenibles.

CONCLUSIONES

El proyecto "Cambio Climático y Equidad" ha revelado cómo las desigualdades socioeconómicas influyen de manera directa en el consumo energético doméstico y en la adopción de tecnologías sostenibles. Los resultados obtenidos en municipios de la zona climática C2 de Cataluña muestran una clara correlación entre el nivel de ingresos de los hogares y el consumo de electricidad, así como la implementación de instalaciones de autoconsumo y la calidad energética de las viviendas.

Principales conclusiones:

- **Relación entre renta y consumo energético:** Los municipios con rentas más altas presentan un porcentaje significativamente mayor de hogares con consumos eléctricos elevados (>3000 kWh/año). Esto indica que los hogares con mayor capacidad adquisitiva no solo consumen más electricidad, sino que también pueden permitirse un mayor confort energético a través de tecnologías más intensivas en el uso de energía.
- **Adopción desigual del autoconsumo:** Las instalaciones de autoconsumo, como los paneles solares fotovoltaicos, están mucho más extendidas en los municipios con mayores niveles de renta y un mayor porcentaje de viviendas unifamiliares. Este resultado subraya la necesidad de políticas públicas que faciliten el acceso al autoconsumo para las familias de ingresos bajos y las que viven en viviendas multifamiliares, con el objetivo de democratizar el acceso a las energías renovables.
- **Certificaciones energéticas y rehabilitación:** Los municipios con mayores ingresos no solo tienen más viviendas con instalaciones de autoconsumo, sino también un mayor porcentaje de edificios con certificaciones energéticas altas (A, B o C). Esto pone de manifiesto que las familias de rentas más altas tienen más recursos para invertir en la rehabilitación energética de sus viviendas, lo que reduce el consumo y las emisiones asociadas. Sin embargo, esto refuerza la desigualdad energética, ya que los hogares de menor renta siguen residiendo en edificios con peores condiciones de eficiencia energética.
- **Desigualdad en la transición energética:** Los resultados reflejan una creciente desigualdad en el acceso a las tecnologías de eficiencia y energías renovables. Mientras que los hogares de rentas altas pueden beneficiarse de subvenciones para autoconsumo y rehabilitaciones energéticas, las familias más vulnerables, que ya padecen pobreza energética, tienen menos acceso a estos recursos. Este fenómeno se refuerza por la falta de datos públicos detallados sobre los beneficiarios del Bono Social Eléctrico, lo que dificulta la implementación de políticas redistributivas más efectivas.

Implicaciones para las políticas públicas: Los resultados de este proyecto sugieren que la transición energética debe abordarse desde una perspectiva de justicia social para evitar que los colectivos más vulnerables queden excluidos de los beneficios de la descarbonización. Las políticas públicas deben:

1. **Fomentar la equidad en el acceso al autoconsumo** mediante incentivos específicos para familias con ingresos bajos y subvenciones a la instalación de energías

renovables en viviendas multifamiliares.

2. **Impulsar la rehabilitación energética** en los barrios con mayor índice de pobreza energética, facilitando ayudas financieras y técnicas para mejorar la eficiencia energética de las viviendas más antiguas y menos eficientes.
3. **Mejorar la transparencia en la gestión de ayudas** como el Bono Social Eléctrico, proporcionando datos detallados a nivel municipal para facilitar una mejor planificación y evaluación de las políticas energéticas dirigidas a los colectivos vulnerables.
4. **Promover políticas integradoras** que combinen eficiencia energética y justicia social, de manera que los avances tecnológicos no agraven las desigualdades, sino que contribuyan a una distribución más equitativa de los beneficios energéticos y económicos.

En definitiva, la transición energética hacia una sociedad baja en carbono no solo debe centrarse en la eficiencia técnica, sino también en garantizar que todos los sectores de la población, incluidos los más vulnerables, puedan participar en este proceso. Solo de esta manera se podrá lograr una transición energética justa y sostenible a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Francisco, E., Araña, F., Zambaldi, F., & Goldszmidt, R. (2006). Electricity consumption as en predictor of household income: A spatial statistics approach. *VIII Brazilian Symposium on Geoinformatics, Campos do Jordão, Brazil*.

[2] Huo, T., Cai, W., Zhang, W., Wang, J., Zhao, Y., & Zhu, X. (2021). How does income level impact residential-building heating energy consumption? Micro-level evidence from household surveys. *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106659.

[3] McCauley, D., & Heffron, R. (2018). Just transition: Integrating climate, energy and environmental justice. *Energy Policy*, 119, 1-7.

[4] Ara-Begum, R., Lempert, R., Ali, E., et al. (2022). Point of departure and key concepts. En *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC. Cambridge: Cambridge University Press.

[5] Satorras, M., Calvet-Mir, L., & Domene, E. (2023). Hacia una transición climática justa. *Papeles: Región Metropolitana de Barcelona, Territorio, Estrategias, Planeamiento*, 65, 11-16.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen al Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de Catalunya la financiación del proyecto 'Cambio Climático y Equidad' en la Convocatoria de Ayudas a Actividades de Cooperación del 2023.