

CIUDAD Y TERRITORIO

ESTUDIOS TERRITORIALES

ISSN(P): 1133-4762; ISSN(E): 2659-3254

Vol. LV, Nº 215, primavera 2023

Págs. 77-96

<https://doi.org/10.37230/CyTET.2023.215.5>

CC BY-NC-ND



¿Hacia una transición energética justa?: consumo energético y segregación residencial en el área metropolitana de Barcelona

Verónica MEJÍA⁽¹⁾Joan LÓPEZ⁽²⁾Joan CHECA⁽³⁾

⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ Grup d'Estudis sobre Energia, Territori i Societat
Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen: El artículo explora la relación entre las desigualdades sociales y la transición energética en el área metropolitana de Barcelona. Así, se analiza hasta qué punto el necesario proceso de mejora de la eficiencia energética y la descarbonización pueden verse asociados no a una reducción sino a un incremento de las desigualdades. Por un lado, se constata como la población de rentas más bajas reside en parques inmobiliarios ineficientes y tiene menor propensión que la media a tomar medidas para mejorar dicha situación. Por otro lado, las áreas más acomodadas presentan una mayor propensión a la implementación de sistemas de autogeneración eléctrica, así como mayor presencia de vehículos eléctricos. La concentración territorial de ambas situaciones puede venir consolidar procesos de desigualdad social y segregación espacial, lo cual hace necesario la adopción de políticas correctivas.

Palabras clave: Transición energética; Desigualdad; Segregación residencial; Consumo energético; Eficiencia energética.

Recibido: 18.01.2022; Revisado: 03.05.2022

Correo electrónico: veromejia@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9361-8728>

Correo electrónico: Juan.Lopez@uab.cat; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1721-5652>

Correo electrónico: Joan.Checa@uab.cat; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2558-7405>

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias realizados por los evaluadores anónimos, que han contribuido a mejorar y enriquecer el manuscrito original.

Los autores agradecen el apoyo recibido por el Ayuntamiento de Barcelona para realizar esta investigación.

Towards a just energy transition?: energy consumption and residential segregation in the metropolitan area of Barcelona

Abstract: The article explores the relationship between social inequalities and the energy transition in the Barcelona metropolitan area. Thus, it analyzes to what extent the necessary process of improving energy efficiency and decarbonization can be associated not with a reduction but with an increase in inequalities. On the one hand, it is confirmed that the population with the lowest incomes resides in inefficient real estate parks and has a lower propensity than the average to take measures to improve the said situation. On the other hand, the more affluent areas have a greater propensity to implement self-generated electricity systems, as well as a greater presence of electric vehicles. The territorial concentration processes of both situations can come to consolidate social inequality and spatial segregation, which makes it necessary to adopt corrective policies.

Keywords: Energy transition; Inequality; Residential segregation; Energy consumption; Energy efficiency.

1. Las desigualdades urbanas y la transición energética

Entre los retos a los que deben hacer frente hoy las áreas urbanas destacan el incremento de las desigualdades y los requerimientos de la transición energética. Uno y otro factor se encuentran estrechamente interrelacionados, de modo que resulta difícil concebir el tratamiento de los problemas derivados del primero sin atender a los resultantes del segundo y viceversa (UN, 2016).

El incremento de la desigualdad en las ciudades es el resultado de la evolución en la distribución de la renta en las últimas décadas. Así, la reducción relativa en las diferencias de la renta media entre grandes regiones del mundo se ha visto acompañada en buena parte de los países y singularmente en los de Europa Occidental, del incremento de las desigualdades entre los diversos grupos sociales (ATKINSON, 2016; MILANOVIC, 2018; PIKETTY, 2015; STIGLITZ, 2015). En las ciudades las desigualdades se plasman en el espacio a través del fenómeno de la segregación residencial, es decir, de la tendencia de los grupos sociales a separarse sobre el espacio en función de su capacidad de licitar en el mercado del suelo (HARVEY, 2013; SECCHI, 2013). Así, en un contexto en el que a la evolución de los mercados inmobiliarios crecientemente financiados se une al aumento de las desigualdades en la distribución de la renta, la tendencia a la segregación tiende a profundizarse en las principales metrópolis europeas y del resto del mundo (MUSTERD & al., 2017). Las grandes ciudades españolas no constituyen una excepción, de modo que en ellas la segregación residencial se ha convertido en un fenómeno estructural que afecta todos los grupos sociales y tiene lugar a escala metropolitana (NELLO, 2021a).

Por otra parte, la necesidad de una transición energética se deriva de la conjunción de diversos factores. En primer lugar, el avance hacia el agotamiento de la energía basada en combustibles fósiles, que en buena medida había sido uno de los pilares del desarrollo económico y la organización social desde los inicios de la revolución industrial (BERNERS & CLARK, 2013; SMIL, 2017). En segundo lugar, el crecimiento económico, la integración de la economía mundial y el proceso de urbanización han generado un incremento destacado del consumo energético en todo el mundo, de tal forma que si en 2000 se estimaba que el consumo mundial de energía era equivalente a 10 050 Megatoneladas equivalente de petróleo (Mtep) en la actualidad se consumen un 43% más (Internacional Energy Agency, IEA, 2020). La conjunción entre el uso de los combustibles fósiles y el incremento del consumo a lo largo del tiempo ha incidido de manera destacada en el proceso de calentamiento global que amenaza el bienestar de las generaciones presentes y futuras (BERNERS & CLARK, 2013; IPCC, 2014; RIBA, 2011; SANS & PULLA, 2013; SMITH, 2012). Es este el contexto en el que se ha abierto paso el paradigma de la transición energética. Paradigma que puede compendiarse en la necesidad de adoptar sistemas energéticos caracterizados por los tres rasgos siguientes (BROWN & AL., 2016; SCHEER, 2009, LÓPEZ, 2021): la contención de la demanda basada en la eficiencia y el ahorro energético; el progresivo abandono de la energía generada a partir de combustibles fósiles, para reemplazarlos por fuentes de energía renovables; y la aproximación entre las áreas de generación y consumo, como instrumento de equidad territorial y social, así como de reducción de las tensiones geopolíticas.

En las ciudades, el proceso de transición energética se encuentra estrechamente condicionado por las desigualdades sociales y territoriales. El presente estudio tiene por objeto explorar la relación entre ambos factores en una de las principales metrópolis ibéricas: el área metropolitana de Barcelona. Para ello, se estudia el comportamiento espacial de tres variables directamente relacionadas con el consumo energético: el nivel de eficiencia energética de las viviendas, la sustitución de los automóviles de combustión por vehículos eléctricos, y la propensión a adoptar sistemas de autoconsumo de electricidad en los hogares.

El trabajo identifica las pautas de distribución territorial de estas variables y las compara con la del nivel de renta media de la población residente en cada área, con el fin de verificar las cuatro aseveraciones siguientes:

- A. El consumo energético se halla estrechamente asociado a la renta. Sin embargo, la elasticidad de este consumo se encuentra limitada por la dificultad de sustraerse a las necesidades básicas de todo hogar. De este modo, la distancia que separa los ingresos de los hogares es mucho más elevada que la diferencia en los niveles de consumo. Así, si definimos el esfuerzo económico energético como la proporción de los ingresos disponibles que los hogares deben destinar a subvenir sus necesidades energéticas, este es relativamente mayor en los hogares de menor renta que en los de renta más elevada.
- B. La eficiencia energética de las viviendas de las capas de población más acomodadas tiende a ser superior a la de las más desfavorecidos por razones que pueden estar relacionadas con las condiciones de construcción, la calidad de los materiales y, a menudo, el emplazamiento. Esto permite que los hogares con más ingresos disfruten de niveles de ahorro energético superiores a los más desfavorecidos e incide en el esfuerzo económico necesario para cubrir las necesidades energéticas. La situación es todavía más grave en tanto que la propensión a solventar las deficiencias energéticas de las viviendas se encuentra igualmente relacionada con la renta y, por lo tanto, distribuida desigualmente sobre el espacio urbano según los patrones de la segregación residencial.
- C. La sustitución de los carburantes de automoción por vehículos eléctricos se está produciendo también de manera más intensa en las áreas de renta más alta.

Esta situación no responde únicamente a la conocida relación entre nivel de renta e índice de motorización, sino que se agudiza todavía más en el caso de los vehículos eléctricos.

- D. Las formas de autogeneración de la energía propugnadas de acuerdo con los objetivos de descarbonización y transición energética están siendo adoptadas en la actualidad de forma notablemente más elevada por los hogares de renta disponible más elevada que por los que cuentan con ingresos inferiores.

La discusión de estas hipótesis resulta relevante, a nuestro entender, para las políticas públicas, en particular para aquellas que pretendan evitar que el proceso de descarbonización y de transición energética se traduzca en un incremento de la desigualdad social y territorial.

El texto aborda el estudio de la cuestión en cinco apartados: la presente introducción, un breve estado de la cuestión de los estudios sobre la segregación residencial y la problemática energética en el ámbito metropolitano barcelonés, la definición de la metodología, la exposición de los resultados alcanzados y las conclusiones.

2. Segregación residencial y problemática energética en el área metropolitana de Barcelona: un estado de la cuestión

El debate acerca del impacto de la segregación urbana sobre las condiciones de vida de la población ha cobrado intensidad y se ha renovado a lo largo las últimas décadas. Así, diversos estudios han mostrado cómo en el conjunto de España, los procesos de segregación urbana que tradicionalmente han caracterizado la evolución de las ciudades presentan a partir del inicio de la Gran Recesión nuevas características y manifestaciones espaciales (GALEANO & SABATER I COLL & DOMINGO I VALLS, 2015; GÓMEZ GIMÉNEZ & HERNÁNDEZ-AJA, 2020; HERNÁNDEZ DE FRUTOS & CASARES GARCÍA, 2016; MÉNDEZ & ABAD & ECHAVES 2015; NEL·LO, 2021b). Esta evolución ha sido producto tanto de la creciente demanda inmobiliaria derivada de la integración de la economía mundial, como del agravamiento de las desigualdades sociales (BLANCO & NEL·LO, 2018; DONAT, 2017; MARTÍN-CONSUEGRA & AL. 2019; NEL·LO & DONAT, 2016). Así, diversos estudios (NEL·LO, 2021A; SORANDO & LEAL, 2019, RODRÍGUEZ-CALLES, 2022) han mostrado como en el conjunto de las grandes ciudades ibéricas la población con menos recursos tiende a verse

relegada a barrios y municipios donde los precios de la vivienda son más bajos, los cuales generalmente coinciden con aquellos en que los estándares urbanísticos son más deficitarios, la calidad del parque construido es más deficiente y el acceso a los servicios menor. En cambio, los grupos más acomodados, pueden asentarse en áreas dotadas de mayor calidad urbanística y ambiental y mejores servicios, aun cuando esto suponga tener que satisfacer precios de vivienda más altos.

Barcelona y su área metropolitana, tiene una superficie de 636 Km², alberga una población de 3,34 millones (2021) y un total de 1,32 millones de hogares (INE, 2019), cuyas características de la segregación han sido identificadas e incluso cuantificadas a partir de variables relativas al mercado inmobiliario, la crisis económica, y dinámicas sociodemográficas (BLANCO & NEL·LO, 2018; DONAT, 2017; LÓPEZ-GAY & AL., 2021; MUÑOZ, 2004; NEL·LO & DONAT, 2016; PORCEL, 2020). Igualmente, se ha analizado el impacto de la crisis económica en los hogares (NEL·LO & DONAT, 2016) así como el papel de la innovación social (BLANCO & CRUZ, 2018), la evolución del mercado inmobiliario (NEL·LO, 2018) y los cambios en los patrones de movilidad residencial (LÓPEZ-GAY, 2017). Finalmente, los efectos de las dinámicas de segregación sobre las condiciones de vida de la población barcelonesa y catalana –por lo que a la salud, la educación, las oportunidades, la vivienda, la movilidad cotidiana y otros factores se refiere– han sido estudiados desde múltiples perspectivas en diversas investigaciones reciente (CHECA & NEL·LO, 2021; NEL·LO, 2021A, BLANCO & GOMÀ, 2022).

Así mismo, la relación de las características socioeconómicas de la población con la energía ha sido objeto de creciente interés a lo largo de los últimos años. En el caso barcelonés, la cuestión se ha abordado sobre todo a partir del estudio de la pobreza energética de los hogares, por el fuerte impacto social de muchos casos que han llegado a generar situaciones de extrema vulnerabilidad (ENCINAS PINO & al., 2019; MARI-DELL'OLMO & al., 2022; TIRADO-HERRERO, & al., 2018; TIRADO HERRERO & LÓPEZ, 2012; VALLVÉ, 2016). Bien es verdad, sin embargo, que en la mayoría de los casos la información disponible ha limitado las posibilidades de realizar un análisis para el conjunto del área metropolitana con un elevado nivel de detalle territorial (AMB, 2017; DELGADO & LÓPEZ, 2020; DESVALLEES, 2021; FOESSA, 2020; PORCEL, 2020; TIRADO HERRERO, 2018).

Sin entrar en el detalle de la relación con las cuestiones socioeconómicas, diversos estudios se

han centrado en la caracterización de la distribución espacial de diversas variables energéticas, en relación con los niveles de eficiencia (CASTELLANOS & SUNTER & KAMMEN, 2017; FUSTER-PALOP & al., 2021; GÓMEZ-EXPOSITO & ARCOS-VARGAS & GUTIERREZ-GARCIA, 2020) o las características de los tejidos urbanos (LÓPEZ, 2018). Desde el punto de vista del suministro energético, algunos trabajos han abordado también aspectos técnicos como el potencial fotovoltaico de cubiertas y tejados (AMB, 2020; Ayuntamiento de Barcelona, S.F.; BRITO & al., 2017; FINA & AUER & FRIEDL, 2020; GÓMEZ-NAVARRO & al., 2021, MARMOLEJO-DUARTE, C & al., 2022).

Ahora bien, pese al valor de estos análisis, la relación entre la segregación urbana y las variables energéticas ha recibido una atención menor, de modo que los estudios han tendido a centrarse en las servidumbres de las infraestructuras energéticas (CHECA & LÓPEZ, 2021) o a analizar la pobreza energética con escaso detalle espacial. Esta es una de las razones por las cuales los programas estatales han tenido dificultades para identificar de manera adecuada los hogares que se encuentran bajo el umbral de pobreza energética y para atender con instrumentos como el bono energético a todos los hogares que lo requieren (TIRADO-HERRERO & al., 2018). En consecuencia, es evidente que se requieren mayores análisis en los que se contemplen diversas variables sobre las cuales se sustenten políticas más efectivas.

3. Fuentes y metodología

La presente investigación se han empleado diversas variables que permiten medir cuantitativamente tanto la segregación de los diversos grupos sociales sobre el espacio urbano en función de su nivel de ingresos como las eventuales desigualdades relacionadas con la energía.

En primer lugar, como base para identificar el nivel de renta de la población y su distribución espacial se ha utilizado el *Atlas de distribución de renta de los hogares* que elabora el Instituto Nacional de Estadística en España (INE) en su sección de “Estadística experimental” con datos desde el año 2015 al 2019. Los datos utilizados, correspondientes al año 2017 se encuentran desglosados a nivel de sección censal para todos los municipios españoles. De las diferentes variables ofrecidas, se ha utilizado la de “Renta media por hogar”¹.

Los datos sobre el nivel de renta de la población han sido cruzados con las tres variables

energéticas en consideración que, como se indicaba, son: la eficiencia energética de las viviendas, la matriculación de vehículos eléctricos y la propensión de los hogares a adoptar sistemas de autoconsumo de electricidad.

En relación a la primera variable, se ha utilizado la base de *Certificados de eficiencia energética de los edificios* que elabora el Institut Català d'Energia (ICAEN)². La base utilizada (abril de 2021) cuenta con un total de 422 284 registros para los 36 municipios que conforman el área metropolitana de Barcelona, emitidos desde el 2013. Cabe decir que a pesar de que no todas las viviendas o edificaciones han obtenido el certificado de eficiencia energética, la información procesada constituye una muestra representativa de la eficiencia de las viviendas. Además, los indicadores presentados en este tipo de certificados pueden presentar ciertas sesgos en cuanto al rendimiento energético real de la vivienda (COYNE & DENNY, 2021) sin embargo los valores medios calculados a partir de la extensa base de datos logran solventar parte de las posibles sesgos en la identificación de la eficiencia energética. Así, se ha procesado medio millón de certificados distribuidos en todo el ámbito analizado. Todos los registros de la base cuentan con una localización georreferenciada a partir de coordenadas xy. En la base de datos se distinguen cuatro usos de la edificación: el 12% de los certificados corresponde a edificaciones para usos terciarios, el 5% a vivienda unifamiliar, el 80% a vivienda individual en bloque de vivienda y el 3% a bloques de vivienda. Dado el objetivo de este estudio, no se han considerado las certificaciones para usos terciarios. Además, teniendo en cuenta las diversas características de estos tipos de certificados, algunos han sido recategorizados, por registrar incoherencias en cuanto a la superficie y el tipo de uso del edificio. Así, por ejemplo, todos los certificados con superficies inferiores a 100 metros cuadrados categorizados como “bloques de vivienda” han sido incluidos en la categoría de “viviendas en bloques de vivienda”. Como parte de la depuración de la base de datos se han excluido certificados con registros extremos de superficies de viviendas. Cabe destacar que estas exclusiones y recategorizaciones corresponden a una parte muy pequeña (0,9%) del total de certificaciones procesadas.

Con la base de datos depurada, y para obtener datos útiles para el análisis de la *Eficiencia energética de las viviendas*, se han ponderado las calificaciones de “Consumo de energía primaria no renovables”, cuya escala de eficiencia se distribuye entre la letra A y G. Esta escala ha sido traspuesta a valores numéricos para permitir la obtención de los valores medios de las viviendas y edificios existentes en cada unidad territorial de referencia. Así, a la categoría de certificación A se le asignó el valor 7 y a cada letra sucesiva le fue asignado un valor menor hasta el 1 equivalente a la letra G, que corresponde a la calificación energética más baja.

La información sobre matriculación de vehículos proviene de la base de *Matriculaciones mensuales de vehículos electrificados e híbridos en Cataluña* del mismo Institut Català d'Energia³. La base recoge los 121 423 vehículos eléctricos e híbridos matriculados en los municipios catalanes entre 2019 y 2021, con un desglose mensual para cada uno de estos años. Para el presente análisis se han seleccionado únicamente los 39 534 vehículos adquiridos por particulares, por entender que los adquiridos por empresas no tienen por qué mantener relación con el nivel de renta de la población del municipio. De los vehículos seleccionados, 16 248 corresponden a municipios del área metropolitana de Barcelona. Para completar el análisis, se han considerado también los 10 765 vehículos adquiridos por residentes en los 112 municipios del resto de la región metropolitana que tienen más de un millón de habitantes.

El tercero de los análisis realizados se refiere a la propensión al autoconsumo energético. Para el mismo se han contemplado los datos de *Localización de instalaciones de autoconsumo fotovoltaico en Cataluña* del Observatorio del autoconsumo de la Generalitat de Cataluña. La base proporciona información georreferenciada sobre más de 8000 instalaciones implantadas en Cataluña en el período 2008-2021, e incluye datos referentes a la fecha de registro, la potencia instalada y la localización. A través de esta información se ha analizado el proceso de implantación de este tipo de infraestructuras, su distribución territorial y su relación con las diversas características morfológicas de los espacios en que se encuentran.

¹ La base de datos puede ser consultada en este enlace: https://ine.es/experimental/atlas/experimental_atlas.htm

² La base de datos puede ser consultada en este enlace: <https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Energia/Certificats-d-eficiencia-energetica-d-edificis/j6ii-t3w2>

³ La base de datos puede ser consultada en este enlace: <https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Transport/Matriculacions-mensuals-de-vehicles-electrificats/-eds6-562k>

Teniendo presente el objetivo del estudio, se han seleccionado únicamente las instalaciones energéticas propias de los usos residenciales y se han descartado aquellas que puedan estar asociadas a actividades económicas. Para ello se ha establecido un umbral de potencia máxima de las instalaciones de 20kW. El establecimiento de dicho umbral se ha basado en la comparación de la localización de las instalaciones con las cubiertas residenciales, obtenidas a partir del *Mapa de Cubiertas del Suelo* de 2018 del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña⁴ y, posteriormente, con la base del *Datos catastrales* que facilita la Sede Electrónica del Catastro del Ministerio de Hacienda y Función Pública del gobierno de España⁵. Los registros así seleccionados, el 93% del total, son aquellos que se localizan principalmente en edificaciones residenciales, mientras que las potencias superiores a los 20kW corresponden a grandes instalaciones destinadas a servicios, usos comerciales, industriales u otros.

Complementariamente, se han utilizado otras fuentes que han permitido seleccionar o clasificar algunos datos de las fuentes sobre energía seleccionadas. Tal es el caso del *Censo de población y vivienda* de 2011, del Instituto Nacional de Estadística⁶, del cual se ha extraído variables referentes al porcentaje de viviendas unifamiliares y superficie útil de las viviendas, elementos que intervienen de manera decisiva tanto en la eficiencia energética como en su nivel de consumo y sus posibilidades de autoconsumo. Se han empleado también datos del *Padrón municipal* del mismo Instituto Nacional de Estadística, que han servido para obtener las cifras de población y de hogares a 1 de enero de 2020⁷.

El hecho de que las fuentes utilizadas para el análisis de las certificaciones de viviendas e instalaciones de autoconsumo proporcionen datos georreferenciados a partir de coordenadas ha permitido su agrupación en unidades territoriales de referencia que permiten realizar un análisis territorial suficientemente detallado y, al mismo tiempo, garantizan la significación estadística para cada una de ellas. Las unidades territoriales consideradas han sido los barrios metropolitanos, delimitados por el Instituto de Estudios Regionales

y Metropolitanos de Barcelona (IERMB)⁸. Aunque, el barrio como tal no representa una unidad administrativa ni estadística oficial para todos los municipios metropolitanos, el número de unidades obtenidas, 494, así como los criterios históricos, morfológicos y sociológicos utilizados en su delimitación convierten esta base en idónea para los objetivos del presente análisis. El hecho de que, además, la delimitación se haya realizado a partir de la agregación de secciones censales garantiza el ajuste de las fuentes estadísticas utilizadas. Solo en el caso de los datos sobre matriculación de vehículos eléctricos los datos se ofrecen por municipios, por razones de representatividad territorial de la información.

Este último paso, sin embargo, ha obligado a prescindir de la información relativa a 106 de los 494 barrios, aquellos cuya población era inferior a los 500 habitantes, con el propósito de garantizar la significación de los resultados obtenidos. La base de análisis queda finalmente constituida, pues, por 420 306 certificaciones correspondientes a 388 de los 494 barrios del área metropolitana de Barcelona.

Por otro lado, en las representaciones cartográficas se ha identificado únicamente el suelo residencial de los barrios, con el propósito de evitar la distorsión derivada de la representación de la superficie íntegra del barrio -esto es, incluyendo zonas industriales, comerciales, portuarias, aeroportuarias, agrarias, forestales- el cual puede llegar a representar una gran parte de la superficie de cada una de dichas unidades. Para conseguir la capa de usos residenciales se ha cruzado la delimitación de los barrios con los cinco usos residenciales del *Mapa de Cubiertas del Suelo* a la que se ha hecho referencia anteriormente.

4. Resultados: la desigual distribución espacial de la eficiencia, las iniciativas de rehabilitación y el autoconsumo energético

Descritas las finalidades, la metodología y las fuentes de la investigación, así como

⁴ El Mapa distingue 41 cubiertas de suelo, cinco de ellas correspondiente a tejidos residenciales: 'casco urbano', 'ensanche', 'zonas urbanas laxas', 'edificaciones aisladas en espacio rural' y 'áreas residenciales aisladas'. <https://www.icgc.cat/Descarregues/Cartografia-vectorial/Cobertes-del-sol>

⁵ Para más información consultar: <https://www.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECAccDescargaDatos.aspx>

⁶ La base de datos puede ser consultada en este enlace: https://ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176992&menu=resultados&idp=1254735572981

⁷ La base de datos puede ser consultada en este enlace: <https://ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2861&L=0>

⁸ La base cartográfica de los barrios metropolitanos se puede descargar en formato vectorial en <https://iermb.uab.cat>

el estado de conocimientos sobre la temática en nuestro ámbito de estudio, podemos pasar a continuación a reseñar los principales resultados obtenidos. Así, a partir de la evidencia aportada, se indica, en primer lugar, cuál es la relación en términos generales entre el consumo energético y el nivel de renta de los hogares para pasar a continuación al análisis de cada una de las tres variables estudiadas: la eficiencia energética de los hogares, la tenencia de vehículos eléctricos y el autoconsumo energético.

Para considerar el impacto social de las cuestiones planteadas, debe tenerse en cuenta, ante todo que la capacidad de reducir el consumo energético incide negativamente en los hogares más vulnerables (Fig. 1). Los datos generales para el conjunto de España, procedentes de la *Encuesta de Presupuestos Familiares*, muestran como el gasto energético, aun cuando mantiene una relación positiva con la renta, no aumenta en proporción directa a la misma. Esto es así porque todos los hogares deben cubrir unas necesidades energéticas básicas, independientemente de su nivel de ingresos. Así, el gasto energético de los hogares con ingresos superiores 5 000 € mensuales es tres veces (y no diez

veces) superior al de aquellos que disponen de ingresos inferiores a los 500€ (INE, 2019). De aquí se deriva que el esfuerzo económico para cubrir sus necesidades energéticas deba ser relativamente más elevado que el de los hogares de rentas más bajas que en los que disponen de rentas más altas.

A esta relación entre renta de los hogares y consumo energético cabe sumar el desigual reparto territorial de la renta (Fig.2). Los barrios con rentas más altas llegan a cuadruplicar la de los más desfavorecidos, de manera que la renta mediana de 34 400 euros abarca un amplio rango que abarca desde los barrios cuya renta por hogar no alcanza los 20 000 euros hasta aquellos que superan los 86 000. No resulta pues sorprendente que las dificultades más agudas para el consumo energético tiendan a concentrarse sobre el espacio metropolitano, siguiendo los patrones de la segregación residencial.

Los siguientes apartados muestran como la relación existente entre la renta disponible de los hogares y su plasmación territorial inciden en la posibilidad de disfrutar de mayores niveles de eficiencia y autonomía energética.

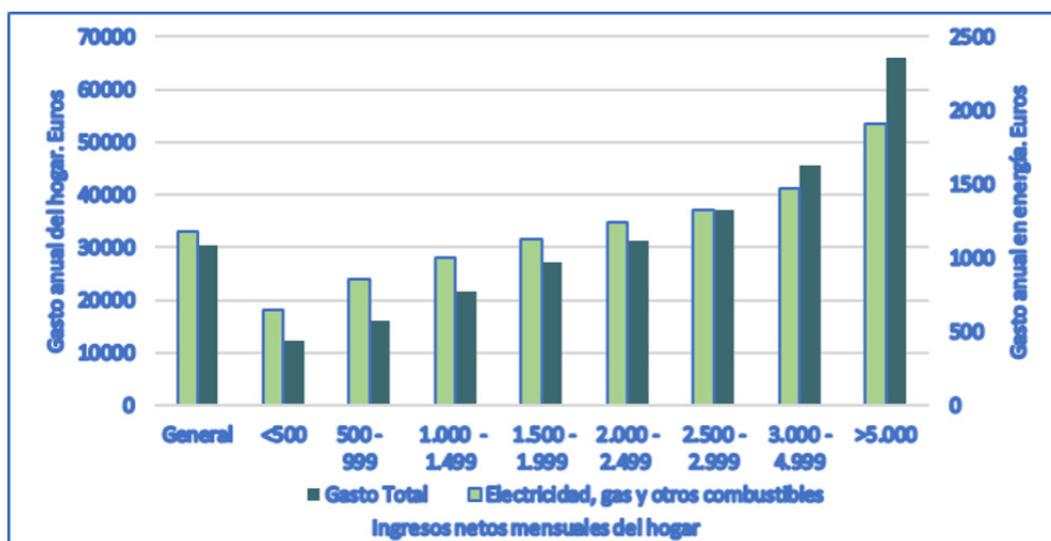


FIG. 1./ Gasto total y gasto en consumos energéticos de los hogares españoles en función del nivel de renta. España, 2019⁹

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta de Presupuesto Familiares del Instituto Nacional de Estadística (INE)

⁹ A pesar de disponer de datos del año 2020, el Gráfico muestra los resultados de la *Encuesta de Presupuestos Familiares* de 2019 para evitar la situación de

excepcionalidad, que representó la situación generada por la pandemia de Covid19, y que queda recogida en prácticamente todos los registros estadísticos.

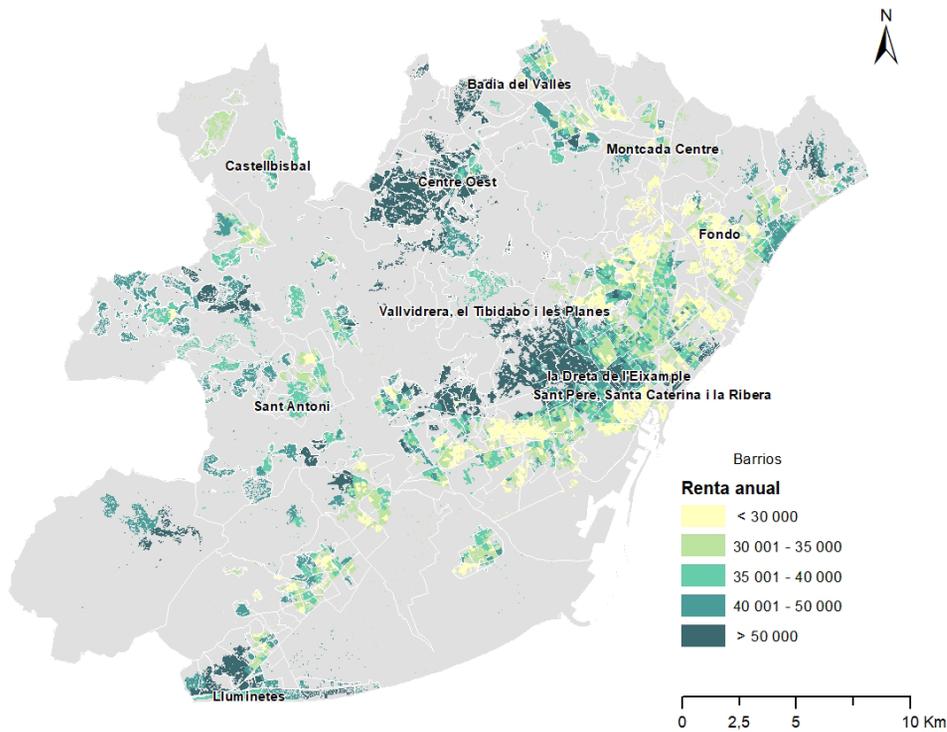


FIG. 2./ Renta media de los hogares de los barrios del área metropolitana de Barcelona, 2017

Fuente: Elaboración propia a partir de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

4.1. La eficiencia energética del parque inmobiliario residencial y su relación con la renta

Los datos relativos a las certificaciones energéticas de viviendas ofrecen una primera vía de aproximación a la problemática energética de los hogares. Así, las certificaciones emitidas presentan una distribución irregular sobre el territorio del área metropolitana de Barcelona, irregularidad que va más allá de las pautas de distribución de las áreas residenciales o de las tipologías a que responden. Así, como muestra la FIG. 3, la media de certificaciones por cada 1 000 viviendas muestra claras diferencias entre los 388 barrios analizados. Estas oscilan desde los valores cercanos a las 500 certificaciones en Centre Oest de Sant Cugat del Vallès, la Pineda de Castelldefels o los barceloneses barrios de l'Antiga Esquerra de l'Eixample, Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera, la Dreta de l'Eixample i la Barceloneta, a valores por debajo

de 100 en barrios como Bellvitge en l'Hospitalet de Llobregat o el municipio de Badia del Vallès.

Entre los motivos explicativos de estas diferencias pueden destacarse los tres siguientes. En primer lugar, el interés por alquilar la vivienda para usos permanentes o turísticos que obliga a solicitar el certificado, afecta de manera diversa los diversos barrios, así como las diferentes tipologías residenciales (O-HB, 2020b). En segundo lugar, deben tenerse en cuenta las diferencias territoriales en el dinamismo del mercado inmobiliario para la compra-venta, otro de los principales motivos de certificación, así como la concentración de promociones de vivienda nueva finalizadas después de la entrada en vigor del decreto que obliga a la certificación energética (O-HB, 2020a, 2020b). Un tercer factor, que explicaría por el contrario un bajo porcentaje de certificaciones, es la concentración de viviendas en situaciones administrativas irregulares, como el subarriendo, la ocupación o la infravivienda (FABRA & al., 2020).

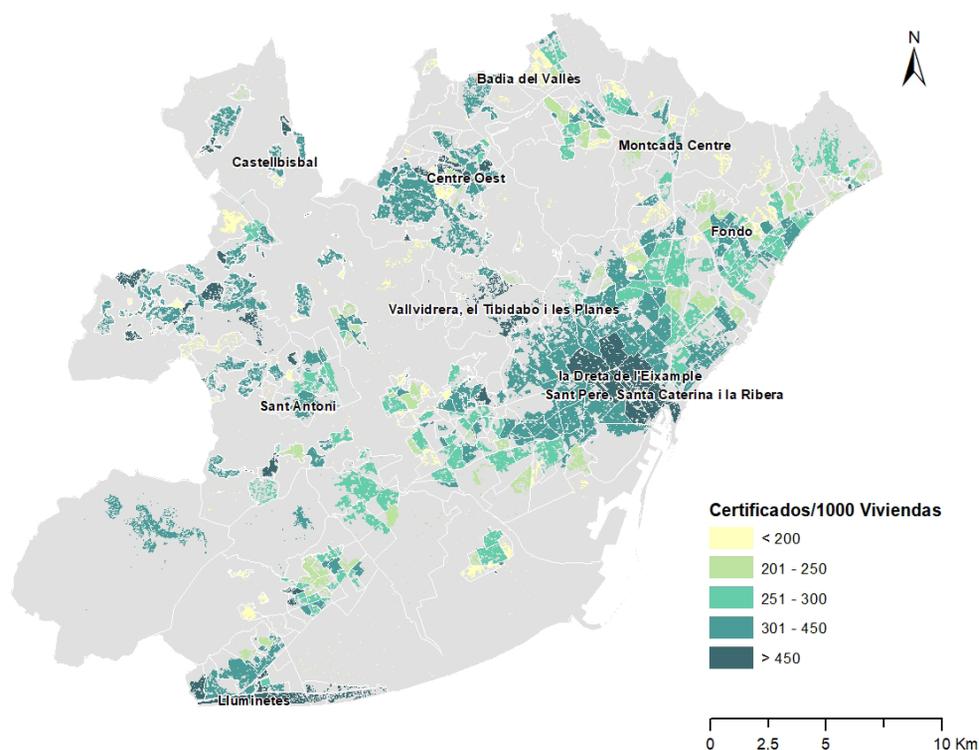


FIG. 3./ Distribución de certificaciones energéticas por cada 1 000 viviendas en los barrios del área metropolitana de Barcelona 2021

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y el Padrón municipal del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Vista la distribución territorial de las certificaciones energéticas, cabe pasar a la clasificación de la eficiencia energética recogida en las mismas. Debe apuntarse, en primer lugar, que la calificación energética media de las viviendas en el conjunto del área metropolitana de Barcelona es bastante baja, puesto que el 58% de los inmuebles analizados han obtenido una calificación E. En el conjunto del ámbito de estudio, empleando la escala de valores antes descrita, se obtiene una calificación energética media de 2,68. Es decir, que la calificación media de nuestro ámbito de estudio correspondería a un valor de certificación entre E y F, ciertamente bajo. Este valor medio esconde, sin embargo, una distribución de los diversos niveles de eficiencia poco homogénea en el territorio metropolitano (Fig. 4).

Aquello que resulta más significativo de esta distribución de los niveles de eficiencia energética es su correspondencia con los niveles de renta. Así, los barrios con mayores niveles

de renta tienden a coincidir con los valores de certificación energética más altos; y lo mismo sucede con los niveles más bajos. Esta relación positiva se puede observar igualmente en la Fig. 5, que muestra la relación estadística entre la eficiencia energética y la renta media de los hogares de los barrios del área metropolitana de Barcelona, la cual resulta claramente significativa, con un coeficiente de determinación $r^2=0,53$ (para asegurar la representatividad se excluyen los barrios que disponen de menos 1 000 certificaciones). Por lo tanto, y aunque existan diversos factores que contribuyen a explicar el nivel de eficiencia de las viviendas -entre los que cabe destacar la tipología residencial y el año de construcción- queda confirmada la coincidencia entre los niveles medios de renta y de eficiencia de las viviendas de los barrios metropolitanos, en el sentido de que la segunda mantiene una relación directa con la primera.

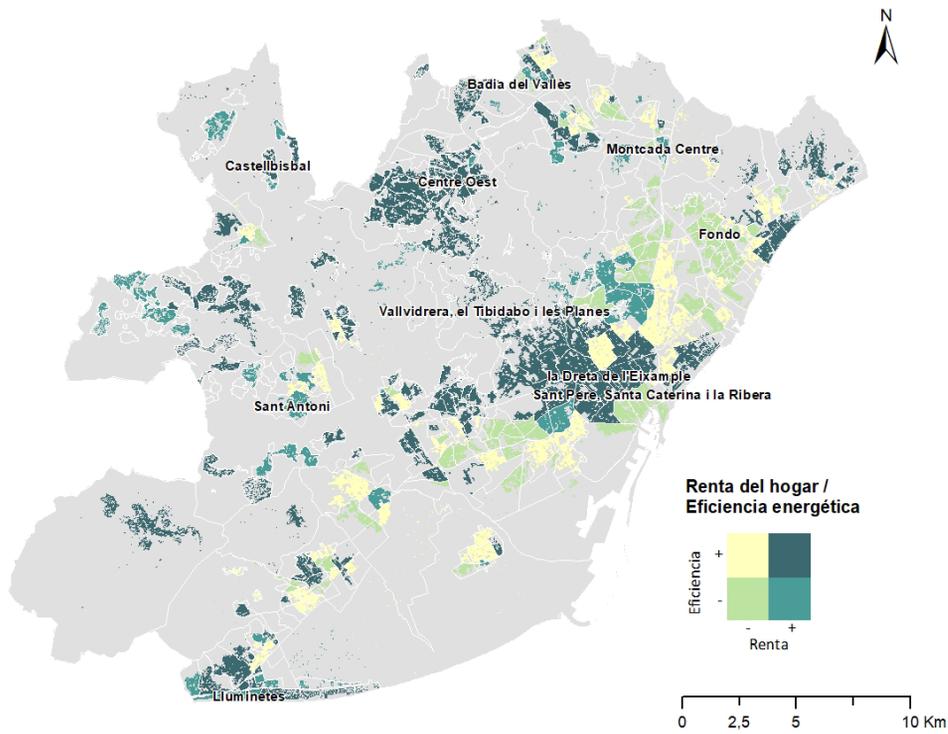


FIG. 4./ Eficiencia energética de las edificaciones y renta media de los hogares en los barrios del área metropolitana de Barcelona 2020

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

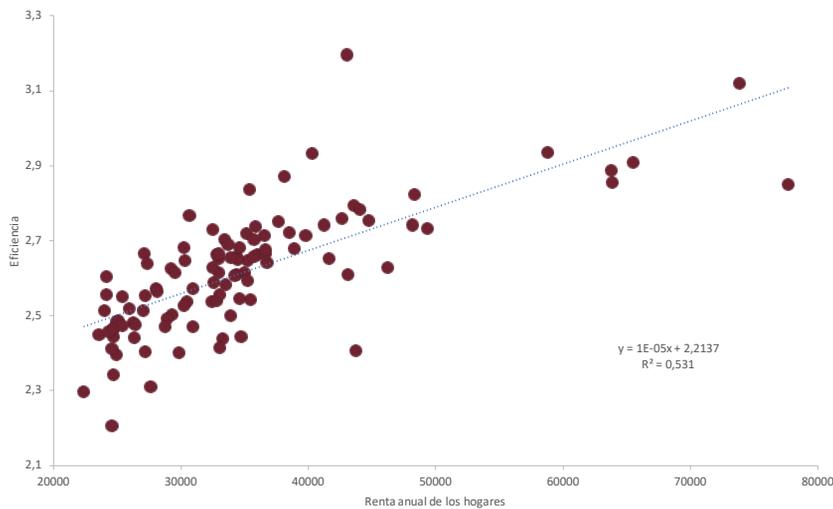


FIG. 5./ Relación entre la eficiencia energética y la renta media de los hogares de los barrios del área metropolitana de Barcelona (barrios con más de 1 000 certificados)

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Los resultados que muestra la FIG. 6 para áreas territoriales mayores, como son los municipios, permite observar esta relación todavía con mayor claridad. Así, por un lado, los tres municipios metropolitanos que cuentan con rentas más elevadas, Sant Cugat del Vallès, Tiana y Sant Just Desvern, registran los valores de eficiencia energética más altos. En el otro extremo, aquellos que muestran menores ingresos, Santa Coloma de Gramenet, Badia del Vallès y l'Hospitalet de Llobregat tienen también las eficiencias energéticas más bajas. Como resultado, el valor de eficiencia de Sant Cugat del Vallès es un 22% superior al de Santa Coloma de Gramenet. En este caso, la correlación, asimismo significativa, presenta un coeficiente de determinación $r^2=0,44$.

En este contexto, un segundo elemento contribuye a agravar esta situación de desigualdad. Cabría esperar que, debido a sus condiciones de precariedad energética y económica, la población con rentas más bajas fuese más propensa en solicitar y resultara en mayor medida beneficiaria de ayudas y subvenciones para las mejoras de la eficiencia energética de su vivienda que el resto de la población. Sin embargo, los datos muestran que no es así.

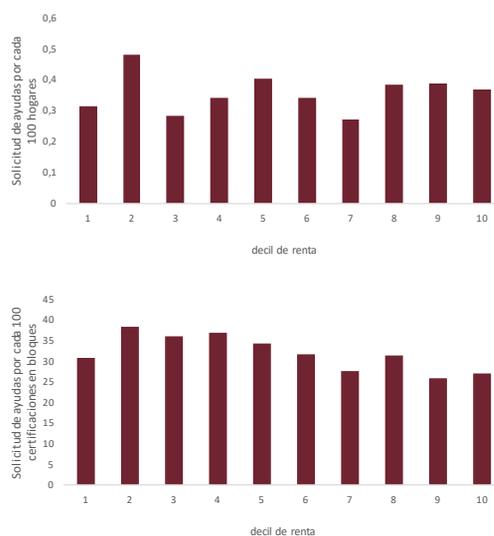


FIG. 7./ Relación entre la renta media de los hogares y la proporción de certificaciones que tienen como motivación la solicitud de ayudas energéticas

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

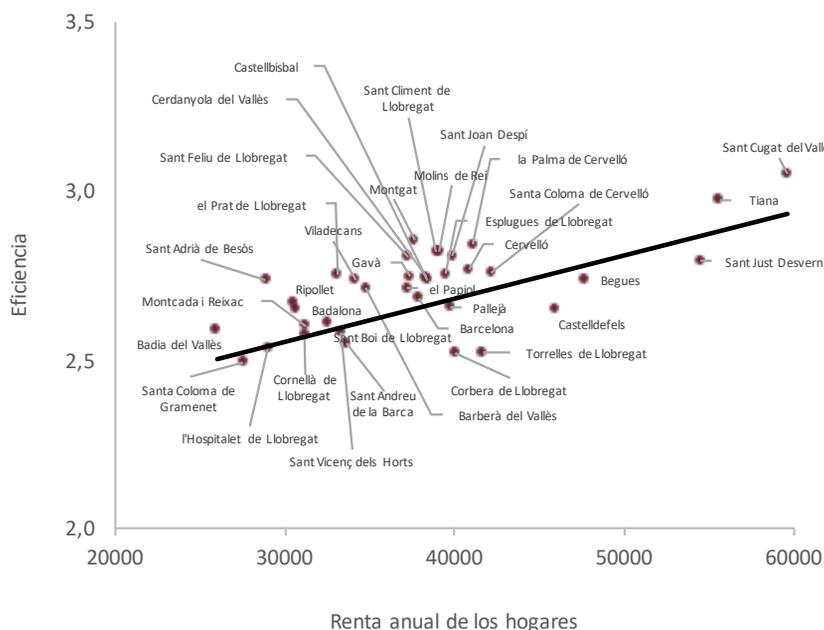


FIG 6./ Relación entre la eficiencia energética y la renta media de los hogares de los municipios del área metropolitana de Barcelona

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Como muestra la FIG. 7, la distribución de los certificados para ayudas ha sido relativamente homogénea. Tanto si se observa a partir de la proporción de solicitudes de ayudas sobre el total de hogares como sobre el total de bloques de viviendas certificados, los resultados muestran que las rentas más bajas, las correspondientes a los primeros deciles, no solicitan más ayudas energéticas, como cabría esperar atendiendo al hecho de que la eficiencia energética es más baja en estos hogares que en el resto. Más aún, el 10% de los barrios con rentas más bajas solicitan ayudas por debajo de la media (36 ayudas por 10 000 hogares), mientras que algunos de los barrios con rentas más altas superan esta media.

Diversos factores pueden contribuir a explicar este sesgo: en primer lugar, el hecho de que las certificaciones para la solicitud de ayudas se destinen de manera preferente a la adecuación de edificios completos, solicitud que requiere la autorización y la participación de todos los propietarios del edificio (Real Decreto 106/2018, 2018; DOGC N° 8525, 2021); en segundo lugar, los hogares con rentas más bajas pueden tener una menor propensión a solicitar ayudas por el esfuerzo económico relativo que supone sobre sus ingresos (AYALA & GALARRAGA & SPADARO, 2016; BOBBINO & GALVÁN & GONZÁLEZ-EGUINO, 2013; MARMOLEJO DUARTE & GARCÍA HOOHGHUIS & GARCÍA MASÍA, 2017); en tercer lugar, la escasa

brecha entre los sectores más acomodados y más vulnerables en cuanto al acceso a ayudas se debería a procesos de renovación urbana promovidos por entidades locales, regionales o nacionales (DEL VALLE RAMOS & al., 2020; MEDINA, 2019); finalmente, la diversidad de capital social y de acceso a la información actúan como barreras entre territorios y grupos sociales y pueden dificultar la capacidad de los hogares más vulnerables para organizarse entre ellos, abrirse paso en los circuitos administrativos y solicitar las ayudas (BLANCO & CRUZ, 2018).

4.2. Matriculación de vehículos eléctricos

De la misma manera que en el caso de las certificaciones de viviendas, la matriculación de vehículos eléctricos muestra igualmente una clara relación con la renta de los hogares. Así, tal como puede observarse en la FIG. 8, los municipios del área metropolitana de Barcelona con niveles de renta más elevados son también los que muestran mayor proporción de vehículos eléctricos matriculados por cada 100 000 habitantes, de manera que aquellos con mayores ingresos llegan a cuadruplicar el ratio de vehículos de los más desfavorecidos. La misma relación se establece entre el resto de los municipios de la región metropolitana.

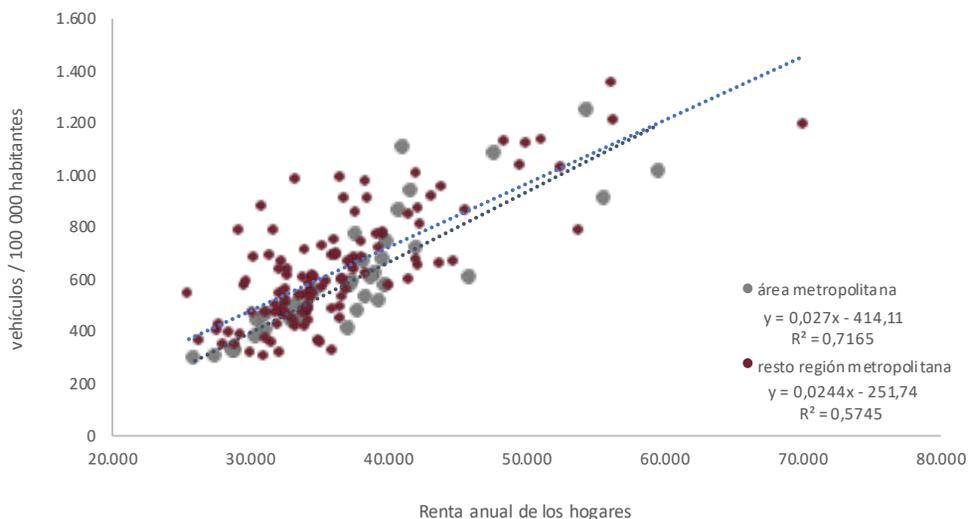


FIG. 8./ Relación entre la renta media de los hogares y la matriculación de vehículos eléctricos en los municipios del área y la región metropolitana de Barcelona 2019-2021

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de Matriculaciones mensuales de vehículos electrificados e híbridos en Cataluña del Elaboración propia a partir de la base de Certificados de Eficiencia Energética de los edificios del Instituto Catalán de Energía y de la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística (INE)

Este desequilibrio podría explicarse a partir del mayor índice de motorización que tradicionalmente han mostrado las capas sociales con rentas más altas y en parte es así. Ahora bien, mientras que en lo referente al conjunto de vehículos la matriculación de los municipios con rentas más elevadas, en el mismo período 2019-2021, fue 2,5 veces la de los que poseen menor renta¹⁰, en el caso de los vehículos eléctricos, como hemos visto, esta diferencia llega a cuadruplicarse. Es decir, la tradicional desigualdad en el índice de motorización en función de la renta se agrava aún más en el caso de la movilidad eléctrica.

En el ámbito metropolitano barcelonés se ha descrito la relación entre capacidad de consumo de combustibles fósiles para la movilidad privada, el acceso a determinadas tipologías de vivienda y los patrones de segregación espacial (LÓPEZ, 2017). Se ha descrito, asimismo, la mayor dependencia del transporte público por parte de la población de las áreas vulnerables, incluso en condiciones de emergencia sanitaria (CHECA & al., 2020). Los datos relativos a la matriculación de vehículos eléctricos parecen sugerir que la descarbonización de la movilidad privada se encuentra estrechamente asociada a la renta y podría suponer un nuevo factor incentivador de la segregación residencial y urbana.

4.3. Autoconsumo de electricidad

Los dos elementos analizados anteriormente, eficiencia energética de las viviendas y tenencia de vehículos eléctricos, están relacionados con el papel de los ciudadanos y ciudadanas como consumidores de energía. De hecho, el consumo de electricidad, y del resto de energías, ha sido tradicionalmente el único ámbito que podía ser estudiado en relación con las características socioeconómicas de la población, ya que el sistema de producción centralizada, basado en grandes centrales generadoras de electricidad, quedaba en manos de unas pocas compañías y tenía un carácter notablemente centralizado (LÓPEZ, 2021).

En este marco, los hogares podían gestionar su consumo energético únicamente a través de dos procedimientos: el incremento de la eficiencia energética de la vivienda o la

reducción absoluta en el consumo de energía. Tanto uno como otro procedimiento implican mayores dificultades para los hogares de renta más baja que en los que disponen de mayores ingresos.

El contexto de transición energética permite abrir, en principio, nuevas perspectivas, de modo que la ciudadanía pueda tener un papel más activo en la generación de energía y modificar sus condiciones de acceso a la misma. La aparición de sistemas de producción descentralizada, tanto térmica como eléctrica, ha reducido progresivamente las dimensiones de las infraestructuras de generación necesarias hasta llevarlas a los hogares. Muchos hogares se han dotado de sistemas térmicos de captación solar para sistemas de calefacción y agua caliente, así como las placas fotovoltaicas de generación de electricidad. En el área metropolitana de Barcelona, como en el resto del territorio español, la abolición de la restrictiva legislación en materia de autoconsumo a partir del año 2018 (Real Decreto-Ley 15/2018, 2018), se tradujo en un incremento de instalaciones de autoconsumo que multiplicó por 14 su ritmo de implantación entre 2017 y 2020, pasando de 134 a 1869.

La autoproducción de electricidad por parte de la ciudadanía amplia notablemente su intervención en el ámbito de la energía, puesto que su responsabilidad no se limita ya únicamente a la cantidad y el tipo de energía que consume, sino, también, a la posibilidad de implicarse en su obtención. De esta manera, se abre la oportunidad de ahorrar una parte significativa del gasto energético de los hogares e incluso, de obtener un beneficio económico con la energía sobrante que se vierte a la red. El aprovechamiento equitativo de esta oportunidad por parte de todas las capas sociales representaría un beneficio para todas ellas, pero tendría un impacto mayor en las más vulnerables, puesto que son la capa social que tienen mayores dificultades para cubrir sus necesidades energéticas básicas y tienen mayor riesgo de encontrarse en situación de pobreza energética. Los primeros datos sobre la distribución de las instalaciones de autoconsumo parecen indicar, sin embargo, que hasta el momento esto no está sucediendo.

¹⁰ Los datos sobre matriculación de vehículos por municipios pueden consultarse en el portal web de la Dirección General

de Tráfico del Ministerio del Interior Español. https://sedeapl.dgt.gob.es/WEB_IEST_CONSULTA/categoria.faces

Así, la FIG. 9 permite observar, de nuevo, una relación positiva entre el nivel de renta de los hogares y la propensión a instalar placas fotovoltaicas para el autoconsumo por barrios ($r^2= 0,35$). Es decir, los hogares que, hasta el momento, están aprovechando los beneficios económicos de la transición energética no son aquellos que más los necesitan sino aquellos que pueden costear los todavía elevados costes de inversión que comportan las instalaciones necesarias.

Es cierto que la relación entre autoconsumo y renta parece ser, de momento, parcial: la proporción más elevada de hogares con instalaciones fotovoltaicas se concentra en los hogares con niveles de renta elevados, aunque algunos de estos hogares muestran igualmente una tendencia baja o nula a instalar placas para el autoconsumo. Este resultado puede explicarse por otro factor que determina la proporción de instalaciones

fotovoltaicas: la tipología de la vivienda. Así, las viviendas unifamiliares permiten acoger con mayor facilidad estas instalaciones, por dos motivos principalmente. En primer lugar, por el número de personas que viven en ellas y su consiguiente nivel de consumo, las viviendas unifamiliares pueden satisfacer más claramente sus necesidades de electricidad a partir del autoconsumo, ya que la relación entre la superficie de la cubierta y el consumo final es alta, mientras que en los edificios plurifamiliares es mucho menor. En segundo lugar, porque en los edificios plurifamiliares, las placas fotovoltaicas se emplazan sobre las cubiertas comunitarias o privadas, para lo cual, tanto si la instalación es para uso comunitario o individual, es necesario solicitar el consentimiento de la mayoría de los vecinos. En cambio, en el caso de viviendas unifamiliares la implementación es más ágil puesto que puede prescindirse de estas gestiones.

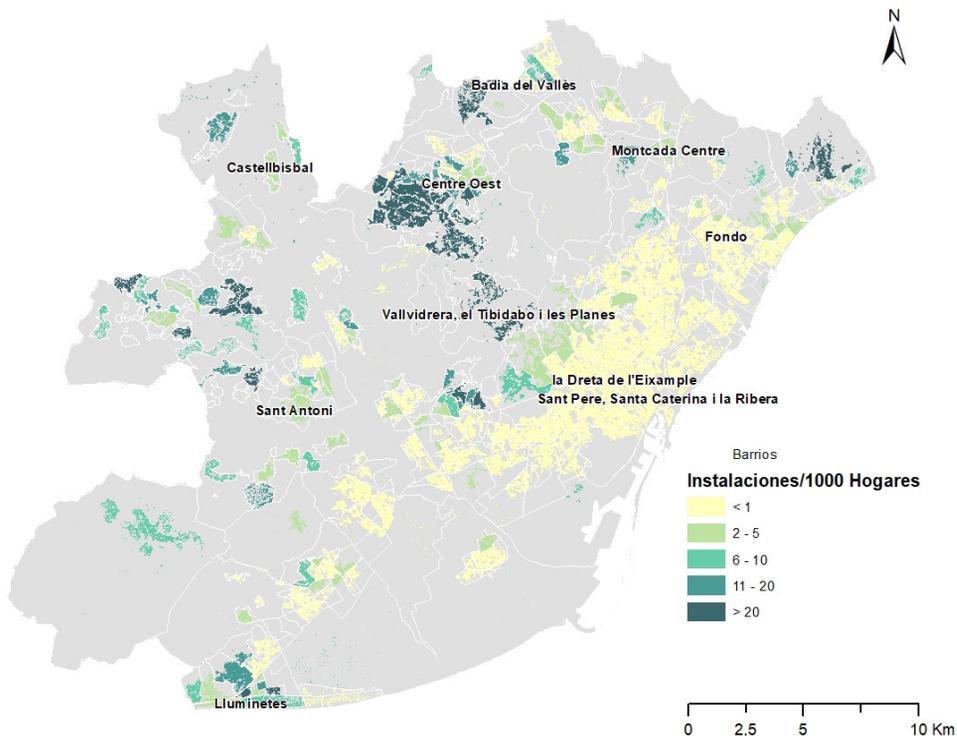


Fig. 9./ Número de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo por cada 1 000 hogares en los barrios del área metropolitana de Barcelona 2021

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo del Observatorio del Autoconsumo de la Generalitat de Cataluña

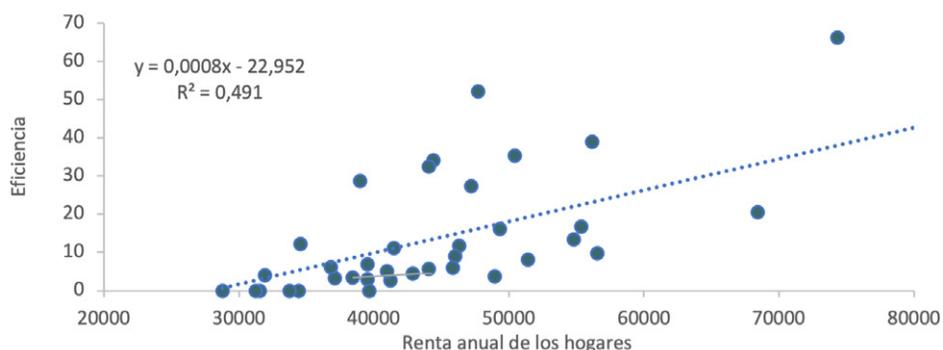


FIG. 10./ Relación entre el número de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo y la renta media de los hogares de los barrios del área metropolitana de Barcelona donde el 100% del suelo residencial corresponde a categorías dispersas y de baja densidad 2021¹¹

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo del Observatorio del Autoconsumo de la Generalitat de Catalunya, la base del Atlas de distribución de renta de los hogares de los edificios del Instituto Nacional de Estadística, y del Mapa de cubiertas del suelo de 2018 del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña

Diversos estudios han mostrado que en el ámbito metropolitano de Barcelona la propensión a residir en vivienda unifamiliar mantiene una relación directa con la renta (NEL·LO, 2021B; RUBIALES & BAYONA & PUJADAS, 2012; SUBIRATS, 2012). Ahora bien, también en el ámbito de dicha tipología residencial la proporción a la instalación de placas fotovoltaicas tiende a incrementarse a medida que se eleva el nivel de renta de los hogares. Así, como puede verse en el FIG.10, un análisis de los barrios cuyos tejidos residenciales están compuestos exclusivamente por tipologías de baja densidad (40 del total) muestra como la relación entre renta e instalaciones de autoconsumo es claramente positiva. Es decir, la tipología unifamiliar es claramente favorable a la instalación de placas en las viviendas, pero las facilidades derivadas de esta circunstancia son poco aprovechadas por los hogares con menor nivel de renta residentes en viviendas unifamiliares.

5. Conclusiones y recomendaciones

Le evidencia aportada permite realizar diversas constataciones sobre las desigualdades energéticas asociadas al nivel de renta de la población y su plasmación territorial en el área metropolitana de Barcelona. Estas

constataciones vienen a confirmar la bondad de las hipótesis de partida.

Así, en primer lugar, el trabajo ha mostrado la existencia de una relación positiva entre gasto en energía y nivel de ingresos de los hogares. Ahora bien, dicha relación está mediada por el hecho de que el consumo energético es una necesidad básica, de tal modo que se prescinde de otros bienes antes que de la energía. Esta relación sugiere que son necesarias *ayudas al consumo energético de los hogares* con menos ingresos, que podrían traducirse en bonificaciones sobre el total de la factura como el actual bono social del gas y la electricidad, o en otras que protegieran directamente unos consumos mínimos considerados esenciales, a partir por ejemplo de tramitaciones de las tarifas.

A partir de aquí, se ha observado que las certificaciones oficiales muestran que la distribución territorial de los valores de *eficiencia energética* de las viviendas es, en términos medios, notablemente más elevada en los barrios y municipios de renta más alta que en los de renta más baja. Asimismo, se ha mostrado que la propensión a la *solicitud de ayudas* para la mejora de la eficiencia energética no es más alta, en términos medios, en los barrios vulnerables que en los más acomodados. En un contexto en el que las carencias de eficiencia energética

¹¹ Se han considerado las categorías 'zonas urbanas laxas', 'edificaciones aisladas en espacio rural' y 'áreas residenciales

aisladas' del Mapa de cubiertas del suelo de 2018 del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña.

de los edificios residenciales son mayores en los barrios de renta baja que en los de renta alta, esto induce a pensar que existen barreras para el acceso a dichas ayudas, ya sean derivadas de la capacidad económica, el régimen de tenencia, el capital social o el escaso impacto de los diversos programas de rehabilitación de viviendas vulnerables.

Se ha mostrado también que la *tenencia de vehículos eléctricos* es muy superior en las áreas de renta más alta que en las de renta más baja. Esta constatación es significativa desde el punto de vista de la segregación urbana, pero lo es todavía más por lo que respecta a la viabilidad de la transición energética. El acceso del conjunto de la población a un medio de transporte sostenible para los desplazamientos que no pueden ser realizados a pie o en bicicleta ni servidos por transporte público es esencial para el éxito de la transición energética, ya que la movilidad es el principal consumidor de energías fósiles en prácticamente todas las sociedades occidentales.

Finalmente, se ha observado como la propensión a adoptar *sistemas de autogeneración y autoconsumo de electricidad* se encuentra desigualmente repartida sobre el territorio. Así, hasta la actualidad las instalaciones de autogeneración tienden a localizarse en una proporción mucho más elevada en áreas de renta media elevada y con configuración urbana dispersa que en las de renta baja. En un contexto en el que el *esfuerzo económico* que los hogares deben realizar para subvenir sus necesidades energéticas no es proporcional a su renta, este patrón en las innovaciones podría resultar en un incremento de las desigualdades sociales en materia del acceso a la energía.

Bien es verdad que estos resultados podrían estar lastrados por el sesgo la denominada falacia ecológica, de modo que, por ejemplo, los hogares más acomodados de los barrios de renta media baja y los menos acomodados de los barrios de renta media alta tuvieran menor propensión en solicitar certificaciones que el resto de los hogares de sus ámbitos respectivos. Pero este riesgo queda en buena medida desmentido por el hecho de que las cuatro variables analizadas –eficiencia energética, solicitud de ayudas, tenencia de vehículos eléctricos y autoconsumo– presentan resultados coherentes entre sí.

El carácter negativo de estas constataciones permite sugerir algunas medidas necesarias para su corrección. El análisis ha mostrado que las viviendas menos eficientes energéticamente corresponden a los hogares con un nivel de renta más bajo. La relación adquiere mayor gravedad cuando, como se ha dicho, el consumo en energía es también menor en los hogares con menor renta pese a que el esfuerzo económico al consumo energético sobre el presupuesto familiar sea relativamente más elevado que en los hogares más acomodados. Esta situación incide claramente sobre el nivel de confort energético. En esta situación, las *ayudas directas a la rehabilitación energética* de las viviendas que, de hecho, se vienen otorgando desde hace años, deberían incrementar su cuantía y el número de beneficiarios. En este sentido, la gestión de los fondos *Next Generation* de la Unión Europea, destinados precisamente a dichas finalidades pueden suponer una oportunidad extraordinaria.

El análisis ha permitido observar también el aparente contrasentido que se produce en la solicitud de las ayudas a la rehabilitación: en términos medios, el volumen de las solicitudes no se corresponde a las diversas necesidades de los barrios. Así, los barrios con las rentas medias más bajas muestran un nivel de solicitudes muy por debajo de la media. El bajo nivel de solicitudes entre este grupo de población puede ser debido a situaciones de elevada rotación residencial que disminuyan el interés en realizar una inversión duradera o a incumplimientos de las mínimas condiciones de habitabilidad por parte de los propietarios cuando se trata de viviendas de alquiler. Pero puede deberse también a deficiencias en los mecanismos de información de las ayudas y de los requisitos para su concesión. En este sentido, serían necesarias *campañas de identificación, información y soporte a los colectivos de menor renta* a la hora de otorgar las ayudas y subvenciones.

Asimismo, se ha podido observar que las ventajas de instalar placas fotovoltaicas para el autoconsumo de electricidad están siendo principalmente aprovechadas, como mínimo hasta el momento, por la población con mayor nivel de renta, lo cual entraña el riesgo de mantener y ensanchar todavía más las diferencias de su situación energética respecto a las capas sociales más desfavorecidas. Para superar este sesgo debe hacerse frente a un triple filtro –económico, de información y administrativo– lo cual

requiere medidas de diversa índole. El filtro económico solo puede ser superado a través de ayudas que permitan sufragar total o parcialmente la elevada inversión inicial que se requiere dirigidas a la población con rentas más bajas. La superación del filtro de conocimiento requiere de campañas informativas que permitan combatir la ignorancia de determinados colectivos sobre las ventajas del autoconsumo y de los procedimientos necesarios para la tramitación de las instalaciones, tanto los relacionados con la Administración como con las compañías distribuidoras. A su vez, la remoción del filtro administrativo requiere de la simplificación de estos trámites, especialmente cuando se trata de edificios plurifamiliares.

La concentración territorial de las situaciones de precariedad energética constituye, sin duda, un reflejo de la desigualdad social y de la segregación residencial. Desde el punto de vista de las políticas públicas, puede ser vista también como una oportunidad, en el sentido que permite territorializar las políticas sectoriales, a través de planes y programas de rehabilitación y eficiencia energética de carácter específico para los diversos barrios y municipios que integran el ámbito metropolitano. De esta forma se incrementará su eficiencia y su capacidad de hacer frente a las desigualdades energéticas y sociales.

6. Bibliografía

- ÁMBITO METROPOLITANO DE BARCELONA, AMB (2017): *Identificació, recopilació i tractament de propostes per a la millora del Programa metropolità de mesures contra la pobresa energètica 2016-2019*, Barcelona, España, Área metropolitana de Barcelona.
- _____(2020): *Potencial d'energia solar a l'AMB*, Barcelona, España, Área metropolitana de Barcelona.
- ATKINSON, A. (2016): *Desigualdad: ¿Qué podemos hacer?*, Ciudad de Mexico, Fondo de Cultura Económica.
- AYALA, A. & GALARRAGA, I. & SPADARO, J. V. (2016): The price of energy efficiency in the Spanish housing market. *Energy Policy*, 94, 16–24. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2016.03.032>
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA (s.f): *Mapa: quanta energia pots generar*. <https://energia.barcelona.ca/mapa-quanta-energia-pots-generar>
- BERNERS, M. & CLARK, D. (2013): *The burning question: we can't burn half the world's oil, coal and gas. So how do we quit?* Vancouver, Greystone Books.
- BLANCO, I. & CRUZ, H. (2018): La innovación social en Cataluña: Un análisis socioespacial. En Blanco, I. & Nel Lo, O. (eds) *Barrios y Crisis. Crisis económica, segregación urbana e innovación social en Cataluña* (pp. 147–171), Valencia, Ed Tirant lo Blanch.
- ____ & NEL·LO, O. (eds) (2018): *Barrios y crisis*. Valencia, Ed Tirant lo Blanch.
- ____ & GOMÀ, R. (coord.) (2022): *¿Vidas segregadas?. Reconstruir fraternidad*. València: Tirant lo Blanch (en prensa).
- BOBBINO, S. & GALVÁN, H. & GONZÁLEZ-EGUINO, M. (2013): *Budget-Neutral Financing to Unlock Energy Savings Potential: An Analysis of the ESCO Model in Barcelona*. Recuperado el 14 de enero del 2022 en la base de datos www.bc3research.org.
- BRITO, M. C. & FREITAS, S. & GUIMARAES, S. & CATITA, C. & REDWEIK, P. (2017): The importance of facades for the solar PV potential of a Mediterranean city using LiDAR data. *Renewable Energy*, 111: 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.085>
- BROWN, L. R. & LARSEN, J. & RONEY, J. M. & ADAMS, E. E. (2016): *The great transition: Shifting from fossil fuels to solar and wind energy*, New York, W. W. Norton Company.
- CASTELLANOS, S. & SUNTER, D. A. & KAMMEN, D. M. (2017): Rooftop solar photovoltaic potential in cities: how scalable are assessment approaches?'. *Environmental Research Letters*, 12(12), p. 125005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AA7857>
- CHECA, J. & MARTÍN, J. & LÓPEZ, J., & NELLO, O. (2020): *Los que no pueden quedarse en casa: movilidad urbana y vulnerabilidad territorial en el área metropolitana de Barcelona durante la pandemia COVID-19*. Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles, 87(16). <https://doi.org/10.21138/bage.2999>
- ____ & LÓPEZ, J. (2021): Servidumbres energéticas y segregación residencial. En Blanco, I. & Nel·lo, O. (eds) *Efecto barrio. Segregación residencial, desigualdad social y políticas urbanas en las grandes ciudades ibéricas*, pp. 89–105, Valencia, ed Tirant lo Blanch.
- ____ & NEL·LO, O. (2021): Residential Segregation and Living Conditions. An Analysis of Social Inequalities in Catalonia from Four Spatial Perspectives. *Urban Science*, 5, 45. <https://doi.org/10.3390/URBANSCI5020045>
- COYNE, B. & DENNY, E. (2021): Mind the Energy Performance Gap: testing the accuracy of building Energy Performance Certificates in Ireland. *Energy efficiency*, 14(6). <https://doi.org/10.1007/S12053-021-09960-1>
- DELGADO, L. (Coord) & LÓPEZ, D. (Coord) (2020): *Emergència habitacional, pobresa energètica i salut. Informe sobre la inseguridad residencial a Barcelona 2017-2020*, Barcelona, Agència de Salut Pública de Barcelona.
- DESVALLEES, L. (2021): Identificación, localización y caracterización de la vulnerabilidad energética a nivel de sección censal en el municipio de Barcelona. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 25(1),

- 239-263. <https://doi.org/10.1344/SN2021.25.30257>
- DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, DOGC N°8525 (2021): ANUNCI sobre convocatòria d'ajuts a la rehabilitació per a l'arranjament d'interior d'habitatges de persones en situació de vulnerabilitat a la ciutat de Barcelona per a l'any 2021 https://www.habitatge.barcelona/sites/default/files/ajuts_rehabilitacio_interior_habitatges_vulnerabilitat_2021.pdf
- DONAT, C. (2017): Crisis, ciclo inmobiliario y segregación urbana en la región metropolitana de Barcelona. *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, 48(118). <https://doi.org/10.3280/ASUR2017-118S10>
- ENCINAS PINO, F. & AGUIRRE, C. & TRUFELLO, R. & PUIG, I. & HIDALGO, R. (2019): Pobreza energética y segregación espacial: nuevas dimensiones urbanas para la desigualdad. *International Conference Virtual City and Territory*, 0(13). <https://doi.org/10.5821/ctv.8703>
- FABRA, G. C. & GARCIA, R. & LAMBEA, N. & NASARRE, S. & SIMÓN, H. (2020): *La vivienda compartida en Barcelona y su adecuación a los estándares internacionales*, Tarragona, Universitat Rovira i Virgili.
- FINA, B. & AUER, H. & FRIEDL, W. (2020): Cost-optimal economic potential of shared rooftop PV in energy communities: Evidence from Austria. *Renewable Energy*, 152, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.01.031>
- FOESSA (2020): *Vulneración De Derechos: Energía*, España, Fundación FOESSA.
- FUSTER-PALOP, E. & PRADES-GIL, C. & MASIP, X. & VIANA-FONS, J. & PAYÀ, J. (2021): 'Innovative regression-based methodology to assess the techno-economic performance of photovoltaic installations in urban areas', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111357>
- GALEANO, J. & SABATER I COLL, A. & DOMINGO I VALLS, A. (2015): Formation and evolution of ethnic enclaves in Catalonia before and during the economic crisis. *Catalan Social Sciences Review No. 5, 2015*, 59-86, ISSN-e 2014-6035, <https://doi.org/10.2436/20.3000.02.26>
- GÓMEZ-EXPÓSITO, A. & ARCOS-VARGAS, A. & GUTIERREZ-GARCIA, F. (2020): On the potential contribution of rooftop PV to a sustainable electricity mix: The case of Spain, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110074. <https://www.sciencedirect.com/journal/renewable-and-sustainable-energy-reviews/vol/132/suppl/C>
- GÓMEZ-NAVARRO, T. & BRAZZINI, T. & ALFONSO-SOLAR, D. & VARGAS-SALGADO, C. (2021): Analysis of the potential for PV rooftop prosumer production. Technical, economic and environmental assessment for the city of Valencia (Spain). *Renewable Energy*, 174, 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.04.049>
- GÓMEZ GIMÉNEZ, J. M. & HERNÁNDEZ AJA, A. (2020): El atlas de vulnerabilidad urbana en España: objetivos, resultados y retos de futuro. *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona*, Vol 63, 20–36. ISSN-e 2013-7959.
- HARVEY, D. (2013): *Rebel cities: from the right to the city to the urban revolution*, New York, Verso Books.
- HERNÁNDEZ DE FRUTOS, T. & CASARES GARCÍA, E. (2016): Diferenciación socio-espacial y segregación racial en España. *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, N° 21, 91–109. <https://doi.org/10.20932/BARATARIA.V0121.298>
- INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, IEA (2020): Energy Technology. Perspectives 2020. *Internacional Energy Agency*. www.iea.org/t&c/
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA EN ESPAÑA, INE (2019): *Encuesta de Presupuestos Familiares*, España.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC (2014): *Cambio Climático 2014*, Intergovernmental Panel on Climate Change. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(09\)70300-1](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(09)70300-1)
- LÓPEZ-GAY, A. (2017): Hacia un patrón territorial complejo de la movilidad residencial. El caso de la Región Metropolitana de Barcelona. *Papers. Revista de Sociología*, 102(4), 793–823. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2420>
- ____ & SPIJKER, J. & COLE, H. & MARQUES, A & TRIGUERO- MAS, M. & ANGUELOVSKI, I. & MARI-DELL'OLMO, M. & MÓDENES, J. & ÁLAMO-JUNQUERA, D. & LOPEZ-GALLEGO, F. & BORREL, C. (2021): Sociodemographic determinants of intraurban variations in COVID-19 incidence: the case of Barcelona. *J Epidemiol Community Health*, 0, 1–7. <https://doi.org/10.1136/JECH-2020-216325>
- LÓPEZ J. (2017): «Mobilitat quotidiana, consum de carburants i forma urbana a la regió metropolitana de Barcelona». *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 2017, Vol. 63, Núm. 2, p. 447-71.
- ____ (2018): Consumo doméstico de electricidad y forma urbana en la región metropolitana de Barcelona. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 2018 N° 76, pp. 329–357. <https://doi.org/10.21138/bage.2525>
- ____ (2021): El component territorial de la transició energètica a Catalunya. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. 91-92 (en prensa).
- MARÍ-DELL'OLMO, M. & OLIVERAS, L. & VERGARA-HERNÁNDEZ, C. & ARTAZCOZ, L. & BORREL, C. & GOTSSENS, M. & PALÈNCIA, L. & LÓPEZ, M. & MARTINEZ-BENEITO, M. (2022): Geographical inequalities in energy poverty in a Mediterranean city: Using small-area Bayesian spatial models. *Energy Reports*, 8, 1249–1259. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2021.12.025>
- MARMOLEJO-DUARTE, C. & GARCÍA HOOGHUIS, A. & GARCÍA MASÍA, A. (2017): ¿Cuánto nos importa la calificación energética de nuestras viviendas? Un análisis del nivel de comprensión de los EPC, disposición y motivos de pago en Barcelona. *Hábitat Sustentable*, 7(1), 55–65. <https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.01.06>
- ____ & BIÈRE-ARENAS, R. & SPAIRANI-BERRIO, S. & CRESPO-SÁNCHEZ, E. (2022): Las One-stop-shops como modelo emergente en la gestión de la rehabilitación energética en España. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 54(213), 593–620. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.5>

- MARTÍN-CONSUEGRA, F. & HERNÁNDEZ-AJA, A. & OTEIZA, I. & ALONSO, C. (2019): Distribución de la pobreza energética en la ciudad de Madrid (España), *Eure*, 45(135), 133–152. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612019000200133>
- MÉNDEZ, R. & ABAD, L. & ECHAVES, C. (2015): *Atlas de la crisis: impactos socioeconómicos y territorios vulnerables en España*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- MILANOVIC, B. (2018): *El crecimiento de la clase media y de la plutocracia en el mundo, Desigualdad mundial.: un nuevo enfoque para la era de la globalización*. México D.F: Fondo de Cultura Económica.
- MUÑOZ, F. (2004): *Urbanalització. La producció residencial de baixa densitat a la província de Barcelona 1985-2001*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- MUSTERD, S. & MARCINCZAK, S. & VAN HAM, M. & TAMMARU, T. (2017): Socioeconomic segregation in European capital cities. Increasing separation between poor and rich'. *Urban Geography*, 38(7), 1062–1083. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1228371>
- NEL·LO, O. (2018): Hacer la ciudad metropolitana: segregación residencial y políticas urbanas en el ámbito metropolitano de Barcelona. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 198, 697–715.
- _____. (2021a): *Efecto barrio: segregación residencial, desigualdad social y políticas urbanas en las grandes ciudades*. Valencia, Tirant lo Blanch.
- _____. (2021b): Gentrificación urbana, segregación residencial y políticas públicas en Barcelona. En González, I. & Mazza, A. (eds), *Territorios segregados y (des)gobernanza urbana. Nápoles/ Madrid/ Barcelona*. Universidad Politécnica de Madrid. <http://oa.upm>
- _____. & DONAT, C. (2016): Los efectos territoriales de la crisis en la región metropolitana de Barcelona. En Geografía de la crisis económica en España, Valencia, Ed Universitat de Valencia, 565-608.
- OBSERVATORI METROPOLITÀ DE L'HABITATGE DE BARCELONA, O-HB (2020a): *Estructura i concentració de la propietat de l'habitatge a la ciutat de Barcelona*, Barcelona, Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona.
- _____. (2020b): *L'habitatge a la metròpoli de Barcelona 2019*, Barcelona, Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona, p. 59.
- PIKETTY, T. (2015): *The economics of inequality*, London, The Belknap Press of Harvard University Press.
- PORCEL, S. (2020): *Desigualdad social y segregación residencial. Una relación compleja*, Madrid, FOESSA.
- Real Decreto 106/2018, de 9 de marzo (2018), por el que se regula el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021. *Boletín Oficial del Estado* de marzo de 2018. 28868 a 28916. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2018/03/09/106/dof/spa/pdf>
- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre (2018), de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. *Boletín Oficial del Estado* de octubre 2018, 97430 a 97467. <https://www.boe.es/boe/dias/2018/10/06/pdfs/BOE-A-2018-13593.pdf>
- RIBA, C. (2011): *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepètible*. Barcelona: Octaedro.
- RODRIGUEZ-CALLES, L. & ESTRADA-VILLASEÑOR, C. (2022): La exclusión residencial de la población inmigrante: estudio de Terrassa (Barcelona) y Torre-Pacheco (Murcia): Residential exclusion of immigrant population: case study of Terrassa (Barcelona) and Torre-Pacheco (Murcia). *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 54(213), 621–640. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.6>
- RUBIALES, M. & BAYONA, J., & PUJADAS, I. (2012): Patronos espaciales de la segregación residencial en la Región Metropolitana de Barcelona: pautas de segregación de los grupos altos. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 16.
- SANS, R. & PULLA, E. (2013): *El colapso es evitable. La transición energética del siglo XXI*, Barcelona: Octaedro.
- SCHEER, H. (2009): Renewable energy is the future. En *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung*, Springer, Berlin, Heidelberg. pp. 647–665. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78564-4_47
- SECCHI, B. (2013): *La città dei ricchi e la città dei poveri*, Roma-Bari, editori Laterza.
- SMIL, V. (2017): *Energy and Civilization: A History*, Cambridge, The MIT Press.
- SMITH, L. (2012): *The New North: The World in 2050*, New York, Penguin Random House.
- SORANDO, D. & LEAL, J. (2019): Distantes y desiguales: el declive de la mezcla social en Barcelona y Madrid, *Revista Española de Investigaciones Sociológicas* Nº 167, 125–148. <https://doi.org/10.5477/cis/reis.167.125>
- STIGLITZ, J. (2015): *El precio de la desigualdad*, Barcelona, Debolsillo Editorial.
- SUBIRATS, M. (2012): *Barcelona: de la necesidad a la libertad. Las clases sociales en las arboledas del Siglo XXI*, Barcelona,. Editorial UOC.
- TIRADO HERRERO, S. (2018): *Indicadors municipals de pobresa energètica a la ciutat de Barcelona*. Barcelona: RMIT Europe, RMIT University.
- _____. & LÓPEZ, J. (2012): *Pobreza Energètica en España. Potencial de generación de empleo derivado de la rehabilitación energética de viviendas*, Madrid, Asociación de Ciencias Ambientales.
- _____. & JIMÉNEZ, L. & LÓPEZ, J. & IRIGOYEN, V. (2018): *Pobreza Energètica en España 2018: Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatal*, Madrid, Asociación de Ciencias Ambientales.
- UNITED NATIONS, UN (2016): *The conference. The United Nations Conference on housing and sustainable urban development (HABITAT III)*. Quito, United Nations.
- VALLVÉ, X. (2016): *Pobresa i privació de subministraments bàsics. "Pobresa energètica" a Catalunya, una qüestió d'ingressos*. Barcelona, Entitats catalanes d'acció social.

7. Listado de Acrónimos/Siglas

BOE	Boletín Oficial del Estado	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
DOGC	Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya	AMB	Àmbit Metropolità de Barcelona
ICAEN	Institut Català d'Energia	O-HB	Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona
IEA	Internacional Energy Agency	IERMB	Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona
INE	Instituto Nacional de Estadística en España	MTEP	Megatoneladas equivalente de petróleo