Índice multidimensional de pobreza energética aplicado a Barrios Vulnerables. El caso de Madrid

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110205>

Martín-Consuegra, F. ⁽¹⁾ ; Gómez Giménez, J.M. ⁽²⁾; Alonso, C. ⁽¹⁾; Córdoba Hernández, R. ⁽²⁾ ; Hernández Aja, A. ⁽²⁾ ; Oteiza, I. ⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid (Spain)

⁽²⁾Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Universidad Politécnica de Madrid (Spain)

Corresponding autor:

Fernando Martín-Consuegra Ávila
Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción.
C/ Serrano Galvache 4, 28033 Madrid (España)
Tel: (+34) 91 3020440 (ext: 870221)
martin-consuegra@ietcc.csic.es

RESUMEN: Este trabajo surge de la necesidad de integrar los métodos existentes de evaluación de la vulnerabilidad urbana en las ciudades europeas e introducir en ellos los aspectos de privación ocasionados por la pobreza energética. La mala calidad térmica de la edificación residencial en los barrios más desfavorecidos es un vector importante en la situación de vulnerabilidad que padecen sus residentes. Se trata de una problemática transversal y compleja que hay que enfocar desde la integralidad y la escala urbana. Ante este hecho, se propone una metodología para la inclusión de un índice multidimensional de Pobreza Energética en los Barrios Vulnerables. El método se analiza para el caso español, a través del ejemplo de la ciudad de Madrid. Para ello se cruzan datos del Observatorio de la Vulnerabilidad Urbana de España con otros estudios previos realizados para la cuantificación de la pobreza energética y su distribución espacial. Sus resultados se relacionarán con los indicadores básicos para la elaboración del Catálogo de Barrios Vulnerables, así como, con los resultados de otras metodologías específicas de la pobreza energética: desde la ineficiencia energética de la edificación hasta indicadores basados en sus causas y consecuencias. Además de incluir las especificidades de la pobreza energética en el contexto de la privación urbana, los resultados apuntan a la posibilidad de cruzar datos entre los Observatorios del Urban Poverty Partnership y el EU Energy Poverty Observatory (EPOV), de manera que se puedan poner en relación ambos análisis.

Palabras clave: Pobreza energética, vulnerabilidad urbana, rehabilitación energética

Índice multidimensional de pobreza energética aplicado a Barrios Vulnerables. El caso de Madrid

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110205>

1. Introducción

Cada vez son más los estados miembros de la Unión Europea que desarrollan *Observatorios nacionales de áreas o barrios desfavorecidos* para el análisis de la pobreza en la ciudad (Córdoba Hernández, González García, and Guerrero Perrián 2018). En el caso de España, el concepto de vulnerabilidad urbana utilizado por el Observatorio de la Vulnerabilidad Urbana se inspira en la definición de Julio Alguacil (Hernández Aja, Rodríguez Alonso, et al. 2018):

"Proceso de malestar en las ciudades producido por la combinación de múltiples dimensiones de desventaja, en el que toda esperanza de movilidad social ascendente, de superación de la condición social de exclusión o próxima a ella, es contemplada como extremadamente difícil de alcanzar. Por el contrario, conlleva la percepción de inseguridad y miedo a la posibilidad de una movilidad social descendente, de empeoramiento de las actuales condiciones de vida" (Hernández Aja, Rodríguez Suárez, et al. 2018).

En consecuencia, la complejidad de la vulnerabilidad aplicada al territorio nos permite identificar a los Barrios Vulnerables como lugares donde se acumulan aquellas dificultades que vienen determinadas por la mayor presencia y combinación de factores sociodemográficos (envejecimiento, inmigración, hogares "atípicos"...), factores socioeconómicos (precariedad e inestabilidad en el empleo, desempleo, descualificación...), factores residenciales (condiciones habitacionales, endeudamiento, hacinamiento, accesibilidad, medio ambiente urbano...) y factores subjetivos (sentimientos de inseguridad, desarraigo, aislamiento...).

Hoy en día la pobreza energética se puede definir como aquella situación en la que un hogar es incapaz de pagar una cantidad de energía suficiente para la satisfacción de sus necesidades domésticas y/o cuando se ve obligado a destinar una parte excesiva de sus ingresos a pagar la factura energética (S. Tirado et al. 2018). La primera definición consideraba que se sufre una situación de pobreza energética cuando se invierte más del 10% de los ingresos del hogar en mantener la casa a unos niveles de temperatura adecuados (Boardman 1991), lo que se ha denominado como "la regla del 10%". A partir de esta primera propuesta, la definición de pobreza energética ha sido objeto de un profundo análisis, evolucionando en torno al concepto de la justicia energética y el derecho a la energía (Gillard, Snell, and Bevan 2017):

"Incapacidad de un hogar de alcanzar un nivel social y materialmente necesario de servicios domésticos de la energía" (Bouzarovski and Petrova 2015).

Sus causas apuntan a la relación entre la ineficiencia energética de la edificación, los costes de la energía y el nivel de ingresos en el hogar. Estos vectores se suelen dar relacionados. Los grupos sociales más vulnerables coinciden con los de menor nivel de ingresos: mayores de 65 años, familias monoparentales, personas en paro o aquellas beneficiarias de prestaciones sociales. En España, entre 2004 y 2015 el porcentaje de personas pobres ha aumentado en

más del 25% (Aristondo and Onaindia 2018). Coincide además, en la mayoría de los casos, que las personas con bajos niveles de renta viven en edificios con un inadecuado aislamiento térmico (Lelkes and Zólyomi 2010). A la hora de plantear mejoras de la eficiencia energética de la edificación hay que incorporar aspectos socioeconómicos clave (Oteiza, I. et al. 2018):

- En el caso de personas con recursos limitados, la carga de las actuaciones de rehabilitación no puede vincularse al ahorro de la factura en la parte de compra de energía. Ante la coyuntura de privación económica personal, el largo plazo se convierte en un pensamiento demasiado lejano para resultar convincente. Además, la medición de los ahorros de consumos energéticos obtenidos después de la rehabilitación energética de la edificación arrojan resultados por debajo de las expectativas teóricas, como se ha podido constatar en Alemania (Galvin and Sunikka-Blank 2013). Esta desviación es causada en parte porque los hogares vulnerables están limitando el uso de la energía por falta de medios, con lo que su capacidad de ahorro se ve reducida (efecto precast).
- En el caso de personas de edad avanzada, puede resultar complicado convencer con los argumentos de la revaloración del inmueble o la amortización de la inversión. En el Reino Unido se han comenzado a reconocer las necesidades específicas de determinados grupos sociales, como los ancianos y los enfermos crónicos, a causa de su dependencia de temperaturas de confort superiores a la media (Walker and Day 2012). En Europa la tendencia al envejecimiento de la población que reflejan las previsiones permite prever un aumento de grupos de población vulnerable en los próximos años.

Del análisis de la investigación existente acerca de los factores determinantes del uso de la energía en el sector doméstico se desprende que los aspectos socioeconómicos y demográficos están teniendo una gran influencia en los consumos y el gasto. Estudios estadísticos centrados exclusivamente en la parte socioeconómica han ido coincidiendo en determinar que la variable más influyente es el tamaño del hogar (Filippini and Pachauri 2004; Longhi 2015). Otros estudios incluyen también el análisis de la edificación, lo cual permite determinar que la eficiencia energética de los edificios está impactando directamente en el consumo de energía térmica, mientras que los condicionantes socioeconómicos presentan correlación significativa con el consumo de electricidad. A esta misma conclusión llegan diferentes estudios que han sido realizados para diferentes zonas climáticas de Europa, como son los Países Bajos (Brounen, Kok, and Quigley 2012), Suecia (Wahlström and Hårsman 2015) e Italia (Besagni and Borgarello 2018). Estudios a escala europea señalan problemas de privación en el uso de la energía particularmente severos en el este y el sur de la Unión (Bouzarovski and Tirado Herrero 2017), y apuntan que las políticas de austeridad implantadas tras la crisis económica dificultan la implementación de programas de renovación energética ambiciosos en estos países (Dubois and Meier 2016). En el contexto del sur de Europa y en concreto de España, la mala calidad de la edificación es un factor muy a tener en cuenta, como ya se señaló en (Healy 2004).

El uso de un determinado indicador para la cuantificación de la pobreza energética tiene una fuerte implicación en los resultados obtenidos. Resulta interesante el acercamiento de (Moore 2012), que refiere problemas a la hora de definir la pobreza energética solamente a partir del

porcentaje de los ingresos que suponen las facturas, ya que escaparían aquellos hogares con bajos consumos que no estén cubriendo las necesidades energéticas básicas. Los enfoques de indicadores múltiples pretenden evitar que las poblaciones vulnerables queden fuera de los esquemas de apoyo (Sergio Tirado 2017). En su estudio sugiere la incorporación de otros factores de vulnerabilidad en el análisis, incluyendo un enfoque estándar de presupuestos familiares que permita discriminar las rentas más bajas de las rentas altas con consumos energéticos disparados. En ese sentido, la regla del 10 % resulta en la inclusión de un elevado número de casos (J. C. Romero et al. 2014). Resulta necesario evaluar los riesgos a través índices compuestos que aborden sus causas y consecuencias socioeconómicas en las áreas desfavorecidas. En ese sentido, actualmente se está avanzando en la creación de métodos de evaluación multidimensional para detectar la pobreza energética para diferentes realidades nacionales de varios países europeos como Portugal (Gouveia, Palma, and Simoes 2019), Inglaterra y España (Castaño-Rosa, Sherriff, et al. 2019), o Grecia (Papada and Kaliampakos 2019). En su revisión del estado del arte de los principales indicadores desarrollados hasta la fecha, (Castaño-Rosa, Solís-Guzmán, et al. 2019) analizan los diferentes acercamientos ofrecidos por los indicadores cuantitativos más utilizados: la regla del 10%, 2M¹, MIS², LHC³, ARCP⁴ y el HEP⁵. En sus conclusiones se resalta que a día de hoy las características de la edificación no están siendo tenidas en cuenta. Esto sucede a pesar de que algunos autores han identificado la intervención en la edificación como principal solución a largo plazo para los problemas de pobreza energética (Hills 2012). Otros estudios empíricos señalan la necesidad de definir la demanda energética de la vivienda también para calcular cuales son los gastos mínimos necesarios para mantener un hogar en condiciones dignas en el contexto del cálculo del indicador MIS (José Carlos Romero, Linares, and López 2018). Es preciso incluir el análisis de la calidad térmica de las viviendas como factor altamente influyente en el riesgo de pobreza energética, sin embargo esta no se puede desligar de su contexto socioeconómico. Como señalan en Alemania, resulta necesario desarrollar una base de datos orientada, que registre espacialmente la superposición de áreas de problemas energéticos y sociales (Großmann et al. 2014). La identificación geográfica de áreas de superposición de problemas permitiría dirigir los escasos recursos disponibles a aquellas áreas donde se concentran la vulnerabilidad, una peor calidad de vida y la injusticia energética (Robinson, Bouzarovski, and Lindley 2018).

Para el caso de Madrid, se han propuesto metodologías para la valoración de la situación de los hogares en pobreza energética basadas en datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares, que profundizan en el análisis de costes e ingresos (Sánchez-Guevara, Sanz Fernández, and Hernández Aja 2015). Gracias a la información del proyecto Urban Audit (European Environment Agency 2017) publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2019) y utilizando Sistemas de Información Geográfica, se ha podido llegar a identificar áreas

¹ High share of energy expenditure in income

² *Minimum income standard*

³ *Low-income high-cost*

⁴ *After fuel cost poverty*

⁵ The name of the *Hidden Energy Poverty* indicator changed to *Low share of energy expenditure in income (M/2)*, according to the EPOV “indicators and data” section:

<https://www.energypoverty.eu/indicators-data>

urbanas con bajos niveles de ingresos y altos costes energéticos en el hogar (Martín-Consuegra et al. 2019).

Los problemas de pobreza energética no han sido abordados por los observatorios de vulnerabilidad urbana de los diferentes países europeos. La revisión de casos titulada ‘Urban poverty partnership: report about urban deprivation/poverty observatories in the European Union’ (Córdoba Hernandez, González García, and Guerrero Perrián 2018), muestra como los indicadores se centran en cuestiones sociales, económicas y físicoespaciales. Un análisis más pormenorizado de los diferentes índices de vulnerabilidad de los observatorios europeos permite comprobar que, pese a contener indicadores que de alguna manera pueden reflejar vulnerabilidad en este campo, tan sólo los observatorios británicos presentan indicadores concretos para su evaluación (Tabla 1). Ejemplos de ello son “Houses without central heating: The proportion of houses that do not have central heating” (England); “Proportion of the population living in households whose equivalised income is below 60% of the NI median” or “Proportion of domestic dwellings without modern boiler or loft insulation and double glazing” (North Ireland); “Persons in households without central heating” (Scotland); or “Likelihood of poor quality housing” (Welsh).

Tabla 1. Análisis de indicadores por categorías en observatorios nacionales europeos (source: authors’ formulation).

	ECONOMICOS	MEDIOAMBIENTALES	SALUD	REGENERACION URBANA	SOCIAL	POBREZA ENERGÉTICA
Dinamarca	X				X	
Inglaterra	X	X	X	X	X	X
Francia	X			X	X	
Holanda		X	X	X	X	
Irlanda	X			X	X	
Italia	X		X	X	X	
Irlanda del Norte	X		X	X	X	X
Escocia	X		X	X	X	X
Spain	X			X	X	
Gales	X		X	X	X	X

2. Objetivos

El presente trabajo consiste en la integración de los estudios de pobreza energética con la información existente referente a los Barrios Vulnerables, que en España se incluye en el Observatorio de la Vulnerabilidad Urbana (Ministerio de Fomento and UPM 2017). La incorporación de la información socioeconómica y residencial del observatorio de la vulnerabilidad urbana, que cuenta con un largo recorrido en el tiempo, debe enriquecer el análisis de la pobreza energética. A su vez, se pretende proponer indicadores energéticos a una metodología específica para la detección de áreas desfavorecidas en nuestras ciudades.

El trabajo que aquí se presenta pretende completar un análisis espacial de la pobreza energética realizado de manera previa para Madrid. En este estudio se relacionó, para cada

sección censal, la distribución de los costes energéticos con el nivel de ingresos del hogar. De esta manera se detectaron áreas en las que los costes necesarios para mantener la vivienda media en situación de confort superaban el 10% de los ingresos medios, determinándose que en esas áreas existía un riesgo generalizado de pobreza energética (Martín-Consuegra et al. 2019).

En esta ocasión, el objetivo es el desarrollo de un índice multidimensional que incorpore aspectos sociales y económicos de manera integrada al análisis de la eficiencia energética de la edificación. Este análisis permitirá discriminar aquellos hogares con problemas de ineficiencia y altos consumos pero que los pueden afrontar por tener rentas suficientes, centrando el problema de ineficiencia en la edificación entendida desde el marco de la justicia energética (Hiteva and Sovacool 2017). Se trata de establecer, en los barrios de rehabilitación prioritaria señalados por el Atlas de Barrios Vulnerables (Hernández Aja, Rodríguez Suárez, et al. 2018), aquellas zonas que presentan problemas de ineficiencia energética, con lo cual su situación de vulnerabilidad se ve agravada. Además, se pretende desarrollar un índice que apunte la severidad del problema. Se aplica la metodología a la escala de la sección censal, para el estudio de los barrios desfavorecidos de la ciudad de Madrid.

3. Metodología

La Figura 1 resume la metodología desarrollada para este análisis. En primer lugar se detectan los Barrios Vulnerables cuya edificación sufre problemas de ineficiencia energética. Conocidas las áreas en las que se solapan ambos problemas, se establece una clasificación del riesgo de pobreza energética mediante la utilización de diferentes indicadores disponibles en las bases estadísticas existentes. La simultaneidad de estos indicadores permite componer un Índice Multidimensional de Pobreza Energética. A partir de los resultados obtenidos se realizan análisis comparativos entre los diferentes métodos de detección de la pobreza energética y la intensidad de la vulnerabilidad urbana.

Figura 1. Esquema de organización del estudio. Fuente: Elaboración propia.

3.1. Barrios Vulnerables

Los indicadores básicos de vulnerabilidad utilizados en el Catálogo de Barrios Vulnerables realizado a partir del último Censo de Población y Viviendas (INE 2011) se refieren a tres dimensiones de la vulnerabilidad: dos sociales (nivel de estudios y paro) y una tercera

relacionada con la calidad de la vivienda (carencias en la edificación) (Hernández Aja, Rodríguez Alonso, et al. 2018). El primero de ellos es considerado como un indicador contextual que expresa las desigualdades existentes en el nivel de estudios de las nuevas generaciones frente a otras realidades sociales constantes en el tiempo. El segundo indicador ejemplariza el contexto socioeconómico y coyuntural de ese momento evaluando la firmeza de situaciones de desfavorecimiento independientes del indicador estatal. Por último, el tercer indicador evalúa las carencias en el parque residencial edificado. Resultante de la comparación con anteriores estudios (1991 y 2001) se aprecia territorialmente una mayor concentración de Barrios Vulnerables al sureste de la ciudad como se muestra en la Figura 2

Figura 2. Barrios Vulnerables delimitados en el municipio de Madrid en 2011 según el Catálogo del Observatorio de la Vulnerabilidad del Ministerio de Fomento. Fuente: Elaboración propia a partir de Hernández Aja et al., 2018b.

3.2. Ineficiencia energética de la edificación

Las áreas que contienen la edificación más ineficiente se detectan a la escala de la sección censal utilizando un indicador de demanda energética de calefacción calculado a partir de la simulación energética de edificios arquetipo y la generalización de sus resultados en base a datos estadísticos (Mata, Sasic Kalagasidis, and Johnsson 2014). Este indicador está relacionado con la necesidad de aislamiento térmico en los edificios. Su aplicación en detalle al caso de Madrid se ha desarrollado utilizando datos abiertos de los Censos de Población y Viviendas (INE 2011; 2001) para clasificar los barrios de la ciudad en función de la calidad térmica de sus edificios residenciales (Martín-Consuegra, F. et al. 2016). El indicador de

eficiencia energética representa la cantidad de energía que es necesario suministrar para mantener el confort en todas las viviendas contenidas en cada sección censal. La caracterización térmica de los edificios se ha basado en su año de construcción, de acuerdo con la normativa de eficiencia energética vigente en cada periodo (Aksoezen et al. 2015). Los edificios arquetipo se basan en edificios representativos de los existentes en España y fueron utilizados en la versión 1 del “Report on cost optimal calculations and comparison with the current and future energy performance requirements of buildings in Spain” (Ministerio de Fomento 2013) para la actualización de la la Energy Performance of Buildings Directive (European Parliament and UE Council 2018). Su desarrollo se puede consultar de manera detallada en trabajos previos (Martín-Consuegra 2014).

Para la detección de grandes bolsas de edificación residencial obsoleta se han seleccionado aquellas áreas que contienen edificación que carece de aislamiento térmico (Figura 3). Esto se consigue incluyendo las áreas que han sido construidas en su totalidad con anterioridad al año 1979, momento en el que entra en vigor en España la primera norma que introduce condicionantes de eficiencia energética en los edificios (NBE-CT-79 1979). Estudios basados en muestras de la edificación residencial existente demuestran que prácticamente ningún edificio de ese periodo incorpora aislamiento térmico, y que los edificios situados en las periferias obreras contaban con una peor calidad constructiva que los ubicados en la almendra central de la ciudad (Oteiza, I. et al. 2018).

Figura 3. Áreas urbanas con edificación residencial energéticamente ineficiente. Fuente: Elaboración propia a partir de Martín-Consuegra, F. et al., 2016.

Este análisis de la pobreza energética atiende en detalle los gastos energéticos dedicados a mantener el hogar caliente durante los meses más fríos del año, que en Madrid supondrían el 47% del consumo final en España (IDAE 2011). Sin embargo, también ha comenzado a aparecer la problemática inversa en el debate político, es decir, la necesidad de mantener las condiciones de habitabilidad en el hogar cuando se producen altas temperaturas. Un tema especialmente significativo para los países del sur, pero que afectará a toda Europa tras la constatación de que las olas de calor extremo durante el periodo estival serán cada vez más recurrentes. El presente estudio será complementado con análisis de la pobreza energética asociada al calor en futuros avances.

3.3. Solape de Barrios Vulnerables con las áreas energéticamente ineficientes

Mediante la visualización y análisis espacial de la información de ambas fuentes se obtiene el solape de secciones censales que se encuentran afectadas simultáneamente por los dos problemas: vulnerabilidad urbana e ineficiencia (Figura 4).

Figura 4. Áreas con edificación ineficiente, Barrios Vulnerables y solape entre ellos. Fuente: Elaboración propia.

Se detectan un total de 61 Barrios Vulnerables (BBVV) que contienen bolsas de edificación ineficiente: 41 de ellos se corresponden con barrios con vulnerabilidad prolongada en el tiempo. Estas áreas ya fueron declaradas como vulnerables en el Atlas de Barrios Vulnerables realizado con el censo de 2001 y presentan una continuidad en el tiempo de su problemática (Hernández Aja et al. 2015). Los 20 barrios restantes fueron catalogados por primera vez en 2011, lo que indica que estas áreas se han ido degradando a partir de la crisis económica

reciente, que ha causado un crecimiento en la mancha de barrios desfavorecidos de la ciudad (Figura 2).

A partir de esta primera selección de Barrios Vulnerables que contienen edificación ineficiente, se realizan una serie de operaciones básicas de comprobación de los resultados. De este modo se han eliminado las siguientes áreas donde se ha podido constatar que se ha producido una operación de rehabilitación energética generalizada de su edificación residencial:

- Áreas de Rehabilitación Integral (ARIs) o Áreas de Rehabilitación Urbana (ARUs) que han incluido mejoras de la eficiencia energética de la edificación (Hernández Aja et al. 2010). Con este criterio se han excluido los barrios de Orcasitas Este, La Elipa y Ciudad Pegaso. La zona centro (Atocha-Cortes, Argumosa y Lavapiés) también se considera para su exclusión de las áreas más vulnerables desde el punto de vista de la energía, ya que ha sido objeto de fuertes inversiones en sucesivas operaciones de Regeneración Urbana Integral (ARIS de la zona centro). Estas inversiones han producido un incremento de las rentas en las áreas centrales de la ciudad y la literatura científica actual discute sobre la naturaleza de los procesos de gentrificación que en ellas han operado. Además, abarca un importante número de edificaciones construidas con anterioridad a 1940, generalmente con cerramientos de gran espesor y un mejor desempeño térmico que los desarrollos de 1940-79 situados principalmente en las periferias.
- También se han eliminado de la selección aquellos barrios beneficiados de operaciones de rehabilitación urbana que han incluido la incorporación de sistemas de aislamiento térmico por el exterior en toda su edificación según los estudios existentes basados en el análisis de muestras de promociones de vivienda pública. En las visitas de campo realizadas en el proyecto REFAVIV se ha comprobado que se ha incorporado aislamiento térmico por el exterior en edificios anteriores a 1979 situados en los barrios de Hellín, una gran parte de Amposta y La Elipa (Oteiza, I. et al. 2018). En todo caso, en este análisis se ha mantenido el Barrio Vulnerable de Amposta donde, a pesar de haberse constatado mejora energética en algunos conjuntos edificados, ésta no ha afectado a la totalidad de las zonas con edificación ineficiente. Lo mismo ha ocurrido en los barrios de Portazgo, Caño Roto, y Ciudad de los Ángeles; así como en Villaverde Alto y San Cristóbal, donde se han rehabilitado puntualmente solo algunos edificios.

Una vez realizadas todas estas operaciones espaciales, se obtiene una selección de un total de 54 Barrios Vulnerables en los que se dan simultáneamente los problemas de vulnerabilidad urbana e ineficiencia energética. La delimitación de estas áreas aparece representada en la Figura 5.

Figura 5. Clasificación de Barrios Vulnerables según la ineficiencia energética de su edificación. Fuente: Elaboración propia.

3.4. Construcción del índice multidimensional de pobreza energética a partir de indicadores socioeconómicos

Se proponen una serie de indicadores concretos, seleccionados para identificar y caracterizar la severidad del riesgo de pobreza energética en los Barrios Vulnerables que contienen edificación ineficiente (Figura 5). Se trata de información proveniente de los censos de población y vivienda de 2001 y 2011. Los indicadores se han seleccionado por estar relacionados con las causas de pobreza energética (ineficiencia de las instalaciones térmicas, altos precios de la energía y bajos ingresos). Además, se incluye un indicador de población mayor, por ser especialmente vulnerable a las consecuencias de la pobreza energética. En la Figura 6 se representa gráficamente la distribución en la ciudad de Madrid de cada uno de los cuatro indicadores que componen el índice desarrollado. Toda la información obtenida se vuelve un modelo GIS para su combinación con los datos de vulnerabilidad urbana.

Bajos ingresos en el hogar (Figura 6.1)

Una de las causas de la pobreza energética son los bajos ingresos en el hogar. Para la incorporación de este indicador se seleccionan las áreas urbanas que se encuentran dentro del tramo I de nivel de renta, en el que se clasifican las secciones censales con los menores ingresos en el proyecto Urban Audit (Ayuntamiento de Madrid 2018). Se utilizan datos de renta media por hogar, y no de renta per cápita, para referirse al problema de la pobreza energética, que está directamente asociado a la vivienda. De esta manera se pueden

seleccionar los Barrios Vulnerables que contienen secciones censales incluidas en el tramo de renta más bajo. En general afecta a los Barrios Vulnerables concentrados en el arco sur y este de la primera periferia.

Altos precios: Costes energéticos elevados (Figura 6.2)

Para la evaluación de la severidad de la pobreza energética se incluye el coste teórico de la factura energética media por sección censal en el supuesto de demandas de calefacción satisfechas. La factura energética media para cada sección censal se ha calculado previamente para la aplicación del método de la regla del 10%, a partir de datos de calidad de la edificación y tipo de suministro energético para calefacción (Martín-Consuegra et al. 2019). Según esa metodología, el coste anual del consumo energético residencial para una vivienda media en Madrid oscilaría entre 1.702€ y 2.289€ (calefacción de gas y eléctrica respectivamente). La media para la ciudad se situaría en 1.941 €, considerando que el 59% de las calefacciones funcionan con gas (INE 2001). Se vuelca en el modelo la selección de las secciones censales que superan este valor medio, considerando que sus costes energéticos son elevados, o lo serían en el caso de satisfacer las necesidades de confort establecidas en la normativa vigente (CTE-DB-HE 2013).

Ineficiencia energética: Viviendas sin calefacción (Figura 6.3)

Se incluye un indicador de ineficiencia en las instalaciones térmicas para caracterizar los barrios que cuentan con las peores condiciones de equipamiento de calefacción. En estas áreas se concentra la población que utiliza aparatos auxiliares para calentarse en invierno. Estos pueden ser braseros o sistemas basados en la combustión o aparatos individuales que se enchufan a la corriente y presentan bajos niveles de eficiencia energética. El censo de 2001 registra una media de un 20,25% de viviendas sin sistemas de calefacción adecuados en la ciudad de Madrid (INE 2001). Se han seleccionado aquellas secciones censales que superan este valor medio en más de un 150% con respecto al valor medio de la ciudad, es decir, aquellas que contienen más de un 30,375 % de viviendas sin calefacción. La zona centro y la periferia más antigua presentan las mayores concentraciones de viviendas sin instalación adecuada.

Población vulnerable: mayores de 65 (Figura 6.4)

En último lugar se detectan aquellas áreas de la ciudad en las cuales la vulnerabilidad energética se ve agravada por causa del envejecimiento de la población, a partir de los datos del censo de población y viviendas de 2011 (INE 2011). Se incluyen las secciones censales que contienen más de un 150% de población mayor de 65 años por encima de la media de la ciudad. La media para Madrid en 2011 era del 19% y el indicador seleccionado se calcula en un 28,5% de población mayor con respecto de la población total de cada sección censal. Estas áreas aparecen distribuidas indistintamente por toda la periferia, sin apenas presencia en la zona centro.

Figura 6. Distribución de los indicadores de pobreza energética en la ciudad de Madrid: (1) bajos ingresos: arriba izquierda, (2) costes elevados: arriba derecha, (3) sin calefacción: abajo izquierda y (4) alta concentración de población mayor de 65: abajo derecha. Fuente: Elaboración Propia a partir de INE, 2011.

Composición del índice multidimensional (IMPE)

A partir de la información recopilada se compone un índice para los Barrios Vulnerables e ineficientes de la Figura 5 en el que se contabiliza la cantidad de indicadores que aparecen en cada barrio. Se entiende que la severidad del problema se ve agravada por la acumulación de dichos indicadores en una misma área o sección censal. En los casos en los que se produce un solape de todos los indicadores en las mismas secciones censales se considera que se produce una máxima intensidad del riesgo de pobreza energética. Se comprueba también que el indicador de altos costes en la factura energética está muy relacionado con el de instalaciones inadecuadas de calefacción, si bien depende además de la mala calidad térmica de la edificación, con alta representación de edificios sin aislamiento térmico (Figura 3).

4. RESULTADOS

El Índice Multidimensional de Pobreza Energética (IMPE) propuesto incorpora en un solo análisis información urbana acerca de la ineficiencia energética de la edificación residencial incluyendo la calidad de la envolvente térmica y la falta de disponibilidad de instalaciones de calefacción adecuadas. También incorpora la información disponible acerca de las fuentes de energía utilizadas (electricidad o gas natural), a través de los costes estimados para las facturas energéticas necesarios para que las viviendas logren situaciones de confort tal y como quedan

definidas en la norma de aplicación (CTE-DB-HE 2013). Además, se contemplan indicadores socioeconómicos tales como los bajos niveles de renta y el envejecimiento de la población. Esta información es filtrada a través de la delimitación de Barrios Vulnerables (Figura 5), quedando de esta manera garantizada la selección de áreas desfavorecidas de la ciudad y descartadas las áreas no vulnerables (Figura 7).

Figura 7. Barrios Vulnerables e indicadores específicos para la detección de la pobreza energética.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DENOMINACIÓN	FORMA DE CRECIMIENTO	POB	VIV PRINC	CL VULNERABILIDAD	IMPE	CL POBREZA ENERGÉTICA
06	Puente de Segovia-Imperial	Ensanche	8.905	3.945	VL	3	PeS
08	Atocha-Renfe	Ensanche	6.300	2.945	VM	3	PeS
10	Chopera	Media mixta	9.085	4.205	VL	4	PeC
11	Delicias	Ensanche	13.770	6.575	VL	3	PeS
12	Legazpi	Ensanche	12.445	5.135	VS	2	PeM
15	Lerida-Castillejos	Parcelación periférica	9.930	4.725	VL	2	PeM
21	Barrio del Pilar	Promoción 60-75	6.600	2.910	VM	3	PeS
22	Herrera Oria	Promoción 60-75	3.835	1.625	VL	1	PeL
23	Ventisquero de la Condesa	Promoción 60-75	3.805	1.715	VM	5	PeC
24	Fuencarral	Promoción pública 40-60	3.890	1.630	VM	4	PeC
25	Ofelia Nieto	Media mixta	3.765	1.670	VM	4	PeC
26	Quemadero	Parcelación periférica	5.655	2.585	VC	2	PeM
30	Caño Roto	Promoción 60-75	4.100	1.720	VC	2	PeM
31	Aluche	Promoción 60-75	4.920	1.935	VS	5	PeC
32	Colonia Jardín	Promoción 60-75	5.430	2.410	VS	3	PeS
33	Las Águilas	Promoción 60-75	7.775	3.175	VM	2	PeM
36	Opañel	Periferia mixta	14.160	5.985	VS	5	PeC
38	Abrantes Sur	Promoción pública 75-90	3.710	1.490	VM	4	PeC
39	Torres Garrido-Pan Bendito	Promoción pública 75-90	10.420	3.825	VC	4	PeC
40	Carabanchel Alto	Pueblo anexionado	11.815	4.790	VS	3	PeS
41	Moscardó	Ciudad jardín	5.600	2.320	VS	1	PeL
42	Almendrales	Periferia mixta	7.470	3.105	VC	3	PeS
44	Plaza Elíptica	Promoción 60-75	4.280	1.785	VM	5	PeC
47	Orcasur	Promoción pública 75-90	6.515	2.295	VM	3	PeS
49	Orcasitas Oeste	Promoción pública 75-90	11.950	4.835	VL	2	PeM
55	Portazgo	Promoción privada 75-90	10.105	4.165	VM	5	PeC
56	Parque Azorín	Periferia mixta	6.820	2.885	VS	4	PeC
58	Picazo	Parcelación periférica	9.585	4.005	VC	5	PeC
59	Entrevías Oeste	Promoción pública 40-60	16.270	6.730	VM	5	PeC
60	Alto del Arenal	Periferia mixta	5.515	2.235	VM	4	PeC
61	Entrevías Este	Promoción pública 40-60	7.875	3.100	VM	5	PeC
62	Palomeras Sureste	Promoción pública 75-90	12.040	4.595	VM	2	PeM
63	Palomeras 1-Luis Buñuel	Promoción pública 75-90	12.035	4.710	VM	3	PeS
64	Jardín de Palomeras-Villalobos	Promoción pública 75-90	12.245	4.655	VS	3	PeS
65	Pozo del Tío Raimundo	Promoción pública 75-90	4.065	1.475	VM	1	PeL
66	Mortalaz	Promoción 60-75	3.500	1.650	VM	4	PeC
67	Fontarrón	Promoción 60-75	4.650	1.975	VS	3	PeS
70	Ascao	Periferia mixta	3.830	1.595	VM	2	PeM
71	Canillas	Promoción pública 40-60	3.900	1.835	VM	2	PeM
72	Poblado Absorción Hortaleza	Promoción pública 40-60	4.380	1.745	VM	4	PeC
73	Ciudad de los Ángeles	Promoción 60-75	5.555	2.470	VM	4	PeC
74	El Cruce	Promoción 60-75	6.130	2.410	VM	3	PeS
75	Villaverde Bajo	Promoción 60-75	11.840	4.655	VC	3	PeS
77	Villaverde Alto Este	Pueblo anexionado	5.815	2.225	VC	4	PeC
79	Villaverde Alto Sur	Pueblo anexionado	12.535	5.140	VC	4	PeC
80	San Cristóbal	Promoción pública 40-60	14.785	5.100	VC	4	PeC
81	Villa de Vallecas Casco Norte	Pueblo anexionado	7.725	3.160	VS	3	PeS
82	Villa de Vallecas Casco Sur	Pueblo anexionado	4.515	1.785	VS	3	PeS
84	Congosto	Pueblo anexionado	10.410	4.140	VM	5	PeC
85	Vicálvaro	Pueblo anexionado	25.005	9.890	VS	5	PeC
86	Simancas	Promoción pública 40-60	7.965	3.515	VM	5	PeC
87	Arcos	Promoción 60-75	7.925	3.160	VL	3	PeS
88	Amposta	Promoción pública 40-60	11.290	4.860	VC	5	PeC
90	Canillejas	Promoción 60-75	4.405	1.690	VS	0	-

Tabla 2. Severidad del riesgo de pobreza energética en los Barrios Vulnerables e Ineficientes.

Vulnerabilidad urbana: VL: leve; VM: media; VS: severa; VC: crítica. Pobreza energética: PeL: leve (1); PeM: media (2); PeS: severa (3); PeC: crítica (4-5). IMPE: Índice Multidimensional de Pobreza Energética.

Fuente: Elaboración propia.

Para todos los Barrios Vulnerables que contienen una alta concentración de edificación residencial ineficiente se obtiene una clasificación del riesgo de pobreza energética en función de la coexistencia de los diferentes indicadores del IMPE. Esto permite su catalogación y la determinación de la severidad del riesgo de pobreza energética en cada uno ellos.

Se considera que aquellos Barrios Vulnerables en los que confluyen los 4 indicadores del IMPE están en alto riesgo de pobreza energética (Tabla 2). La Clasificación Multicriterio utilizada por el Ministerio de Fomento permite, a través de su aplicación al conjunto total, la simplificación y el análisis en cinco valoraciones que definen a cada vecindario vulnerable en diferentes clases: No vulnerable; Vulnerabilidad Leve (VL); Vulnerabilidad Media (ML); Severa (VS); y crítica (VC).

En los casos en los que los indicadores del IMPE se producen de manera simultánea en las mismas secciones censales, se ha añadido un indicador de solape, entendiendo que en estas secciones el riesgo es máximo (IMPE 5) por la interacción de los vectores de riesgo. Esta situación se produce en 12 Barrios Vulnerables, y afecta a una población de 125.670 habitantes. El barrio de Simancas es el que contiene una mayor población censada en secciones en las que se solapan simultáneamente los cuatro indicadores de pobreza energética (IMPE 5). En la situación contraria, el Barrio Vulnerable de Canillejas, es el único de estos ámbitos en el que no se da ninguno de los 4 indicadores de pobreza energética (IMPE 0).

En la Tabla Anexo se puede consultar la información detallada para los diferentes indicadores de riesgo de pobreza energética de los 54 barrios en los que se solapan los problemas de vulnerabilidad urbana y de ineficiencia energética de la edificación (Figura 5). Contiene esta información de manera comparada para cada indicador de vulnerabilidad urbana, de manera que se pueden diagnosticar problemáticas concretas en cada barrio.

5. Discusión de resultados

En el plano de la Figura 7 aparecen representados los indicadores de pobreza energética en relación con los 54 Barrios Vulnerables e ineficientes. Para estos ámbitos la información del riesgo de pobreza energética se relaciona con la de su vulnerabilidad urbana (Figura 9), de manera que se permite realizar un análisis comparado de ambas problemáticas (Tabla 2). El diagnóstico de la ineficiencia energética de la edificación se completa con información acerca de los aspectos socioeconómicos de los barrios que la contienen. Se incluyen datos de población, número de viviendas principales, y de la morfología urbana a través del campo “forma de crecimiento”.

5.1. Barrios afectados

Existen una serie de ámbitos urbanos donde se concentran especialmente los problemas asociados con la pobreza energética. 25 de los 54 Barrios Vulnerables y energéticamente ineficientes situados en la periferia de Madrid contienen los cuatro indicadores de riesgo de pobreza energética dentro del ámbito de su delimitación. En la Tabla 2 aparece resaltada la información asociada a dichos barrios y en la Figura 10 aparecen identificados en el mapa de Madrid con los colores más oscuros. 17 de estas áreas se corresponden con barrios con vulnerabilidad prolongada en el tiempo, mientras 8 son áreas identificadas como vulnerables solo a partir del último censo 2011.

Se puede afirmar que las principales zonas de alto riesgo de pobreza energética aparecen concentradas en las primeras periferias de la ciudad, en el exterior de la autopista de circunvalación M30, y fueron producidas en su mayor parte en el periodo de 1940 y hasta 1979. Se puede comprobar que la mayor parte de los 25 barrios afectados por altos índices de riesgo de pobreza energética (IMPE 4 y 5) se corresponden con tejidos de promociones públicas realizadas durante el periodo de 1940 a 1960 (7 de ellos), seguidas de las promociones residenciales construidas entre 1960 y 1975 (5), tejidos mixtos (5) y poblados anexionados a la capital (4) (Tabla 2). El distrito de Puente de Vallecas aparece como el más afectado (6 Barrios Vulnerables con IMPE 4 o 5). También hay concentración de estos indicadores en Villaverde (4 BBVV con IMPE igual o superior a 4), Carabanchel (3 BBVV), San Blas–Canillejas y Fuencarral–El Pardo (2 BBVV cada uno). De los 25 Barrios Vulnerables que contienen estas zonas en alto riesgo de pobreza energética, 6 tienen clasificaciones de vulnerabilidad urbana crítica (VC), 4 severa (VS), 14 media (VM) y solo 1 leve (VL).

El distrito centro, a pesar de aparecer afectado por altos costes en la factura energética y falta de instalaciones de calefacción, no tiene problemas extendidos de rentas bajas ni población vulnerable mayor de 65 años. Por estas razones no parece necesario considerar el ámbito del centro como área en riesgo de pobreza energética. Estudios sociológicos sobre la estructura demográfica en el centro de Madrid apuntan a que los procesos de gentrificación en estas áreas ya han sido consolidados, considerando que la regeneración y la rehabilitación urbana han servido para potenciarlos (García Pérez 2014). En los primeros ensanches los indicadores de riesgo no aparecen con una presencia importante. Solamente aparecen áreas destacadas en el sur del distrito de Arganzuela, que está siendo objeto de fuertes inversiones en regeneración urbana en los últimos años, producidas con posterioridad al Censo del año 2011. En general estas zonas no contienen áreas urbanas de tramos de rentas bajas. Además, cuentan con mejores calidades constructivas y mejor equipamiento de sistemas de calefacción que el centro y la periferia producida en el periodo 1940 a 1980, lo que redundaría en menores costes en sus facturas energéticas (Oteiza, I. et al. 2018). Recientes estudios del fenómeno del alquiler turístico constatan una fuerte implantación que se está desplazando desde el centro hacia estas áreas, ocasionando un impacto social en la transformación de la ciudad y la subida del precio de las viviendas y del alquiler (García-Ayllón 2018). El único indicador que aparece de forma distribuida por todo el ensanche es el de personas mayores. En la periferia exterior de la ciudad, de construcción reciente (posterior al año 2000), la edificación ya incorpora ciertos aspectos de eficiencia energética.

La identificación de estas áreas resulta necesaria para la legitimación de políticas de rehabilitación desde la óptica de la justicia energética y evitar que la transición a un modelo de ciudad más sostenible agrave todavía más las causas de vulnerabilidad ya existentes en los barrios desfavorecidos (Grossmann 2019a). Si atendemos a las conclusiones de los estudios que analizan la segregación residencial que se ha producido en las áreas urbanas de Alemania que han sido objeto de rehabilitación energética (Großmann et al. 2014; Wolff, Schubert, and Gill 2017), se puede sospechar que algunos de los barrios que aparecen en este estudio clasificados con un alto riesgo de pobreza energética podrían estar en peligro de “gentrificación ecológica”. Se hace necesario prestar atención a estos aspectos en la planificación de su rehabilitación, especialmente en aquellos barrios colindantes con las áreas centrales de la ciudad (Figure 10: cases 15, 38, 41, 42, 44 & 66). Se trata de evitar que los

hogares con menores ingresos, incapaces de costear la inversión necesaria, puedan verse desplazados a áreas con peores condiciones de vivienda una vez realizadas las mejoras energéticas (Grossmann 2019b).

La práctica totalidad de las áreas en las que se solapan los 4 indicadores de pobreza energética con edificación ineficiente pertenecen a Barrios Vulnerables, lo que indica que ambas problemáticas se encuentran relacionadas. Solamente 5 secciones censales con edificación ineficiente en las que se dan simultáneamente los 4 indicadores de pobreza energética no se encuentran incluidas en ningún barrio ni área estadística vulnerable. Esto supone una población de 3.705 habitantes censados afectados por alto riesgo de pobreza energética fuera de las áreas vulnerables existentes. Esta cifra supone el 3% de los habitantes residentes en Barrios Vulnerables con los 4 indicadores solapados. La pobreza energética es un indicador relacionado con la vulnerabilidad urbana y para plantear soluciones se deben abordar ambos problemas de forma simultánea.

5.2. Intensidad de la vulnerabilidad urbana en las áreas en riesgo de pobreza energética

La Tabla 3 recopila la información de los indicadores de vulnerabilidad urbana para los barrios con mayor riesgo de pobreza energética.

Figura 8. Análisis multidimensional del riesgo de pobreza energética para el barrio de Portazgo.
Elaboración propia.

ID	DENOMINACIÓN	IENT 2011	IPAR 2011	ICON 2011	IACC 2011	CL 2011	IMPE	CL Pob Ener	POB 2011	VIV PRINC 2011	
10	Chopera	7,14	13,35	17,86	10,94	VL	4	PeC	9.085	4.205	
23	Ventisquero de la Condesa	17,87	17,54	4,60	39,94	VM	5	PeC	3.805	1.715	
24	Fuencarral	16,52	20,79	0,00	29,45	VM	4	PeC	3.890	1.630	
25	Ofelia Nieto	8,59	22,86	27,96	41,32	VM	4	PeC	3.765	1.670	
31	Aluche	10,84	44,11	0,00	100,00	VS	5	PeC	4.920	1.935	
36	Opañel	12,46	22,33	18,67	58,65	VS	5	PeC	14.160	5.985	
38	Abrantes Sur	17,50	39,53	15,48	30,87	VM	4	PeC	3.710	1.490	
39	Torres Garrido-Pan Bendito	16,43	31,73	24,42	59,48	VC	4	PeC	10.420	3.825	
44	Plaza Elíptica	8,85	44,86	2,09	38,94	VM	5	PeC	4.280	1.785	
55	Portazgo	19,45	24,45	14,45	33,01	VM	5	PeC	10.105	4.165	
56	Parque Azorín	16,68	31,20	1,72	45,93	VS	4	PeC	6.820	2.885	
58	Picazo	24,17	33,37	23,57	72,66	VC	5	PeC	9.585	4.005	
59	Entrevías Oeste	19,71	29,23	9,96	41,31	VM	5	PeC	16.270	6.730	
60	Alto del Arenal	19,54	35,18	11,59	9,17	VM	4	PeC	5.515	2.235	
61	Entrevías Este	23,69	25,57	21,48	47,74	VM	5	PeC	7.875	3.100	
66	Moratalaz	16,54	14,37	0,00	43,64	VM	4	PeC	3.500	1.650	
72	Poblado Absorción Hortaleza	20,63	35,45	26,25	15,41	VM	4	PeC	4.380	1.745	
73	Ciudad de los Ángeles	16,58	25,99	1,55	38,46	VM	4	PeC	5.555	2.470	
77	Villaverde Alto Este	18,77	32,43	5,66	59,55	VC	4	PeC	5.815	2.225	
79	Villaverde Alto Sur	18,25	32,44	9,45	75,49	VC	4	PeC	12.535	5.140	
80	San Cristóbal	19,76	41,48	39,00	75,00	VC	4	PeC	14.785	5.100	
84	Congosto	19,10	25,63	2,19	49,28	VM	5	PeC	10.410	4.140	
85	Vicálvaro	17,08	27,48	1,90	66,03	VS	5	PeC	25.005	9.890	
86	Simancas	18,32	27,35	6,19	51,21	VM	5	PeC	7.965	3.515	
88	Amposta	17,35	33,72	12,22	75,41	VC	5	PeC	11.290	4.860	
									TOTAL	215.445	88.095

Tabla 3. Información de los Barrios Vulnerables con 4 indicadores de pobreza energética. Vulnerabilidad urbana: VL: leve; VM: media; VS: severa; VC: crítica. Pobreza energética: PeL: leve (1); PeM: media (2); PeS: severa (3); PeC: crítica (4-5). IMPE: Índice Multidimensional de Pobreza Energética. IEST: índice de población sin estudios, IPAR: índice de desempleo, ICON: Índice de estado de conservación deficiente, IACC: Índice de problemas de accesibilidad residencial. Elaboración propia.

El riesgo severo de pobreza energética podría estar afectando a unas 215.000 personas (el 6% de la población de Madrid) y a unas 88.000 viviendas principales en la ciudad. La visualización en detalle de los indicadores que componen el IMPE para cada zona vulnerable permite analizar su distribución espacial dentro de cada barrio e identificar la intersección de los factores de ineficiencia y pobreza energética con la máxima definición que permiten los datos estadísticos (Figura 8). Gracias al volcado de información catastral resulta posible identificar las bolsas concretas que contienen la edificación afectada (Martín-Consuegra et al. 2018). Como resultado se ha podido generar un atlas de la clasificación del riesgo de pobreza energética de los 48 Barrios Vulnerables e ineficientes identificados en la Tabla 2.

Mediante el análisis de los Indicadores Básicos de Vulnerabilidad Urbana resulta posible detallar los motivos de exclusión de determinadas piezas urbanísticas que se corresponden con una realidad física y morfológica de cierta homogeneidad y continuidad, y que presentan una peor situación desde el punto de vista social (nivel de estudios y paro) o residencial (carencias en el parque residencial edificado) respecto al contexto general estatal.

Figura 9. Los 91 Barrios Vulnerables delimitados en Madrid en 2011 en el Catálogo del Observatorio de del Ministerio de Fomento clasificados según la intensidad de su vulnerabilidad social y residencial. Elaboración propia a partir de Hernández Aja et al., 2018b.

Existen 6 barrios en los que se solapan los niveles críticos de vulnerabilidad urbana con el índice crítico de pobreza energética (IMPE 4 y 5). Se trata de áreas en las que la situación de vulnerabilidad urbana alcanza los mayores índices desde todos los aspectos analizados (Torres Garrido-Pan Bendito, Picazo, Villaverde Alto Este, Villaverde Alto Sur, Amposta y San Cristóbal). En todos ellos habría que añadir otro gran problema derivado de la ineficiencia energética de su edificación residencial del riesgo de pobreza energética. Los seis presentan unos altos porcentajes de población sin estudios (en torno al 20%) y una gran carencia en cuanto a la falta de accesibilidad de sus viviendas (en torno al 60-80% de ellas se encuentran en edificios de más de tres alturas sin ascensor). Además, la mitad de estos barrios presentan un alto porcentaje de edificios residenciales en mal estado de conservación. Por el contrario, ninguno de ellos supera el indicador de vulnerabilidad en relación con su población en situación de desempleo, a pesar de contar con tasas de desempleo superiores al 30% (en San Cristóbal se

alcanza la cifra del 41%)⁶. En cuanto a los tejidos urbanos que los conforman, encontramos una gran variabilidad: dos pueblos anexionados a Madrid (Villaverde Alto Este y sur), otros dos de promoción pública realizado entre 1940 y 1960 (San Cristóbal y Amposta), uno de parcelación periférica (Picazo) y otro de promoción pública construido entre 1975 y 1990 (Torres Garrido-Pan Bendito). Esto parece indicar que la morfología urbana no sería determinante en la vulnerabilidad energética. No obstante, el periodo de construcción si es determinante, ya que la mayor parte son tejidos producidos con anterioridad al año 1979. Además, el enquistamiento de las situaciones de vulnerabilidad también constituye un factor determinante. Todos ellos ya fueron catalogados como vulnerables a partir de los datos de Censo 2001 (INE 2001), lo que apunta a que se trata mayoritariamente de áreas que sufren una situación crónica y prolongada en el tiempo donde el factor contextual juega un papel importante.

Figura 10. Detalle de la severidad de la pobreza energética en BBVV con edificación ineficiente.
Elaboración propia.

⁶ Hay que tener en cuenta que estos indicadores de vulnerabilidad se basaban en la media nacional y que la concentración de elevadísimas tasas de desempleo es propia del sur de España, un hecho que elevó dicho indicador de vulnerabilidad hasta una tasa del 42% de paro.

5.3.Comparación con la relación ingresos y gastos (regla del 10%)

Figura 11. Comparativa de resultados del índice Multidimensional con la metodología del 10%.
Fuente: Elaboración propia.

Si analizamos los resultados de la metodología desarrollada en este trabajo (método del indicador multidimensional) con la metodología del 10% desarrollada previamente (Martín-Consuegra et al. 2019), se pueden realizar algunas apreciaciones. La metodología del 10% ofrece como resultado una mayor cantidad de áreas urbanas en riesgo de pobreza energética en sus datos de salida. Algunas de estas áreas no pertenecen a Barrios Vulnerables. Sin embargo, los Barrios Vulnerables que obtienen altos valores en el índice de pobreza energética en el análisis multidimensional sí que contienen áreas previamente detectadas mediante el método del 10%. En ese sentido los resultados coinciden con los obtenidos mediante el indicador del 10%, a partir del cual ninguno de los distritos de la almendra central se vería afectado de forma generalizada por problemas de pobreza energética.

6. Conclusiones

Utilizando herramientas SIG para el análisis espacial de la información estadística existente, se han realizado operaciones de intersección de las áreas afectadas por diferentes indicadores para obtener un Índice Multidimensional de Pobreza Energética que analiza la concentración del riesgo en determinadas áreas urbanas. A través de este índice se han categorizado las áreas de la ciudad de Madrid que están afectadas por el problema de la pobreza energética. Este indicador completa el análisis basado en la regla del 10% con información socioeconómica

relevante relacionada. Se obtiene un plano de la severidad del riesgo de pobreza energética para toda la ciudad, con cuatro gradaciones a añadir al problema de la ineficiencia de la envolvente de la edificación. Seguidamente se han incorporado datos del Catálogo de Barrios Vulnerables, se han detectado aquellos que contienen edificación ineficiente y se han clasificado conforme al IMPE (Índice Multidimensional de Pobreza Energética) desarrollado.

La clasificación del Índice de Pobreza Energética (FUEL POVERTY CL) señala la severidad del riesgo en los barrios vulnerables e identifica diferentes vectores causantes de la pobreza energética (IMPE) como son la concentración de personas mayores, de rentas bajas, altos costes en las facturas energéticas e instalaciones de calefacción inadecuadas. La inclusión de la información existente acerca de la vulnerabilidad urbana (DEPRIVATION CL) permite poner estas necesidades energéticas en relación con otros aspectos de privación como son el nivel de estudios, la tasa de desempleo, la existencia de edificios en mal estado y las carencias en materia de accesibilidad a las viviendas. El análisis comparado de toda esta información permite planear acciones de mejora energética integral de barrios que aborden la problemática concreta de cada uno, teniendo en cuenta también el tipo de tejido urbano en el que se insertan. Se observan el mantenimiento básico de los edificios, la intervención sobre las envolventes y la necesidad de mejora de instalaciones térmicas y de accesibilidad; indicando la pertinencia de adoptar a su vez medidas socioeconómicas de alivio como por ejemplo los subsidios para cubrir costes energéticos a las rentas mas bajas, planes de formación y empleo o el cuidado de las personas mayores.

El catálogo de Barrios Vulnerables está recogiendo la práctica totalidad de las áreas en situación de riesgo de pobreza energética en la ciudad de Madrid. Pese a ser estudios independientes, la confluencia de ambas metodologías en este nuevo estudio demuestra la alta correlación entre ambas realidades (vulnerabilidad urbana y pobreza energética) en el caso madrileño. De este modo en una futura revisión del Catálogo de Barrios Vulnerables podría incluirse a nivel estatal las consideraciones energéticas expuestas en este artículo, pasando a formar parte de nuevos vectores de investigación e intervención en el ámbito urbano. En la actualidad, ninguna de las diferentes actualizaciones llevadas a cabo del Atlas de la Vulnerabilidad (1991, 2001, 2011) ha tenido en consideración indicadores de pobreza energética, significativamente representativos de la situación de vulnerabilidad de los hogares, al igual que la inmigración o la accesibilidad al parque residencial a través del porcentaje de viviendas principales en edificios de más de tres plantas que carecen de ascensor.

Los observatorios nacionales como el Ghattoliste danés, el Pobal irlandés o el Leefbaarometer holandés, que conforman el “Urban poverty partnership: report about urban deprivation/poverty observatories in the European Union” ofrecen información detallada sobre los barrios desfavorecidos de las ciudades europeas (Córdoba Hernandez, González García, and Guerrero Periñan 2018). En lo que respecta a la distribución espacial de la ineficiencia energética, se están desarrollando iniciativas para estimar la demanda energética en las ciudades europeas a escala urbana. Un ejemplo es el Pan European Thermal Atlas (PETA), que proporciona datos acerca de la demanda térmica en gran parte del territorio europeo (Halmstad University 2017). El desarrollo de este tipo de fuentes hace que la metodología que se propone para la ciudad de Madrid pueda ser exportada al ámbito europeo.

En cualquier caso, parece que la realidad de la pobreza energética tampoco ha sido tomada en cuenta por otros observatorios internacionales de vulnerabilidad. Así, en el estudio *Urban poverty partnership: report about urban deprivation/poverty observatories in the European Union* (Córdoba Hernández, R. et al, 2018) no figura ninguna constancia de indicadores al respecto. Del contenido del informe se concluía que, pese a que los diferentes observatorios nacionales analizados utilizaban diferentes variables, algunas eran más comunes que otras como el empleo o los ingresos familiares. La pobreza energética es, sin embargo, un tema que afectará cada vez más a nuestras ciudades dados los actuales escenarios de transición energética y recrudescimiento de los escenarios contemplados de cambio climático, así como, factores sociodemográficos como el envejecimiento poblacional y socioeconómicos como el incremento de la segregación urbana.

La alta coincidencia entre los Barrios Vulnerables catalogados por el Ministerio de Fomento de España y las concentraciones de población en situación de pobreza energética invita a pensar en la necesidad de abordar políticas comunes y conjuntas ante tales hechos. Una vez más, el abordaje integral es más necesario que nunca. No obstante, la metodología de evaluación de la vulnerabilidad urbana no cuenta actualmente con ningún indicador de la eficiencia energética. Teniendo en cuenta la importancia que está cobrando el problema de los costes energéticos en el hogar, sería interesante incorporar un índice como el que se ha propuesto en este trabajo en futuros análisis. Para que este índice se pueda comparar con la información existente en el Catálogo de Barrios Vulnerables, se debería desarrollar conforme a su misma metodología y ser otros de los indicadores principales en el sumatorio de condiciones y percepciones de inseguridad que apareja de forma multidimensional el concepto de vulnerabilidad urbana.

En el caso madrileño, la pobreza energética es un problema que se concentra mayoritariamente en las periferias de la ciudad que fueron producidas durante el periodo entre 1940 y 1979 y en los poblados anexionados. Ninguna de las dos metodologías desarrolladas ofrece como resultado ninguna sección censal contenida en la almendra central de la ciudad. Los distritos Centro, Retiro, Salamanca y Chamberí serían distritos libres de riesgo generalizado de pobreza energética. Esto no quiere decir que dentro de estos distritos no puedan darse situaciones de pobreza energética, sino que el problema puede afectar a casos puntuales, y no se va a producir de forma generalizada. Las políticas de remedio deben abordarse de forma diferente para cada una de estas problemáticas.

La incorporación de los aspectos de la vulnerabilidad urbana en el análisis de la ineficiencia energética facilita la realización un diagnóstico integral de los problemas medioambientales urbanos asociados a la ineficiencia energética. Los planes de rehabilitación energética de barrios deben ir ligados a estudios socioeconómicos para tener posibilidad de éxito en sus objetivos. La metodología que aquí se presenta resulta útil para su incorporación en herramientas específicas para la regeneración urbana en los distintos ámbitos degradados de la ciudad.

La pobreza energética es un concepto vertebrador en el planteamiento de soluciones de mejora de la calidad medioambiental de nuestras edificaciones, y debe ser tomada en cuenta a la hora de diseñar operaciones de rehabilitación urbana. La calidad de la edificación y de su

entorno son aspectos que impactan en la generación de situaciones de pobreza energética pero su influencia no se está incluyendo en los principales indicadores diseñados para la definición y la cuantificación del problema. Resulta necesario incluir aspectos del urbanismo y la arquitectura en las herramientas de detección de la pobreza energética. Sería recomendable que el EPOV los incorporara en los indicadores que está desarrollando y que servirán para evaluar la pobreza energética a escala europea.

Agradecimientos

The present study was funded under Spanish Ministry of Economy and Competitiveness project BIA 2017-83231-C2-1-R. HABITA-RES Nueva herramienta integrada de evaluación para áreas urbanas vulnerables. Hacia la autosuficiencia energética y a favor de un modelo de habitabilidad biosaludable.

For the preparation of the vulnerability plans, the information resulting from the different agreements signed with Ministerio de Fomento (Spanish Ministry of Public Works) for the analysis of urban deprivation in Spain (2015-2017) and the observatories of urban vulnerability and their link with the urban policies for the regeneration of neighborhoods in Europe and Spain (2019).

Bibliografía

- Aksoezen, Mehmet, Magdalena Daniel, Uta Hassler, and Niklaus Kohler. 2015. 'Building Age as an Indicator for Energy Consumption'. *Energy and Buildings* 87 (January): 74–86. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.074>.
- Aristondo, Oihana, and Eneritz Onaindia. 2018. 'Counting Energy Poverty in Spain between 2004 and 2015'. *Energy Policy* 113 (February): 420–29. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.027>.
- Ayuntamiento de Madrid. 2018. 'Renta Neta Media de Los Hogares (Urban Audit)'. 2018. <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Estadistica/Areas-de-informacion-estadistica/Economia/Renta/Renta-neta-media-de-los-hogares-Urban-Audit-/?vgnnextoid=65e0c19a1666a510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=ef863636b44b4210VgnVCM2000000c205a0aRCRD>.
- Besagni, Giorgio, and Marco Borgarello. 2018. 'The Determinants of Residential Energy Expenditure in Italy'. *Energy* 165 (December): 369–86. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.09.108>.
- Boardman, Brenda. 1991. *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. London; New York: Belhaven Press.
- Bouzarovski, Stefan, and Saska Petrova. 2015. 'A Global Perspective on Domestic Energy Deprivation: Overcoming the Energy Poverty–Fuel Poverty Binary'. *Energy Research & Social Science* 10 (November): 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>.
- Bouzarovski, Stefan, and Sergio Tirado Herrero. 2017. 'The Energy Divide: Integrating Energy Transitions, Regional Inequalities and Poverty Trends in the European Union'. *European Urban and Regional Studies* 24 (1): 69–86. <https://doi.org/10.1177/0969776415596449>.
- Brounen, Dirk, Nils Kok, and John M. Quigley. 2012. 'Residential Energy Use and Conservation: Economics and Demographics'. *European Economic Review, Green Building, the Economy, and Public Policy*, 56 (5): 931–45. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2012.02.007>.
- Castañó-Rosa, Raúl, Graeme Sherriff, Harriet Thomson, Jaime Solís Guzmán, and Madelyn Marrero. 2019. 'Transferring the Index of Vulnerable Homes: Application at the Local-Scale in England to Assess Fuel Poverty Vulnerability'. *Energy and Buildings* 203 (November): 109458. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109458>.
- Castañó-Rosa, Raúl, Jaime Solís-Guzmán, Carlos Rubio-Bellido, and Madelyn Marrero. 2019. 'Towards a Multiple-Indicator Approach to Energy Poverty in the European Union: A Review'. *Energy and Buildings* 193 (June): 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.039>.
- Córdoba Hernandez, Rafael, Isabel González García, and Gerardo Guerrero Perifañ. 2018. 'Urban poverty partnership: report about urban deprivation/poverty observatories in the European

- Union'. Info:eu-repo/semantics/other. <https://ec.europa.eu/futurium/en/urban-poverty/report-about-urban-deprivationpoverty-observatories-eu-universidad-politecnica-de-cte-db-he>. CTE-DB-HE. 2013. *Código Técnico de La Edificación. Documento Básico HE Ahorro de Energía. BOE 12/09/2013*.
- Dubois, Ute, and Helena Meier. 2016. 'Energy Affordability and Energy Inequality in Europe: Implications for Policymaking'. *Energy Research & Social Science*, Energy demand for mobility and domestic life: new insights from energy justice, 18 (August): 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.04.015>.
- European Environment Agency. 2017. 'Urban Audit'. External Data Reference. 2017. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/urban-audit-database>.
- European Parliament and UE Council. 2018. *Directive 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 Amending Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings and Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency (Text with EEA Relevance)*. 156. Vol. OJ L. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj/eng>.
- Filippini, Massimo, and Shonali Pachauri. 2004. 'Elasticities of Electricity Demand in Urban Indian Households'. *Energy Policy* 32 (3): 429–36. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(02\)00314-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00314-2).
- Galvin, Ray, and Minna Sunikka-Blank. 2013. 'Economic Viability in Thermal Retrofit Policies: Learning from Ten Years of Experience in Germany'. *Energy Policy* 54 (March): 343–51. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.044>.
- García Pérez, Eva. 2014. 'Gentrificación En Madrid: De La Burbuja a La Crisis'. *Revista de Geografía Norte Grande*, no. 58 (September): 71–91. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000200005>.
- Garcia-Ayllon, Salvador. 2018. 'Urban Transformations as an Indicator of Unsustainability in the P2P Mass Tourism Phenomenon: The Airbnb Case in Spain through Three Case Studies'. *Sustainability* 10 (8): 2933. <https://doi.org/10.3390/su10082933>.
- Gillard, Ross, Carolyn Snell, and Mark Bevan. 2017. 'Advancing an Energy Justice Perspective of Fuel Poverty: Household Vulnerability and Domestic Retrofit Policy in the United Kingdom'. *Energy Research & Social Science* 29 (July): 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.012>.
- Gouveia, João Pedro, Pedro Palma, and Sofia G. Simoes. 2019. 'Energy Poverty Vulnerability Index: A Multidimensional Tool to Identify Hotspots for Local Action'. *Energy Reports* 5 (November): 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.12.004>.
- Großmann, K., A. Bierwirth, S. Bartke, T. Jensen, S. Kabisch, C. Von Malottki, I. Mayer, and J. Rügamer. 2014. 'Energetic Retrofit: Considering Socio-Spatial Structures of Cities'. *GAIA* 23 (4): 309–12. <https://doi.org/10.14512/gaia.23.4.5>.
- Grossmann, Katrin. 2019a. 'Using Conflicts to Uncover Injustices in Energy Transitions: The Case of Social Impacts of Energy Efficiency Policies in the Housing Sector in Germany'. *Global Transitions* 1 (January): 148–56. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2019.10.003>.
- . 2019b. 'Energy Efficiency for Whom? A Conceptual View on Retrofitting, Residential Segregation and the Housing Market'. *SOCIOLOGIA URBANA E RURALE*, no. 119 (July): 78–95. <https://doi.org/10.3280/SUR2019-119006>.
- Halmstad University. 2017. '4th Pan-European Thermal Atlas'. <https://heatroadmap.eu/peta4/>.
- Healy, Jonathan D. 2004. *Housing, Fuel Poverty and Health: A Pan-European Analysis*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315253183>.
- Hernández Aja, Agustín, Ángela Matesanz Parellada, Carolina García Madruga, J. Alguacil Gómez, J. Camacho Gutiérrez, and C. Fernández Ramírez. 2015. *Atlas de barrios vulnerables de España: 12 ciudades 1991-2001-2006*. Madrid: Ministerio de Fomento. Instituto Juan de Herrera.
- Hernández Aja, Agustín, Ángela Matesanz Parellada, Elena Moreno García, Iván Rodríguez Suárez, and Carolina García Madruga. 2010. 'Delimitación y Digitalización de ARIs y ARUs En Los Planes Estatales de Vivienda'. In *Atlas de La Edificación Residencial En España 2001 y 2011. Metodología, Contenidos y Créditos*. Ministerio de Fomento.
- Hernández Aja, Agustín, Raquel Rodríguez Alonso, Iván Rodríguez Suárez, José Manuel Gómez Giménez, Isabel González García, Rafael Córdoba Hernández, Julio Alguacil Gómez, Javier Camacho Gutierrez, Fernando Carmona Mateos, and Sergio Jaramillo Cáceres. 2018. *Barrios vulnerables de las grandes ciudades españolas. 1991/ 2001/ 2011*. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM). <http://oa.upm.es/51015/>.
- Hernández Aja, Agustín, Iván Rodríguez Suárez, Rafael Córdoba Hernández, José Manuel Gómez Giménez, Isabel González García, Fernando Carmona Mateos, Marta Gayoso Heredia, and

- María Belén Sánchez Pérez. 2018. *Vulnerabilidad residencial y social en las grandes ciudades españolas. 2001 / 2011*. Madrid: E.T.S. Arquitectura (UPM). <http://oa.upm.es/51018/>.
- Hills, John. 2012. 'Getting the Measure of Fuel Poverty: Final Report of the Fuel Poverty Review'. *Centre for Analysis of Social Exclusion, The London School of Economics and Political Science. London: Department of Energy and Climate Change (DECC)*, 237.
- Hiteva, Ralitsa, and Benjamin Sovacool. 2017. 'Harnessing Social Innovation for Energy Justice: A Business Model Perspective'. *Energy Policy* 107 (August): 631–39. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.056>.
- IDAE. 2011. 'Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis Del Consumo Energético Del Sector Residencial En España. Informe Final'. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. www.idae.es/uploads/documentos/documentos_informe_spahousec_acc_f68291a3.pdf.
- INE. 2001. 'Censo de Población y Viviendas de 2001'. Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.es/censo2001/>.
- . 2011. 'Censo de Población y Viviendas de 2011'. Instituto Nacional de Estadística. http://www.ine.es/censos2011_datos/cen11_datos_inicio.htm.
- . 2019. 'Indicadores Urbanos Del Proyecto Urban Audit'. Instituto Nacional de Estadística. https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEPublicacion_C&cid=1259944561392&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayOut¶m1=PYSDetalleGratis.
- Lelkes, Orsolya, and Eszter Zólyomi. 2010. 'Housing Quality Deficiencies and the Link to Income in the EU'. *Policy Briefs. Viena: European Centre for Social Welfare Policy and Research*, March, 20.
- Longhi, Simonetta. 2015. 'Residential Energy Expenditures and the Relevance of Changes in Household Circumstances'. *Energy Economics* 49 (May): 440–50. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.03.018>.
- Martín-Consuegra, F. 2014. 'Vulnerabilidad Energética Asociada a La Edificación. Estudio de Caso Para La Periferia Urbana Del Sur de Madrid'. *Territorios En Formación*, no. 6: 105–18.
- Martín-Consuegra, F., F. de Frutos, I. Oteiza, and A. Hernández Aja. 2018. 'Use of Cadastral Data to Assess Urban Scale Building Energy Loss. Application to a Deprived Quarter in Madrid'. *Energy and Buildings* 171 (July): 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.04.007>.
- Martín-Consuegra, F., A. Hernández Aja, I. Oteiza, and C. Alonso. 2016. 'Energy Needs and Vulnerability Estimation at an Urban Scale for Residential Neighbourhoods Heating in Madrid (Spain)'. In *Proceedings of PLEA 2016 Los Angeles - 32th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 3:1413–19. Los Angeles, California. EEUU.
- Martín-Consuegra, F., A. Hernández-Aja, I. Oteiza, and C. Alonso. 2019. 'Distribución de la pobreza energética en la ciudad de Madrid (España)'. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales* 45 (135). <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/2723>.
- Mata, E., A. Sasic Kalagasidis, and F. Johnsson. 2014. 'Building-Stock Aggregation through Archetype Buildings: France, Germany, Spain and the UK'. *Building and Environment* 81 (November): 270–82. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.06.013>.
- Ministerio de Fomento. 2013. 'Report on Cost Optimal Calculations and Comparison with the Current and Future Energy Performance Requirements of Buildings in Spain'. Version 1.0. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.
- Ministerio de Fomento, and UPM. 2017. 'Atlas Urbano Para El "Observatorio de La Vulnerabilidad Urbana"'.
 Moore, Richard. 2012. 'Definitions of Fuel Poverty: Implications for Policy'. *Energy Policy*, Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy, 49 (October): 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057>.
- NBE-CT-79. 1979. *NBE-CT-79. Condiciones Térmicas de Los Edificios*. Presidencia del Gobierno. Madrid.
- Oteiza, I., Carmen Alonso, Fernando Martín-Consuegra, Juan Monjo, Mariam González Moya, and Alberto Buldón. 2018. *La Envolvente Energética de La Vivienda Social. El Caso de Madrid En El Periodo 1939-1979*. Monografías Del IETcc. Serie Arquitectura. Madrid: Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción.
- Papada, Lefkothea, and Dimitris Kaliampakos. 2019. 'Development of Vulnerability Index for Energy Poverty'. *Energy and Buildings* 183 (January): 761–71. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.033>.
- Robinson, Caitlin, Stefan Bouzarovski, and Sarah Lindley. 2018. "'Getting the Measure of Fuel Poverty": The Geography of Fuel Poverty Indicators in England'. *Energy Research & Social Science*, Spatial

- Adventures in Energy Studies, 36 (February): 79–93. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.035>.
- Romero, J. C., P. Linares, X. López Otero, X. Lavandeira, and A. Pérez Alonso. 2014. 'Pobreza Energética En España Análisis Económico y Propuestas de Actuación'. Vigo: Economics for Energy.
- Romero, José Carlos, Pedro Linares, and Xiral López. 2018. 'The Policy Implications of Energy Poverty Indicators'. *Energy Policy* 115 (April): 98–108. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.054>.
- Sánchez-Guevara, Carmen, Ana Sanz Fernández, and Agustín Hernández Aja. 2015. 'Income, Energy Expenditure and Housing in Madrid: Retrofitting Policy Implications'. *Building Research & Information* 43 (6): 737–49. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.984573>.
- Tirado, S., Jiménez Meneses, López Fernández, and Irigoyen Hidalgo. 2018. 'Pobreza Energética En España. Hacia Un Sistema de Indicadores y Una Estrategia de Actuación Estatales'. Madrid: Asociación de Ciencias Ambientales.
- Tirado, Sergio. 2017. 'Energy Poverty Indicators: A Critical Review of Methods'. *Indoor and Built Environment* 26 (7): 1018–31. <https://doi.org/10.1177/1420326X17718054>.
- Wahlström, Marie H., and Björn Hårsman. 2015. 'Residential Energy Consumption and Conservation'. *Energy and Buildings* 102 (September): 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.008>.
- Walker, Gordon, and Rosie Day. 2012. 'Fuel Poverty as Injustice: Integrating Distribution, Recognition and Procedure in the Struggle for Affordable Warmth'. *Energy Policy*, Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy, 49 (October): 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.044>.
- Wolff, Anna, Johannes Schubert, and Bernhard Gill. 2017. 'Risiko energetische Sanierung?' In *Energie und soziale Ungleichheit: Zur gesellschaftlichen Dimension der Energiewende in Deutschland und Europa*, edited by Katrin Großmann, André Schaffrin, and Christian Smigiel, 611–34. Wiesbaden: Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-11723-8_23.