Nº 74, julio-diciembre de 2020, pp. 245-270.
ISSN: 0213-4691. eISSN: 1989-9890.
DOI: 10.14198/INGEO2020.DC

Investigaciones Geográficas
Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Cita bibliográfica: Durán, R. J., & Condorí, M. A. (2020). Caracterización de hogares para el desarrollo socialmente inclusivo de la energía solar residencial en Argentina mediante el empleo de métodos de clustering. *Investigaciones Geográficas,* (74), 245-270. https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DC

Caracterización de hogares para el desarrollo socialmente inclusivo de la energía solar residencial en Argentina mediante el empleo de métodos de clustering

Home characterization for the socially inclusive development of residential solar energy in Argentina through the use of clustering methods

Rodrigo Javier Durán[1*]
Miguel Ángel Condorí[2]

Resumen

Se propone la realización de un análisis de composición socio-económica y energética de los hogares argentinos, con el objetivo de generar información que sirva para la definición de políticas de desarrollo en energía solar con una óptica de inclusión y desarrollo social. Para ello, se aplicaron métodos de clustering y análisis de grandes datos, en particular k-means, two step cluster, y análisis de factores principales, a una base de datos construida a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Secretaría de Energía de la Nación, Ente Regulador Nacional del Gas, Solar and Wind Energy Resource Assessment y National Renewable Energy Laboratory. Como resultado, se evidencian hogares con problemáticas similares con respecto al acceso a los energéticos y otros derechos básicos, el impacto del costo de la energía y el recurso solar disponible. Estas agrupaciones han sido mapeadas al nivel de radio censal, la unidad geográfica y de análisis más pequeña del censo argentino. Así, se concluye con la definición de perspectivas de acción para el desarrollo energético y socialmente inclusivo de cada una de las agrupaciones de hogares, tanto rurales como urbanos.

Palabras clave: Energía solar; desarrollo social; pobreza y vulnerabilidad energética; equidad y pobreza; Argentina.

Abstract

We propose an analysis of the socio-economic and energy composition of Argentine households to provide information for defining solar energy development policies with an inclusive and social development perspective. To do this, we apply clustering methods and an analysis of big data (in particular k-means, two-step cluster, and an analysis of the main factors) in a database containing data from the National Institute of Statistics and Censuses, National Ministry of Energy, National Gas Regulatory Entity, Solar and Wind Energy Resource Assessment and National Renewable Energy Laboratory. As a result, households are revealed that share similar problems regarding access to energy and other fundamental rights, the impact of the cost of energy, and available solar resource. These groups have been mapped at the census tract level, the smallest geographic and analytical unit of the Argentine census. We conclude by defining action perspectives for the energetic and socially inclusive development of each of the groupings of rural and urban households.

Keywords: Solar energy; social development; poverty and energy vulnerability; equity and poverty; Argentina.

1 Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta, Argentina. duran.cayon@gmail.com. *Autor para correspondencia
2 Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta, Argentina. miguel.angel.condori@gmail.com

Recepción: 13/04/2020. **Aceptación:** 03/11/2020. **Publicación:** 17/12/2020.

Este trabajo se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.
© Rodrigo Javier Durán, Miguel Ángel Condorí

1. Introducción

Generalmente, las políticas energéticas aplicadas por los Estados son diseñadas en pos del desarrollo de su matriz económica y productiva (Bradshaw, 2014). En Argentina, en particular, una serie de decisiones políticas y macroeconómicas llevó a situar en manos de un pequeño número de actores privados la gestión de los recursos energéticos nacionales (Kozulj, 2015; Recalde & Ramos-Martin, 2012). Así, la definición de estas políticas se ha mantenido en manos de conglomerados que regulan la producción, distribución y exportación de la energía primaria (Recalde, 2011), lo cual implicó la pérdida de autonomía por parte del Estado argentino para la definición de sus políticas energéticas (Kozulj, 2015).

El traslado de las decisiones sobre los recursos energéticos a manos de privados plantea dificultades para el aprovechamiento de las fuentes energéticas con un sentido público y socialmente inclusivo (Rae & Bradley, 2012; Scheer, 2012). Esta dificultad implica una disyunción muchas veces naturalizada, la cual tiene que ver con la definición de políticas energéticas como si éstas fueran ajenas a las de desarrollo y equidad social. Más allá de que, actualmente, estén identificadas como uno de los aspectos centrales del desarrollo económico de un país (Allcott, Mullainathan & Taubinsky, 2014) e implique, como un efecto derivado, mejoras en el bienestar económico de la población.

Así, el acceso a la energía no solo redunda en una mejora de la calidad de vida de la población (Pachauri & Spreng, 2004), sino que se ha convertido en un requisito para el desarrollo de la vida social y cultural (Cottrell, 2009); en este sentido es que se lo plantea como un derecho humano (Bradbrook & Gardam, 2006; Tully, 2006). Asimismo, los debates sobre el acceso a la energía en clave de justicia social (Jenkins, McCauley, Heffron, Stephan, & Rehner, 2016; McCauley, Heffron, Stephan, & Jenkins, 2013; Sovacool, Heffron, McCauley, & Goldthau, 2016) permiten reflexionar sobre el desarrollo energético integrado a las prácticas tradicionales de desarrollo social, más allá del planteamiento de la gratuidad del acceso.

Generalmente, la relación entre políticas energéticas y aspectos sociales de la población está vinculada al concepto de pobreza energética (Bazilian, Nakhooda & Van de Graaf, 2014; González-Eguino, 2015). Este concepto es definido de múltiples maneras, aunque en general se refiere a un estado por el que transitan hogares que no son capaces de asegurar la calidad y cantidad de energía social y materialmente aceptables para lograr su bienestar (Bouzarovski, 2014). Así, los trabajos que abordan la descripción y composición del estado de pobreza energética de una población están vinculados a las distintas propuestas para su conceptualización, estimación y tratamiento (González-Eguino, 2015; Nussbaumer, Bazilian, & Modi, 2012; Thomson, Bouzarovski, & Snell, 2017), lo cual los acerca a las discusiones y debates relativos a la definición de políticas de desarrollo social y energético.

Por otro lado, es común visibilizar la relación entre energía, cultura y sociedad en los trabajos dedicados a los desarrollos de energías renovables en un marco de sustentabilidad y el desarrollo de ciudades inteligentes (Atasoy, Akınç, & Erçin, 2015; Calvillo, Sánchez-Miralles, & Villar, 2016; Kamil Kaygusuz, 2012). Esta relación generalmente está asociada a la determinación de barreras o problemas en la aceptación de la innovación tecnológica por parte de los futuros usuarios (Owen, 2006; Painuly, 2001; Reddy & Painuly, 2004), o en los efectos beneficiosos sobre la población rural a partir de la aplicación de proyectos de electrificación (Brent & Rogers, 2010; Nguyen 2007; Urmee, Harries & Schlapfer., 2009).

Además, en los últimos años se han publicado investigaciones originales que enfocan la problemática del desarrollo de las energías renovables, en particular solar, en clave de desarrollo y equidad social. Así, se cuenta con aportes que resaltan las mejoras en la calidad de vida a partir de la incorporación de energía solar para la electrificación en los espacios rurales, en particular en países en vías de desarrollo (Kanagawa & Nakata, 2008; Kaygusuz, 2011; Urmee *et al.*, 2009). La mejora en la calidad de vida se ve reflejada en aspectos tales como educación (Del Río & Burguillo, 2008), trabajo (Lehr, Lutz, & Edler, 2012), equidad de género (Clancy, Oparaocha, & Roehr, 2004; Ding, Wang, Chen, Xu, & Li, 2014), inclusión social (Langevin, 2011) y menores costos asociados al acceso a la energía (Liang, Yu, & Wang, 2019; Yan, Wan, Mikalauskas, & Mikalauskiene, 2017).

Asimismo, en la bibliografía se cuenta con aportes que analizan esta problemática en América Latina y el Caribe; y que la encuadran en relación a aspectos de seguridad, equidad y justicia (Garrido *et al.*, 2016; Paredes & Ramirez, 2017). Además, relacionado con las características geográficas y los amplios espacios rurales de muchos países latinoamericanos, algunos trabajos reflexionan sobre las aplicaciones de la energía solar como una alternativa para la electrificación del espacio rural (Escobar *et al.*, 2016), la

generación distribuida en los espacios urbanos (Barragán-Escandón, Zalamea-León, Terrados-Cepeda, & Vanegas-Peralta, 2019; Chevez, 2018), las mejoras de eficiencia para el consumo (Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003; Ríos *et al*., 2019) y la utilización de energías renovables como una herramienta del desarrollo socio-comunitario y la economía social (Escobar *et al*., 2016; Ortiz Calderón, 2015; Pinto Siabato, 2004). Por otro lado, se cuenta con producciones recientes que abordan de manera interdisciplinar la problemática de pobreza y equidad energética (Dehays & Schuschny, 2018; García Ochoa, 2014) en su contexto urbano (Armijo, Roubelat, Jara, & Whitman, 2016; Hernández Verdugo, 2018), rural (Martín, Guzowski, & Maidana, 2020), como también con relación a minorías, género (Caruana & Méndez, 2019) y exclusión social (Altomonte, 2019).

Por otro lado, las decisiones sobre los recursos energéticos son estratégicas para el desarrollo de los estados (Cottrell, 2009; Kaygusuz, 2012). Así también sucede en el caso de Argentina, que tiene una matriz energética dependiente de los hidrocarburos en un 84,3% (Recalde & Ramos-Martin, 2012) y ha pasado de ser un exportador de gas natural, en los 70's, a depender de las importaciones para asegurar su abastecimiento (Kozulj, 2005). Para situar este giro es necesario considerar, al menos, dos cuestiones, la primera tiene que ver con la privatización del sector energético durante la década de los 90's (Basualdo *et al*., 2002), que implicó, posteriormente, tanto la pérdida de autonomía sobre las decisiones de explotación y exploración (Recalde, 2011) como también la desinversión en el sistema energético argentino . La segunda cuestión, que se conjuga con la primera, tiene su raíz en la crisis argentina del año 2001 a partir de la cual se sanciona la "Ley de emergencia pública y de reforma del régimen cambiario", que eliminó la indexación de los contratos en moneda extranjera, pesificando el costo de la energía y evitando, así, el impacto de la devaluación del peso argentino sobre los precios relativos. Junto a la pesificación, se definió el congelamiento del precio de la energía al consumidor, lo que implicó que los costos pagados por los usuarios sean diferentes al costo del Mercado Eléctrico Mayorista; esa diferencia fue subsidiada con fondos públicos. Ambas cuestiones se vincularon en un contexto de aumento del consumo energético residencial e industrial durante los años 2003 al 2014, implicando, por un lado, el aumento de las importaciones de hidrocarburos y por otro, el aumento de los fondos destinados al subsidio del consumo energético (Kozulj, 2015), llegando a ser de hasta 3,5% del PBI en el año 2014.

Así, a partir del decreto de emergencia energética definido a final del año 2015, tras el cambio de gobierno nacional, se dolariza el costo de la energía, se define un nuevo acuerdo de renegociación contractual integral de las licencias de distribución y transporte de gas y la revisión de las tarifas de gas y electricidad al mismo tiempo que se define un esquema de quita de subsidios al consumo de energía. Estos cambios fueron realizados en un contexto económico poco favorable para la población argentina, solo en el año 2016, el índice de precios al consumidor aumentó en 39,6% y se registró un 30,3% de pobreza por ingresos y una tasa de desempleo de 9,3%. Asimismo, desde el año 2016 al 2019, los aumentos tarifarios de los servicios de gas y electricidad llegaron a ser de hasta 1400% y 2200% correspondientemente (Fraschina, 2018), mientras que el salario real disminuyó un 14% (Amico, 2020) y los valores de pobreza e indigencia ascendieron del 30,3% y 6,1% al 35,3% y 7,7% (INDEC, 2020).

Por otro lado, como producto del contexto de emergencia energética, , en el año 2016, el Estado ha definido al desarrollo de las Energías Renovables (ER) como una alternativa para el desarrollo energético del país (Recalde, 2017). Así, en los últimos años Argentina viene destinando recursos a la producción de energías renovables (Pendón *et al*., 2017; Recalde, 2017). En sintonía, se han aprobado nuevas leyes provinciales y nacionales de fomento al desarrollo de energías renovables y de producción eléctrica residencial con tecnología renovable. En este sentido, el desarrollo de ciudades inteligentes (Guido & Carrizo, 2016; Meza, 2017; Sáenz *et al*; 2012) resulta una alternativa concreta y de desarrollo en el mediano plazo. Además, la producción de energía eléctrica residencial plantea nuevas posibilidades para el desarrollo de las políticas energéticas y sociales con un mismo sentido inclusivo, en el que se resignifique la relación entre el actor social, la tecnología como artefacto (Castro, 2010) y el uso de la energía como un derecho. De este modo, a partir de la consideración del acceso a la energía como derecho humano, se propone concebir el desarrollo de las tecnologías de ER con base domiciliaria como un eje del desarrollo social integral, entendiendo por éste la adquisición de nuevos derechos y la ampliación de libertades (Sen, 1981)

En este trabajo se propone, entonces, a partir del estudio de las problemáticas de pobreza y vulnerabilidad energética de la población, generar información que sirva al desarrollo de energía solar residencial, entendiendo la problemática energética y social de manera integrada. Es decir, se busca conocer el recurso solar en función de las características específicas de vulnerabilidad social y pobreza energética de

la población. Esto implica un análisis que requiere, primero, dimensionar la problemática en un marco territorial, y luego, reconocer estas características en los hogares, en términos de su comportamiento y composición. Para ello, la utilización de métodos y técnicas probabilísticas del análisis de grandes datos, en particular el análisis en clúster y componentes principales, son bien aprovechadas.

2. Metodología

2.1. Dimensiones y variables utilizadas en el análisis

La problemática socio energética exige para su abordaje un enfoque multidisciplinar (Parag & Janda, 2014). En particular, el estudio de las características de vulnerabilidad y pobreza energética y de privación relativa, en el marco del desarrollo de la energía solar residencial, requiere un análisis multidimensional. Este análisis debe integrar aspectos propios de la población, tales como los socioeconómicos, junto con aquellos ambientales o de eficiencia energética, como lo es el recurso solar disponible.

Así, a partir de la definición de estas dimensiones sociales y ambientales, es posible conocer patrones que remitan al estado de los hogares con respecto a características específicas, mediante las cuales se los pueda agrupar según problemas comunes, lo cual habilita su caracterización y la definición de estrategias focales para el abordaje de estos espacios locales. En esta propuesta se integran cuatro dimensiones generales de los aspectos energéticos y poblacionales, que son las siguientes: pobreza y privación relativa, impacto en la economía familiar debido al acceso a la fuente energética, acceso a las fuentes de energías y recurso solar. Se han empleado fuentes de datos escalables, al tamaño de radio censal, la menor unidad espacial utilizada en los censos de población en Argentina.

La validez teórica de estas dimensiones con respecto a la problemática que analizamos está ampliamente descripta en la bibliografía especifica. Así, los aspectos relativos al acceso de la energía están presentes en muchos trabajos dedicados al desarrollo de políticas de electrificación rural por medio del uso de tecnología de energía solar (Brent & Rogers, 2010; Kanagawa & Nakata, 2008; Tully, 2006). Se comprende que, por su alta adaptabilidad y escalabilidad, los sistemas domiciliarios basados en energía solar constituyen una respuesta económicamente adecuada para la electrificación rural y, en el marco de la formación de ciudades inteligentes, una alternativa asequible para lograr la autonomía y mejor calidad de energía en los espacios urbanos.

Por otra parte, el acceso a las fuentes de energía secundaria implica una carga económica familiar difícil de llevar para los hogares con menores recursos, tanto en el espacio urbano como en el rural. Así, el desarrollo de tecnología en energía solar a nivel residencial resulta una alternativa estratégica a los fines de reducir la porción del ingreso mensual familiar que un hogar destina al acceso a la fuente energética y, a partir de allí, es posible mejorar las condiciones de pobreza y vulnerabilidad energética (Bhide & Monroy, 2011; Kaygusuz, 2011).

Asimismo, la dimensión del estado de privación relativa (Bernstein & Crosby, 1980) por el que atraviesan los hogares también se ha definido como un componente del análisis y está presenta en trabajos sobre desarrollo de energías renovables (Bouzarovski & Petrova, 2015). Así, a partir de la incorporación de los valores de privación relativa para radios censales (Durán & Condorí, 2019) planteamos el desarrollo de políticas energéticas con un sentido de inclusión social y mejoramiento de las condiciones materiales de la población. También, entre los aspectos materiales que constituyen al índice de privación utilizado, se encuentra la calidad constructiva de la vivienda, variable que permite realizar una categorización general sobre la eficiencia térmica de la vivienda.

Finalmente, se considera una dimensión relativa al recurso solar a partir de medidas satelitales validadas por el National Renwable Energy Laboratory; en particular, se tuvo en consideración la radiación solar global anual medida sobre plano horizontal. Esta medida resulta del promedio de las medias mensuales de radiación a lo largo de un año y sirve como un indicador de la magnitud de recurso para los radios censales de Argentina. Si bien se podría haber escogido trabajar con la media de los valores mínimos a lo largo de un año o utilizar los valores de invierno, se estimó que la media anual es un buen indicador para caracterizar el recurso solar de manera comparativa.

Por otra parte, en la Tabla 1 se describen las fuentes y variables utilizadas para dar cuenta de las distintas dimensiones señaladas previamente. Así, la unidad de análisis empleada es la de radio censal, que corresponde a la mínima unidad evaluada en el Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (CNPHV),

2010. Las distintas variables han sido caracterizadas de acuerdo a la pertenencia urbana o rural de la población que habita estos radios censales. Con respecto a las fuentes, para la determinación de la población que no accede a las fuentes de energéticos de electricidad y gas se ha trabajado con datos del CNPHV (INDEC 2010) en sus formularios ampliado y básico. El censo se realizó a partir de la aplicación de dos formularios, uno básico, con una menor cantidad de preguntas, aplicado al nivel de radio censal sobre el total de la población que vive en Argentina y otro ampliado, que tuvo por objetivo a una muestra que es representativa de los Departamentos. Así, en el formulario básico se pregunta por el acceso a gas cualquiera sea su fuente, mientras que en el ampliado se detalla el acceso a electricidad en sus distintas fuentes.

Tabla 1. Dimensiones, definiciones y variables empleadas en el análisis

Dimensión	Índice	Definición	Variables involucradas	Fuente de datos
Acceso residencial a las fuentes de energía secundaria	%Acc	Promedio ponderado del porcentaje de hogares con acceso a gas y electricidad por radio censal.	1. Porcentaje de hogares con acceso a gas por radio censal. 2. Porcentaje de hogares con acceso a electricidad por Departamento. 3. Porcentaje de personas en un espacio rural o urbano para un radio censal con respecto al total de personas para ese radio.	Censo Nacional de Hogares y Viviendas 2010 (CNPHV, 2010) formulario básico y ampliado
Impacto en la economía familiar	IVE	Promedio ponderado según hogares urbanos y rurales de la relación entre el costo mensual del acceso a la fuente energética y el ingreso total familiar mensual por radio censal.	1. Ingreso Total Familiar mensual de hogares urbanos. 2. Ingreso Total Familiar de hogares rurales. 3. Costos del Consumo Promedio de Gas y por Departamento a partir de la tarifa de Gas y Electricidad que rige para ese Departamento en el año 2016.	Encuesta Permanente de Hogares. Formulario ampliado del CNPHV, 2010 Secretaría de Agricultura Familiar de la Nación. Secretaria de Energía de la Nación. Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS)
Pobreza y privación relativa	Índice general de privación relativa (GDI, acrónimo en inglés)	Factores de privación material y social extraídos a partir de los valores de distintas variables. Estos factores fueron reescalados por radio censal.	1. Calidad Constructiva Insuficiente, 2. Calidad de Servicios Básicos Insuficientes. 3. Analfabetismo 4. Hacinamiento 5. Desempleo 6. Hogares sin propiedad de la Vivienda 7. Hogares Monoparentales 8. Personas viviendo solas.	Censo Nacional de Hogares y Viviendas 2010 (INDEC 2010)
Recurso Solar	RecSol	Intensidad de radiación global anual sobre el plano horizontal por radio censal medida en Wh/m^2/día	Intensidad de Radiación medida sobre plano horizontal, estimado con datos satelitales.	NREL (National Renewable Energy Laboratory) SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment)

Elaboración propia

Asimismo, para estimar la relación entre el costo del acceso a la fuente energética y el ingreso total familiar, se han empleado datos de la Secretaría de Energía de la Nación, Ente regulador del Gas (ENARGAS), Secretaría de Agricultura Familiar y la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) relevada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). La relación entre gastos e ingresos corresponde al año 2017, posteriores a la actualización tarifaria del año 2016 (Wyczykier, 2018). Los costos de los energéticos han sido determinados de acuerdo al consumo promedio facturado, para los distintos Departamentos, por las distintas prestadoras del servicio y su respectivo cuadro tarifario para el año 2017. En aquellos casos en los que no se accede a gas por red, se ha estimado el costo de gas como el de una garrafa de 10 kg subsidiada. Por otro lado, se estimaron los ingresos de acuerdo a la característica urbana o rural del radio censal. Para estimar el ingreso urbano se utilizaron datos de la EPH, esta encuesta se releva trimestralmente, es representativa de los 31 aglomerados urbanos integrados en Argentina y se utiliza para la elaboración de índices de desigualdad y pobreza de referencia. Se asumió que el ingreso de la población urbana de un Departamento es, en promedio, igual al ingreso promedio del aglomerado urbano de referencia para ese Departamento.

Se estimó el ingreso de la población rural a partir de publicaciones de la secretaría de Agricultura familiar (Gerardi, 2011), asumiendo que el ingreso de los hogares pertenecientes a una región es en promedio equivalente al de la provincia que integra. El monto de ingreso declarado por la Secretaria de Agricultura familiar, del año 2015, fue actualizado al año 2017 asumiendo cambios proporcionales al del sector urbano.

La información sobre el recurso solar fue tomada de la base de datos del proyecto llevado a cabo por el National Rewable Energy Laboratory (NREL) y la Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), que corresponden a mediciones satelitales realizadas desde el año 2005 al 2010 con una escala de 40 . Se procedió a reescalar estos valores al nivel de radio censal.

2.2. Definición de los indicadores empleados

El indicador de acceso a las fuentes energéticas fue definido teniendo en cuenta las particularidades del acceso a las fuentes energéticas en áreas urbanas y rurales. Debido a que en el mismo radio censal se puede integrar población urbana y rural al mismo tiempo, los valores de acceso a la fuente de energía han sido ponderados de acuerdo al porcentaje de población urbana o rural. Asimismo, se proyectó el dato de acceso a la fuente eléctricas sobre radios rurales a partir del formulario ampliado del censo, que lo consulta a nivel de Departamento. Esta proyección fue realizada considerando la característica urbana o rural del radio censal y se detalla en las ecuaciones 1 a 5 y en el algoritmo 1.

Por otro lado, el porcentaje de hogares que acceden a gas fue determinado de manera directa, para cada radio censal, de acuerdo a los datos del formulario básico, con respecto al total de hogares para ese radio, como ilustra la ecuación (ec) 1:

$$\frac{TotHogSinGas_r}{TotHog_r} * 100 = \%SAccGas \qquad \text{(ec. 1)}$$

en donde

- $TotHogSinGas_r$ es el total de hogares que no tienen acceso a gas para un radio censal r
- $TotHog_r$ es el total de hogares para un radio censal r

A su vez, el porcentaje de hogares sin electricidad por radio censal ha sido determinado a partir de las siguientes relaciones:

$$\frac{TotHogRur_r}{TotHog_r} * 100 = \%HogRur_r \qquad \text{(ec. 2)}$$

$$\frac{TotHogUrb_r}{TotHog_r} * 100 = \%HogUrb_r \qquad \text{(ec. 3)}$$

$$\frac{TotHogSElecRur_{Dpto}}{TotHogRur_{Dpto}} * 100 = \%HogRurSElec_{Dpto} \qquad \text{(ec. 4)}$$

$$\frac{TotHogSElecUrb_{Dpto}}{TotHogUrb_{Dpto}} * 100 = \%HogUrbSElec_{Dpto} \qquad \text{(ec. 5)}$$

$$\begin{aligned} &IF \\ &\%HogRur_r > \%HogUrb_r \\ &THEN \\ &\%HogRurSElec_r = \%HogRurSElec_{Dpto} \\ &NOT \\ &\%HogUrbSElec_{Dpto} \end{aligned} \qquad \textit{Alg. 1}$$

en donde

- $TotHogRur_r$ es el total de hogares rurales para un radio censal r
- $TotHogUrb_r$ es el total de hogares urbanos para un radio censal r
- $\%HogRur_r$ es el porcentaje de hogares rurales para un radio censal r
- $\%HogUrb_r$ es el porcentaje de hogares urbanos para un radio censal r
- $TotHogSElecRur_{Dpto}$ es el total de hogares sin electricidad que están ubicados en zonas rurales de un Departamento

- $TotHogSElecUrb_{Dpto}$ es el total de hogares sin electricidad que están ubicados en zonas urbanas de un Departamento
- $TotHogRur_{Dpto}$ y $TotHogUrb_{Dpto}$ corresponden al total de hogares que están situados en zonas rurales y urbanas correspondientemente
- $\%HogRurSElec_{Dpto}$ y $\%HogUrbSElec_{Dpto}$ corresponden al porcentaje de hogares que no tienen electricidad y están situados, correspondientemente, en una zona rural o urbana con respecto al total de hogares por departamento

Por otra parte, el indicador que relaciona el costo de la energía y el ingreso total familiar, definido como vulnerabilidad energética (Okushima, 2016), ha sido determinada de acuerdo a la característica urbano o rural del Departamento, de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$\frac{ITF_r}{CostAccE_r} * 100 = IVE \qquad \text{(ec. 6)}$$

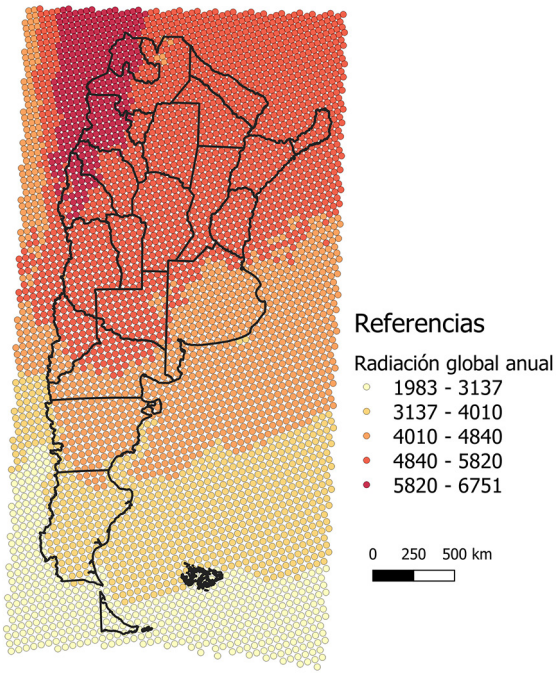
$$ITFUrb_r * \%HogUrb_r + ITFRur_r * \%RurUrb_r = ITF_r \qquad \text{(ec. 7)}$$

en donde:

- $ITFUrb_r$ y $ITFRur_r$ son los promedio de los ingresos totales familiares mensuales para un hogar situado en la zona urbana o rural de un radio censal r. Estos ingresos son equivalentes a los ingresos totales familiares de la zona rural o urbana del departamento en que se sitúa el radio censal r.
- ITF_r es el ingreso total familiar para un radio censal r estimado al año 2017
- $CostAccE_r$ es el costo de acceso a le energía para un radio censal r. Es equivalente a la suma de los costos de electricidad y gas calculados a partir de los consumos promedios para un departamento en el que se sitúa el radio r en el año 2017.

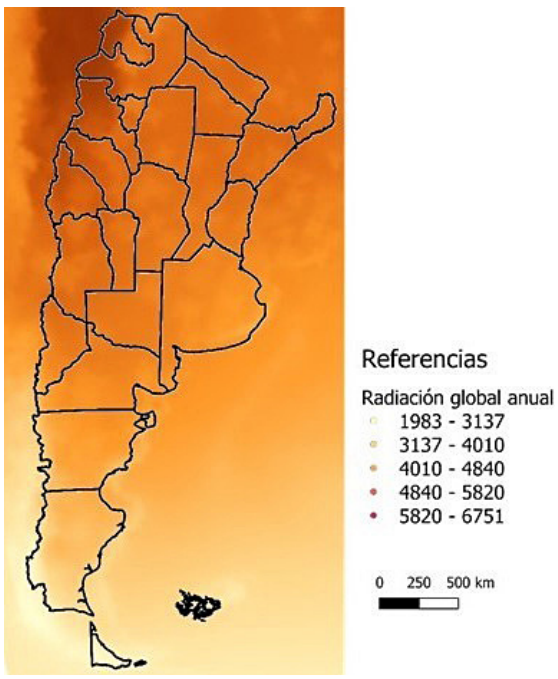
Los valores de privación para cada radio censal fueron tomados de (Durán & Condorí, 2019). Por otro lado, se tuvieron en cuenta los valores de radiación global anual, medida sobre el plano horizontal (Wh/m²/día) a partir de datos del proyecto SWERA – NREL, mediante la utilización del software QGIS. Para ello, primero se exportó la tabla de datos de coordenadas de los puntos medidos de radiación global anual de NREL en un archivo GIS agregándose un sistema de coordenadas WGS84 20° Latitud Sur (Figura 1).

Figura1. Puntos medidos de radiación global anual. Distribución Jenks



Fuente: Radiación solar, medida global anual sobre plano horizontal. National Renewable Energy Laboratory (2010). Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia

Figura 2. Capa raster resultado de la aplicación del método TIN sobre la capa de puntos

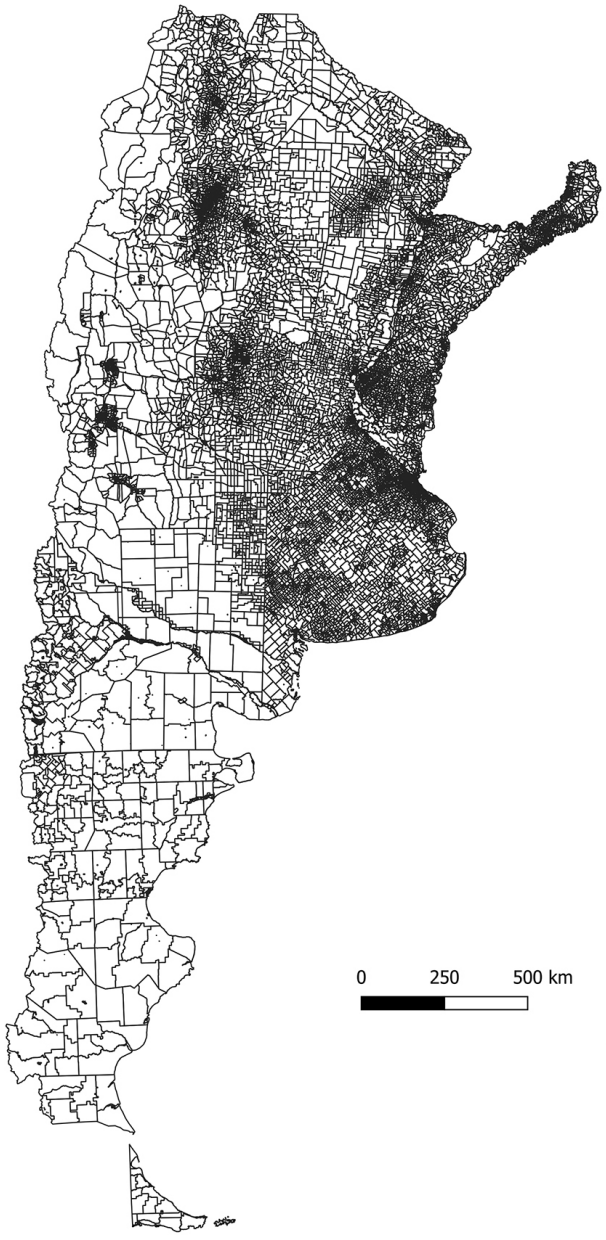


Fuente: Radiación solar, medida global anual sobre plano horizontal. National Renewable Energy Laboratory (2010). Instituto Geográfico Nacional. Elaboración propia

Posteriormente, mediante la aplicación de la metodología TIN (Triangulated Irregular Network) (Huang, 1989) en QGIS se procedió a convertir la capa de puntos en un raster con una resolución de pixeles de 100 metros (Figura 2). El método TIN genera una superficie continua a partir de valores aislados conocidos. Para ello, realiza un proceso recursivo que consiste en calcular, mediante triangulación, el valor de nuevos puntos que se sitúan entre otros valores conocidos.

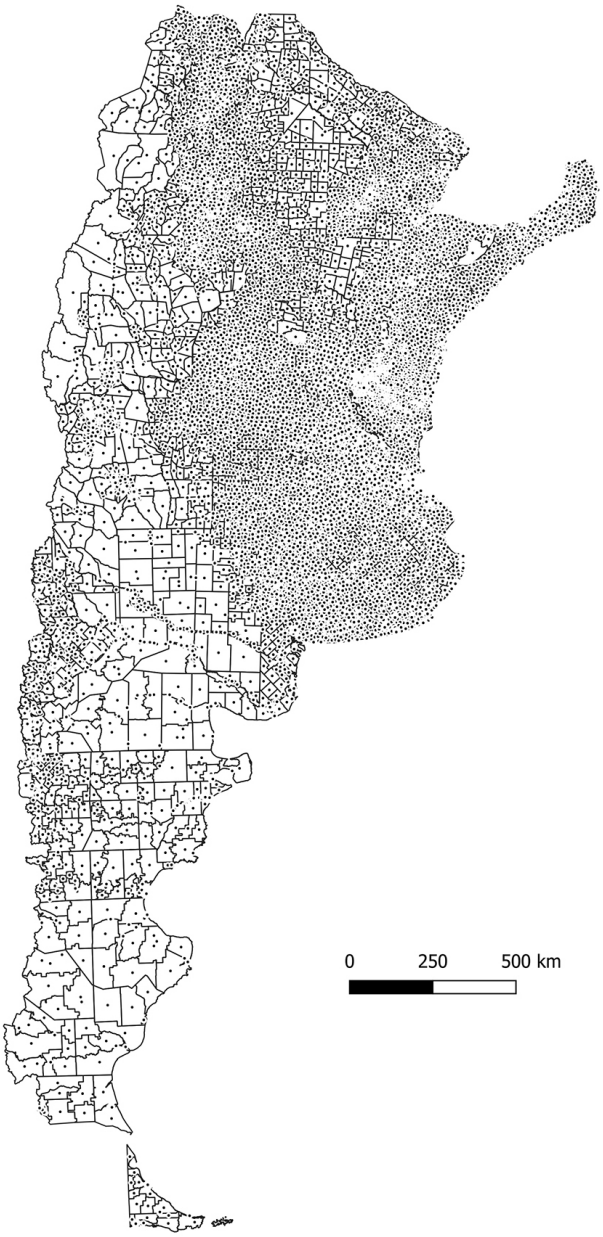
Luego de la obtención de la capa raster de valores de radiación, se calcularon los centroides de la capa de radios censales provista por INDEC (Figura 3). El método de cálculo de centroides divide al polígono en infinitos triángulos a partir de los cuales se calcula la posición media entre todos los puntos que conforman al polígono, es decir, son puntos situados en el centro de un polígono independientemente de su forma regular o irregular (Figura 4).

Figura 3 Radios censales de Argentina



Fuente: Cartografía de radios censales (INDEC 2017).
Elaboración propia

Figura 4 Radios censales de Argentina y sus Centroides



Fuente: Cartografía de radios censales (INDEC 2017).
Elaboración propia

A partir del mapa de centroides, se procedió a vincularlo con la capa raster de radiación, de esta manera se obtuvo un valor de radiación para cada centroide, estos valores son los que han sido asignados posteriormente a cada polígono del mapa de radios censales para obtener un mapa de radiación anual compatible a los demás.

2.3. Clúster de datos

Las técnicas de clustering de datos consisten en una serie de algoritmos definidos para agrupar conjuntos de variables o valores. De esta manera, se crean grupos de valores o variables que, por sus características, son lo más similares posibles. Estas técnicas son comúnmente utilizadas en el análisis de grandes números de datos, el aprendizaje automático y el reconocimiento de patrones (Jain, Murty & Flynn, 1999; Newby y Tucker, 2004). En este trabajo, se han empleado las técnicas k-means (Likas, Vlassis, & Verbeek, 2003) y cluster en dos etapas (*two step cluster*) (Kayri, 2007) con el fin de agrupar radios censales con configuraciones similares de los indicadores utilizados en el desarrollo de este índice. El proceso de clustering requiere que las escalas de las variables sean iguales, por lo que previamente a la aplicación de la técnica, los valores de los indicadores utilizados fueron estandarizados.

El clustering en k-means es una técnica de vectorización de los datos que agrupa un número grande de valores (n), en un número más pequeño de grupos (k). El agrupamiento de estos valores se realiza a partir de sus valores medios. De esta manera, en un primer paso, el algoritmo estima una distancia media de los valores extremos para luego calcular la distancia de todos los valores con respecto a ese punto medio. En los sucesivos pasos, procede recalculando la distancia media entre ese punto y los valores extremos para luego calcular, nuevamente, la distancia de los valores medidos con el del valor medio que ha sido estimado. La acción se repite hasta que el valor de la distancia entre estos puntos y los valores obtenidos correspondan a su centro. Estos centros, que son llamados centroides, dan identidad al grupo de valores. Así, la técnica divide el espacio de los valores medidos, basándose en la distancia entre estos valores con un punto de este espacio que, en este caso, corresponde a la media de sus valores.

Por otro lado, el método de clúster en dos fases o bietápico, es una técnica utilizada para tratar valores continuos o categóricos; en ambos casos, el algoritmo procede a definir los ordenamientos naturales de la distribución de valores. En un primer momento, en una fase de pre clustering, de manera similar al k-means, calcula la distancia euclídea entre los distintos valores. En un segundo paso, utiliza un agrupamiento jerárquico de los valores obtenidos en la etapa pre-clúster para definir el número de clústeres en el que agrupará los datos.

Además de las aplicaciones de clustering de datos, se ha aplicado sobre las variables análisis de factores principales, que fueron validados a partir de la prueba de Kaiser Meyer Olkim (KMO) (Kaiser, 1974) al conjunto de datos y Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) para cada factor. Por otra parte, se escogió utilizar el método de agrupación en intervalos naturales, en particular el método de Jenks (Jenks, 1967), en la visualización de la distribución de valores en mapas. El algoritmo de agrupación funciona de manera similar al k-means, agrupando los valores a partir de la diferencia de sus desviaciones estándar al cuadrado. Esta forma de agrupación natural de los datos resulta mucho más apropiada que la división en percentiles.

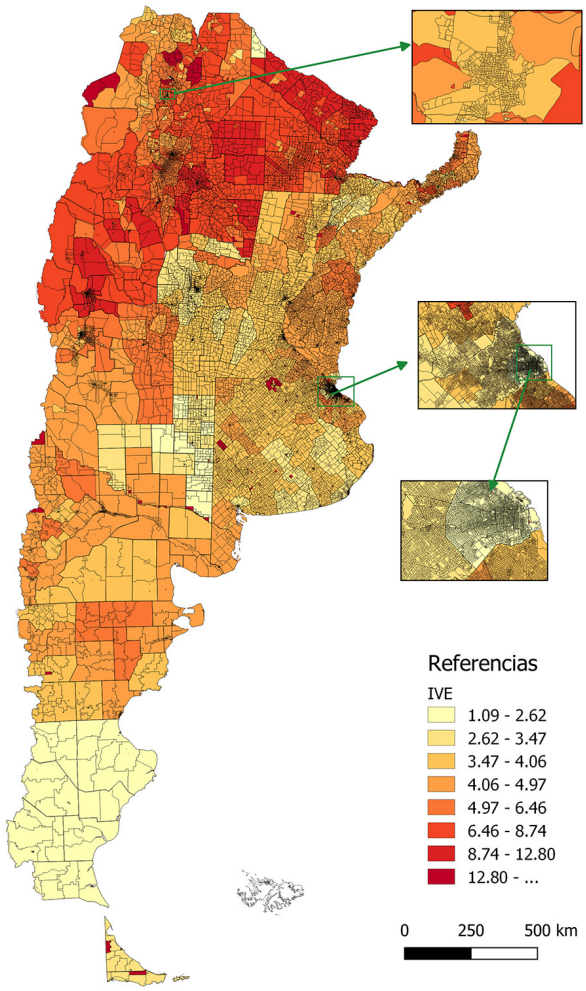
3. Resultados

3.1. Valores de los indicadores utilizados para los radios censales

La relación entre el costo del acceso a la energía y el ingreso total familiar ha sido estimada a partir del índice de vulnerabilidad energética (IVE). En la Figura 5 se observa la distribución de los valores de IVE para los radios censales de Argentina, los mayores valores corresponden a la región conocida como Norte Grande (A. Bolsi & Madariaga, 2006) —que incluye las provincias de Catamarca, La Rioja, Santiago del Estero, Tucumán, Jujuy y Salta— sobre todo para la provincia de Santiago del Estero. En estos radios, el gasto mensual promedio que realizan los hogares es mayor al 12,8%, lo cual implica que, si se utilizara una definición de pobreza energética basada en la línea del 10%, un hogar promedio de esta zona se encontraría en esa situación. Por otro lado, los mayores valores de IVE para Argentina según el departamento y la provincia en la que están ubicados, corresponden a las provincias de Formosa y Santiago del Estero.

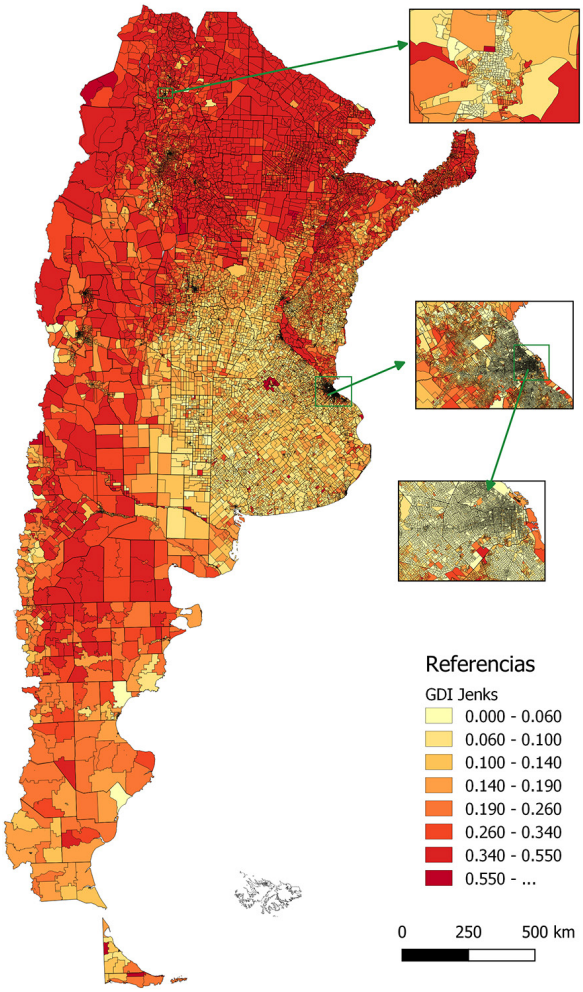
Los valores del índice general de privación (Durán & Condorí, 2019) (GDI en su acrónimo en inglés) se observan en la Figura 6. Este indicador permite comparar los valores de privación material y social (Atkinson, 2003; Pampalon *et al.*, 2012) de los distintos radios censales, siendo adecuados a sus características urbanas o rurales. En donde los menores valores corresponden a las zonas centrales del país, mientras que los mayores están ubicados en la zona de la región Norte Grande (Bolsi & Paolasso, 2009). Tanto los aspectos de privación relativa, como los costos asociados al acceso a la energía, indican una fuerte diferenciación entre la región central del país con respecto a la zona norte. En su historia, el desarrollo de las economías regionales de Argentina ha manteniendo patrones de desigualdad que afectaron, sobre todo, a las poblaciones del norte del país y favorecieron al centro productor de materias primas, situado en la pampa húmeda. Así, actualmente, el norte argentino alberga la mayor proporción de población originaria del país y los más altos índices de pobreza estructural y falta de acceso a derechos básicos tales como salud, educación y servicios de infraestructura y saneamiento básicos.

Figura 5. Valores de IVE para radios censales. Año 2017



Fuente: Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010); Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

Figura 6. Valores de privación relativa

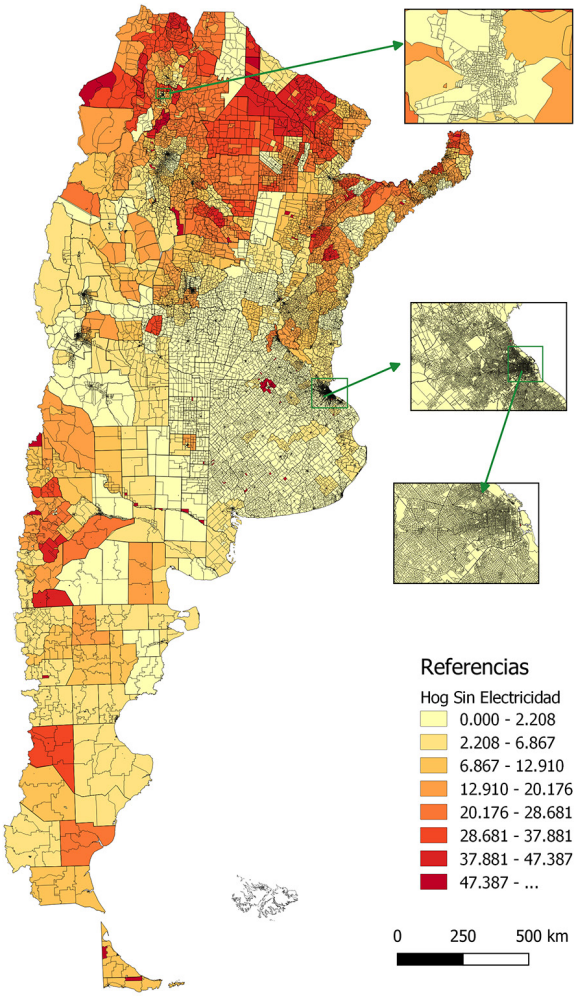


Fuente: Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010); Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

La situación de tenencia de electricidad se observa en la Figura 7, se observa una fuerte centralización de los valores más altos en la zona norte del país, correspondiente al Norte Grande, y en algunos Departamentos de la zona centro sur. En términos generales, en los espacios con alta densidad poblacional, un 2% de la población no cuenta con acceso a electricidad. No obstante, la situación es diferente para el

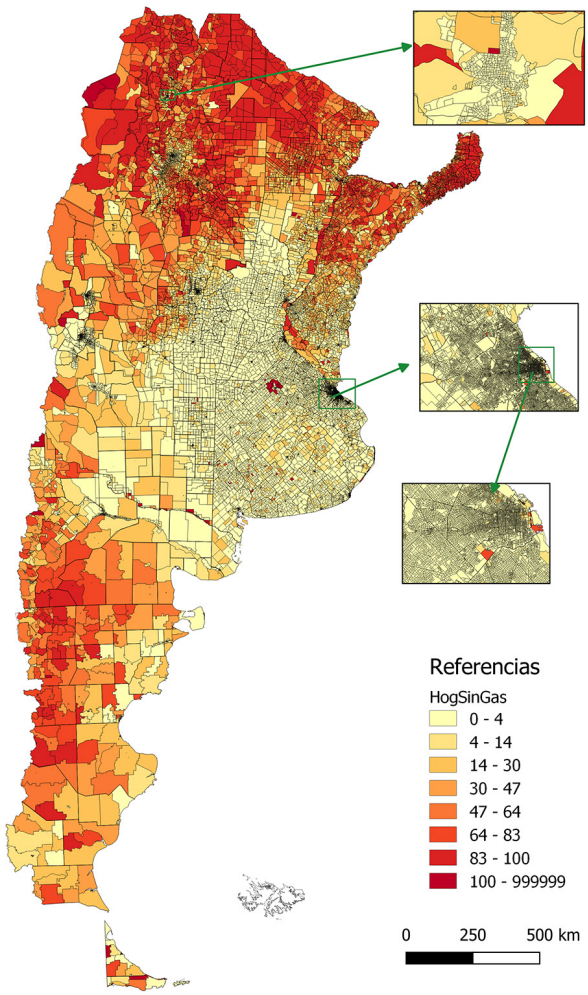
espacio rural, en donde los valores varían entre un 6% a más del 20%, según la cercanía al Norte Grande. Los valores aumentan a medida que también aumenta la proporción de población rural en esta región, el mayor valor se encuentra en uno de los radios del Departamento de Matacos, en la provincia de Formosa, con 84,7% de la población sin acceso a la electricidad. Por otro lado, la tenencia de gas, en cualquiera de sus formas, se observa en la Figura 8, donde queda en evidencia la alta desigualdad entre el Norte Grande y las áreas del centro y sur del país. Esta primera descripción puede ser contextualizada teniendo en cuenta las distintas dificultades que históricamente viene teniendo la población rural para acceder a los energéticos residenciales, entre las que se destacan, en primer lugar, el aumento de su costo de distribución como producto de la precariedad de los caminos y las amplias distancias que separan a la población rural dispersa. En segundo lugar, las dificultades que tienen las comunidades dispersas para acceder al dinero como bien de intercambio, en una economía sostenida principalmente en el intercambio de bienes y favores. Ambos aspectos han implicado la utilización de la biomasa como fuente de energía primaria para el calentamiento de agua para uso sanitario y cocción de alimentos.

Figura 7. Hogares sin electricidad



Fuente: Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010); Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

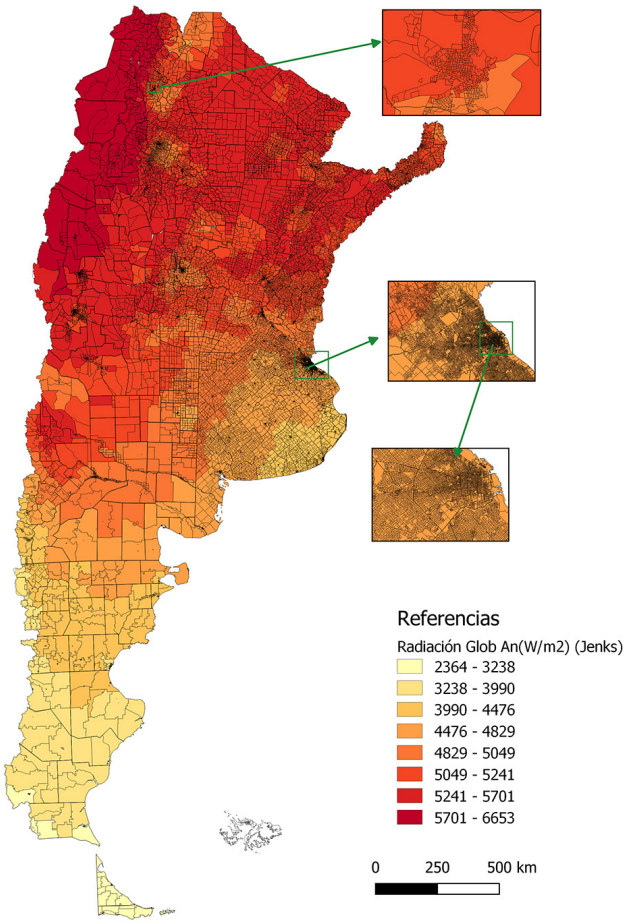
Figura 8. Hogares sin Gas



Fuente: Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010); Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 9 se observan los valores de radiación global anual medidos sobre el plano horizontal para radios censales; la distribución de valores coincide con los estimados en la literatura especifica (Righini, Gallegos, & Raichijk, 2005).

Figura 9. Radiación global anual medida sobre plano horizontal en Wh/m²/día



Fuente: Radiación solar, medida global anual sobre plano horizontal. National Renewable Energy Laboratory (2010). Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

3.2. Resultados de la aplicación del análisis de clústeres

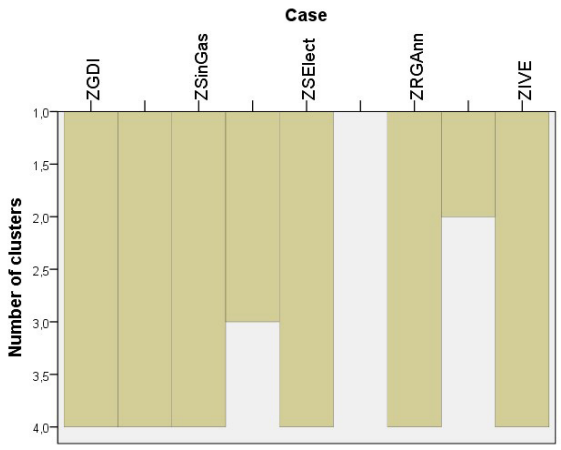
3.2.1. Clúster de variables

A partir del agrupamiento natural de los valores de las variables mediante la aplicación del método de clúster jerárquico de Ward (Mojena, 1977), un método de varianza mínima mediante el cual se busca minimizar la pérdida de información dada por el agrupamiento de las variables, se observa la conformación de dos clústeres de variables bien constituidos. Así, en las Figuras 10 y 11 se expone la cercanía que existe entre las distintas variables según su cercanía: en el primer paso se observa que las variables más cercanas son GDI (índice de privación general) y porcentaje de hogares sin acceso a gas; luego, a este grupo de dos variables se suma el porcentaje de hogares sin acceso a electricidad. Por otro lado, lejos de este grupo se encuentran IVE y radiación anual, de modo que se constituyen los dos grupos.

Gracias a que el método permite estimar la intensidad con que se vinculan las variables se observa que, siguiendo la primera agrupación, los aspectos relacionados a la pobreza están relacionados al acceso a los energéticos y no al revés. Esto se puede interpretar al considerar que la falta de acceso a los derechos elementales está fundamentada en el bienestar material y social de la población. De allí que una política que solamente mejore el acceso a la energía no mejorará la situación de bienestar de la población objetivo. Por lo tanto, resulta claro que las políticas de desarrollo energético deben estar dirigidas con un sentido de inclusión social.

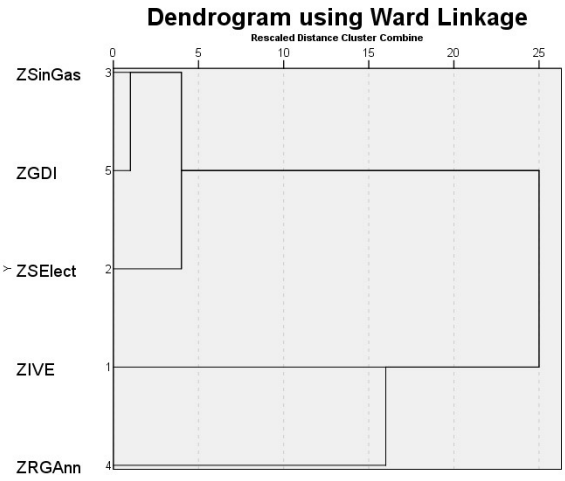
Finalmente, cabe destacar que, como se verá más adelante, los resultados obtenidos para el agrupamiento de variables mediante el método de Ward son iguales que los obtenidos mediante la aplicación del método de factores principales.

Figura 10. Clúster de variables gráfico de aglomeración



Elaboración propia

Figura 11. Clúster de variables. Dendograma



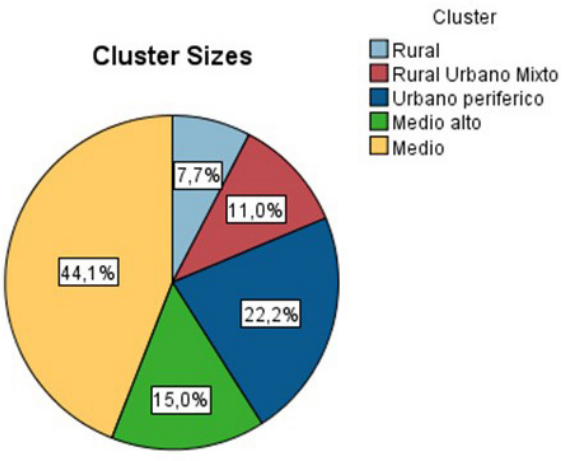
Elaboración propia

3.2.2. Clúster de valores

A partir de la aplicación del método de k-means, se determinó el número óptimo de clusters de valores en 5 agrupaciones. Esta elección fue validada según el criterio basado en el porcentaje de varianza que explica cada agrupación y la cantidad de agrupaciones (Fraley & Raftery, 1998). Por otro lado, correlativamente, se ha aplicado el método de agrupamiento en dos fases (Two Step Cluster) a los valores de las distintas variables, a los fines de incorporarlas en los cinco grupos. La validación del agrupamiento fue definida a partir de la aplicación del método de siluetas (Rousseeuw, 1987) dando un valor aproximado a 0,5 por lo que se sitúa en la escala de este método entre "bueno" y "justo".

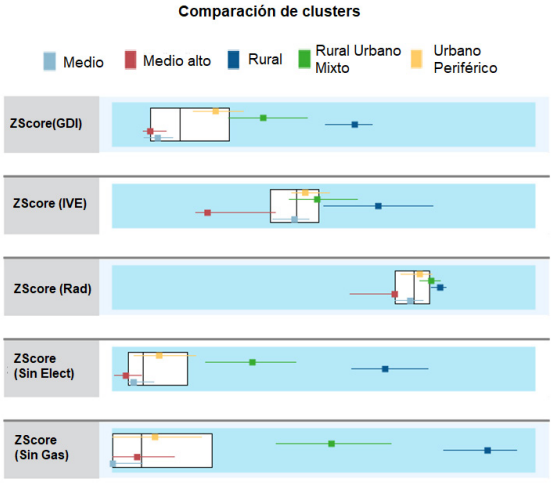
Se ha identificado a las distintas agrupaciones de los radios de acuerdo a sus características económica, educativa y de acceso a derechos elementales. El tamaño de estos grupos y su identificación pueden ser observadas en la Figura 12, donde se precisan los porcentajes de radios censales que incluye cada agrupamiento. Los agrupamientos han sido denominados a partir de la observación de su distribución de valores como también según su distribución espacial. Esta composición se observa en la Figura 13. Así, en términos generales, a medida que se pasa desde el espacio urbano al rural, los valores de privación y de los otros indicadores van aumentando. Por otra parte, los valores para las zonas urbanas se comprenden en tres agrupamientos: urbano periférico, medio y medio alto.

Figura 12. Porcentaje de radios censales de acuerdo a su pertenencia a los distintos clústeres



Elaboración propia

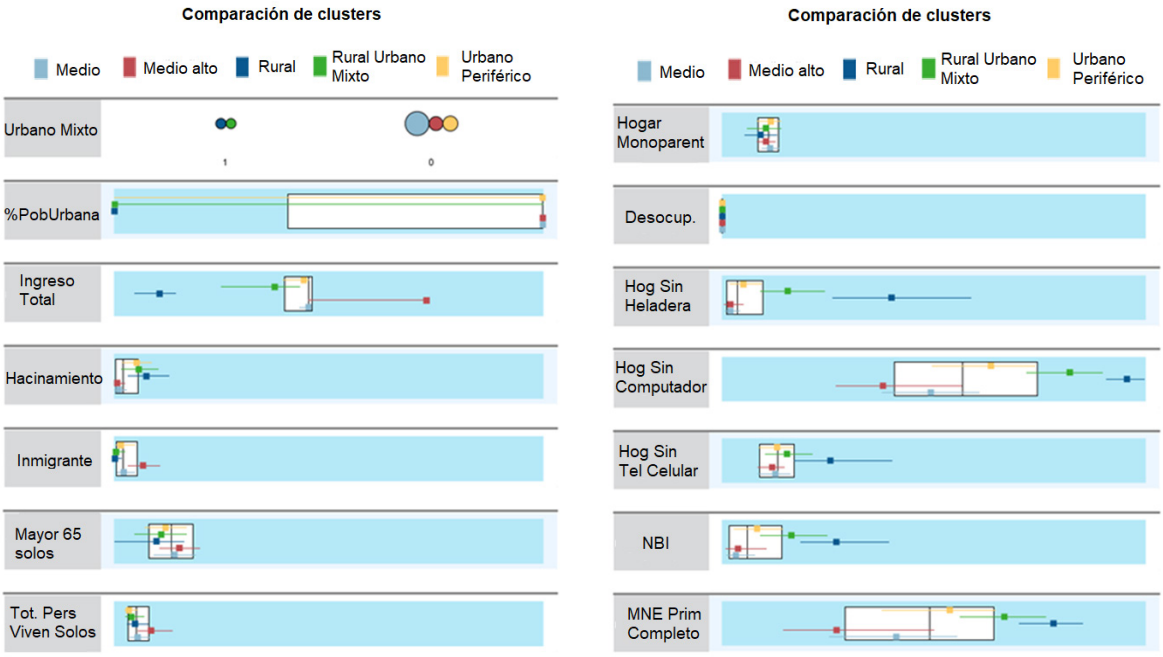
Figura 13. Comparación de los clústers de acuerdo a los valores de las variables que lo componen



Elaboración propia

Los agrupamientos han sido caracterizados de acuerdo a la distribución de valores de las variables que componen sus dimensiones y otras pertenecientes al censo (Figura 14), y en general tienen las siguientes características: el grupo "rural", que tiene un 97% de sus radios comprendidos en el espacio rural, es el más empobrecido. El promedio de sus ingresos familiares totales, medidos para el año 2017, corresponde a 1,3 veces el salario mínimo vital y móvil de un adulto, lo que resulta insuficiente si se tiene en cuenta que son hogares con alto hacinamiento y alto número de integrantes. En este grupo se observan los mayores valores de GDI y un 30% de hogares con al menos una característica de necesidades básica insatisfechas (NBI). Asimismo, presenta el más alto nivel de hacinamiento, con valores mayores al 9%; casi no se observan hogares monoparentales; además tienen un muy bajo nivel educativo (el 76% tiene máximo nivel educativo primario completo). Por otro lado, este grupo presenta el menor consumo de bienes durables: el 40% no cuenta con heladera para refrigerar sus alimentos, el 93% no cuenta con computadora y un 32% no tiene teléfono celular, estos aspectos se correlacionan con el bajo acceso a electricidad. Así, resulta claro que este grupo corresponde a la población en situación de pobreza estructural que está situada en las zonas rurales del país. No obstante, al tener en cuenta que presentan los mayores valores de recurso solar son buenos candidatos para integrar políticas de electrificación rural mediante la utilización de energía solar, como las contempladas en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) (Alazraki & Haselip, 2007), un proyecto de electrificación rural mediante la incorporación de energías renovables, que se viene aplicando desde el año 200 y hace foco en la población rural dispersa, integrando principalmente, hogares, escuelas y pequeñas comunidades.

Figura 14. Composición de clústers según otras variables



Elaboración propia

Un segundo grupo, conformado por un 64% de radios situados en áreas rurales identifica a hogares rurales o situados en la periferia de las zonas urbanas por lo que recibe el nombre "rural urbano mixto". Los ingresos promedio rondan en 1,7 salarios mínimos vitales y móviles; con respecto a su situación de pobreza, presenta altos valores de GDI y NBI (18%) pero menores a los del grupo "rural". Asimismo, presenta un nivel de hacinamiento alto, de un 7% y un bajo porcentaje de hogares monoparentales. El máximo nivel educativo de esta población es, en promedio, bajo: el 65% del total de los hogares tiene máximo nivel educativo primario completo. Con respecto a la posesión de bienes durables, esta población cuenta con acceso a electricidad y en general tiene teléfonos celulares, aunque no computadora.

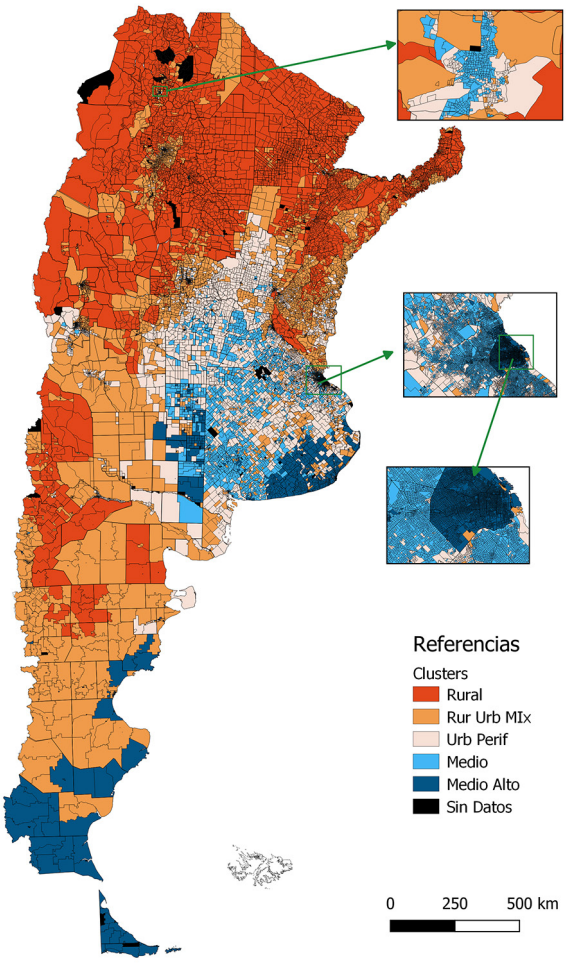
Por otro lado, un tercer grupo, que corresponde al 22,2% del total de casos, está conformado principalmente por radios urbanos periféricos a las ciudades, representando a la población urbana que más sufre la falta de acceso a las fuentes energéticas de gas y electricidad. En él se observan altos valores de GDI y

NBI (10%) y un ingreso total familiar de 2,1 salarios mínimos. Su composición está descripta mediante hogares con alto hacinamiento (hay muy pocos casos de personas viviendo solas en estos radios) y bajo nivel educativo (constituido por un 51% de los jefes de hogar con máximo nivel educativo primario completo). La presión económica de estos hogares, que tienen un alto número de integrantes y un ingreso total familiar bajo con respecto a las demás agrupaciones de radios urbanos, afecta la relación entre sus ingresos y los costos de acceso a la energía, siendo el que mayores valores de IVE presenta para el espacio urbano.

Un cuarto grupo de radios, representado por hogares de clase media baja de las zonas urbanas, mantiene un bajo nivel de privación relativa, aunque por sus ingresos relativamente bajos, 2,6 salarios mínimos, y sus valores medios a altos de IVE, el costo de la energía afecta la economía de la familia. Estos hogares tienen acceso a las fuentes energéticas de gas y electricidad y presentan, en general, un nivel de hacinamiento bajo y el mayor porcentaje de hogares monoparentales (11,23% del total). Por último, los jefes de hogar de este grupo tienen un nivel educativo aproximado al de la media nacional, con un 40% de ellos con máximo nivel educativo primario completo.

Finalmente, un quinto grupo, que está compuesto por una mayor parte de radios urbanos de los centros de las ciudades y algunos radios rurales de la Pampa y Buenos Aires, pertenecientes a las zonas productivas de la Argentina. En comparación con los demás grupos, en estos radios se observan los menores valores de GDI y de IVE, por lo que presentan niveles de pobreza mínimos y el pago por el acceso a la energía no afecta la economía familiar. Además, presentan un pleno acceso a las fuentes de energía, un alto nivel educativo e ingresos dispersos y mayores a 4,1 salarios mínimos. Por último, estos hogares presentan el valor más bajo de hacinamiento y la mayor cantidad de personas viviendo solas. En la Figura 15 se expone la distribución espacial de clusters para radios censales de Argentina.

Figura 15. Distribución de clústeres para Argentina



Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010) Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

3.3. Resultado de la aplicación de Factores Principales

La aplicación del método de factores principales valida lo observado en la clusterización de variables a partir de la conformación de dos grupos bien diferenciados entre sí. En la Tabla 2 se observan las medidas de consistencia interna y participación de variables en los factores. Estos factores agrupan, por un lado, variables que estiman la falta de acceso a los energéticos y el nivel de privación relativa de los radios, y por otro, el costo que tiene el acceso y el nivel de radiación global anual que tiene el radio de referencia. La consistencia interna de los factores queda en evidencia al observar los valores de Alfa de Cronbach, de 0,868 para el primer factor y 0,545 para el segundo, lo que implica valores muy buenos y aceptables.

La conformación de factores remite a la naturaleza del comportamiento de las variables utilizadas. Así, el factor relativo al acceso a derechos elementales (que integra al índice GDI y a las variables de acceso a los energéticos) muestra que el comportamiento de esta variable es coherente entre sí, es decir que, en aquellas zonas con un mayor nivel de GDI, la población tiene problemas para poder acceder a los energéticos. Esto implica que tiene problemas para acceder a sus derechos elementales, por lo que los máximos valores del factor 1 corresponderían a una población material y socialmente excluida. Por otro lado, si bien la conformación del segundo factor no es tan buena como la del primero en términos de varianza explicada y valores del Alfa de Cronbach, indica que en las zonas en que la relación entre el gasto realizado para el acceso y el ingreso familiar total es alta, también lo es el nivel de radiación media global anual. Este dato resulta alentador, ya que, en términos generales, los hogares más afectados por el cambio de política de definición serían hogares con un alto potencial de desarrollo de aplicaciones solares.

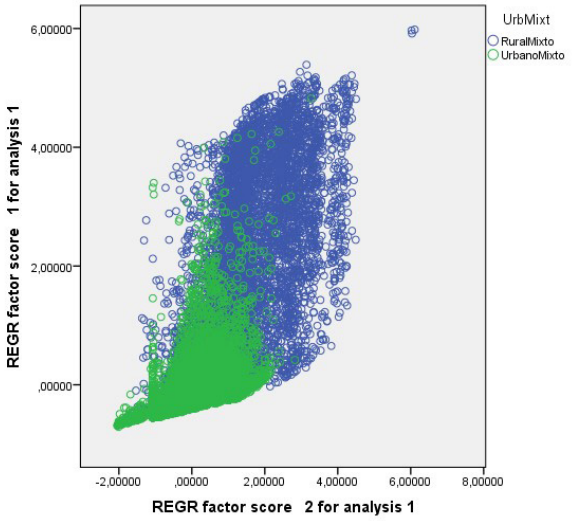
Por otro lado, con respecto a la distribución geográfica de valores de los factores, el factor 1 presenta una distribución similar al índice GDI, observando mayores valores en la zona del Norte Grande y el Litoral y menores en la región de Patagonia. De manera similar, el factor 2 presenta mayores valores en la zona norte del país, lo cual indica que, en general, la población con los más altos niveles de pobreza puede aprovechar la mayor cantidad de recurso solar en Argentina.

Tabla 2. Pruebas y resultados de la aplicación del método de factores principales

K.M.O	0,714	
Factores	Acc Derech E (F1)	Econ (F2)
Sin Gas	**1,04**	-0,133
Sin Elect.	**0,65**	0,163
GDI	**0,592**	0,281
IVE.	0,012	**0,728**
Rad Glob An	0,017	**0,497**
Alfa de Cronbach	0,868	0,545
Varianza Explicada	59,357	16,645

Elaboración propia

Figura 16. Diagrama de puntos de los radios censales para los factores 1 y 2 según su pertenencia urbana o rural



Elaboración propia

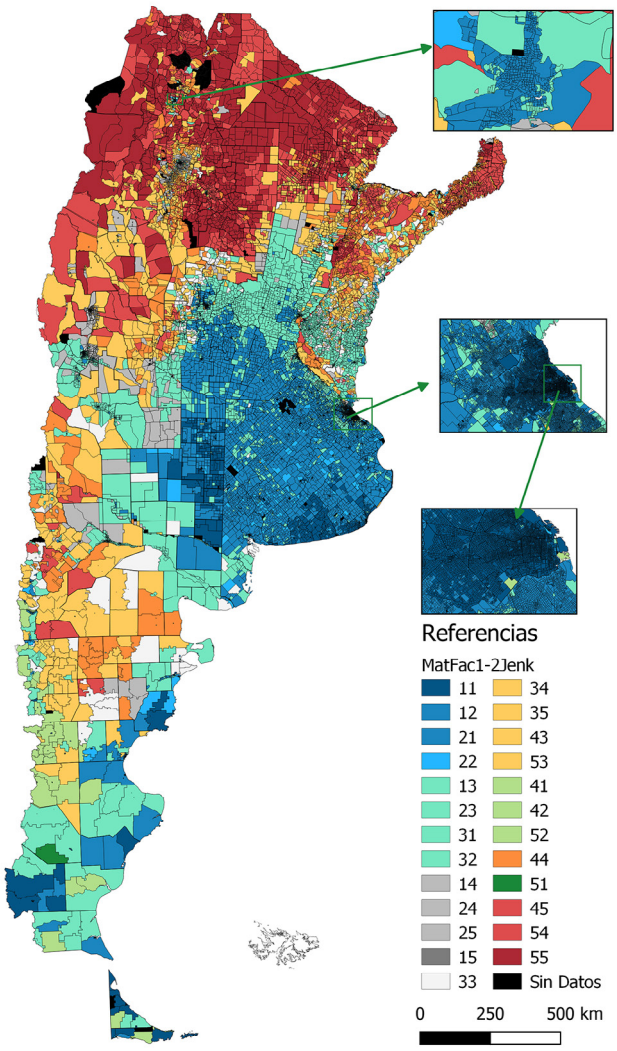
Por otro lado, en la Figura 16 se analiza la distribución de valores de los factores 1 y 2 de acuerdo a su pertenencia a zonas rurales o urbanas de Argentina. En términos generales, aquellos radios censales que exhiben los mayores valores para ambos factores se ubican en zonas rurales, mientras que los menores corresponden a áreas urbanas, lo que confirma lo observado en el análisis de clusters. Además, resulta interesante observar cómo se desarrolla la distribución de ambas dimensiones del índice. Para las zonas urbanas, los valores correspondientes al factor 1, relativo a los aspectos de pobreza y acceso a los energéticos, son mayormente mínimos. Al mismo tiempo, en esta zona, los valores correspondientes al factor 2 presentan una mayor amplitud, por lo que se comprende que, si bien en las zonas urbanas el acceso a los

energéticos y los niveles de pobreza son menores, esta tendencia no necesariamente corresponde con el costo asociado a este acceso.

A partir de la definición de intervalos mediante la aplicación del método de agrupación natural de Jenks, se visualiza la composición e intensidad con que actúan los factores para cada radio censal en la Figura 17. Allí se observa, según los colores, los valores que corresponden a la composición de la matriz elaborada a partir de la división en cinco clases para cada factor. De esta manera, los valores azules oscuros indican aquellos radios censales que tienen los mínimos para ambos factores; los rojos integran a los máximos; los grises, a aquellos que tienen un mínimo del factor 1 y máximo del 2 y los verdes, aquellos que tienen un máximo en el factor 2 y mínimo para el factor 1.

Como resulta esperable, luego de realizar la clusterización de valores, los máximos absolutos corresponden a áreas rurales del Norte Grande, mientras que los valores mínimos se ubican en las ciudades capitales de las provincias y del país. Por otro lado, las composiciones desiguales en las que se presentan los valores mínimos para el primer factor y los máximos para el segundo se encuentran en zonas intermedias, situadas entre el espacio urbano y el rural o en la periferia de los espacios urbanos, y corresponden a poblaciones con altos niveles de radiación e IVE y buen acceso a los energéticos. Finalmente, los radios con máximos valores para el primer factor y mínimos para el segundo corresponden a zonas rurales o periféricas a las zonas urbanas y se caracterizan por ser una población sin acceso a derechos elementales y con bajos valores de radiación.

Figura 17. Distribución de radios según matriz de valores Jenks



Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas (INDEC 2010) Cartografía de radios censales (INDEC 2017). Elaboración propia

4. Discusión

Los resultados presentados en este trabajo dialogan con numerosos estudios sobre desigualdad y geografía de la pobreza en Argentina, en particular, con aquellos integrados en temáticas como vulnerabilidad, pobreza energética y desarrollo energético renovable del sector residencial. De esta manera, estos resultados apuntan a la región del Norte Grande argentino como sector empobrecido estructuralmente, algo que es bien conocido en la literatura sobre privación y desigualdad en Argentina (A. Bolsi & Madariaga, 2006; A. S. C. Bolsi & Paolasso, 2009; Alfredo Bolsi, Paolasso, & Longhi, 2005). Así, en este trabajo se mantiene una fuerte coincidencia con las apreciaciones relativas al bajo acceso a derechos elementales observada por diferentes autores, (N. C. Meichtry & Fantin, 2006; N. Meichtry & Fantin, 2004; Pucci, 2000). Asimismo, la caracterización de desigualdad entre los espacios urbanos y rurales en Argentina es coincidente con la observada en la literatura (Álvarez, Gómez, & Olmos, 2007; Alfredo Bolsi, Panaia, Aparicio, & Zurita, 2000; Gerardi, 2011; Kessler, 2015; Sili, 2019). En especial, aquellos expuestos a partir de la definición del índice material de privación de Álvarez, Gómez, & Olmos, si bien obtenidos a partir de datos del censo 2001, exponen coincidencias con respecto a la distribución espacial de los hogares materialmente privados y su composición sociodemográfica, espacial y socialmente diferenciada. Por otro lado, la distribución y caracterización de la situación de informalidad laboral observada en Beccaria & Groisman (2008), según datos de la Encuesta Permanente de Hogares, es compatible con la observada aquí, para aquellos radios censales con una población urbana o mayoritariamente urbana.

Por otro lado, el empleo del concepto de privación como guía para la definición de políticas energéticas permite el diálogo con diferentes aportes que evalúan esta cuestión específicamente (Bouzarovski & Petrova, 2015; Heindl & Schuessler, 2019) y también en términos de ética, justicia social y el acceso a derechos elementales. En este sentido, los resultados aportan a la discusión sobre la definición de poblaciones foco para el desarrollo energético, en especial, al poner en relevancia que las políticas de electrificación rural deben ser integrales, y su aplicación debe ser multidimensional, es decir, coherentes con el entramado de políticas de desarrollo que se aplican sobre la misma población. En este sentido, este aporte dialoga con otros relativos a la aplicación de políticas de electrificación rural en Argentina, en particular aquellos que discuten la definición y aplicación del Programa de Energía Renovable para Mercados Rurales en Argentina (PERMER) (Martín *et al*., 2020; Schmukler, 2018). En particular, los resultados expuestos son correlativos a los observados en la caracterización de la población rural que es objeto del accionar del PERMER en la publicación de Martín *et al.* (2020).

Si bien Argentina cuenta con muy buenos antecedentes de estudios sobre la cuestión energética en clave económica y política (Kozulj, 2005; Recalde, 2011), no se cuenta con numerosos trabajos que se encarguen del desarrollo energético para el sector residencial desde una óptica socialmente inclusiva. No obstante, en los últimos años, luego del aumento tarifario para el sector residencial efectuado en el año 2016, se cuenta con aportes que discuten sobre pobreza energética en términos de los costos asociados al acceso (R. Durán & Condorí, 2019), la cuestión tarifaria (Chévez, San Juan, & Martini, 2019), las políticas para el tratamiento de los nuevos sectores vulnerables, género (Caruana & Méndez, 2019), ruralidad (Martín *et al*., 2020), y otros.

En particular, el enfoque empleado en los aportes de Chévez y San Juan (Chévez *et al.,* 2019), quienes analizan el comportamiento de consumo energético de hogares vulnerables en el marco urbano argentino, resulta un antecedente directo a esta propuesta, en los que se presenta la cuestión energética residencial en clave de la composición de vulnerabilidad económica y social. Así, los resultados señalados en esta publicación son coincidentes, en cuanto a la definición de la situación de vulnerabilidad en sus diferentes dimensiones y aportan a los presentados por estos autores en sus estudios sobre la definición de subsidios dedicados a hogares energéticamente vulnerables y su eficacia, el costo del acceso a los energéticos residenciales (Chévez, Martini, & Discoli, 2018) y la planificación energética de la matriz renovable para su aplicación residencial (Chévez, 2016). En el mismo sentido, se han publicado trabajos que analizan los actos de resistencia y la producción de sentido de los hogares socio-económicamente vulnerables con respecto a los aumentos tarifarios que se vienen aplicando en Argentina (Slimovich, 2017; Wyczykier, 2018). Estos aportes, que revisan la dimensión política, discursiva e ideológica de los hogares urbanos energética y socialmente vulnerables en relación a la adecuación tarifaria, presentan caracterizaciones muy similares, con respecto a la situación de precarización laboral, hacinamiento y costo asociado al acceso, que las presentadas en esta publicación.

En cuanto a la metodología, este aporte forma parte del universo de estudios sobre la cuestión social y ambiental a partir de la aplicación de técnicas de análisis de grandes datos. En este sentido, dialoga directamente con trabajos que evalúan la situación de vulnerabilidad y privación en hogares con respecto a la disponibilidad de energéticos residenciales, su calidad y uso (Chévez, Barbero, Martini, & Discoli, 2017; Hassani, Yeganegi, Beneki, Unger, & Moradghaffari, 2019; Wang, Li, Yuan, & Sun, 2017). En este sentido, el trabajo contribuye a los nuevos estudios de pobreza a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis de grandes datos y agrupamiento (Hassani *et al*., 2019; Njuguna & McSharry, 2017), entre los que se cuenta con experiencias de análisis de pobreza energética y también la definición de indicadores de pobreza y vulnerabilidad.

Finalmente, los resultados obtenidos posibilitan el planteo de estudios específicos que generen información útil y precisa para la definición de políticas de desarrollo energético residencial basadas en energías renovables. Esto, en el marco de la definición de ciudades inteligentes y la generación residencial, resulta una alternativa útil en países como Argentina, que destina más de un 1,3% de su producto bruto interno al pago de subsidios al consumo residencial de energía.

5. Conclusiones

En esta publicación se ha discutido el concepto de políticas de desarrollo energético a partir del estado de acceso a los derechos elementales que tiene la población. Esta vía de análisis se presenta como un proceso novedoso para la conformación de políticas de desarrollo energético. Así, se observa que, inclusive desde una perspectiva netamente económica, teniendo en cuenta el alto impacto del aumento en las tarifas en la población y la baja en los costos de las tecnologías de energías solar, la utilización de sistemas basados en energía solar es una alternativa sumamente plausible para lograr el acceso a derechos elementales a poblaciones de Argentina que históricamente han sido negados.

Por otro lado, a partir del análisis de clústeres de variables, se ha comprendido que la acción política relativa al desarrollo tecnológico aplicado al sector residencial no tendrá efectos de cambio en el estado de privación o de falta de acceso a derechos elementales, a menos que esté comprendida como una política integral. Así, esto será posible a partir de una perspectiva multicultural, que busque mejorar el estado de la población de una manera integral, ya que no basta con electrificar o aplicar una tecnología bien definida en términos de su eficiencia. Siguiendo a A. Sen (1981), existe una diferencia entre el acceso a derechos elementales y su capacidad de ejercicio como manifestación de la libertad personal. En este sentido, poco vale brindar sólo el acceso a la electricidad, si esto no es acompañado con la mejora de otros aspectos de la vida material y social de la población. A partir de la aplicación de métodos de clúster se ha agrupado naturalmente los valores de las variables analizadas. Vale destacar que, independientemente de las características específicas del caso argentino, si bien la definición de las agrupaciones depende del valor de las variables, cuentan con un respaldo teórico que permite validarlas, que ya son previstas en la bibliografía. Esto permite plantear la escalabilidad del procedimiento de trabajo en otros espacios distintos al argentino. Los cinco grupos que han resultado de esa aplicación, han sido descriptos en términos de los valores de las variables y según su relación con otras variables pertenecientes al formulario básico del Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2010. Como resultado, a partir de las diferencias de estos grupos se han sugerido estrategias para la aplicación de sistemas de energía solar en los hogares. Así, se observa que el conjunto de hogares denominados "rurales" sería un buen candidato para la aplicación de políticas de electrificación como las que se disponen mediante la aplicación del programa PERMER, junto con otras acciones que busquen efectivizar el acceso a derechos básicos, tales como educación y salud.

Por otro lado, los hogares englobados en "urbano mixto" presentan características de privación material y pobreza por ingresos, aunque no tan altos como los del primer grupo y se presentan como buenos candidatos para la aplicación de políticas de electrificación y mejora de eficiencia térmica de la vivienda, esta población, fuertemente comprendida por trabajadores estacionales, además necesita de la presencia del Estado para el cumplimiento de los regímenes de trabajo que evitan su explotación (Egan, 2013) y la ampliación del acceso a la educación básica. Un tercer grupo, de hogares "urbanos periféricos", que está compuesto por pobres estructurales que habitan el espacio urbano, cuenta en su mayor parte con acceso a la energía, pero con altos costos con respecto al ingreso total familiar. Para este grupo, se recomiendan acciones que busquen la mejora de la eficiencia térmica, regulación de conexiones eléctricas, y la aplicación de subsidios que ataquen el costo de la energía. Además de políticas de mejora de acceso a la educación media y de regularización de trabajos informales.

Asimismo, una cuarta agrupación que corresponde al nivel socio económico medio bajo de hogares urbanos y que presenta un nivel educativo cercano a la media nacional, se presenta como un buen candidato para la aplicación de políticas de eficiencia térmica y de consumo energético a partir del reemplazo de artefactos por aquellos con una mejor eficiencia en el consumo energético, además de acciones que busquen la mejora de acceso a la educación media y la regularización de la situación de trabajo informal. Finalmente, se encuentra un quinto grupo, comprendido por hogares de un nivel socioeconómico medio y alto, que corresponde a aquellos con el menor nivel de pobreza por ingresos y privación material. En estos hogares el acceso a los derechos básicos está cubierto, por lo que las definiciones de políticas de inclusión social energética deberían estar enfocadas a acciones que sirvan a las distintas agrupaciones en su conjunto, por ejemplo, la mejora de consumo energético de estas viviendas o el cobro diferencial de tarifas por exceso en el consumo energético, que redundará en un beneficio para el conjunto de hogares argentinos.

Por otro lado, a partir del análisis de factores principales se ha descripto la conformación de dos factores bien constituidos, por un lado, aquel que visibilizan las problemáticas de acceso a derechos elementales, entre los que se encuentra el acceso a la energía, y, por otro lado, la carga económica que implica para el hogar el acceso a la energía junto con el recurso solar disponible. A partir del análisis geográfico y de distribución de los valores de estos factores se comprende que el primero es coincidente con los resultados exhibidos en diferentes aportes que analizan la situación de pobreza estructural en el interior del país, que detallan la situación de desigualdad y pobreza estructural de la región norte del país, llamada "Norte Grande". Por otro lado, la distribución geográfica de los valores del segundo factor presenta un comportamiento similar al del primero, lo cual evidencia la situación de pobreza por ingresos vinculada a la carga del costo de la energía y el hecho de que, coincidentemente, los espacios con mejor recurso solar estén ocupados por población con una mayor privación material.

Finalmente, se espera que el análisis realizado en esta publicación resulte útil para guiar, con un sentido inclusivo, la conformación de políticas de desarrollo de la energía solar con base residencial en Argentina. A partir de esto, se podrá atender la problemática de pobreza energética que afecta fuertemente a los hogares, como también, generar efectos beneficiosos en la economía familiar y local a partir del ahorro en el costo del acceso a la fuente energética.

Financiación

Este articulo comprende una serie de desarrollos financiados a partir de una beca de doctoral y mediante el proyecto "Evaluación de aspectos socio culturales, energéticos y ambientales para la planificación y desarrollo sustentable de la energía solar en Salta" PIP 112- 201501- 00892, ambos financiado por el Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y dirigidos por el Dr. Miguel Ángel Condorí.

Agradecimientos

Los autores queremos expresar nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC), por poner a disposición las bases de microdatos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Referencias

Alazraki, R., & Haselip, J. (2007). Assessing the uptake of small-scale photovoltaic electricity production in Argentina: The PERMER project. *Journal of Cleaner Production*, *15*(2), 131-142. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.015

Allcott, H., Mullainathan, S., & Taubinsky, D. (2014). Energy policy with externalities and internalities. *Journal of Public Economics*, *112*, 72-88. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.01.004

Altomonte, H. (2019). Pobreza Energética e Inclusión Social. *Decarbonization, Efficiency and Affordability: New Energy Markets in Latin America, 7th ELAEE/IAEE Latin American Conference, March 10-12, 2019*. International Association for Energy Economics.

Altomonte, H., Coviello, M., & Lutz, W. F. (2003). *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Restricciones y perspectivas*. CEPAL.

Álvarez, G., Gómez, A., & Olmos, M. F. (2007). Pobreza y comportamiento demográfico en Argentina: La heterogeneidad de la privación y sus manifestaciones. *Papeles de población*, *13*(51), 77-110.

Amico, F. (2020). La macroeconomía de Macri: Adiós represión financiera, bienvenido nuevo default. *Circus Revista Argentina de Economía*, (Numero 17). Recuperado de https://circusrevista.com.ar/wp-content/uploads/04-Amico-La-macroeconom%C3%ADa-de-Macri-52-89.pdf

Armijo, G., Roubelat, L., Jara, P., & Whitman, C. (2016). Pobreza Energética: Perspectiva Desde La Intervención Urbana, Edificación Y El Medio Ambiente. *Cuidad y Arquitectura*, *152*.

Atasoy, T., Akınç, H. E., & Erçin, Ö. (2015). An analysis on smart grid applications and grid integration of renewable energy systems in smart cities. *2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, 547-550. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICRERA.2015.7418473

Atkinson, A. B. (2003). Multidimensional deprivation: Contrasting social welfare and counting approaches. *The Journal of Economic Inequality*, *1*(1), 51-65. https://doi.org/10.1023/A:1023903525276

Barragán-Escandón, E., Zalamea-León, E., Terrados-Cepeda, J., & Vanegas-Peralta, P. (2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. *EURE (Santiago)*, *45*(134), 259-277. https://doi.org/10.4067/S0250-71612019000100259

Basualdo, E., Azpiazu, D., Abeles, M., Arza, C., Forcinito, K., Pesce, J., & Schorr, M. (2002). El proceso de privatización en la Argentina: La renegociación con las empresas privatizadas–revisión contractual y supresión de privilegios y de rentas extraordinarias. *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Sede Argentina. Área de Economía y Tecnología*.

Bazilian, M., Nakhooda, S., & Van de Graaf, T. (2014). Energy governance and poverty. *Energy Research & Social Science*, *1*, 217-225. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.03.006

Bernstein, M., & Crosby, F. (1980). An empirical examination of relative deprivation theory. *Journal of Experimental Social Psychology*, *16*(5), 442-456. https://doi.org/10.1016/0022-1031(80)90050-5

Bhide, A., & Monroy, C. R. (2011). Energy poverty: A special focus on energy poverty in India and renewable energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15*(2), 1057-1066. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.044

Bolsi, A., & Madariaga, H. (2006). Caracterización de los niveles de pobreza en el Norte Grande Argentino. *Bs. As.: Mineo*.

Bolsi, A. S. C., & Paolasso, P. (Eds.). (2009). *Geografía de la pobreza en el norte grande argentino* (1. ed). Tucumán: Instituto de Investigaciones Geohistóricas, CONICET : Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Argentina : Instituto Superior de Estudios Sociales, CONICET-UNT.

Bolsi, Alfredo, Panaia, M., Aparicio, S., & Zurita, C. (2000). La población urbana-rural del noroeste argentino en el siglo XX. *Marta Panaia, Susana Aparicio y Carlos Zurita (coords.), Trabajo y población en el noroeste argentino, La Colmena, Buenos Aires*, 41-58.

Bolsi, Alfredo, Paolasso, P., & Longhi, F. (2005). El Norte Grande Argentino entre el progreso y la pobreza. *Población & sociedad*, *12*(1), 231-270.

Bouzarovski, S. (2014). Energy poverty in the E uropean U nion: Landscapes of vulnerability. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, *3*(3), 276-289. https://doi.org/10.1002/wene.89

Bouzarovski, S., & Petrova, S. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, *10*, 31-40. https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007

Bradbrook, A. J., & Gardam, J. G. (2006). Placing Access to Energy Services within a Human Rights Framework. *Human Rights Quarterly*, *28*(2), 389-415. https://doi.org/10.1353/hrq.2006.0015

Bradshaw, J. (2014). *Energy and Social Policy (Routledge Revivals)*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315735566

Brent, A. C., & Rogers, D. E. (2010). Renewable rural electrification: Sustainability assessment of mini-hybrid off-grid technological systems in the African context. *Renewable Energy*, *35*(1), 257–265. https://doi.org/10.1016/j.renene.2009.03.028

Calvillo, C. F., Sánchez-Miralles, A., & Villar, J. (2016). Energy management and planning in smart cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *55*, 273-287. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.133

Caruana, M. E. C., & Méndez, F. M. (2019). La pobreza energética desde una perspectiva de género en hogares urbanos de Argentina. *SaberEs*, *11*(2), 133-151. https://doi.org/10.35305/s.v11i2.186

Castro, C. (2010). Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología. *H-Industri@*, *4*(6), 2.

Chévez, P., Barbero, D., Martini, I., & Discoli, C. (2017). Application of the k-means clustering method for the detection and analysis of areas of homogeneous residential electricity consumption at the Great La Plata region, Buenos Aires, Argentina. *Sustainable Cities and Society*, *32*, 115-129. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.019

Chévez, P. J. (2016). *Análisis de medidas de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial* (PhD Thesis). Universidad Nacional de Salta.

Chevez, P. J. (2018). *Construcción de escenarios urbano-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*.

Chévez, P. J., Martini, I., & Discoli, C. (2018). Análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en el sector residencial de Argentina (1995-2014). *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, *57*(2), 162-188. https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v57i2.5923

Chévez, P., San Juan, G., & Martini, I. (2019). Alcances y limitaciones de la 'tarifa social'eléctrica en urbanizaciones informales (La Plata, Buenos Aires). *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, (26), e034-e034. https://doi.org/10.37838/unicen/est.26-034

Clancy, J., Oparaocha, S., & Roehr, U. (2004). *Gender equity and renewable energies*.

Cottrell, F. (2009). *Energy & society: The relation between energy, social change, and economic development*. AuthorHouse. Recuperado de https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=2B_fey42ul0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=energy+and+social+development&ots=6OcpVILT52&sig=bANmZNufOOVMwCsi6tEoYXUhhro

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, *16*(3), 297-334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

Dehays, J., & Schuschny, A. (2018). Una propuesta de indicadores para medir la pobreza energética en América Latina y el Caribe. *ENERLAC. Revista de energía de Latinoamérica y el Caribe*, *2*(2), 106-124.

Del Río, P., & Burguillo, M. (2008). Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. *Renewable and sustainable energy reviews*, *12*(5), 1325-1344. https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.03.004

Ding, W., Wang, L., Chen, B., Xu, L., & Li, H. (2014). Impacts of renewable energy on gender in rural communities of north-west China. *Renewable energy*, *69*, 180-189. https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.027

Durán, R., & Condorí, M. (2019). Evolución de la pobreza energética en Argentina durante el período 2002-2018. Oportunidades para las energías renovables. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, *5*, 430-437.

Durán, R. J., & Condorí, M. Á. (2019). Deprivation Index for Small Areas Based on Census Data in Argentina. *Social Indicators Research*, 141, 331-363. https://doi.org/10.1007/s11205-017-1827-6

Egan, J. F. (2013). Del Estatuto del Peón al Régimen de Trabajo Agrario: Avances y retrocesos en la regulación del trabajo rural. *X Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.

Escobar, R., Gamio, P., Moreno, A. I., Castro, A., Cordero, V., & Vásquez, U. (2016). *Energización rural mediante el uso de energías renovables para fomentar un desarrollo integral y sostenible*. Lima-Perú: Impreso Por Gráfica Bracamonte.

Fraley, C., & Raftery, A. E. (1998). How Many Clusters? Which Clustering Method? Answers Via Model-Based Cluster Analysis. *The Computer Journal*, *41*(8), 578-588. https://doi.org/10.1093/comjnl/41.8.578

Fraschina, S. (2018). *En los últimos tres años, los servicios públicos aumentaron hasta un 2.000%*. Universidad Nacional de Avellaneda. Recuperado de http://undav.edu.ar/general/recursos/adjuntos/22096.pdf

García Ochoa, R. (2014). *Pobreza energética en América Latina*. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/handle/11362/36661

Garrido, S., Belmone, S., Franco, J., Discoli, C. A., Viegas, G. M., Martini, I., … Chévez, P. J. (2016). Políticas públicas y estrategias institucionales para el desarrollo e implementación de energías renovables en Argentina (2006-2016). *XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente (ASADES) (La Plata, 2016)*.

Gerardi, A. (2011). *Argentina: Ingresos, gastos y niveles de vida de los hogares rurales; un análisis a partir de las encuestas de niveles de vida y producción*. Serie Estudios e Investigaciones.

González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *47*, 377-385. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013

González Ríos, I. G. (2019). Energías renovables: La prioridad de la eficiencia. En F. López Ramón (Coord.), Observatorio de Políticas Ambientales 2018 (pp. 685-704). Recuperado de https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2019/07/OPAM-2018-on-line.pdf#page=692

Guido, L. M., & Carrizo, S. C. (2016). Innovaciones tecnológicas en "redes eléctricas inteligentes": Políticas públicas y experiencias locales en Argentina. *L'Ordinaire des Amériques*, (221). https://doi.org/10.4000/orda.3134

Hassani, H., Yeganegi, M. R., Beneki, C., Unger, S., & Moradghaffari, M. (2019). Big Data and Energy Poverty Alleviation. *Big Data and Cognitive Computing*, *3*(4), 50. https://doi.org/10.3390/bdcc3040050

Heindl, P., & Schuessler, R. (2019). A deprivation-based assessment of energy poverty: Conceptual problems and application to Germany. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, (19-036). https://doi.org/10.2139/ssrn.3454425

Hernández Verdugo, E. A. (2018). *Detección de parcelas urbanas con presencia de pobreza energética*.

Huang, Y. (1989). Triangular irregular network generation and topographical modeling. *Computers in industry*, *12*(3), 203-213. https://doi.org/10.1016/0166-3615(89)90067-5

INDEC (2010). "Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas" base de microdatos, de sus cuestionarios básicos y ampliados. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-BasesDeDatos-6

INDEC (2017) "Unidades Geoestadísticas - Cartografía y códigos geográficos del Sistema Estadístico Nacional". Recuperado de https://sitioanterior.indec.gob.ar/codgeo.asp

INDEC. (2020). *Informe Técnico Vol 3 N° 182 Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Primer semestre de 2019*. 18.

Instituto Geográfico Nacional. *"Mapa base de provincias y limite interdepartamental o de partido" Base de datos geográfica*. Recuperado de https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG

Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM computing surveys (CSUR)*, *31*(3), 264-323. https://doi.org/10.1145/331499.331504

Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H., & Rehner, R. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, *11*, 174-182. https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.004

Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International yearbook of cartography*, *7*, 186-190.

Kaiser, M. O. (1974). Kaiser-Meyer-Olkin measure for identity correlation matrix. *Journal of the Royal Statistical Society*, *52*.

Kanagawa, M., & Nakata, T. (2008). Assessment of access to electricity and the socio-economic impacts in rural areas of developing countries. *Energy Policy*, *36*(6), 2016-2029. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.01.041

Kaygusuz, K. (2011). Energy services and energy poverty for sustainable rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15*(2), 936-947. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.003

Kaygusuz, Kamil. (2012). Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(2), 1116-1126. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.013

KAYR\DJ, M. (2007). Two-step clustering analysis in researches: A case study. *Eurasian Journal of Educational Research*, *28*, 89-99.

Kessler, G. (2015). *Controversias sobre la desigualdad: Argentina, 2003-2013*. Fondo de Cultura Económica. Recuperado de https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=VaT4CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=pobreza+y+desigualdad+en+argentina&ots=dNcWrHN2fo&sig=B1BT3rrj3LHksGDA-iN2YLARD7Y

Kozulj, R. (2005). La crisis energética de la Argentina: Orígenes y perspectivas. *Fundación Bariloche IDEE paper*, 7. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Kozulj/publication/266074748_La_crisis_energetica_de_la_Argentina_origenes_y_perspectivas/links/562e3bca08ae22b17035d65a/La-crisis-energetica-de-la-Argentina-origenes-y-perspectivas.pdf

Kozulj, R. (2015). *El sector energético argentino. Un análisis integrado de sus problemas, impactos y desafíos macroeconómicos*. Editorial UNRN. Recuperado de http://repositorioinstitucional.lia.unrn.edu.ar:8080/jspui/handle/20.500.12049/62

Langevin, M. S. (2011). Social inclusion, environmental sustainability, and Brazil's national biodiesel production and use policy: The critical case of Agropalma. *Renewable Energy L. & Pol'y Rev.*, *2*, 223.

Lehr, U., Lutz, C., & Edler, D. (2012). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*, *47*, 358-364. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.076

Liang, Y., Yu, B., & Wang, L. (2019). Costs and benefits of renewable energy development in China's power industry. *Renewable Energy*, *131*, 700-712. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.079

Likas, A., Vlassis, N., & Verbeek, J. J. (2003). The global k-means clustering algorithm. *Pattern recognition*, *36*(2), 451-461. https://doi.org/10.1016/S0031-3203(02)00060-2

Martín, M. M. I., Guzowski, C., & Maidana, F. (2020). Pobreza energética y exclusión en Argentina: Mercados rurales dispersos y el programa PERMER. *Revista Reflexiones*, *99*(1).

McCauley, D. A., Heffron, R. J., Stephan, H., & Jenkins, K. (2013). Advancing energy justice: The triumvirate of tenets. *International Energy Law Review*, *32*(3), 107-110.

Meichtry, N. C., & Fantin, M. A. (2006). Pobreza en el Norte Grande: Determinación de niveles con un indicador integrado de privaciónde medios de vida. *Folia Histórica del Nordeste*, 16, 247-265. https://doi.org/10.30972/fhn.0163432

Meichtry, N., & Fantin, A. (2004). Discusiones operacionales acerca del IPMV en la medición de la pobreza en el norte grande argentino. *I Congreso de la Asociación latinoamericana de Población*. Recuperado de http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_alap/PDF/alap2004_266.pdf

Meza, V. S. (2017). Las alianzas público-privadas como elemento de gestión de las ciudades inteligentes. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (72), 15-31. https://doi.org/10.35485/rcap72_1

Mojena, R. (1977). Hierarchical grouping methods and stopping rules: An evaluation. *The Computer Journal*, *20*(4), 359-363. https://doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359

Newby, P. K., & Tucker, K. L. (2004). Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: A review. *Nutrition reviews*, *62*(5), 177-203. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2004.tb00040.x

Nguyen, K. Q. (2007). Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. *Energy Policy*, *35*(4), 2579-2589. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.004

Njuguna, C., & McSharry, P. (2017). Constructing spatiotemporal poverty indices from big data. *Journal of Business Research*, *70*, 318-327. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.005

National Renewable Energy Laboratory & Solar and Wind Energy Resource Assessment (2010). Base de datos geográfica de radiación global anual sobre plano horizontal. Recuperado de https://openei.org/doe-opendata/dataset/swera

Nussbaumer, P., Bazilian, M., & Modi, V. (2012). Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(1), 231-243. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150

Okushima, S. (2016). Measuring energy poverty in Japan, 2004–2013. *Energy Policy*, *98*, 557-564. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.005

Ortiz Calderón, J. F. (2015). *La contribución de las energías renovables al desarrollo económico, social y medioambiental*.

Owen, A. D. (2006). Renewable energy: Externality costs as market barriers. *Energy policy*, *34*(5), 632-642. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.017

Pachauri, S., & Spreng, D. (2004). Energy Use and Energy Access in Relation to Poverty. *Economic and Political Weekly*, *39*(3), 271-278.

Painuly, J. P. (2001). Barriers to renewable energy penetration; a framework for analysis. *Renewable energy*, *24*(1), 73-89. https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00186-5

Pampalon, R., Hamel, D., Gamache, P., Philibert, M. D., Raymond, G., & Simpson, A. (2012). An area-based material and social deprivation index for public health in Québec and Canada. *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Sante'e Publique*, S17-S22. https://doi.org/10.1007/BF03403824

Parag, Y., & Janda, K. B. (2014). More than filler: Middle actors and socio-technical change in the energy system from the "middle-out". *Energy Research & Social Science*, *3*, 102-112. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.07.011

Paredes, J. R., & Ramirez, J. J. (2017). Energías renovables variables y su contribución a la seguridad energética. *Banco Interam. Desarro*, 62.

Pendón, M. M., Williams, E. A., Cibeira, N., Couselo, R., Crespi, G., & Tittonel, M. (2017). Energía renovable en Argentina: Cambio de paradigma y oportunidades para su desarrollo. *IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería (La Plata, 2017)*.

Pinto Siabato, F. (2004). *Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán*.

Pucci, R. (2000). Evolución de la pobreza estructural en el norte argentino según los censos de 1980 y 1991. *Trabajo y población en el Noroeste Argentino*.

Rae, C., & Bradley, F. (2012). Energy autonomy in sustainable communities—A review of key issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(9), 6497-6506. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.08.002

Recalde, M. (2011). Energy policy and energy market performance: The Argentinean case. *Energy Policy*, *39*(6), 3860-3868. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.022

Recalde, M. (2017). La Inversión en Energías Renovables en Argentina. *Revista de economía institucional*, *19*(36), 231-254. https://doi.org/10.18601/01245996.v19n36.09

Recalde, M., & Ramos-Martin, J. (2012). Going beyond energy intensity to understand the energy metabolism of nations: The case of Argentina. *Energy*, *37*(1), 122-132. https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.011

Reddy, S., & Painuly, J. P. (2004). Diffusion of renewable energy technologies—Barriers and stakeholders' perspectives. *Renewable Energy*, *29*(9), 1431-1447. https://doi.org/10.1016/j.renene.2003.12.003

Righini, R., Gallegos, H. G., & Raichijk, C. (2005). Approach to drawing new global solar irradiation contour maps for Argentina. *Renewable Energy*, *30*(8), 1241-1255. https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.10.010

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of computational and applied mathematics*, *20*, 53-65. https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7

Sáenz, J., Salerno, J., Arraña, I., Marino, E., Bertinat, P., Chemes, J., … Di Ruscio, N. (s. f.). Redes inteligentes. Estado actual y su influencia en el aprovechamiento de las energías renovables. Planteo de un caso piloto en Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 7.15-7.25. Recuperado de https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2012/2012-t007-a008.pdf

Scheer, H. (2012). *Energy autonomy: The economic, social and technological case for renewable energy*. Earthscan. https://doi.org/10.4324/9781849771122

Schmukler, M. (2018). *Electrificación rural en Argentina: Alcances y limitaciones del Programa de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) en la provincia de Jujuy* (Tesis de Maestría). Recuperado de http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/893

Sen, A. (1981). *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation*. Oxford university press. Recuperadode https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=FVC9eqGkMr8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=amartya+sem+poverty&ots=htVZHgkXKn&sig=CT4AD3PPx2wTHM4SHx4it10JUO4

Sili, M. (2019). Argentina, territorio desequilibrado par excellence. *Perspectives on rural development*, *2018*(2), 155-176.

Slimovich, A. (2017). Los enunciadores políticos de la protesta por el aumento de tarifas en Argentina. Un análisis hipermediático de un movimiento social contemporáneo. *De Signos y Sentidos,* (18), 9-34. https://doi.org/10.14409/ss.v0i18.6912

Sovacool, B. K., Heffron, R. J., McCauley, D., & Goldthau, A. (2016). Energy decisions reframed as justice and ethical concerns. *Nature Energy*, *1*(5), 1-6. https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.24

Thomson, H., Bouzarovski, S., & Snell, C. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, *26*(7), 879-901. https://doi.org/10.1177/1420326X17699260

Tully, S. (2006). The Human Right to Access Electricity. *The Electricity Journal*, *19*(3), 30-39. https://doi.org/10.1016/j.tej.2006.02.003

Urmee, T., Harries, D., & Schlapfer, A. (2009). Issues related to rural electrification using renewable energy in developing countries of Asia and Pacific. *Renewable Energy*, *34*(2), 354-357. https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.004

Wang, B., Li, H.-N., Yuan, X.-C., & Sun, Z.-M. (2017). Energy poverty in China: A dynamic analysis based on a hybrid panel data decision model. *Energies*, *10*(12), 1942. https://doi.org/10.3390/en10121942

Wyczykier, G. (2018). Las disputas por el gas: Tarifazo, acción colectiva y servicio público en la Argentina reciente. *Realidad económica*, *47*(319), 75-107.

Yan, Q., Wan, Y., Mikalauskas, I., & Mikalauskiene, A. (2017). Smart grids for renewable energy: costs and benefits. *Transformations in Business & Economics*, *16*.