

Análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en el sector residencial de Argentina (1995-2014)

PEDRO CHÉVEZ¹ ✉ | IRENE MARTINI² | CARLOS DISCOLI³

Recibido: 09/04/2017 | Aceptado: 30/09/2017

Resumen

Se presenta un análisis del consumo eléctrico residencial argentino con el objetivo de comprender: (i) la interacción entre variables climáticas y socio-demográficas en la determinación del consumo eléctrico residencial de las diferentes regiones del país; (ii) la interacción entre dichas variables y el equipamiento domiciliario en la determinación de la demanda eléctrica residencial de las distintas provincias del país; (iii) la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la evolución del equipamiento a nivel nacional (1995-2014); (iv) la relación entre la demanda por usuario, salario real y tarifa utilizando como ejemplo a la ciudad de La Plata (1995-2014).

Para ello, se utiliza cartografía temática, bases de datos climáticas y energéticas, el Censo Nacional y la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares (ENGHo), que permiten caracterizar municipios y provincias, recopilar información de años anteriores, construir indicadores de equipamiento y analizar series históricas.

Se observa que las mayores demandas eléctricas se presentan en regiones cálidas, justificadas por el uso del equipamiento de climatización de verano. El crecimiento histórico de la demanda a nivel nacional muestra una evolución prácticamente lineal, justificada la incorporación y el recambio de equipamiento. Asimismo, la evolución del consumo por usuario no demuestra relaciones asociadas a cambios tarifarios, subsidios o salarios.

Palabras clave: sector residencial; hábitat; tarifas energéticas; Argentina; consumo eléctrico.

Abstract

Territorial and temporal analysis of electrical consumption in the residential sector of Argentina (1995-2014)

This paper presents an analysis of the Argentinean residential electricity consumption with the objective of understanding: (i) the interaction between climatic and socio-demographic variables in the determination of the residential electricity consumption of the different regions of the

1. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. che.pedro@hotmail.com

2. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. irenemartini@conicet.gov.ar

3. Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. discoli@rocketmail.com

country; (ii) the interaction between these variables and household equipment in the determination of residential electricity demand in the different provinces of the country; (iii) the relationship between the demand per user trajectory and the evolution of the home appliances at the national level (1995-2014); and (iv) the relationship between the trajectory of demand per user, the real wage and subsidies in the last decades using as a case study the city of La Plata (1995-2014).

For this purpose, thematic cartography, climate and energy databases, the National Census and the National Survey of Household Expenditures (ENGHo) are used to characterize municipalities and provinces, to collect information from previous years, to construct equipment indicators and to analyze historical series.

It is observed that the greatest demands are observed in warm regions, justified by the use of HVAC systems. The historical growth of demand at the national level shows a practically linear evolution, justified by the incorporation and the replacement of equipment. Likewise, the evolution of consumption per user does not demonstrate direct relations with tariff changes, subsidies or salaries.

Keywords: residential sector; habitat; energy tariffs; Argentina; electricity consumption.

Résumé

Analyse territoriale et temporaire de la consommation électrique dans le secteur résidentiel de l'Argentine (1995-2014)

Ce travail représente un analyse de la consommation électrique résidentiel argentine avec l'objectif de comprendre: (i) l'interaction entre les variables climatiques et sociodémographiques dans la détermination de la consommation d'électricité résidentielle des différentes régions du pays; (ii) l'interaction entre ces variables et l'équipement ménager dans la détermination de la demande d'électricité résidentielle dans les différentes provinces du pays; (iii) la relation entre le chemin de la demande par usager et l'incorporation ou remplacement de l'équipement au niveau national (1995-2014); et (iv) la relation entre le chemin de la demande par usager, le salaire réel et le prix, on prend comme situation d'étude la ville de La Plata (1995-2014).

Pour ce faire, la cartographie thématique est utilisé, ainsi que des bases de données sur le climat, l'énergie, du Recensement National et Enquête sur les Dépenses des Ménages (ENGHo). Ceux-ci permettent de caractériser et de comparer les groupes de provinces, ainsi que de recueillir des informations des années précédentes, construire des indicateurs d'équipement et d'analyser des séries historiques.

On observe que les plus hautes demandes de l'énergie électrique au niveau national s'observent aux régions chaudes, ces demandes justifiées pour l'usage de l'équipement de climatisation d'été. La croissance historique de la demande au niveau national on trouve un comportement pratiquement linéaire soutenu pour un impact clair de l'incorporation et recharge de l'équipement. En outre, l'évolution de la consommation moyenne par usager ne montre pas les relations directes associées au changement des taux, aides ou conditions salariales.

Mots-clés: secteur résidentiel; le logement; les tarifs de l'énergie; Argentina; consommation électrique.

1. Introducción

El contexto energético nacional de los últimos años ha introducido en la agenda mediática, política y científica de la Argentina el debate acerca de los principales problemas que afectan al sector. Esto ha sido provocado por la situación compleja que atraviesa la Argentina en materia de energía, la cual es producto de un largo proceso de transformaciones que han configurado el actual sistema eléctrico e hidrocarburífero. En el caso del sistema eléctrico, los principales problemas se manifiestan tanto en el sector de la distribución como en la generación. La distribución presenta un claro retraso en materia de inversiones en sus infraestructuras que se traducen en cortes de suministro masivos fundamentalmente en verano (Decreto 134, 2015). Bajo esta circunstancia, la generación no ha logrado cubrir picos de demanda en momentos específicos del año, situación ocasionada por el sostenido incremento en el consumo total con una tasa cercana al cinco por ciento anual. A su vez, la Argentina posee una matriz de generación eléctrica poco diversificada, altamente dependiente de los combustibles fósiles (Garrido, 2016) y de manera conjunta se observa un proceso de declive en la producción local de hidrocarburos (Barrera, Sabbatella y Serrani, 2012). Esta coyuntura obliga al Estado a importar combustibles periódicamente, ocasionando una importante salida de divisas para la balanza comercial (INDEC, 2014).

Por su parte, es de destacar que el rápido incremento en el consumo total de energía, impulsado por el crecimiento económico de la última década, fue uno de los factores que dejó al descubierto severas fallas en la infraestructura, manifestándose, por ejemplo, en grandes cortes de suministro eléctrico durante diciembre de 2013. En este sentido, entre 2003 y 2012, el PBI de Argentina pasó de 138 mil millones de USD/año a 580 mil millones de USD/año y la tasa de crecimiento del consumo energético total fue del 3,29% anual, cuyo valor para el período 1993-2002 había sido del 1,94% anual. A pesar de ello, la bibliografía específica del tema aborda con frecuencia la problemática energética nacional desde el sector de la oferta. Mientras que en el caso del sector de la demanda, en general, se pueden encontrar publicaciones que se circunscriben a provincias o ciudades, a excepción de algunos pocos casos que analizan el problema a escala nacional. Un hecho similar ocurre en los debates actuales acerca de la determinación de las tarifas energéticas, donde tiende a omitirse al usuario como un actor de importancia y, en contraposición, se valorizan los intereses de las generadoras, distribuidoras o transportistas. Un reflejo de este hecho se verifica en las modificaciones tarifarias de comienzos de 2016, donde las facturas de los usuarios sufrieron incrementos del orden del 500% (Sticco, 2016; «Rigen las nuevas tarifas eléctricas», 2016; Infoleg, 2016). Si bien el sector de la oferta presenta complejidades y problemáticas que son necesarias de comprender, el sector de la demanda, en este caso residencial, también posee elementos de interés que requieren ser planteados y analizados.

Respecto a los antecedentes en el estudio de la demanda de energía, por un lado se pueden encontrar investigaciones que se circunscriben al análisis de la problemática de distintas regiones o ciudades del país. En este sentido, se pueden citar trabajos del IDEHAB/IIPAC de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP desde la década del ochenta hasta la actualidad, por ejemplo: el programa de evaluaciones energéticas en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires titulado Audibaires (IAS, 1983); el estudio sobre el consumo y conservación de la energía en la villa minera de Río Turbio (Rosenfeld *et al.*, 1988); el trabajo sobre uso racional de energía en el Área metropolitana de Buenos Aires denominado URE-AM (Rosenfeld, 1999); el proyecto de investigación titulado «Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte» que adopta como caso de estudio a la ciudad de La Plata (Martini, 2013); entre otros. También se pueden destacar aportes de distintos grupos de investi-

gación, por ejemplo los trabajos desarrollados para determinar consumos energéticos a partir de encuestas en las ciudades de Bariloche (González *et al.*, 2006; González, 2008) y la ciudad de Mar del Plata (Jacob *et al.*, 2013). Asimismo, se encuentran publicaciones que realizan diagnósticos del parque edilicio y sus consecuentes consumos energéticos en ciudades como Santa Rosa o Comodoro Rivadavia (Filippín, 2005; Vagge, *et al.* 2008; Mercado, Esteves y Filippín, 2008).

Por otra parte, se detectan otros ejemplos que afrontan el estudio en la demanda de energía a escala nacional y en este sentido se deben mencionar los trabajos realizados para la 2da Comunicación Nacional de la República Argentina de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IDEHAB, 2005; Carlino, 2007), el trabajo de Fundación Bariloche (2007) y el de Tanides (2013). De los ejemplos aludidos, el trabajo realizado por el IDEHAB adoptó un abordaje territorial que permitió cuantificar emisiones de gases de efecto invernadero considerando consumos diferenciados en el país. También hay que destacar el trabajo de Margulis (2014), quien elabora un modelo que pondera la incidencia de las distintas variables en el consumo eléctrico y en el cual se tienen en cuenta las regiones geográficas argentinas.

A nivel internacional se pueden mencionar países que desarrollan sus balances de energía útil para los distintos sectores de consumo, que son relevados a partir de encuestas y que tienen alcance nacional. Algunos ejemplos son: República Dominicana (Fundación Bariloche, 2008a); Uruguay (Fundación Bariloche, 2008b); España (IDAE, 2016); Estados Unidos con su encuesta energética residencial realizada desde 1979 hasta 2009, y aportes más actuales con análisis por estados tales como State Energy Data System (EIA, 2015; 2016); entre otros ejemplos.

También, se pueden destacar numerosos aportes desde el ámbito científico, en los que se intenta determinar, por medio de diferentes técnicas y abordajes disciplinares, la incidencia de las distintas variables que configuran la demanda de energía en los países o regiones donde se desarrollan los trabajos. En éste sentido, se encuentran trabajos con enfoques desde la economía, como el de Charfuelan Villareal & Losada Moreira (2016), donde utilizan técnicas de regresión econométricas para comprender la evolución de la demanda eléctrica residencial en Brasil, entre 1985-2013, utilizando variables como el número de hogares, ingresos, tarifas, entre otras. Otros ejemplos parten de encuestas de alcance nacional para encontrar patrones de consumo, algunos ejemplos son: Zheng *et al.* (2014) con su estudio para China, donde logran caracterizar el consumo de energía de una vivienda tipo para todo el país; Lévy & Belaïdb (2017), en Francia, donde elaboran perfiles familiares de consumo que permiten comprender sus hábitos energéticos; Özcan *et al.* (2013), en Turquía, donde utilizan modelos de regresión multinomial logit para indagar acerca de las preferencias de los distintos tipos de familias en el uso de combustibles, y detectan que el nivel de ingreso es la variable más determinante; Ekholm *et al.* (2010), desarrolla un método para determinar elecciones en combustibles para cocción en India, donde obtiene grupos de consumidores que se diferencian principalmente por el ingreso y por aspectos intangibles como preferencias y tasas de descuento provocadas por los precios de equipos y combustibles. Abordajes mixtos, es decir desde la economía y desde encuestas, pueden ser encontrados en Wiesmann *et al.* (2014), con su estudio para Portugal, donde encuentra que el nivel de ingreso demuestra una relación inelástica respecto del consumo de electricidad. Por otro lado, se presentan trabajos que se basan en el uso de medidores (convencionales o inteligentes) como por ejemplo: el trabajo de Chatterton *et al.* (2016), donde analiza el consumo eléctrico, de gas natural y vehicular para el Reino Unido a partir de información de más de 70 millones de medidores y odómetros, en el que inicialmente plantea inicialmente un abordaje territorial, pero luego ancla su estudio en clusters de viviendas tipo, ya sin ubicación geográfica; o el aporte de McLoughlin, Duffy & Conlon

(2012) que utilizan 4200 medidores inteligentes y encuestas en viviendas de Irlanda que luego son analizados mediante una regresión lineal múltiple; en continuidad con el trabajo previo, los autores presentan en McLoughlin *et al.* (2013) el uso de técnicas de transformadas de Fourier y procesos Gaussianos para caracterizar los consumos energéticos de los hogares; asimismo, Gouveia & Seixas (2016) utilizan información de alta resolución a partir de medidores inteligentes en la ciudad de Évora en Portugal, que luego agrupa según sus curvas anuales de consumo eléctrico y que describe a partir de información socio-demográfica obtenida de encuestas.

En este sentido, cabe destacar que los mencionados trabajos, hacen un escaso anclaje territorial en la búsqueda de las respuestas a los interrogantes, desatendiendo aspectos tales como el emplazamiento urbano, el clima y la cultura, entre otros factores. Esta situación conlleva a perder de vista un elemento importante, que es el del direccionamiento de las políticas, las cuales indefectiblemente deberán diferenciarse en el territorio. Si bien es necesario conocer grupos de consumidores, también se torna necesario conocer su espacialidad territorial, puesto que las normativas o políticas en primer lugar se direccionan a las jurisdicciones.

2. Objetivos y alcances del trabajo

En función de la revisión de bibliografía, se detecta que en Argentina existe una escasa cantidad de estudios que afronten el análisis de la demanda de energía eléctrica residencial a escala nacional, ni tampoco una encuesta destinada a consumos de energía desde ámbitos de gobierno. Asimismo, buena parte de los antecedentes nacionales se encuentran desactualizados, por ende, entendemos que el presente trabajo representa un aporte de importancia para los ámbitos gubernamentales y académicos locales. Asimismo, en cuanto a la revisión de bibliografía internacional, se encuentran diversos abordajes, definidos tanto por la naturaleza de los datos disponibles como por la experticia de los investigadores y, a partir del análisis de la mencionada bibliografía, se encuentra que el anclaje territorial tiende a ser omitido, mientras que los resultados obtenidos responden a las características propias de cada caso de estudio.

Por tales motivos, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis territorial y temporal del consumo eléctrico en Argentina, a los efectos de comprender:

- La interacción entre variables climáticas y socio-demográficas en la determinación del consumo eléctrico residencial de las diferentes regiones del país, utilizando a los municipios como unidad de análisis y considerando un determinado año (2012).
- La interacción de las diferentes variables climáticas, indicadores socio-demográficos, económicos y de equipamiento en la determinación de la demanda eléctrica residencial de cada una de las provincias, considerando un determinado año (2012).
- La relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la incorporación o recambio de equipamiento en las últimas décadas a nivel nacional (1995-2014).
- La relación entre la trayectoria de la demanda por usuario con el salario real y la tarifa del servicio en las últimas décadas, utilizando como ejemplo y caso de estudio a la ciudad de La Plata (1995-20014).

3. Metodología

Para el estudio del consumo de electricidad en el sector residencial de la Argentina se realiza un análisis que aborda escalas territoriales y temporales diferentes. A continuación se exponen las variables y procedimientos utilizados en cada etapa:

3.1. Análisis territorial desagregado por municipios

En primera instancia se analiza de forma global el consumo eléctrico a nivel nacional y sus relaciones con diversas variables, climáticas y socio-demográficas, a partir de la elaboración de cartografía desagregada por municipios/departamentos. Este nivel de análisis permite apreciar la variación y el comportamiento territorial de las mencionadas variables y observar elementos de la estructura general. Para ello se utilizan herramientas de la geoestadística presentes en el software de código abierto QGIS y se elabora la siguiente cartografía a partir de las técnicas que allí se enuncian:

- Cartografía energética: se representa el consumo promedio por usuario residencial para el año 2012, de cada uno de los 512 municipios/departamentos de la Argentina, calculado a partir de información del Ministerio de Energía (MINEM, 2016) y la cual requiere de la georreferenciación por parte del usuario.
- Cartografía climática: se geolocalizan las noventa estaciones meteorológicas (Mapa 1) presentes en IRAM (2012) y se construyen los mapas de Temperatura media de verano; Temperatura media de invierno; Humedad relativa de verano; Humedad Relativa de invierno. A partir de los noventa puntos de medición, se aplican técnicas geoestadísticas para obtener mapas con variables continuas. Para ello, se utiliza la herramienta «Interpolación», presente en QGIS, y se adopta el método de «Ponderación inversa a la distancia (IDW)» y se obtiene el mapa *Raster*. A partir de ello, se calculan los promedios de las cuatro variables para cada polígono que constituye un municipio/departamento, con la herramienta «Estadísticas de zona», y finalmente se representan los mapas de forma vectorial.

Mapa 1. Geolocalización de las noventa estaciones meteorológicas



Fuente: IRAM (2012).

- Cartografía socio-demográfica: en base a información del Censo 2010, más precisamente de la base de datos Redatam (2016), se obtiene información desagregada por municipios/departamentos, la cual se requiere compatibilizar para permitir la georreferenciación por medio de los campos asignados para tales fines. A partir de esta fuente, se construyen mapas de: Promedio de personas por vivienda; Porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas; Porcentaje de hogares con gas por red; y Porcentaje de viviendas con calidad constructiva satisfactoria.

Una vez constituida la base cartográfica se realiza un análisis global de las principales características del área de estudio.

3.2. Análisis territorial desagregado por provincias

Bajo esta escala de análisis, se cuenta con mayor información, dado que es posible incorporar datos de: consumo promedio por usuario de electricidad (MINEM, 2016); información climática obtenida de IRAM (2012); información de la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares (ENGHo; INDEC, 2016a), que cuenta con 20.961 encuestas en todo el país y tiene representatividad estadística provincial (la misma utiliza la Muestra Maestra Urbana de Viviendas de la República Argentina –MMUVRA- para localidades de más de 5.000 habitantes); información del Censo Nacional 2010 (del cual, en este caso, se totalizan para cada provincia únicamente los valores correspondientes a aglomerados de más de 5.000 habitantes para compatibilizar la información con la ENGHo).

En función de dichas fuentes de información se analiza la interacción entre la demanda eléctrica, el clima, indicadores socio-demográficos y la penetración de electrodomésticos, a partir de evaluar las siguientes variables para cada una de las provincias:

- El consumo promedio por usuario residencial para el año 2012 (MINEM, 2016). Se utiliza el año 2012 como línea base, ya que la información del equipamiento por provincia se extrae de la ENGHo, realizada en dicho año. Esta información es georreferenciada con el software de código abierto QGIS, con el que se obtiene el mapa de consumos.
- Los grados día de refrigeración en base 23°C (GD_{23}) y los grados día de calefacción en base 20°C (GD_{20}) de cada provincia, calculados a partir de IRAM (2012). Para ello se consideran todas las estaciones meteorológicas presentes en cada una de las provincias y se obtiene un valor promedio asignando un peso a cada una de éstas en función de la cantidad de habitantes que posee la localidad en la que se emplaza.
- El valor de indicadores socio-demográficos relevantes para la determinación del consumo eléctrico presentes en el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (Redatam, 2016) tales como: el promedio de personas por hogar; el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI); el porcentaje de hogares con calidad satisfactoria de conexión a servicios básicos (agua, baño y desagüe); y el porcentaje de hogares que utilizan gas por red como combustible principal para la cocción.
- La penetración de los distintos electrodomésticos extraídos de ENGHo 2012. A partir de esta base de datos es posible conocer el porcentaje de hogares que cuentan con aire acondicionado, lavarropas automático, computadora personal, conexión a internet, heladera con freezer y freezer individual.
- Indicadores socio-económicos extraídos de ENGHo 2012, tales como superficie promedio de las viviendas, el nivel de ingreso total y per cápita mensual de los hogares, el promedio de gasto

en electricidad, como así también el porcentaje del ingreso total destinado al pago del servicio eléctrico.

Para el análisis de la información utilizada, se ensayan diversas regresiones (simples y múltiples) donde se obtiene que la variable con mayor peso es la condición climática de verano, pero con un bajo grado de ajuste. Por tal motivo, se opta por organizar una clasificación de nueve grupos de provincias según su grado de afinidad y para ello se utiliza la técnica de clustering de k-medias utilizando cuatro variables (consumo eléctrico, GD₂₃, GD₂₀ y personas por hogar). Luego se elabora un análisis descriptivo de los nueve grupos obtenidos, utilizando todas las variables consideradas, las cuales se calculan para cada grupo a partir de la fórmula de 'promedio ponderado' que considera la cantidad de hogares de cada provincia (Ecuación 1):

$$\bar{X}_v = \sum_{i=1}^n V_i * \left(\frac{Hog_i}{Hog_{tot}} \right) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

\bar{X}_v = promedio ponderado de la variable V para un grupo de (n) de provincias

V_i = valor de la variable en la provincia (i)

Hog_i = cantidad de hogares en la provincia (i)

Hog_{tot} = cantidad total de hogares del grupo de (n) de provincias

3.3. Análisis temporal a nivel nacional

Posteriormente se analiza la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario y la incorporación o recambio de equipamiento en las últimas décadas a nivel nacional, considerando los años comprendidos en la serie 1995-2014 y utilizando la información que se detalla a continuación:

- La evolución del promedio del consumo anual por usuario. El mismo se obtiene a partir de las *Series Históricas de Energía Eléctrica* (MINEM, 2016).
- La evolución de la penetración de diferentes electrodomésticos, extraída de la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares ENGHo de 1996, 2004 y 2012 (INDEC, 2016c; 2016b; 2016a). A partir del cual se calcula el indicador IEq de equipamiento para cada corte temporal, el cual se obtiene a partir de la sumatoria de los porcentajes de penetración de los electrodomésticos de cada corte temporal, tal como se observa en la Ecuación 2.

$$IEq_a = \sum_{i=1}^n V_i(\%) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

IEq_a = índice de equipamiento para el año (a)

V_i = porcentaje de penetración del equipo (i) para el año (a)

La adopción de la serie temporal 1995-2014 se sustenta en los siguientes aspectos: por un lado se buscó una serie de al menos veinte años para contar con cierta estabilidad en las tendencias de consumo; por su parte, el año 2014 es el último que se informa en la base de datos consultada (MINEM, 2016); a su vez, la evolución del equipamiento domiciliario fue extraída de la ENGHo 1996, 2004 y 2012, las cuales están comprendidas dentro de la serie considerada. En tanto, en las bases de datos del ENRE (2016), se encontró que los registros más antiguos de tarifas son de 1995, los cuales se utilizan en punto iv) de la presente metodología; y por último, los años considera-

dos incluyen dos períodos históricos bien diferenciados con un punto de crisis socio-económica prácticamente en la mitad de la serie, lo cual permite observar el comportamiento energético en ambas etapas.

3.4. Análisis temporal para la ciudad de La Plata

En tercer lugar se analiza, a título de ejemplo, la relación entre la trayectoria de la demanda por usuario, el salario real y la tarifa en la ciudad de La Plata, todas éstas estandarizadas para permitir su comparación temporal, para los años comprendidos en la serie 1995-2014, a partir de la siguiente información:

- La evolución del promedio de consumo anual por usuario de la distribuidora EDELAP S.A. (MINEM, 2016).
- La evolución del salario real, obtenido del Ministerio de Trabajo (2014).
- La evolución de la tarifa residencial T1R -consumo mensual inferior o igual a 150 kWh- en el área de concesión EDELAP S.A., obtenida del ENRE (2016).

4. Resultados

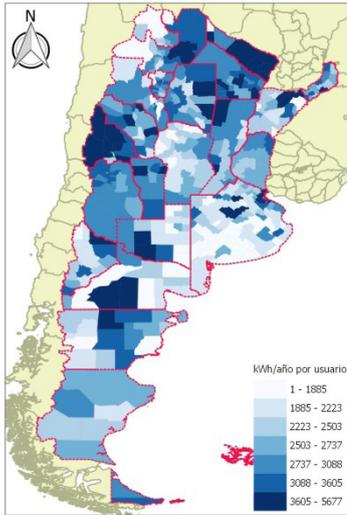
Una vez descriptas la metodología, escalas de abordaje y las variables a considerar en cada caso, se realiza el análisis del consumo de energía eléctrica residencial y se presentan los principales resultados.

4.1. Aproximación inicial al comportamiento de la demanda eléctrica en el territorio argentino

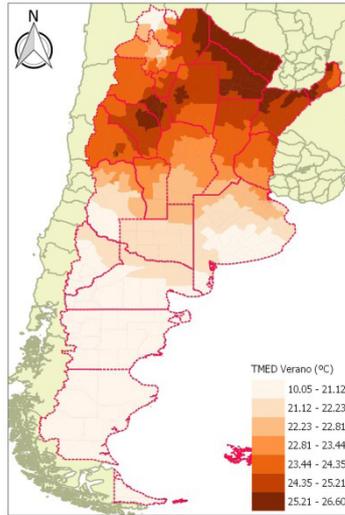
La demanda de electricidad responde a la incidencia de múltiples variables, entre las cuales el clima, a través de la temperatura ambiente, es una de las que mayor predominio tiene. Tal como se afirma en Malvicino, Margulis y Trajtenberg (2016), la demanda eléctrica tiene una relación directa tanto con las bajas temperaturas como con las altas, sin embargo, es necesario considerar también la incidencia de aspectos socio-demográficos, la penetración del equipamiento y otras variables asociadas.

Para obtener una aproximación inicial al comportamiento de algunas variables o indicadores en el territorio, se opta por el estudio cartográfico y la aplicación de herramientas de geoestadística para su elaboración. A continuación, entre los Mapas 2 y 10, se observa el comportamiento territorial de una serie de variables de interés, que permiten obtener una imagen clara acerca de las distintas regiones de la Argentina. La elaboración de los presentes mapas, se realiza a partir de información anclada en los 512 municipios o departamentos del país, lo que permite analizar los gradientes territoriales de las diferentes variables.

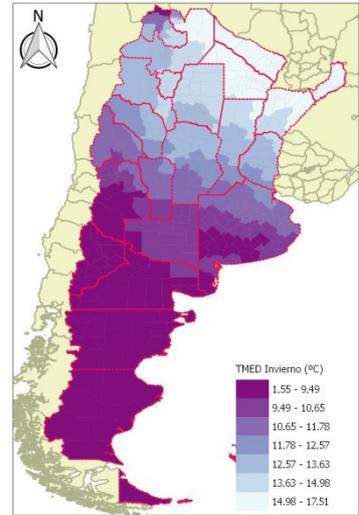
Mapa 2. Electricidad por usuario (kWh/año)



Mapa 3. Temperatura media de verano (°C)

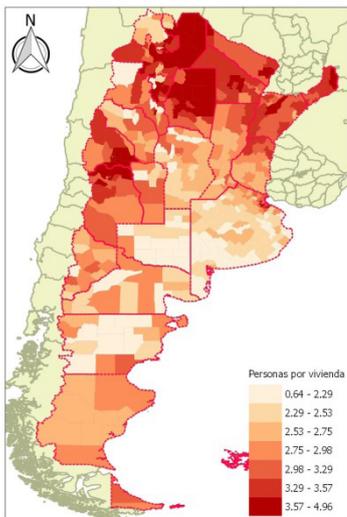


Mapa 4. Temperatura media de invierno (°C)

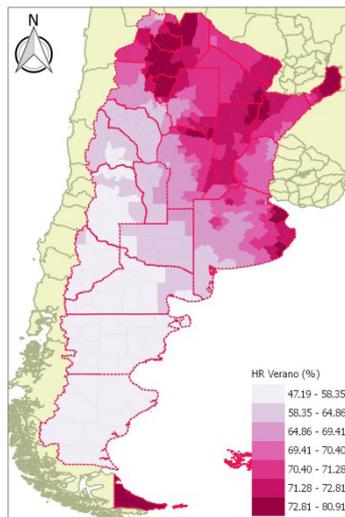


Fuente: MINEM (2016) e IRAM (2012).

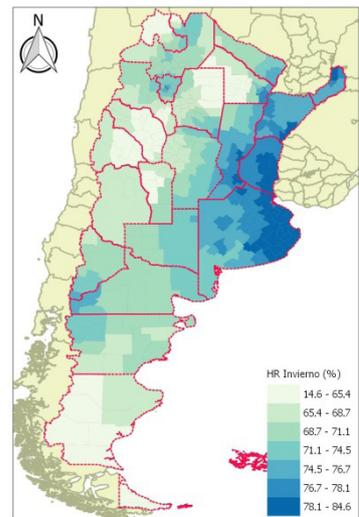
Mapa 5. Personas por vivienda



Mapa 6. Humedad relativa de verano (%)

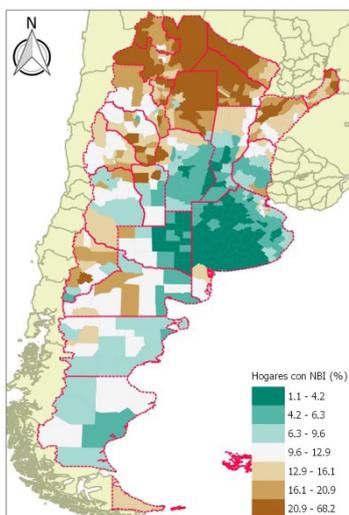


Mapa 7. Humedad relativa de invierno (%)

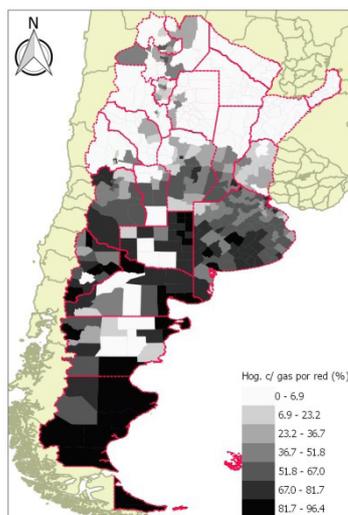


Fuente: Redatam (2016) e IRAM (2012).

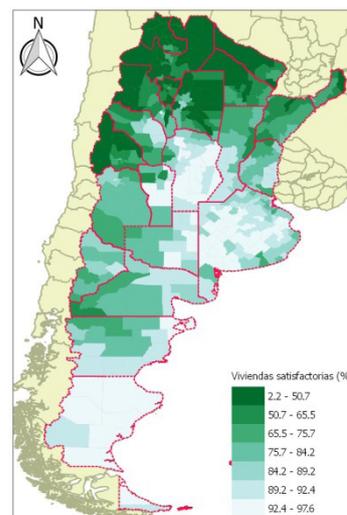
Mapa 8. Hogares con NBI (%)



Mapa 9. Hogares con gas por red (%)



Mapa 10. Viviendas con calidad satisfactoria (%)



Fuente: Redatam (2016).

A grandes rasgos, podemos identificar la diferencia climática en los distintos sectores del territorio, con diferencias térmicas bien marcadas entre la Patagonia, el Noreste (NEA) y la zona cordillerana. Asimismo, se encuentran sectores con un alto promedio de humedad relativa, tanto de invierno como de verano, como es el caso de la Provincia de Buenos Aires. Dichos aspectos se combinan con un diferenciado acceso a la red de gas natural, que es inexistente en sectores como el NEA y parte de la cordillera en el Norte. Asimismo, se observa que la mencionada región Noreste, como así también la Noroeste, denota condiciones de precariedad para la población, dado que allí se detectan elevados niveles de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas y la menor proporción de viviendas con calidad constructiva satisfactoria. Para evaluar la interacción de las mencionadas variables, junto con la adición de otros indicadores de interés, se plantea en la sección siguiente un análisis detallado a nivel provincial.

4.2. Determinantes en las variaciones territoriales del consumo eléctrico por usuario en las diferentes provincias

En esta sección se utiliza como unidad de análisis a las provincias, puesto que para dicho recorte es posible recabar mayores fuentes de información. El Mapa 11 presenta el consumo eléctrico por usuario para el año 2012 en cada una de las provincias (MINEM, 2016) y su información es ordenada de mayor a menor en un gráfico de barras (Gráfico 1). Allí se puede observar que las provincias que encabezan la lista son San Juan, La Rioja, Formosa y Chaco. En una primera aproximación se puede inferir que las altas temperaturas (Mapa 3) ocasionan una mayor utilización en la energía eléctrica para poder satisfacer los requerimientos de refrigeración, sin embargo en estas provincias existen otros factores climáticos-estacionales que explican los elevados consumos. En el caso de San Juan y La Rioja, lindantes a la cordillera de Los Andes, presentan climas muy variados, sus capitales cuentan con un clima 'templado cálido' (San Juan) y 'muy cálido' (La Rioja) y, luego, a medida que nos desplazamos hacia el oeste el clima paulatinamente alcanza la clasificación de 'muy frío' (IRAM, 2012), en consecuencia, la demanda eléctrica provincial también está influida por las bajas temperaturas de invierno y el consecuente uso de equipos eléctricos de calefacción. Por su parte, en Formosa y Chaco, donde si bien el clima es 'muy cálido'

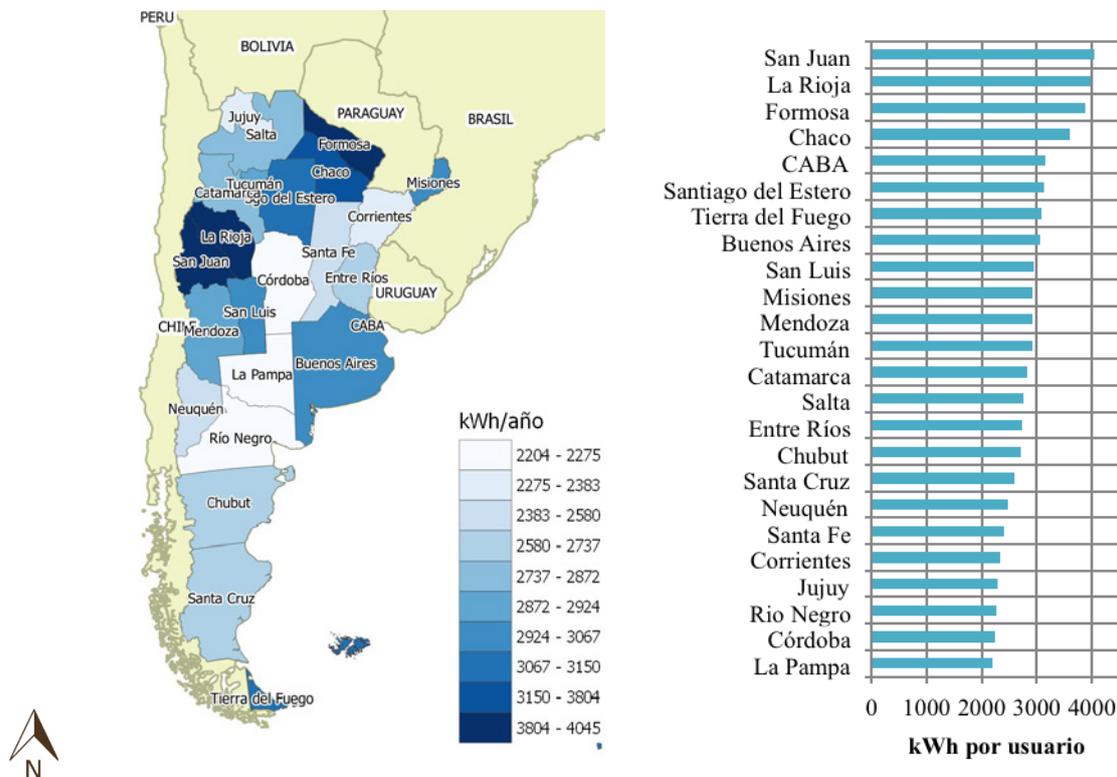
(IRAM, 2012), la electricidad debe absorber la inexistencia del gas natural (Mapa 9) y reemplazar usos que típicamente se satisfacen con dicho vector energético.

También se debe tener en cuenta que las condiciones sociales y el equipamiento inciden en la conformación de la demanda. Por ejemplo, esta complejidad de factores determina que la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), que cuenta con un clima ‘templado cálido’ (IRAM, 2012), se ubique en el quinto lugar, entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero, las cuales presentan climas ‘muy cálidos’ y cuentan con nula y escasa cobertura de gas por red respectivamente (Mapa 9).

Por otro lado, en Tierra del Fuego (clima ‘muy frío’; IRAM, 2012), la rigurosidad climática de invierno incide fuertemente en la demanda eléctrica. De manera análoga a los casos anteriores, se observa una similitud entre el valor de la demanda de Tierra del Fuego y la Provincia de Buenos Aires, siendo climáticamente muy diferentes (‘muy fría’ y ‘templada cálida/fría’ respectivamente), advirtiendo comportamientos de demanda complementarios, originados por diferentes usos.

Esta breve descripción, permite advertir que los patrones de consumo eléctrico responden a una gran diversidad de condicionantes relacionados con los climas tanto cálidos como fríos, aspectos sociales, de equipamiento, iluminación y otros. Dicha situación infiere comportamientos territoriales compensados dado que las demandas anuales, en muchos casos, se terminan equilibrando.

Mapa 11 y Gráfico 1. Consumo eléctrico por usuario residencial en 2012 (kWh/año)



Fuente: MINEM (2016).

En función de la mencionada complejidad en la interacción de los elementos que configuran la demanda eléctrica, se ensayaron regresiones lineales, simples y múltiples, utilizando diferentes

combinaciones de variables e indicadores asociados a las provincias, los cuales fueron enunciados en la sección 3.2.

A partir de las distintas combinaciones, se encuentra que la única variable con algún grado de significancia estadística con el consumo eléctrico es GD_{23} ($P\text{-valor} \leq 0,15$). En consecuencia, se desestima la posibilidad de explicar el comportamiento del consumo eléctrico por provincia a partir de una única regresión matemática que incluya al resto de las variables mencionadas. A partir de ello es que se construye un gráfico de dispersión y se traza una curva de regresión cuadrática entre GD_{23} y kWh/año (Gráfico 2), la cual generó un grado de ajuste débil ($R^2=0,32$). Esto indica que, si bien los requerimientos de refrigeración presentan un peso importante en la determinación del consumo eléctrico anual, la incidencia de otras variables genera distorsiones considerables en la curva, pero que sin embargo no permiten ser introducidas en un único modelo matemático.

A continuación, la Tabla 1 sintetiza los valores de cada una de las provincias utilizados para construir los gráficos de dispersión y la curva de regresión: la demanda eléctrica anual promedio por usuario (kWh/año por usuario), los grados día de refrigeración en base 23°C (GD_{23}) promedio de la provincia y las siglas utilizadas para su abreviatura.

Tabla 1. Promedios provinciales de kWh/año por usuario y GD_{23}

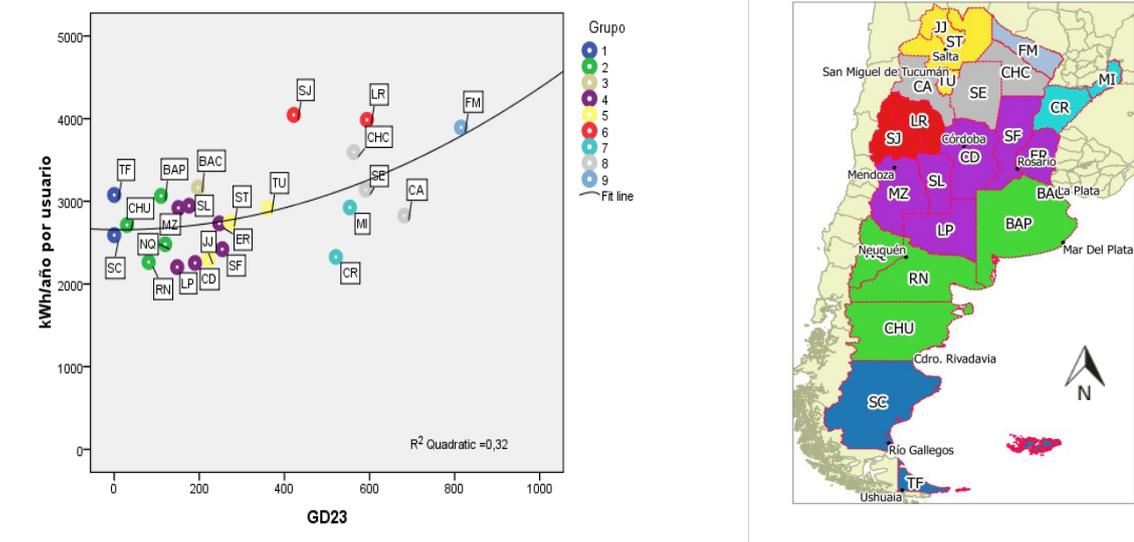
Provincia	Siglas	kWh/año por usuario	GD_{23}
San Juan	SJ	4045	422
La Rioja	LR	3986	594
Formosa	FM	3894	815
Chaco	CHC	3595	563
CABA	BAC	3167	197
Santiago del Estero	SE	3139	591
Tierra del Fuego	TF	3077	0
Buenos Aires	BAP	3066	110
San Luis	SL	2947	176
Misiones	MI	2925	554
Mendoza	MZ	2920	151
Tucumán	TU	2916	360
Catamarca	CA	2827	682
Salta	ST	2752	272
Entre Ríos	ER	2733	247
Chubut	CHU	2713	30
Santa Cruz	SC	2591	0
Neuquén	NQ	2481	120
Santa Fe	SF	2420	254
Corrientes	CR	2327	521
Jujuy	JJ	2298	222
Rio Negro	RN	2265	81
Córdoba	CD	2254	190
La Pampa	LP	2204	148

Fuente: MINEM (2016); IRAM (2012).

El gráfico de dispersión (Gráfico 2) indica que los menores consumos están asociados a regiones con un clima templado, con menores requerimientos de refrigeración y calefacción, mientras que las mayores demandas eléctricas se vinculan principalmente a regiones cálidas. En cuanto a las regiones frías, al contar con gas por red (Mapa 9), éstas demuestran consumos intermedios.

Si bien el nivel de ajuste de la variable analizada (GD_{23}) fue débil, el mismo ha permitido visibilizar algunas tendencias, evidenciando aquellas situaciones extremas e intermedias. A partir de esta primera aproximación y a los efectos de poder profundizar el análisis, dado que la diversidad de variables y su incidencia en el consumo de energía eléctrica es compleja, se realiza una clasificación utilizando la técnica de clustering de k-medias, utilizando las siguientes variables: consumo eléctrico (kWh/año), GD_{23} , GD_{20} y el promedio de personas por hogar (todas éstas normalizadas entre 0-1). Se ensayaron diferentes agrupamientos y se optó por un clustering de nueve grupos de provincias puesto que con menor cantidad de grupos se perdía información que interesaba desagregar, mientras que un número mayor tornaba engorrosa la descripción de los grupos. Una vez procesada la información, se realiza un análisis descriptivo de las restantes variables e indicadores, a los efectos de evaluar su incidencia sobre la demanda eléctrica. El resultado del agrupamiento se muestra en el Gráfico 2, mientras que la Tabla 2 (Anexo 1) sintetiza la información de los distintos grupos:

Gráfico 2. Clasificación de provincias según su semejanza en el consumo eléctrico y su condición climática (GD_{23} y GD_{20}) y promedio de personas por hogar



Fuente: MINEM (2016); IRAM (2012) y Redatam (2016).

A modo de ejemplo, se puede observar en el Gráfico 2 que los grupos G6 y G7 presentan un clima cálido riguroso y sin embargo G6 requiere alrededor de un tercio más de energía eléctrica que G7. Analizando la Tabla 2 (Anexo 1), se detecta que la diferencia en la demanda eléctrica puede asociarse a que G6 presenta una demanda de calefacción que prácticamente duplica la de G7, al mismo tiempo que la cantidad de personas por hogar es levemente superior, a su vez, se presenta una menor proporción de hogares con NBI, una mayor penetración de equipos de aire acondicionado y una superficie promedio por vivienda que es un tercio mayor.

A los efectos de comprender la interacción entre las diferentes variables que determinan el consumo eléctrico residencial en cada una de los grupos de provincias, se describen a continuación los aspectos más relevantes de cada uno de ellos:

- *G1. Tierra del Fuego y Santa Cruz (2747,77 kWh/año)*: por tratarse de climas muy fríos, los requerimientos de refrigeración son nulos, mientras que los de calefacción son los más elevados del país. Se observan niveles bajos de NBI y un alto porcentaje tanto de hogares con conexión satisfactoria a servicios básicos como de gas por red. También se registran valores elevados en cuanto a penetración de electrodomésticos, a excepción de equipos de aire acondicionado. Las superficies construidas presentan valores intermedios respecto de los restantes grupos, mientras que el nivel de ingreso neto y per cápita es el más elevado de los nueve. El porcentaje de ingresos destinados a pagos de electricidad es de alrededor del 0,92%, uno de los valores más bajos a nivel nacional.
- *G2. Provincia de Buenos Aires, Río Negro, Chubut y Neuquén (3007,72 kWh/año)*: este grupo presenta una condición climática con requerimientos elevados de calefacción y, al mismo tiempo, una mínima demanda de refrigeración de verano de 106,92 GD. La cobertura del gas por red prácticamente alcanza a los dos tercios de los hogares y la conexión a servicios básicos a la mitad de los mismos. Asimismo, el Grupo 2 presenta bajo porcentaje de hogares con NBI y niveles de penetración de electrodomésticos intermedios en relación a los restantes grupos. El porcentaje del ingreso destinado a los pagos energéticos es bajo, alcanzado un 1,18% del ingreso neto de la vivienda.
- *G3. CABA (3167,10 kWh/año)*: la Ciudad Autónoma de Buenos Aires presenta condiciones particulares y por tal motivo el algoritmo no logra asociarla a otras provincias. La condición climática es 'templada cálida', con baja amplitud térmica, con inviernos relativamente benignos y veranos no muy calurosos (IRAM, 2012). Cuenta con el promedio de personas por hogar más bajo del país y el mayor porcentaje de hogares con conexión a red de gas y conexión satisfactoria a servicios básicos. El nivel de penetración de equipamiento es muy elevado, particularmente el de los equipos de aire acondicionado, a pesar de que el clima de verano no es tan riguroso y que para cubrir los requerimientos de calefacción se cuenta con una amplia cobertura del gas por red. Los ingresos por persona son los segundos más altos del país y el porcentaje del ingreso total de los hogares destinado a los pagos eléctricos es el más bajo (0,47%).
- *G4. Mendoza, Córdoba, San Luis, Entre Ríos, Santa Fe y La Pampa (2495,13 kWh/año)*: este grupo presenta el segundo consumo más bajo de los nueve. Por su parte, se presenta, en promedio, un clima similar al de CABA, sin embargo, la conformación de los hogares presenta amplias diferencias. Por un lado, la media de personas por hogar es de 3,23; la cobertura del gas por red alcanza únicamente a la mitad de la población y la penetración de equipamiento presenta valores intermedios. Los niveles de NBI son bajos y el porcentaje del ingreso neto por hogar destinado a pagos eléctricos alcanza un 1,54%.
- *G5. Salta, Jujuy y Tucumán (2732,48 kWh/año)*: el presente grupo cuenta con un consumo promedio similar al G1, sin embargo su condición climática es totalmente diferente. En este caso, en promedio, el grupo presenta una condición poco rigurosa para el invierno y una condición intermedia en cuanto a grados día de refrigeración. El promedio de personas por hogar es el más elevado de los nueve grupos, el nivel de NBI es el tercero más alto, el gas por red alcanza a un 39,51% de los hogares y la penetración del equipamiento presenta valores bajos. Las superficies construidas de las viviendas son reducidas, lo cual, combinado con el alto promedio de personas por hogar, genera una condición habitacional de precariedad. Por su parte, el ingreso per cápita es el más reducido de los nueve grupos y el porcentaje de los mismos que se destinan a los pagos eléctricos alcanza un valor de 1,54%.

- *G6. San Juan y La Rioja (4026,02 kWh/año)*: este grupo presenta el mayor consumo eléctrico y el mismo puede ser explicado por factores como la rigurosidad climática de verano (477,34 GD₂₃) pero también por los requerimientos de climatización de invierno que presentan valores elevados (1310,57 GD₂₀). Estos requerimientos de climatización tienen la particularidad de contar con una extensión de la red de gas del orden del 38,10% y, por consiguiente, la penetración de equipos de aire acondicionado alcanza a prácticamente la mitad de los hogares. A su vez, la superficie construida de las viviendas es la más grande de los nueve grupos, al mismo tiempo que el promedio de personas por hogar es elevado (3,78). La penetración de equipos para la refrigeración de alimentos es de las más altas, mientras que los equipos como computadoras y lavarropas manifiestan valores reducidos. El porcentaje del ingreso por hogar destinado a pagos del servicio eléctrico alcanzan un 2,04%, el tercer valor más alto de los nueve grupos.
- *G7. Corrientes y Misiones (2644,79 kWh/año)*: el presente grupo cuenta con el promedio de consumo más bajo de los nueve a pesar de contar con un clima muy riguroso en verano (538,54 GD₂₃) y un alto promedio de personas por hogar. Este hecho se puede explicar por ciertos indicadores que expresan altos niveles de pobreza en esta región. Por ejemplo, la condición de NBI es elevada, alcanzando a un 16% de los hogares, en cuanto a la conexión a servicios básicos de saneamiento, ésta alcanza únicamente a un 35% de los hogares. La extensión de la red de gas es nula, la presencia de acondicionadores de aire alcanza a un 42,84% de los hogares, mientras que lavarropas, computadoras y conexión a internet muestran valores bajos. El porcentaje del ingreso destinado al pago del servicio eléctrico ronda el 1,92%, el cual es de los mayores.
- *G8. Chaco, Catamarca y Santiago del Estero (3311,23 kWh/año)*: este grupo presenta el segundo mayor consumo, dada la rigurosidad climática de verano (591 GD₂₃), la escasa difusión de la red de gas, una relativa demanda de calefacción originada principalmente en la zona andina en Catamarca, un alto promedio de personas por hogar y la alta presencia de equipos de aire acondicionado. Por su parte, el porcentaje de hogares con conexión a servicios básicos es baja (27,43%), la presencia de los diferentes equipos es baja y el porcentaje del ingreso destinado a los pagos de electricidad son de los más altos, alcanzando un 2,16% del total.
- *G9. Formosa (3894 kWh/año)*: a partir del agrupamiento realizado con la técnica de k-medias, Formosa no logra ser asociada a otras provincias. La misma presenta condiciones climáticas extremas, alcanzando los 815 GD₂₃. Se trata de una provincia con clima 'muy cálido', con períodos invernales poco significativos y con amplitud térmica muy baja (IRAM, 2012). La condición habitacional presenta una alta cantidad de personas por hogar (3,77), el mayor nivel de NBI, al mismo tiempo la mayor presencia de equipos acondicionadores de aire (59,56%), la mayor presencia de freezers individuales (30,76%) y las viviendas con menor superficie construida del país. Asimismo, el porcentaje del ingreso destinado a los pagos del servicio eléctrico son los más elevados, alcanzando un 2,17% del mismo. Esto representa, por ejemplo, un valor cuatro veces y media mayor que CABA.

A modo de síntesis, se encontraron los siguientes aspectos a destacar:

- En las regiones de clima muy frío (G1), el principal determinante del consumo está dado por los electrodomésticos, sin considerar a los aires acondicionados. Por su parte, debido a que la cobertura de la red de gas es prácticamente total, y las superficies de las viviendas son intermedias, la necesidad de calefaccionar con equipos eléctricos se restringe notablemente, lo cual contribuye a mantener un promedio por usuario en valores bajos.
- En cuanto a los grupos de provincias con clima fríos y templados (G2, G3, G4 y G5), la demanda está determinada por los requerimientos intermedios de refrigeración y calefacción,

los cuales son satisfechos con diferentes niveles de cobertura de equipos de aire acondicionado y red de gas, complementándose las demandas de electricidad. Respecto a los niveles de acceso a equipamiento se encuentran valores considerables, a excepción de Salta, Jujuy y Tucumán, lo cual influye en sus promedios anuales.

- Finalmente, en las regiones cálidas (G6, G7, G8 y G9) la necesidad de refrigeración, los elevados niveles de pobreza y los bajos niveles de equipamiento, a excepción del aire acondicionado, establecen un consumo base que en algunos casos muestra un efecto combinado con la necesidad de calefacción (La Rioja y San Juan) o con la falta de gas por red (Formosa y Chaco). A su vez, se encuentra que la proporción del ingreso destinado al pago del servicio eléctrico es de los más altos, lo que representa una dificultad dada la vulnerabilidad social detectada y la rigurosidad climática de verano.

En conclusión, a partir del análisis desarrollado, se advierte que la demanda de electricidad en cada provincia se conforma a partir de múltiples variables que interactúan entre sí de manera diferenciada según la localización geográfica. Esta complejidad impide la obtención directa de un modelo único que permita describir de manera general el comportamiento de las variables seleccionadas a través del territorio, lo cual obliga a realizar análisis descriptivos específicos para detectar la incidencia de cada una de ellas. Por su parte, hay que destacar que en Argentina no se cuenta con información desagregada acerca de los hábitos de uso energéticos en las diferentes provincias, la cual es de vital importancia para profundizar en la temática.

4.3. Evolución de la demanda eléctrica por usuario en Argentina y su relación con el recambio e incorporación de electrodomésticos

Es de conocimiento general que el equipamiento estándar de las viviendas se ha ido incrementando y modificando progresivamente debido a la aparición y accesibilidad a nuevos electrodomésticos, y que ello ha derivado en el aumento del consumo medio de los hogares. Por tal motivo, para examinar este vínculo, se adopta la serie temporal 1995-2014 y se analiza la trayectoria de la demanda promedio por usuario y la incorporación o recambio del equipamiento a nivel nacional.

Para ello, en la Tabla 3 se analiza la penetración individual de los distintos equipos en tres momentos de la serie (1996, 2004 y 2012) y a la vez se calcula el índice de equipamiento (IEq) propuesto en la metodología. A simple vista, se observa que ciertos electrodomésticos relevantes han incrementado considerablemente su presencia en los hogares, algunos ejemplos son las heladeras con freezer, las computadoras, los lavarropas y los aires acondicionados.

Finalmente, se elabora un gráfico de barras con el promedio de consumo anual para cada año de la serie, se traza una curva de regresión y se incorpora el índice de equipamiento (IEq). Los mismos se aprecian en el Gráfico 3. A partir de éste se puede observar que la demanda media por usuario se incrementó un 62,81% entre 1995 y 2014, mientras que la línea de tendencia denota que el crecimiento tuvo un comportamiento polinómico de segundo grado ($R^2=0,95$), que resultó prácticamente lineal.

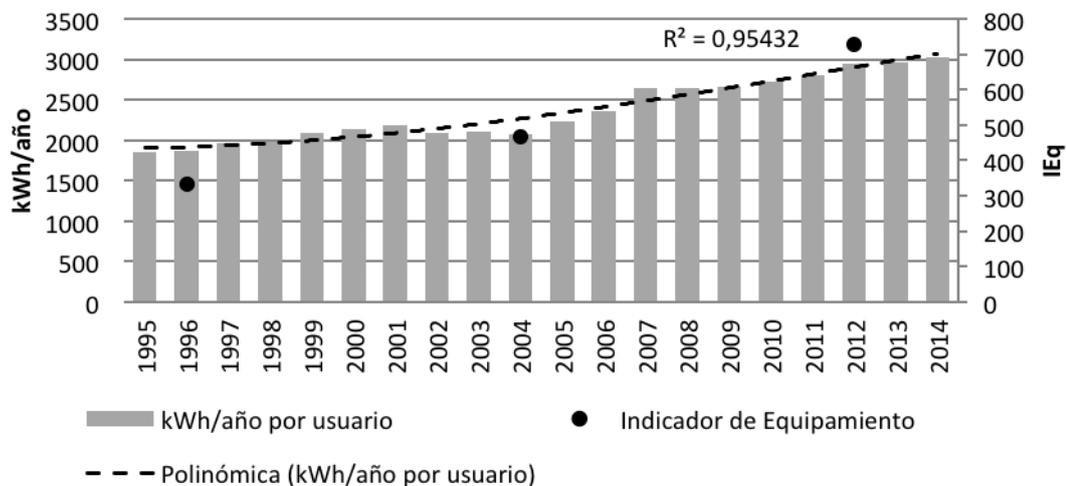
En 1995 un usuario promedio consumía 1853 kWh/año, mientras que para 2014 el valor ascendía a 3017 kWh/año, la tasa de crecimiento interanual en este período ronda el 2,46%. Se observa que la trayectoria es prácticamente lineal a excepción de variaciones negativas entre 2002-2004, ocasionadas por la crisis económica y la salida de la convertibilidad, y variaciones positivas en 2007-2008 debido a ciclos prolongados de bajas temperaturas.

Tabla 3. Porcentaje de hogares que cuentan con distintos equipos domiciliarios en los años 1996, 2004 y 2012

Equipo	1996 [% Hogares]	2004 [% Hogares]	2012 [% Hogares]
Horno a microondas	6,67	20,88	37,50
Heladera sin freezer	56,47	39,37	21,49
Heladera con freezer	36,73	51,46	74,53
Freezer	5,87	10,96	14,12
Lavavajilla	-	1,03	1,68
Multiprocesadora	21,85	21,51	19,87
Cámara fotográfica digital	-	7,21	38,86
Computadora	7,73	23,43	52,51
Conexión a internet	-	9,96	38,86
DVD	-	9,90	57,83
Televisor	93,17	91,58	96,36
Video cámara digital	-	2,77	5,03
Video casetera/reproductora	32,40	29,19	6,46
Aspiradora	-	7,21	15,77
Extractor de aire/purificador	-	-	17,79
Lavarropas automático	31,52	45,76	60,53
Lavarropas no automático	37,60	27,98	25,60
Teléfono celular	-	43,93	88,15
Teléfono inalámbrico	-	11,43	19,00
Aire acondicionado	4,00	12,95	34,41
<i>Indicador de equipamiento [Σ % de equipos eléctricos]</i>	<i>334,01</i>	<i>468,51</i>	<i>726,35</i>

Fuente: INDEC (2016c, 2016b, 2016a).

Gráfico 3. Evolución del consumo eléctrico residencial por usuario en Argentina entre 1995-2014 e incorporación del indicador de equipamiento (IEq)



Fuente: MINEM (2016); INDEC (2016a; 2016b; 2016c).

Teniendo en cuenta el análisis, se observa que el ritmo de crecimiento en el consumo por hogar no demuestra distinciones significativas entre la etapa previa y posterior a la crisis económica, política y social ocurrida en Argentina en el 2001. Esta evolución advierte una significativa singularidad si se tiene en cuenta que en todo el período considerado hubo fuertes cambios en cuanto a tarifas eléctricas y salarios reales. A partir de ello se puede inferir que dicha evolución está correlacionada fundamentalmente por la incorporación/sustitución del equipamiento domiciliario, situación que se ha dado con mayor intensidad en el período 2004-2014 respecto del período 1996-2004 (ver índice de equipamiento en Tabla 3). Cabe destacar que a partir del año 2005 se comenzó a implementar en Argentina un importante programa de etiquetado e incorporación de estándares mínimos de eficiencia energética para la comercialización de electrodomésticos, lo cual generó una mejora paulatina en la eficiencia del parque de electrodomésticos nacional. Esta situación probablemente haya logrado disminuir la pendiente de la trayectoria de la curva de consumo eléctrico por usuario, contrarrestando la mayor incorporación de equipos manifestada en el índice IEq.

En consecuencia, entendemos necesario describir las características de este recambio e inserción de tecnología el cual generó un crecimiento en la demanda por usuario del 62,81% en veinte años. En esta línea, hay que mencionar la fuerte incorporación de equipos tales como: los hornos microondas, que actualmente alcanzan a más de un tercio de los hogares; las computadoras, que están presentes en más de la mitad de éstos y el acceso a internet, que está cubierto en más de un tercio de los hogares; los teléfonos celulares, que alcanzan una penetración casi total y si bien no se trata de equipos energo-intensivos, su grado de adopción indica el fuerte incremento de los equipos electrónicos; y por último, los aires acondicionados (frío-calor), que superan el tercio de los hogares y en este caso sí se trata de sistemas que tienen fuerte incidencia en la demanda y en los picos de potencia, dado que los equipos de menor capacidad requieren alrededor de 1 kW de potencia.

Por su parte se observa un fenómeno de recambio de electrodomésticos, donde se están sustituyendo equipos de menores prestaciones por aquellos que incluyen múltiples usos en un solo artefacto. Esto sucede tanto con las heladeras, que presentan una disminución de las unidades de «un frío» y un incremento de las unidades de «dos fríos»; como así también con los lavarropas, donde los modelos semiautomáticos están en descenso y los automáticos están en crecimiento.

Tal como se observa en el Gráfico 3, el incremento en la demanda eléctrica por usuario ocurrido en los períodos analizados está directamente relacionado con la incorporación de equipamiento a los hogares argentinos, sin observarse a nivel tendencial consumos desmedidos que adviertan demandas crecientes que verifiquen usos y costumbres irregulares. Bajo este contexto, entendiendo que el crecimiento de la demanda eléctrica es inherente a la incorporación de tecnología en los hogares y al crecimiento vegetativo, cabe preguntarse si es admisible que en los debates actuales se valorice negativamente el incremento del consumo eléctrico residencial (sin justificar usos energéticos desmedidos), dado que es necesario considerar los aspectos asociados a la mejora en la calidad de vida relacionados con la inserción de equipamiento, tales como:

- Menores tiempos en actividades domésticas. Por ejemplo por la incorporación de lavarropas automáticos, microondas, entre otros.
- Mayores tiempos de almacenamiento de alimentos por el uso de heladeras con freezer y freezers individuales.
- Mejoras en la comunicación por la incorporación de teléfonos celulares.

- Posibilidad de acceso a información cultural, educativa y de ocio; como así también conectividad con otras personas, posibilidades laborales y otras; gracias al acceso a computadoras y conexión a internet.
- Satisfacción del confort habitacional a partir del incremento de equipos de aire acondicionado. Según la ENGHo 2012 (INDEC, 2016a) las provincias con mayor penetración de acondicionadores son Santiago del Estero (60,26%), Chaco (60,02%), Formosa (59,57%), Santa Fe (55,45%), Corrientes (54,10%), San Juan (50,55%) y La Rioja (49,85%), las cuales presentan un clima muy riguroso en verano.

En consecuencia, cuando se hace referencia a la suba del consumo eléctrico residencial, es necesario considerar que, en primer lugar, la incorporación de electrodomésticos probablemente haya sido acompañada de una mejora en el confort y la calidad de vida de los habitantes. En segundo lugar, una buena proporción de hogares aún debe continuar con el recambio e incorporación de artefactos, situación que incrementará el consumo promedio por usuario en caso de no implementarse las medidas adecuadas de eficiencia energética. En tercer lugar, en la búsqueda de lograr reducciones en la demanda de energía será necesario mejorar algunos aspectos referidos a usos y costumbres, pero sin afectar la calidad de vida de los usuarios, cubriendo siempre satisfactoriamente los niveles de confort de los mismos, lo cual se podría lograr implementado mejoras en la eficiencia tanto del equipamiento como de las construcciones.

Por lo tanto, tal como se ha observado, la tendencia creciente de la demanda responde principalmente a un crecimiento natural de usuarios y a una combinación de acciones fundamentadas en la adquisición y uso de equipamiento electromecánico. Gran parte del mismo tiene como fin la climatización de invierno y verano, cuya intensidad de uso está íntimamente ligada a la necesidad de confort en el marco de una edificación cuya envolvente es de muy baja eficiencia termo-energética. En consecuencia, bajo el mencionado contexto, las posibilidades de ahorro energético en materia de climatización se reducen a: (i) una menor intensidad de uso de los equipos, lo cual generaría una significativa desmejora de la habitabilidad de los hogares. (ii) mejorar los etiquetados y estándares mínimos del equipamiento, que al momento ya han avanzado significativamente, y (iii), una alternativa sustentable, que es la mejora de la envolvente edilicia, lo cual representa corregir la génesis real del problema, generando acciones concretas en la calidad edilicio-constructiva, lo cual minimizará la demanda de base asociada a la climatización, logrará una brecha genuina de ahorro sosteniendo la habitabilidad y, en definitiva, posibilitaría maximizar la inclusión en desmedro de la desigualdad energética social.

En relación a estos aspectos, hay que destacar que para obtener conclusiones contundentes acerca de la existencia de sobre-consumos o infra-consumos en los hogares, es necesario contar con una encuesta de energía útil a nivel nacional que indague acerca de la totalidad de los artefactos, los hábitos de uso, la satisfacción de los niveles de confort, la habitabilidad y otros aspectos. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con dicha información en la Argentina y por ello no es posible obtener un diagnóstico fundado acerca del uso correcto o incorrecto de la energía. En relación a este aspecto, la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética perteneciente al Ministerio de Energía de la Nación se encuentra desarrollando una Encuesta Nacional sobre Consumo y Usos de la Energía en Hogares, que se espera que releve información a fines del año 2017 (MINEM, 2017). A pesar de ello, en los debates actuales suelen realizarse afirmaciones acerca de los importantes sobreconsumos que realiza la población, en general, respaldados por ejemplos puntuales y sin sustento estadístico. Mientras que en el extremo opuesto, más de un 32,2% de la población se encuentra bajo la línea de pobreza (INDEC, 2016d), por lo cual, también se debería

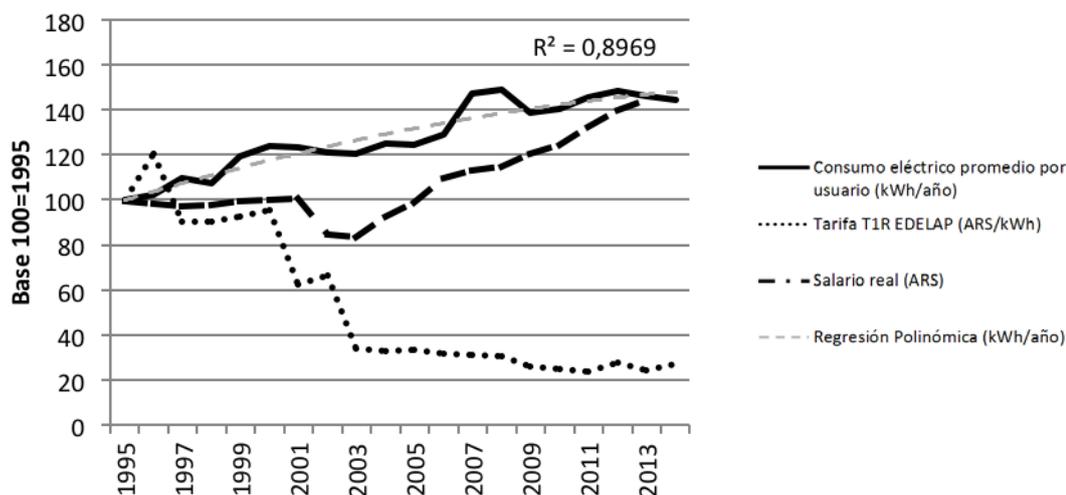
trabajar para que esta considerable proporción de población mejore sus condiciones de vida y en consecuencia su demanda energética se vea modificada.

4.4. Evolución de la demanda eléctrica por usuario en la ciudad de La Plata y su relación el salario real y la tarifa

Otro de los aspectos que suele considerarse como determinante en el uso de la energía es el de la tarifa y su relación directa con el sobreconsumo y el poder adquisitivo de los hogares. En general se suele afirmar que en escenarios de tarifas altas, el uso del recurso se vuelve más eficiente; mientras que en escenarios de tarifas bajas, el uso tiende al derroche (Decreto 134, 2015), independientemente de la necesidad de una habitabilidad básica. Sin embargo, es necesario contrastar esta hipótesis con la realidad, a los efectos de invalidar la generalización de comportamientos imprudentes, focalizados en casos puntuales de sectores de usuarios reducidos. Para ello, se adopta la serie temporal 1995-2014 y se analiza la trayectoria de la demanda promedio por usuario, el salario real y la tarifa T1R en la ciudad de La Plata, los cuales se exponen en el Gráfico 4. El recorte espacial de una ciudad concreta es necesario debido a la diversidad de tarifas en el territorio nacional.

Tal como se aprecia en el Gráfico 4, el consumo eléctrico por usuario manifiesta un claro crecimiento del 45% entre 1995 y 2014, que ha sido sostenido, a excepción de un ligero estancamiento entre los años 2001 a 2006 ocasionado por la crisis de 2001 y un período de dos años consecutivos de alto consumo entre 2007 y 2008 provocado por ciclos prolongados de bajas temperaturas, efecto de fuertes olas polares y nevadas inusuales en diferentes puntos del país. En tanto, el salario real mostró una caída en los años 2002 y 2003, para luego recuperarse y alcanzar un crecimiento absoluto del 45% al final de la serie. Por su parte, la tarifa registró una caída del orden del 67% en el año 2003 hasta alcanzar una caída del 73% en el último año de la serie, esto fue ocasionado por un congelamiento tarifario, seguido de una devaluación de la moneda nacional y luego sostenido en el marco de los subsidios otorgados por el gobierno.

Gráfico 4. Evolución del consumo eléctrico por usuario en la ciudad de La Plata, la tarifa T1R para la misma ciudad y el salario real en Argentina. Base 100=1995



Fuente: Elaboración propia en base a MINEM (2016), ENRE (2016) y Ministerio de Trabajo (2014).

A partir de las curvas obtenidas, se puede observar que la reducción tarifaria y el crecimiento en el salario real, iniciados en 2003, no representaron cambios significativos en el consumo eléctrico. Por el contrario, la curva de crecimiento de la demanda eléctrica ha continuado su propia tendencia, fundamentada en la incorporación de equipamiento, sin observarse alteración alguna respecto al uso desmedido de energía ocasionado por las bajas tarifas o a un mayor poder adquisitivo. A priori, se podría haber supuesto que ante el mencionado contexto, el consumo eléctrico debería haber sufrido un fuerte incremento en los años posteriores al 2003, sin embargo esta presunción no se refleja en los hechos. Incluso, en la curva de regresión polinómica se detecta que la velocidad de crecimiento del consumo es cada vez más lenta (la pendiente se torna menos pronunciada), probablemente por la incidencia de la incorporación de equipos más eficientes al mercado.

Este análisis permite afirmar que, en el caso de la ciudad de La Plata, el crecimiento de la demanda no demostró cambios asociados a alteraciones en el valor de la tarifa o a condiciones salariales que permitieran una mayor capacidad de pago del servicio. En consecuencia, no es posible afirmar que el abaratamiento de la tarifas haya provocado fuertes incrementos en el consumo o usos irracionales generalizados. Por el contrario, se demostró en la sección previa que la incorporación de equipamiento ha tenido una relación mucho más estrecha con la suba de la demanda, la cual fue muy intensa tanto en períodos de salarios reales bajos como altos. En síntesis, y teniendo en cuenta los puntos abordados en este trabajo, entendemos que una manera posible de verificar las diferentes hipótesis, entre ellas la supuesta influencia de los cuadros tarifarios en el mayor consumo, es a partir de encuestas energéticas nacionales periódicas, las cuales se están comenzando a diseñar (MINEM, 2017). Estas permitirían cubrir diferentes etapas históricas; indagar acerca de la eficiencia o ineficiencia en los usos; establecer grados de satisfacción en los niveles de confort; equipamiento; entre otras; y de esta manera analizar los vínculos con otras variables de interés como la tarifa.

5. Discusión

A partir de la aplicación de la metodología propuesta, se pueden elaborar algunas reflexiones respecto de su utilización y de los diferentes métodos aplicados en la literatura internacional. Cabe destacar que el presente trabajo abordó la problemática energética intentando anclar su análisis en el territorio, aspecto que en la revisión de la literatura fue señalado como una carencia en numerosos estudios. Esto permite, que con la información disponible, se obtenga una caracterización de grupos reducidos de provincias con comportamientos similares, lo cual se transforma en una herramienta para el direccionamiento de políticas nacionales, puesto que como se mencionó, no abundan los estudios de este tipo.

En relación a los resultados obtenidos en los diferentes estudios a nivel mundial, los mismos están muy influenciados por el conjunto de datos utilizados y por la propia naturaleza del objeto de estudio, tanto social como físico. En este sentido, se puede destacar que para el caso argentino, el nivel de ingreso no incide directamente en el consumo, tal como señala Weismann *et al.* (2011) en su estudio para Portugal, lo cual no significa que en otros sitios la relación demuestre vínculos significativos. En el caso de Turquía (Özcan *et al.*, 2013) o India (Ekholm *et al.*, 2010), el nivel de ingreso es determinante a la hora de seleccionar combustibles, mientras que en Brasil (Charfuelan Villareal & Losada Moreira, 2016), el nivel de ingreso y la tarifa eléctrica denotan una fuerte incidencia en la demanda, lo cual difiere de lo detectado en el presente trabajo. En relación a este último aspecto, para nuestro caso de estudio, se encontró que la relación entre ambas variables

es inelástica, lo que se explica por la diferencia en las dinámicas sociales entre ambos países. Asimismo, la variable que mayor incidencia presenta en la determinación regional de la demanda, en el caso argentino, es la condición climática de verano, y en este sentido, la comparativa con otros países es limitada, ya sea por la extensión territorial que presenta Argentina o por otros aspectos como como por ejemplo la disponibilidad de gas natural por red. Si se observa el comportamiento territorial de la demanda eléctrica británica (Chatterton *et al.*, 2016), se verifica un mapa prácticamente homogéneo, a excepción de las grandes ciudades, donde la demanda se reduce. En este sentido, el impacto de la variación climática es mucho menor, mientras que la red de gas presenta una cobertura más homogénea en el territorio, lo que reduce la variación en la demanda eléctrica.

Por otra parte, entendemos que la metodología propuesta permite un abordaje que es de gran valía en el ámbito nacional, puesto que no hay trabajos actuales que aborden esta problemática, a la vez que es escasa la información referida a demanda de energía, la cual tampoco se encuentra georreferenciada. En este sentido, el presente trabajo puede ser replicado en aquellos casos de estudio donde los conjuntos de datos sean similares a los que aquí se exponen. Mientras que para información de alta resolución se pueden emplear métodos de regresiones múltiples, clustering, redes neuronales, entre muchos otros, atendiendo a anclar el estudio al territorio, puesto que allí es donde los tomadores de decisiones deben ejecutar las políticas.

6. Conclusiones

A partir del análisis planteado, se detecta que la demanda eléctrica en Argentina tiene una clara relación con el clima, más precisamente con la necesidad de refrigeración, pero que necesariamente se deben considerar otras variables para explicar los consumos y sus equivalencias en cuanto a la génesis de los mismos. En este sentido, se observó que el consumo eléctrico de cada grupo de provincias es consecuencia de diferentes combinaciones en los valores de las siguientes variables: la penetración del equipamiento, la cobertura de gas de red, los niveles de pobreza, los requerimientos tanto de calefacción como de refrigeración, el tamaño de los hogares, el nivel de ingreso, el tamaño de las viviendas, entre otras.

A su vez, se puede destacar que las provincias con climas fríos presentaron consumos que se explican por una alta presencia de equipamiento (electrodomésticos) infiriendo una alta tasa de uso por permanencia en los hogares, sustentado por una buena condición socio-económica (bajo nivel de NBI) y altos niveles de ingreso. En cuanto a la climatización se debe recordar que en estas regiones se requiere escasa calefacción eléctrica debido a la alta cobertura de gas por red. Las provincias con clima templado requieren de refrigeración y calefacción, con lo cual, la presencia o ausencia del gas natural por red es un factor que incide directamente en el uso de energía eléctrica. Al mismo tiempo, los niveles intermedios de equipamiento y de pobreza determinan menores consumos. Finalmente, en el caso de las provincias cálidas, se encontraron altos niveles de pobreza con ingresos bajos, lo cual se condice con una escasa presencia de electrodomésticos, a excepción de los aires acondicionados que son de vital importancia en estas regiones. Esto determina un consumo base muy significativo, al cual se le adiciona la necesidad de calefacción eléctrica en aquellas provincias lindantes con la cordillera, debido a la baja cobertura del gas por red, resultando en los mayores valores de consumo promedio por usuario del país.

Esta situación manifiesta que en cada región climática, el peso de las variables es distinto, lo que abre interrogantes a abordar en futuros trabajos, donde sería viable buscar modelos predictivos diferentes, en las regiones frías, templadas y cálidas.

En segundo lugar, el análisis que relacionó la evolución de la demanda eléctrica por usuario en Argentina con el recambio e incorporación de electrodomésticos, encontró vínculos fuertes entre ambos. En consecuencia, se divisó un fuerte incremento de equipos tales como: hornos microondas, computadoras, celulares y aires acondicionados, ampliándose significativamente en estas últimas dos décadas el parque de electrodomésticos en el hogar. También, se observó que los lavarropas y heladeras presentan un recambio por equipos con mayores prestaciones. Se debe destacar que la incorporación de equipos fue intensa en todo el período analizado, situación que se minimizó durante el 2001 pero sin modificar la tendencia general. A su vez, es de esperar que esta tendencia continúe en los próximos años, y si bien se tratará de equipos con mayor eficiencia energética, se mantendrá el incremento de la demanda por usuario.

En tercer lugar, el análisis que relacionó la trayectoria de la demanda por usuario, el salario real y la tarifa, en las últimas décadas en la ciudad de La Plata, no demostró evidencias claras acerca de su vinculación, lo cual impide validar la hipótesis acerca de la relación de los altos consumos con los subsidios y el poder adquisitivo. Por el contrario, la curva de demanda por usuario continuó su tendencia sin mayores alteraciones a pesar de que en un momento determinado la tarifa se redujo notablemente y el salario real se incrementó. En consecuencia, no es posible afirmar que el abaratamiento de las tarifas haya provocado incrementos generalizados en el consumo o usos irracionales colectivos.

Finalmente, este trabajo ha destacado la necesidad de contar con información desagregada del consumo de energía a nivel nacional para poder comprender en detalle los elementos que determinan los usos de energía, lo cual permitiría contar con mayores insumos para direccionar políticas energéticas, tal como sucede en numerosos países. En este sentido, es de suma importancia contar con datos detallados acerca del equipamiento domiciliario y, a su vez, es aún más importante conocer si los niveles mínimos de confort de los distintos usos están siendo satisfechos, ya sean lumínicos, térmicos u otros. Si bien en la actualidad se están diseñando encuestas energéticas a nivel nacional (MINEM, 2017), hasta el momento dicha información es inexistente, por lo cual es posible afirmar que la metodología aquí propuesta, como así también los resultados obtenidos, son de utilidad para alcanzar una comprensión inicial acerca del consumo de energía a nivel nacional y sus principales determinantes.

7. Bibliografía

- Barrera, M., Sabbatella, I. y Serrani, E. (2012). *Historia de una privatización. Cómo y por qué se perdió YPF*. CABA: Capital Intelectual.
- Carlino, H. (2007). *2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. CABA: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Charfuelan Villareal, M. & Losada Moreira, J. (2016). «Household consumption of electricity in Brazil between 1985 and 2013». *Energy Policy*, (96), pp. 251–259.
- Chatterton, T., Anable, J., Barnes, J., Yeboah, G. (2016). «Mapping household direct energy consumption in the United Kingdom to provide a new perspective on energy justice». *Energy Research & Social Science*, (18), pp. 71–87
- Decreto 134. Emergencia energética. Boletín Oficial de la República Argentina, CABA, Argentina, 16 de diciembre de 2015.
- EIA (2015). *Drivers of U.S. Household Energy Consumption, 1980-2009*. Washington DC: U.S. Department of Energy.
- EIA (2016). *State Energy Data System (SEDS): 1960-2014 (complete)*. Washington, DC: U.S. Department of Energy.

- Ekholm, T., Krey, V., Pachauri, S. & Riahi, K. (2010). «Determinants of household energy consumption in India». *Energy Policy*, (38), pp. 5696–5707
- ENRE (2016). *Historial de Cuadros Tarifarios (1995-2014)*. CABA: Ente Nacional Regulador de la Electricidad.
- Filippín, C. (2005). «Energy use of buildings in Central Argentina». *Journal of Building Physics*, 29, (1), 2005, pp. 69-89.
- Fundación Bariloche (2007). *Asistencia Técnica para la elaboración del «Plan Estratégico de Energía de la República Argentina»*. Buenos Aires: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008a). *Estudio Prospectiva de la Demanda de Energía de República Dominicana*. Bariloche: IDEE/FB.
- Fundación Bariloche (2008b). *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional solicitado por el MIEM de la R.O. del Uruguay*. Montevideo: MIEM.
- Garrido, S. (2016). «Energías renovables y geopolítica». En: Guzowski, C. (coord.), *Políticas de promoción de las Energías Renovables*. Bahía Blanca: EDIUNS.
- González, A., Crivelli, E. y Gortari, S. (2006). «Eficiencia en el uso del gas en viviendas unifamiliares de Bariloche». *AVERMA*, (10), pp. 07.01-07.08.
- González, A. (2008). «Aumento de eficiencia térmica en la ciudad de Bariloche: propuesta de plan de mejoras con dirección de subsidios a la inversión, y no al consumo». *AVERMA*, (12), pp. 07.57-07.64.
- Gouveia, J., & Seixas, J. (2016). «Unraveling electricity consumption profiles in households through clusters: combining smart meters and door-to-door surveys». *Energy and Buildings*, (116), pp. 666–676.
- IAS (1983). *Plan piloto de evaluaciones energéticas en la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires*. Audibaires. *Contrato Secretaría de Energía N°1399/83*. La Plata: Instituto de Arquitectura Solar.
- IDAE (2016). *Balances de energía final (1990-2014)*. Madrid: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- IDEHAB (2005). *Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. La Plata: Instituto de Estudios del Hábitat.
- INDEC (2014). *Comercio exterior argentino 2013*. Dirección de Difusión del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires.
- INDEC (2016a). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2012/2013*. CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016b). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2004/2005*. CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016c). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 1996/1997*. CABA: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2016d). *Incidencia de la pobreza y de la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Resultados segundo trimestre de 2016*. CABA: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Infoleg (2016). *Resolución 6/2016. Ministerio de Energía y Minería*. CABA: Información Legislativa y Documental. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/258201/norma.htm>
- IRAM (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Norma 11.603:2012*. CABA: Instituto Argentino de Normalización.
- Jacob, S., Strack, J., Branda, J., Murcia, G. y Suárez, J. (2013). «Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de Mar del Plata. Aspectos económicos y ambientales». *AVERMA*, (17), pp. 01.35-01.42.
- Malvicino, Margulis y Trajtenberg (2016). «Impacto de la Temperatura en la Demanda Eléctrica Invernal en Buenos Aires (1998-2015)». *1er Seminario A2UE3*. Buenos Aires.
- Margulis, D. (2014). *Análisis de los determinantes de la demanda residencial de energía eléctrica en Argentina*. Tesis de la maestría interdisciplinaria en energía. CABA: CEARE-UBA.
- Martini, I. (2013). *Construcción de escenarios urbanos orientados al mejoramiento energético de los sectores residencial y transporte*. Proyecto UNLP/2014-2017. La Plata: UNLP
- Lévy, J. & Belaïdb, F. (2017). «The determinants of domestic energy consumption in France: Energy modes, habitat, households and life cycles». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, en prensa.

- Mercado, V., Esteves, A. y Filippín, C. (2008). «Estrategias bioclimáticas en viviendas de índole social en Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina». *AVERMA*, (12), pp. 129-136.
- MINEM (2016). *Series Históricas de Energía Eléctrica*. CABA: Ministerio de energía y Minería de la República Argentina. Disponible en: <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140>
- MINEM (2017). Memoria Anual 2016. Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética. CABA: Ministerio de Energía de la República Argentina. Disponible en: <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7174>
- McLoughlin, F., Duffy, A., & Conlon, M. (2012). «Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: an Irish case study». *Energy and Buildings*, (48), pp. 240-248.
- McLoughlin, F., Duffy, A., & Conlon, M. (2013). «Evaluation of time series techniques to characterise domestic electricity demand». *Energy*, (50), pp. 120-130.
- Ministerio de Trabajo (2014). *Seguimiento de la evolución de precios y salarios*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Disponible en: http://www.trabajo.gob.ar/downloads/destacados/140123_precios-y-salario.pdf
- Özcan, K., Gülay, E. & Üçdoğruk, Ş. (2013). «Economic and demographic determinants of household energy use in Turkey». *Energy Policy*, 60, pp. 550-557.
- Redatam (2016) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Disponible en: <http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?BASE=CPV2010B>
- Rigen las nuevas tarifas eléctricas, con subas mayores a 500% (2 de febrero de 2016). *La Nación*. Recuperado de: <http://www.lanacion.com.ar/1867334-rigen-las-nuevas-tarifas-electricas-con-subas-mayores-a-500>
- Rosenfeld, E., Fabris, A., Ravello, O., Discoli, C., Lozano, S. (1988). «Consumo y conservación de la energía en el sector residencial de la Villa Minera de Río Turbio». *Actas 13ª Reunión de Trabajo ASADES*, Tomo 2, pp. 273-280.
- Rosenfeld, E. (1999). *Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental*. *URE AM (2000/2002)*. PIP CONICET 4717.
- Sticco, D. (1 de febrero de 2016). Tarifa de luz: los consumos de 350 a 500 kWh/mes pagarán hasta 600% más que antes. *Infobae*. Recuperado de: <http://www.infobae.com/2016/02/01/1786870-tarifa-luz-los-consumos-350-500-kwhmes-pagaran-600-mas-que-antes/>
- Tanides, C. (2013). *Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre.
- Vagge, C., Filippín, C. y Czajkowski, J. (2008). «Auditorías energéticas en Santa Rosa, La Pampa.» *AVERMA*, (12), pp. 05.57-05.64.
- Wiesmann, D., Lima Azevedo, I., Ferrao, P., Fernández, J. (2011). «Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models». *Energy Policy*, (39), pp. 2772-2779
- Zheng, X., Wei, C., Qin, P., Guo, J., Yu, Y., Song, F. & Chen, Z. (2014). «Characteristics of residential energy consumption in China: Findings from a household survey». *Energy Policy*, (75), pp. 126-135.

8. Anexo 1 (Tabla 2). Condición sociodemográfica y de equipamiento de los nueve grupos de provincias

Variables	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
	SC-TF	BAP-RN- CHU-NQ	CABA	MZ-CD-SL- ER-SF-LP	ST-JJ-TU	SJ-LR	CR-MI	CHC-CA-SE	FM
kWh/año por usuario	2747.77	3007.72	3167.10	2495.13	2732.48	4026.02	2644.79	3311.23	3894.20
GD ₂₃	0.00	106.92	197.00	209.50	300.68	477.34	538.54	591.45	815.00
GD ₂₀	4712.54	1866.16	1253.00	1343.08	943.83	1310.57	574.88	744.54	454.00
Personas/hogar	3.31	3.26	2.51	3.23	3.95	3.78	3.66	3.80	3.77
% Hogares con NBI	10.9%	9.1%	5.8%	7.0%	16.5%	11.6%	16.0%	17.6%	20.0%
% Hog. Conexión a servicios satisfactoria	84.9%	48.3%	97.8%	50.3%	54.7%	35.8%	35.4%	27.4%	31.0%
% Hogares con gas por red para cocción	92.7%	65.9%	95.0%	50.2%	39.5%	38.1%	0.0%	10.4%	0.0%
% Hogares con aire acondicionado	1.0%	24.6%	49.0%	40.9%	24.5%	49.7%	42.8%	56.5%	59.6%
% Hogares con lavarropas automático	82.9%	64.3%	74.7%	69.6%	46.4%	62.1%	48.3%	39.7%	46.3%
% Hogares con computadora	72.6%	55.8%	76.6%	57.6%	43.6%	45.3%	43.7%	37.7%	37.4%
% Hogares con conexión a internet	57.6%	45.8%	71.0%	45.7%	27.4%	29.5%	32.2%	23.3%	25.3%
% Hogares con heladera con freezer	82.3%	73.2%	85.9%	71.1%	77.9%	72.7%	72.8%	73.6%	78.1%
% Hogares con freezer	13.6%	11.4%	8.2%	10.2%	10.8%	14.0%	17.4%	11.9%	30.8%
Promedio m ² por vivienda	86.34	77.38	88.62	86.74	54.69	100.22	66.44	76.65	50.93
Promedio ingresos por hogar mensual [ARS]	12198.48	6555.55	8806.18	6258.34	5851.66	5117.97	5024.90	4422.40	4634.65
Promedio ingreso per cápita mensual [ARS]	4532.77	2420.38	4066.07	2401.11	1845.75	1648.72	1825.16	1545.55	1645.60
Promedio monto destinado a electricidad [ARS]	112.53	77.91	42.14	97.06	89.81	104.42	96.45	94.30	101.00
Porcentaje de ingreso destinado a electricidad [%]	0.92%	1.19%	0.48%	1.55%	1.54%	2.04%	1.92%	2.16%	2.18%

Fuente: Elaboración propia en base a MINEM (2016); IRAM (2012); Redatam (2016) e INDEC (2016a).