

## **DESARROLLO Y ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIO-ENERGÉTICA PARA DEPARTAMENTOS DE ARGENTINA**

R. Durán<sup>1</sup>, M. Condori<sup>2</sup>

Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO, UNSa. CONICET)  
Universidad Nacional de Salta

Av. Bolivia 5150 A4408FVY Salta, República Argentina  
FAX 54 387 4255489 email: duran.cayon@gmail.com

*Recibido 27/08/17, aceptado 31/09/17*

**RESUMEN:** En la presente contribución se presenta el desarrollo y estimación de un Índice de Vulnerabilidad Socio-Energética diseñado para evaluar la composición e intensidad de la vulnerabilidad de los hogares argentinos con respecto a los cambios de políticas energéticas para el sector residencial. Para ello se ha trabajado con una base de microdatos basada en el formulario ampliado del censo y diseñada por el Instituto de Estadísticas y Censos de la Nación (INDEC) por pedido del Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) que contempla la dimensión laboral, educativa, de acceso a electricidad y gas en cualquiera de sus formas y la calidad térmica de los materiales constructivos de la vivienda que ocupa el hogar. Se han empleado técnicas de minería de datos para modelar y caracterizar la composición de los hogares con alta intensidad de vulnerabilidad. Los resultados indican la concentración de hogares altamente vulnerables corresponde con un 11.78% del total de hogares y están concentrados principalmente en el Norte Grande.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad energética, Política energética para el sector residencial, Minería de datos, Desarrollo social.

### **INTRODUCCIÓN**

La conformación de políticas energéticas enfocadas al bienestar de la población por medio de la ampliación de sus derechos, ha sido expuesta como una vía para reducir desigualdad en Argentina (Kessler 2015; Paz y Piselli 2000). Además, existe una relación bien establecida y demostrada empíricamente entre los niveles de acceso a la energía y otros aspectos de la desigualdad que son vinculados a derechos elementales, tales como vivienda, trabajo, educación y salud (Durán R y Condori M 2015). Junto a ello, las problemáticas asociadas a la desigualdad, analizadas desde la óptica de la defensa de los derechos elementales y universales, nos posiciona en un terreno en donde la definición de la ética política y su praxis ideológica cobran relevancia en las decisiones que toma el Estado.

Tras las elecciones presidenciales del año 2015 Argentina viene experimentando profundos cambios en la definición de políticas macroeconómicas y de impacto social tales como lo son la devaluación del peso con respecto al dólar estadounidense (Beker 2016), la quita total o parcial de retenciones a los productos del agro y la minería (Varesi 2016), la apertura irrestricta de importaciones y la creciente toma de deuda en un contexto económico de fuga de capitales (Observatorio de la Deuda Externa - UMET- 2017). Estas políticas vienen teniendo un correlato negativo con respecto a la evolución de variables asociadas al bienestar y estabilidad económica de los hogares, un claro indicativo de esto es el aumento en las tasas de desempleo y trabajo en negro y el aumento de la pobreza<sup>3</sup> En materia energética, luego de la firma del decreto de emergencia energética a finales del año 2015 y la posterior

---

<sup>1</sup> Becario doctoral CONICET

<sup>2</sup> Investigador Independiente CONICET – Personal jerárquico INENCO

<sup>3</sup> “Presentación de Informes sobre Pobreza (2010-2016) - Observatorio de la Deuda Social Argentina - UCA Pontificia Universidad Católica Argentina” 2017.

quita del subsidio al consumo residencial de electricidad y gas las tarifas de estos servicios vienen sufriendo un profundo aumento. Esta decisión, en un contexto laboral y económico adverso para los hogares ha producido un aumento de la pobreza energética en todos los aglomerados urbanos de argentina.

La diferencia en el estado de bienestar de un hogar o grupo humano entre dos momentos distintos como el resultado de una irrupción externa al mismo nos refiere al concepto de vulnerabilidad. Asimismo, el concepto de vulnerabilidad social remite a los cambios adversos que implican en el bienestar de una población la definición de políticas públicas. En el contexto político de la argentina reciente, en donde en términos generales la praxis política nacional presenta un giro radical y un cambio de signo en un corto periodo de tiempo, este concepto resulta de utilidad para referir a la profundización de la exclusión y privación material y social.

En este trabajo se propone la elaboración y estimación de un índice de vulnerabilidad social de hogares enfocado en sus aspectos energéticos, esto permitirá estimar la intensidad y composición de la vulnerabilidad de los hogares ante el cambio de políticas energéticas en los Departamentos de Argentina. Asimismo, este índice es elaborado a partir de una base de microdatos exclusiva, provista por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) al Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO). La base de microdatos fue elaborada a partir de datos del cuestionario ampliado del Censo Nacional de Hogares y Viviendas Argentina 2010 (CNPHV 2010) y resulta específica a la problemática de vulnerabilidad social energética. Finalmente, en el desarrollo de este trabajo se realizará un estudio de composición de los hogares en estado de vulnerabilidad, que será realizado a partir de la aplicación de metodologías de análisis de grandes números de datos (data mining) sobre la base de microdatos suministrada. Esto permitirá establecer asociaciones entre las características de los Departamentos y hogares, de manera tal de poder comprender problemáticas comunes que actúan independientemente del marco territorial, identificándolas a partir de las características de la población.

## **EL CONCEPTO DE VULNERABILIDAD Y SU USO PARA EL ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA SOCIO-ENERGÉTICA**

Desde su formulación, realizada en el marco de los trabajos de ecología y evolución a finales de la década de 1970, el concepto de vulnerabilidad ha sido utilizado ampliamente. En general, se refiere al impacto que tiene sobre un grupo humano un fenómeno o situación externa que lo conduce a una situación de inferioridad de condiciones con respecto a un momento anterior. El concepto es utilizado habitualmente en trabajos enmarcados en estudios de ecología, ambiente y problemáticas sociales. De allí que, la externalidad que afecta al grupo humano puede estar referida a una eventualidad de origen físico, ambiental, ecológico o a problemáticas sociales asociadas a la desigualdad. Enmarcados principalmente en la geografía humana, los primeros trabajos que se ocuparon de producir un indicador y estimar la vulnerabilidad de una población están enfocados en la planificación y proyección de situaciones relativas a desastres naturales o hambrunas.

Por otro lado, se ha mantenido una acepción estrictamente social del concepto con el objetivo de señalar las consecuencias de las transformaciones sociales, económicas y políticas que atraviesa un grupo humano. Durante los noventa, Robert Castel (1995) identifica a la vulnerabilidad con una situación y condición de vida de una parte de la población que la sitúa en una situación desventajosa con respecto a otra. Según propone, el estado de vulnerabilidad se sitúa entre los estados de cohesión y exclusión social. En el esquema explicativo de Castel, los conceptos están fundamentados en la experiencia humana, de allí que un mismo actor social pueda transitar entre los estados de cohesión, vulnerabilidad y exclusión social en momentos distintos.

No obstante, la linealidad del esquema explicativo propuesto por Castel puede ser revisada. En situaciones en las que la dinámica política y económica plantea cambios estructurales e ideológicos que se identifican como contingentes para algunos grupos sociales hay hogares que se distancian de otros de acuerdo a su posición entre los estados de cohesión, vulnerabilidad y exclusión social y otros

que, por su posición, se sitúan entre estos estados. Así, la trayectoria de los hogares que transitan entre estos estados marca una condición específica de acuerdo a su evolución, diferenciando aquellos hogares que transitan entre los estados de vulnerabilidad y exclusión de aquellos que permanecen en los extremos de exclusión o cohesión. Asimismo, desde una perspectiva dialéctica la trayectoria de los hogares que permanecen en un estado no se mantienen estáticos, continúan protagonizando transformaciones en términos de su vulnerabilidad. De allí que se comprenda que existen hogares vulnerables y excluidos dentro del estado de exclusión. Complementariamente a la perspectiva de Castel, el tránsito de los hogares entre el continuo definido por los conceptos de cohesión y exclusión, mediado por el estado de vulnerabilidad, puede ser descrito como una trayectoria espiralada, en la que los estados son redefinidos de acuerdo a la evolución de cada hogar. El tránsito entre los estados puede ser recursivo (por ejemplo, pasar de un estado de vulnerabilidad a exclusión y luego nuevamente a vulnerabilidad) pero consideramos que, a partir de la trayectoria del hogar, el nuevo estado de vulnerabilidad no será vivenciado ni tendrá características similares al primero. Además, esta lógica basada en la dialéctica, permite establecer limitaciones para el tránsito entre estados a partir de la trayectoria de los hogares. Así, será diferente para un hogar que permaneció en situación de exclusión social y material poder pasar a una zona de vulnerabilidad o cohesión social.

De manera general, los indicadores de vulnerabilidad social hacen pie, en la caracterización de los hogares de acuerdo a variables económicas y laborales. En América Latina, la CEPAL (Pizarro Hofer 2001) ha publicado algunos informes relativos a la situación de vulnerabilidad en países de la región a partir de esta perspectiva. Estos trabajos, de principios de la década del 2000, se ocupan de revisar el impacto de las transformaciones económicas propias del neoliberalismo latinoamericano de la década de 1990, siendo habitual en su desarrollo la preocupación por las consecuencias de la economía global y sus efectos en las esferas laboral y educativa. Por otra parte, en Argentina, distintos autores (Labrunée y Gallo 2005; Perona, Rocchi, y others 2001) propone un indicador de vulnerabilidad social para aglomerados urbanos que identifica aquellos hogares cuyas condiciones socio económicas potencian el riesgo de sufrir una situación de deterioro en sus condiciones de vida, además, contempla la posición de hogares cuya situación de pobreza los sitúa en una posición ya vulnerada. Finalmente, en el espacio de la definición de políticas energéticas fundamentadas en la ampliación de los derechos elementales, el concepto de vulnerabilidad puede jugar un rol fundamental en la caracterización de los hogares que mayor riesgo corren a partir de los cambios en la definición de las políticas energéticas.

## **METODO Y FUENTES DE DATOS**

La fuente de datos que se ha utilizado corresponde con una entrega especial realizada por INDEC al INENCO, basada en el formulario ampliado del CNPHV 2010. El hecho de que el censo fuera realizado en un contexto más beneficioso que el actual en cuanto a la evolución de indicadores económicos, laborales, y de pobreza energética, permite definir con mayor precisión el núcleo de hogares con mayor vulnerabilidad.

La base de microdatos suministrada por INDEC permite definir la situación de vulnerabilidad energética hacia el interior de los Departamentos de Argentina. La característica ampliada del formulario permite establecer una mejor definición de las características térmica de los materiales constructivos de las viviendas, además de contar con información relativa a las ramas de actividad de las ocupaciones, la pertenencia a una minoría (afro-descendientes e indígenas) y la revisión de algunos aspectos de salud, entre otros. A estas características positivas hay que sumar la inmediatez temporal en la ejecución del cuestionario, lo cual permite definir un marco de referencia preciso, en cuanto a aspectos dinámicos como los económicos y demográficos en general, para la caracterización de la población.

Los indicadores elaborados a partir de la base de microdatos remiten a dimensiones específicas del estado de vulnerabilidad socio energética. En la tabla 1 se observa la definición de los indicadores

empleados para la definición del índice, estos son ampliamente aplicables a la población solamente para el 0.5% de los casos presentan faltantes de información.

Vivienda con problemas térmicos	Porcentaje de hogares que ocupan viviendas con al menos dos de las siguientes características con respecto al total de hogares para un Departamento: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Piso de tierra o ladrillo suelto</li> <li>- Pared de madera, chapa palma o paja sin adobe</li> <li>- Pared sin revestimiento externo</li> <li>- Techo sin cielorraso</li> <li>- Techo de chapa (en cualquiera de sus formas) o de caña o palma sin adobe</li> </ul>
Acceso a electricidad	Porcentaje de hogares que no tienen acceso a electricidad, sea por red o cualquier otra forma, según el total de hogares para un Departamento.
Acceso a gas	Porcentaje de hogares que no acceden a fuentes de gas, sea por red o garrafa, según el total de hogares para un Departamento.
Jefes de hogar con máximo nivel educativo primario completo o nunca recibió educación formal	Porcentaje de jefes de hogar cuyo máximo nivel educativo corresponde con primario completo, primario incompleto, inicial o que nunca asistió, según el total de jefes de hogar para un Departamento.
Jefes de hogar desocupados o empleados no registrados	Porcentaje de jefes de hogar cuya condición de actividad es desocupado o que son empleados, pero no realizan ni reciben aportes, de acuerdo al total de jefes de hogar para un Departamento.

Tabla 1 – Indicadores empleados en el índice de vulnerabilidad energética

La validez interna del índice, estimada a partir de la revisión de su capacidad de conformar factores (tabla 2), indica una buena asociación entre las variables que lo conforman. Se observa la formación de dos factores bien constituidos, uno, relaciona las variables de acceso a gas y electricidad y otro, las características térmicas de la vivienda y ocupacionales y educativas del jefe de hogar.

Varianza explicada	<b>57%</b>	
Medida de adecuación KMO.	<b>0,638</b>	
Factor	F1	F2
Hogares sin acceso a gas	<b>0,676</b>	0,258
Hogares sin acceso a electricidad	<b>0,607</b>	0,133
Viviendas térmicamente ineficientes	0,254	<b>0,573</b>
Jefe de hogar con MNI primario completo o nunca asistió	0,129	<b>0,321</b>
Jefe de hogar desocupado u ocupado no registrado.	0,03	<b>0,204</b>
Método de extracción: Factorización de ejes principales.		
Método de rotación. Variamax con normalización de Kaiser.		

Tabla 2 – Factorización de la muestra

A partir de la validación interna y la conformación de los factores del índice, proponemos la definición del índice IVE, a partir del conteo al nivel de hogares de la presencia de tres o más de las cinco características listadas en la tabla 1. Así, en aquellos casos en donde el hogar cumpla con tres o más de estas características será denominado como vulnerables energética y socialmente. La definición mediante la presencia de tres o más características permite identificar aquellos casos en donde no solo se dan situaciones de exclusión del derecho presentada en el factor 1, o relativa a la conformación de un nivel socioeconómico bajo (factor 2), al mismo tiempo que permite apreciar la convergencia entre la situación de vulnerabilidad y exclusión.

El estudio de composición de hogares en situación de vulnerabilidad energética fue realizado a partir de la aplicación del algoritmo de árbol de decisión. Un árbol de decisión es un método común en minería de datos. Consiste en la creación de un modelo, a partir de una serie de datos de entrada, mediante el cual puede predecirse con cierto grado de certeza el acontecimiento de un evento que ha sido estimado por una variable a partir de los valores de las demás. Los distintos algoritmos empleados en la metodología clasifican de manera recursiva los valores de los conjuntos de datos a partir de las probabilidades de ocurrencia según la creación de subconjuntos para esos datos. Mediante este método se clasificarán los valores de las variables a partir de la presencia de más de tres características IVE, como resultado el modelo describirá predecirá qué características tendrá un hogar que se encuentre en

una situación de alta vulnerabilidad. Este modelo será validado por la aplicación de distintos estadísticos.

Para la definición de este modelo se ha trabajado con el software KNIME, un software gratuito y de licencia libre dedicado a la minería de datos. KNIME actúa como un motor sobre el que se corren numerosos algoritmos, los cuales han sido creados de acuerdo a cada aplicación que realizará en particular el programa. En el gráfico 1 se presenta, el circuito elaborado en KNIME para modelar los hogares que presentan más de tres características IVE, indicando debajo de cada caja la función de el algoritmo que ha sido aplicado. El circuito ordena los datos de entrada filtrando las variables que han sido empleadas como indicadores en el IVE, luego divide la base de datos destinando un 80% del total para el desarrollo del modelo y el 20% restante para evaluar la predicción del modelo contra datos reales.

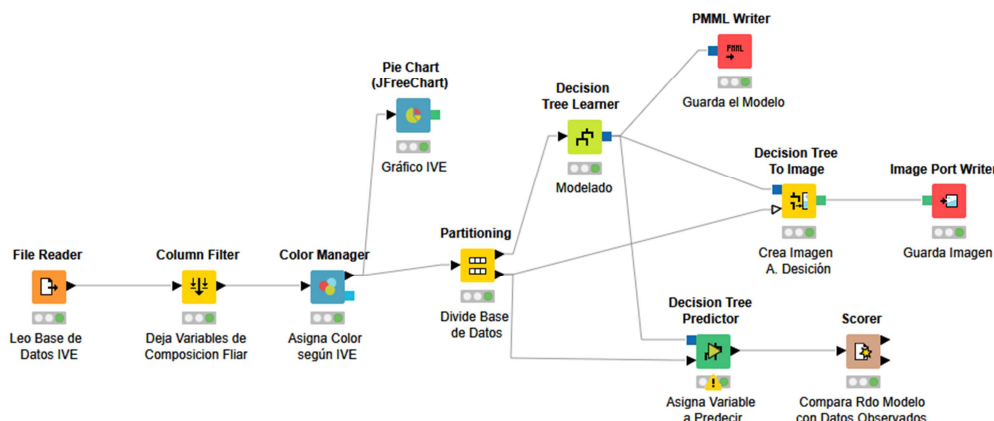


Gráfico 1 – Circuito para el modelado en KNIME de las problemáticas de los hogares con más de tres condiciones IVE

En la tabla 3 se observan los resultados de la aplicación del algoritmo “scorer”, que evalúa mediante distintas medidas la calidad de la predicción y estimación del modelo. Las medidas de precisión, recall, especificada y Medida F, ayudan a estimar cuán certera ha sido la predicción del modelo para los valores de la variable sobre la que se ha desarrollado. Precisión refiere a la relación entre el total de veces que el modelo acertó con respecto al total de hipótesis que propuso. Recall, por otra parte, relaciona el total de veces que el modelo predijo que el evento iba a suceder contra el total de veces que efectivamente el evento sucedió. Especificidad evalúa la cantidad de veces que el modelo propuso que el resultado sería negativo (que no se cumpliría la condición) contra el total de veces que realmente no se cumplió. La medida F relaciona la precisión y el recall calculando la media armónica entre ambos coeficientes. Finalmente, el coeficiente Kappa de Cohen brinda una medida de concordancia entre dos series de datos teniendo en cuenta el efecto del azar. El circuito cierra a partir de la aplicación de los algoritmos de extracción de la imagen del árbol de clasificación y extracción del modelo.

IVE	Precisión	Recall	Especificidad	Medida F	Exactitud	Kappa De Cohen
Tres o más C.	0.5830	0.4057	0.9611	0.4785	0.8956	0.4226
Tres o menos C.	0.9235	0.9611	0.4057	0.9419		

Tabla 3 – Estadísticos de validación aplicados al modelo.

## RESULTADOS

Solamente un 27.8% de los hogares no presentan características de vulnerabilidad energética. Por otra parte, el 60% cumple con una o dos de las condiciones. La medida de intensidad del índice está asociada con la cantidad de características que presenta un hogar, mientras mayor sea mayor será la

vulnerabilidad del hogar. De allí que, en hogares en los que se cumpla con tres o más de las condiciones puedan ser considerados como de alta intensidad o altamente vulnerables.

Los hogares altamente vulnerables, comprenden casos en los que se ven representados tanto los aspectos socio económicos o los relativos al acceso a la energía como derecho, representando al 11,78% del total de hogares argentinos.

En el mapa 1 se observan para los departamentos de Argentina cual la intensidad del IVE más común o mayoritaria, indicando que en su mayor parte los hogares de no presentan características IVE, esto está relacionado a la fuerte centralización de población urbana en el país. Esta situación cambia en los Departamentos del Norte de Argentina, para cuyos casos la mayor parte de la población cuenta con cuatro o cinco de las características.

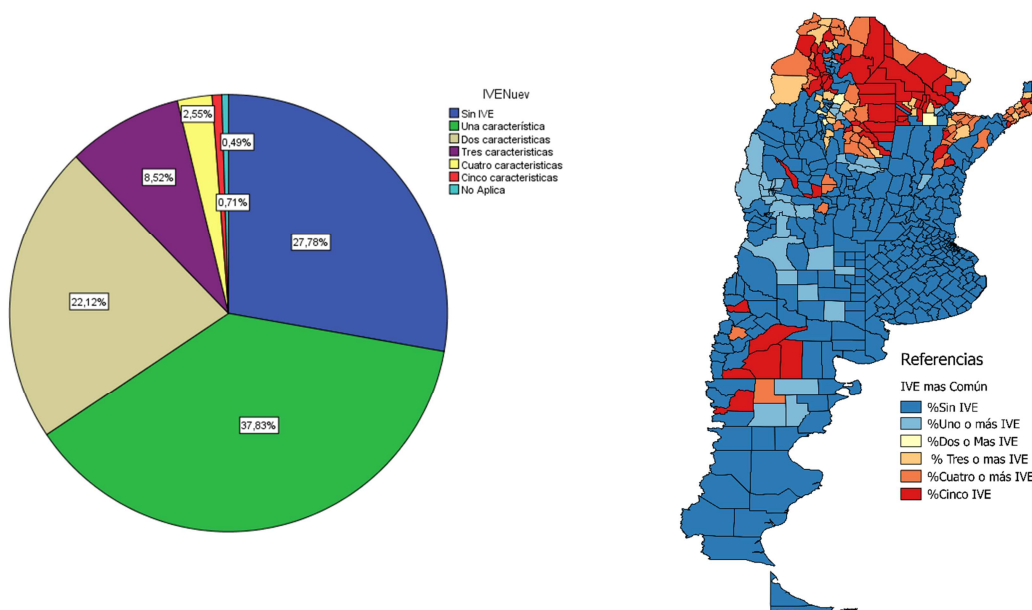


Gráfico 2 – Porcentajes de hogares según cantidad de características IVE presentadas

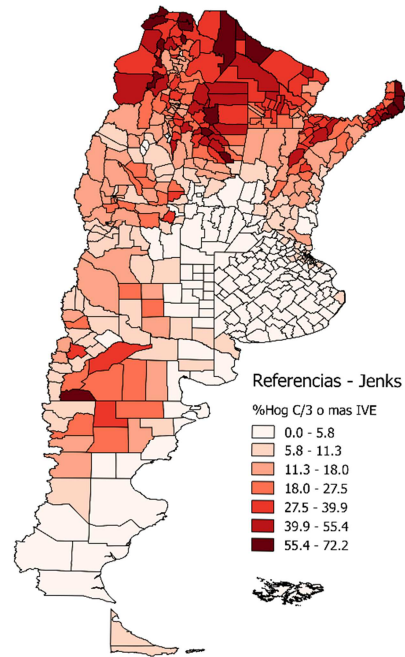
Mapa 1 – Mayor porcentaje de características IVE

Los porcentajes de hogares en los que se cuenta con una alta intensidad del índice se observan para los departamentos de Argentina en la tabla 4 y en el mapa 2. En la tabla 4 los departamentos del Norte Grande de Argentina encabezan la lista con los mayores valores, así el 72.2 % de los hogares de Rivadavia, de la provincia de Salta, presentan tres o más características IVE. El mapa 2 presenta los porcentajes de hogares con tres o más características IVE, la división de intervalos fue realizada mediante el método de Jenks exponiendo una forma clasificación de la distribución de los valores más natural que a partir de percentiles o intervalos fijos.

Tal como muestra el grafico 3, los valores de vulnerabilidad alta se distribuyen se encuentran más concentrados en zonas rurales dispersas. La determinación de la principal característica IVE fue realizada a partir de la comparación de los valores de cada indicador utilizado para la evaluación del índice. Para su comparación, los valores fueron estandarizados y luego ubicados en quintiles de distribución para cada variable. Esto asegura que no existan errores de escalas entre las diferentes mediciones.

Orden	Provincia	Departamento / Partido	%3+IVE
1	Salta	Rivadavia	72,2
2	Misiones	San Pedro	71,4
3	Jujuy	Santa Catalina	71,1
4	Jujuy	Rinconada	70,4
5	Misiones	25 de Mayo	70,3
6	Sgo del Estero	Figueroa	70,1
7	Formosa	Ramón Lista	68,7
8	Misiones	Guaraní	65,5
9	Salta	Santa Victoria	64,8
10	Salta	Iruya	63,3
11	Sgo del Estero	Mitre	63,2
12	Salta	Molinos	62,1
13	Formosa	Bermejo	61,8
14	Sgo del Estero	San Martín	60,8
15	Jujuy	Valle Grande	60
16	Río negro	Norquinco	58,2
17	Misiones	Gal.M. Belgrano	57,5
18	Salta	La Poma	57
19	Sgo del Estero	Salavina	55,4
20	Sgo del Estero	Atamisqui	53,1

Tabla 4 – Primeros 20 Dptos. con 3 o más características IVE



Mapa 2 – Porcentaje de hogares con tres o más características IVE

A partir de ello el mapa 3 expone las problemáticas más comunes de los hogares de acuerdo a las características mencionadas. Así, por ejemplo, para algunos departamentos del norte y el sur de Argentina la característica que está presente en un mayor porcentaje de los hogares corresponde con la eficiencia térmica de los materiales empleados en la construcción de la vivienda. Asimismo, para zonas con mayor concentración de la población o departamentos caracterizados por estar fuertemente urbanizados las características con mayor representatividad corresponden con los aspectos socio económicos.

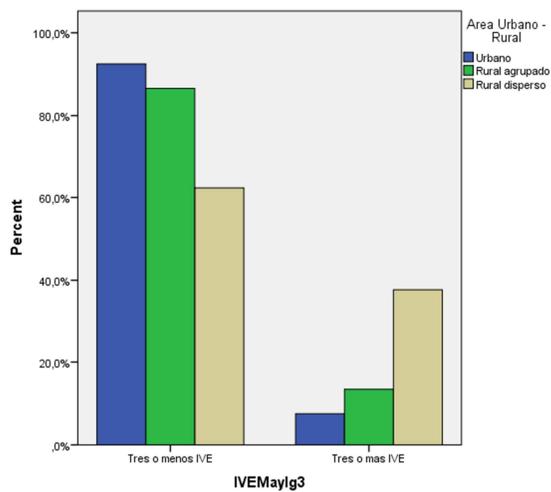
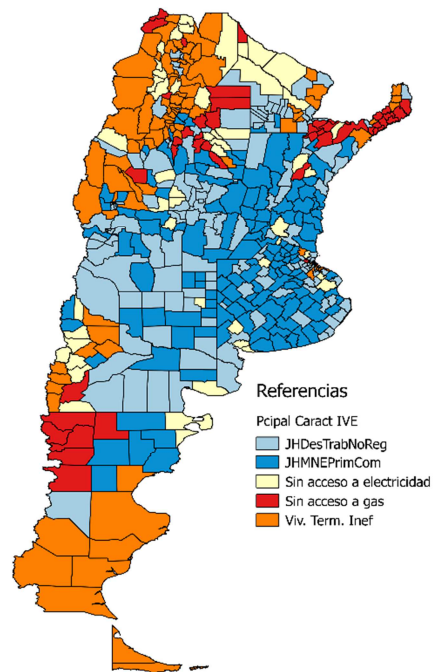


Gráfico 3 – Tres o más características IVE según área urbana o rural.



Mapa 3 – Principal Característica IVE por Departamento

En el gráfico 4 se observa el árbol de decisión propuesto por el modelo para describir y predecir cuándo un hogar se encontrará en situación de alta vulnerabilidad. El algoritmo que generó el modelo permitió ordenar la totalidad de casos según estas variables relacionadas a las dimensiones de salud, acceso y capacidad de utilización de tecnologías de la comunicación e información, tipo de ocupación y pertenencia o no a una etnia.

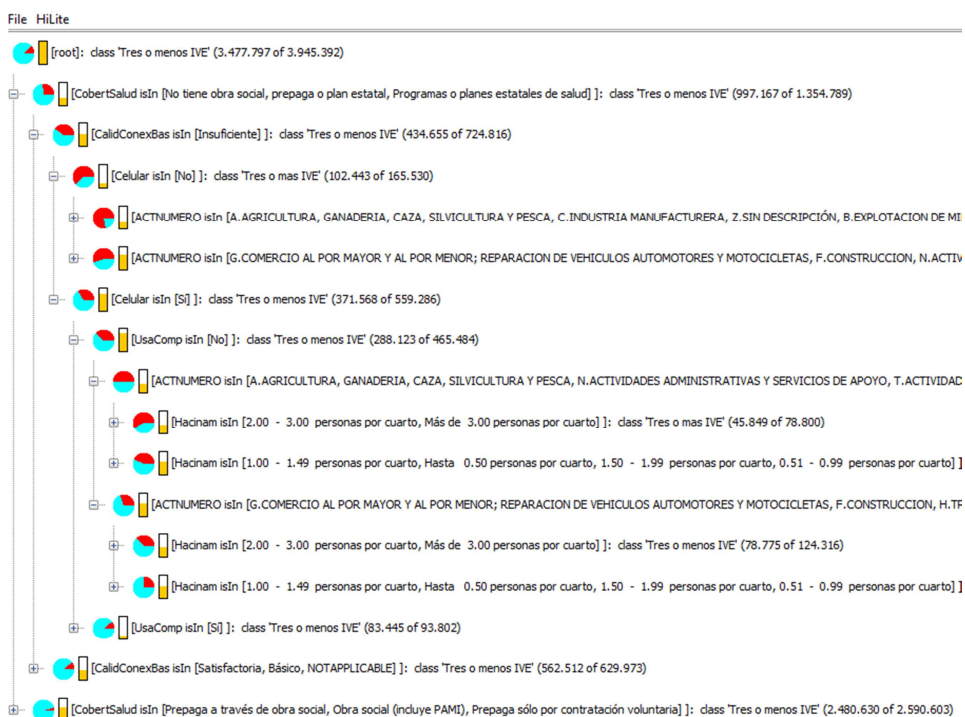


Grafico 4 – Árbol de decisión

Así, el total de hogares que se encuentran en una situación de vulnerabilidad alta ha sido clasificado a partir de cuatro grupos principales definidos a partir de características de composición de los hogares.

Grupo 1:

- Comprende un total de 115.000 hogares
- Sin cobertura de salud (No tienen acceso a obra social ni prepaga de ningún tipo)
- Servicios básicos insuficientes (Hogares sin conexión de agua por red y desagüe a pozo o fosa séptica)
- Sin celular
- Jefe de hogar se desarrolla su actividad en agricultura, ganadería, caza, pesca, manufacturas o en comercios, reparación de motovehículos y automóviles,
- Fuerte concentración de hogares indígenas.

Grupo 2:

- Comprende un total de 212.000 hogares
- Sin cobertura de salud
- Servicios básicos insuficientes
- Con celular
- Sin computadora
- Jefe de hogar se desarrolla su actividad en agricultura, ganadería, manufactura, empleados domésticos o comercios, construcción, reparación de vehículos
- Concentración de hogares con 2 o 3 personas por cuarto.

Grupo 3:

- Comprende un total de 75.000 hogares



- Sin cobertura de salud
- Servicios básicos de tipo satisfactorios o básicos
- Sin computadora
- Jefe de hogar se desarrolla su actividad principal como empleado de comercios o ayudante de construcción.
- Concentración de hogares con 2 o 3 personas por cuarto.

#### Grupo 4:

- Comprende un total de 123.000 hogares
- Con cobertura de salud
- Calidad conexión básica insuficiente
- Con celular
- Sin computadora
- Trabajador por cuenta propia (minoritario) o empleado
- Jefe de hogar se desarrolla su actividad principal como cuenta propia en ocupaciones con información insuficiente o en construcción
- Empleados trabajan en construcción, servicio doméstico o producción agrícola

Estas agrupaciones, que han sido descritas por el algoritmo a partir de la manera en que se organizan y relacionan los datos, exponen las configuraciones más comunes y distinguibles. En tres de los cuatro grupos los hogares no disponen de cobertura de salud y ocupan viviendas con acceso a servicios básicos insuficientes, esto refiere claramente a la vulnerabilidad y privación de dos aspectos centrales para la calidad de vida comprendida como un derecho humano. Por otro lado, la caracterización relativa a la disposición y utilización de teléfono celular y computadora hace referencia al nivel socio-económico del hogar al mismo tiempo que vincula el acceso a las tecnologías de información y comunicación. Finalmente, las ocupaciones en la que se desenvuelven los jefes de hogar de todos los grupos corresponden con los trabajos que han sido englobados en el concepto “trabajo manual sin especialización”, excepto en el caso de aquellos que trabajan en la reparación de vehículos en cuyo caso corresponde con “trabajadores manuales especializados”.

En cuanto a sus diferencias, se establecen claramente para tres de los cuatro grupos, esto es así ya que los grupos 2 y 3 comparten casi la totalidad de sus características. De esta manera, la configuración correspondería con un primer grupo de 115.000 hogares, extremadamente vulnerables, con un acceso a derechos elementales nulo y caracterizado fuertemente por la pertenencia étnica, cuya rama de actividad está vinculada a la caza, pesca, agricultura manufacturas. Por otro lado, un segundo, que engloba al grupo 2 y 3 y representa a la mayor cantidad de hogares. Los cuales presentan un estado de vulneración de derechos elementales alto, pero no tan extremo como el grupo anterior (se encuentran excluidos de obra social y en su mayoría presentan un acceso a servicios básicos insuficientes), que si bien logran acceder y utilizar celulares sus ocupaciones no logran brindar un marco de previsibilidad financiera a largo plazo y mantienen un grado de hacinamiento medio. Esto indicaría un mejor nivel socio económico que con respecto al grupo 1 aunque ambos se encuentren en una situación de alta vulnerabilidad. Finalmente, un tercer grupo de hogares con alta vulnerabilidad, que comprende 123.000 hogares, presentan una mejoría del acceso a derechos elementales con respecto a los dos grupos anteriores, utilizan teléfonos celulares, aunque no computadora. En términos de su composición laboral, este grupo está conformado principalmente por jefes de hogar en relación de dependencia que trabajan principalmente, en servicio doméstico, construcción o en la producción agrícola.

Esta categorización de hogares con alta vulnerabilidad nos permite comprender de una manera rápida y precisa su composición a partir de variables que no están relacionadas con las dimensiones que definen al indicador de vulnerabilidad. Al mismo tiempo, sirven para definir cuáles serán los hogares que sufrirán en una mayor medida los cambios en las políticas energéticas. Así, será posible definir políticas específicas a estos hogares.

## CONCLUSIONES

El concepto de vulnerabilidad energética, y en particular el indicador que hemos definido, genera información útil para la formulación de políticas energéticas a partir de las características de los hogares energéticamente vulnerables. Al considerar que el estado de exclusión, cohesión y vulnerabilidad de los hogares están mutuamente integrados mediante una lógica dialéctica, comprendemos que tanto el concepto de exclusión como el de vulnerabilidad se sitúan en un mismo plano. Así entendido, el concepto de vulnerabilidad es una herramienta útil para comprender y explicar la situación relativa que atraviesan los hogares con respecto a los posibles cambios en las políticas energéticas. Estas políticas necesariamente afectan a los procesos de exclusión social que actúan sobre los distintos hogares de una manera diferencial.

En este sentido, el IVE propuesto pone en juego indicadores que refieren a la situación socio económica y el acceso a derechos básicos en el marco de la temática energética residencial. Se ha caracterizado a los departamentos de Argentina en términos de los indicadores que componen el índice (presente en el anexo de este trabajo), para ello se han elaborado mapas SIG por medio del software QGIS. Esta caracterización ha sido presentada en detalle para cada caso, no obstante, vale destacar que se ha encontrado una fuerte relación entre los departamentos periféricos de las provincias del Norte Grande y algunos de la Patagonia, los cuales exponen los mayores valores. De esta manera, las variables que integran al IVE reafirman lo observado por numerosos trabajos sobre pobreza y desigualdad en Argentina con respecto a las diferencias entre las poblaciones pertenecientes a las provincias del centro del país y las del interior (Beccaria y Groisman 2008; Bolsi, Paolasso y Longhi 2005; Haimovich y Winkler 2005).

El índice IVE, de manera similar al índice Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), cuenta la cantidad de hogares que cumplen con una o más de cinco características, las cuales están definidas por los cinco indicadores ya expuestos. La cantidad de condiciones con las que cuente un hogar será un indicativo de la intensidad de la situación de vulnerabilidad por la que es atravesado. A partir de la descripción de los departamentos en función de la intensidad de vulnerabilidad, se encontró que aquellos que pertenecen al Norte Grande, en especial la zona noreste de Salta (que coincide con la presencia de población originaria) presentan los mayores valores. En términos de la presencia urbana rural, los mayores valores de concentración de hogares vulnerables se encuentran en poblaciones rurales dispersas.

La composición del IVE para los departamentos ha sido analizada de manera comparativa. Como resultando se ha podido determinar cuál de las cinco condiciones que da cuenta el índice debería tener un tratamiento más urgente en términos de vulnerabilidad. A partir de ello, se ha mapeado cuál es la condición de tratamiento más urgente, en términos de vulnerabilidad, para cada departamento. De allí se estima que los departamentos situados en provincias periféricas, del Norte Grande y la Patagonia presentan principalmente problemas asociados al acceso a la energía y calidad constructiva de las viviendas que ocupan, mientras que para los del centro del país la situación más urgente tiene que ver con aspectos educativos y laborales.

Mediante el mapeo se ha encontrado que los departamentos se asocian en cinco grandes grupos de características que se agrupan de forma diferencial de acuerdo a la región del país. Así, la falta de acceso a electricidad, viviendas térmicamente ineficientes y altos niveles de desempleo están asociadas principalmente con departamentos del NOA y NEA. Un segundo grupo relaciona principalmente los aspectos de bajo nivel educativo y viviendas térmicamente ineficientes y engloba principalmente departamentos de la región Buenos Aires, Centro y Patagonia. La tercera aglomeración asocia problemáticas asociadas al empleo y hogares térmicamente ineficientes, los primeros se encuentran centralizados principalmente en la región Buenos Aires mientras que los hogares

térmicamente ineficientes corresponden con la región NEA y NOA. La cuarta aglomeración es la más heterogénea y vincula principalmente problemáticas asociadas al nivel educativo, acceso a gas y empleo. Finalmente, la quinta aglomeración relaciona principalmente al acceso a electricidad, gas y aspectos laborales y se encuentra representada por las regiones de NEA y Patagonia.

Ya determinado el estado de vulnerabilidad en cuanto a su composición e intensidad para todos los departamentos de Argentina, se ha descrito cual es la situación de los hogares con un alto nivel de vulnerabilidad, que son aquellos en los que se cumplen al menos tres de las cinco características que integran al IVE. El estudio de composición de las características del hogar ha sido realizado teniendo en cuenta variables que remiten a dimensiones que no fueron incluidas en los indicadores que conforman al índice IVE. A partir de la utilización del software de minería de datos KNIME, se ha elaborado un circuito de algoritmos que definen un modelo de árbol de decisión. Este modelo, que presenta buenos resultados en términos de su validez estadística, parte de la forma en que se organizan y relacionan los valores de las variables consideradas, predice cuando un hogar será altamente vulnerable en términos de los datos de la población. De allí que la clasificación que resulta está en función de la organización interna de los datos y no sigue un criterio teórico específico.

Siguiendo el modelo, se han definido tres grandes grupos de hogares con alta vulnerabilidad. El primero está conformado por aquellos que resultan de extrema vulnerabilidad, en este grupo el acceso a derechos básicos que determinan la calidad de vida es nulo, ya que no cuentan con acceso a servicios básicos de salubridad ni salud, presenta una alta concentración de hogares conformados por población originaria y las ramas de actividad en la que se desempeñan están vinculadas a caza, pesca, agricultura y manufacturas. Un segundo grupo, que resulta mayoritario presenta un estado de vulneración de derechos elementales no tan alto como el primero, y un nivel socio económico más alto, no obstante, las ocupaciones que lo integran no brindan un marco de previsibilidad financiera a largo plazo, finalmente estos hogares mantienen un grado de hacinamiento medio. Finalmente, un tercer grupo que está caracterizado por su mejor posición con respecto a los dos anteriores. Estos hogares acceden a teléfonos celulares, pero no a computadoras, tienen un mejor nivel socioeconómico, los jefes de hogar trabajan en relación de dependencia dedicándose a actividades relacionadas a labores como servicio doméstico, construcción, o en la producción agrícola.

Finalmente, en este trabajo se ha puesto en relevancia aspectos que hacen a la caracterización de la vulnerabilidad energética entendida como un proceso que lleva a la exclusión social y es sostenida por las relaciones desiguales, en términos socio-económicos, que atraviesan a la población. Consideramos que la definición de políticas energéticas específicas para el sector residencial, ya sean de desarrollo energético o de subsidios a sectores definidos para la población, pueden ser formuladas con mayor precisión a partir de los resultados a los que hemos arribado en el desarrollo de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beccaria, Luis, y Fernando Groisman. 2008. "Informalidad y pobreza en Argentina". *Investigación económica* 67 (266): 135–169.
- Beker, Víctor A. 2016. "La devaluación y quita de retenciones beneficiaron al campo en U \$ S 8.000 millones". <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/7880>.
- Bolsi, Alfredo, Pablo Paolasso, y Fernando Longhi. 2005. "El Norte Grande Argentino entre el progreso y la pobreza". *Población & sociedad* 12 (1): 231–270.
- Castel, Robert. 1995. "De la exclusión como estado a la vulnerabilidad como proceso". *Archipiélago* 21: 27–36.
- Durán R, y Condorí M. 2015. "El acceso a la energía desde la óptica de los derechos humanos. Su medición y relación con el acceso a otros derechos elementales en Salta, Argentina". *AVANCES EN ENERGIAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE*.

- Haimovich, Francisco, y Hernán Jorge Winkler. 2005. "Pobreza rural y urbana en Argentina: un análisis de descomposiciones". *Documentos de Trabajo del CEDLAS*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/3585>.
- Kessler, Gabriel. 2015. *Controversias sobre la desigualdad: Argentina, 2003-2013*. Fondo de Cultura Económica. <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>.
- Labrunée, María Eugenia, y Marcos Esteban Gallo. 2005. "Vulnerabilidad social: el camino hacia la exclusión". <http://nulan.mdp.edu.ar/716/1/01207f.pdf>.
- Observatorio de la Deuda Externa (UMET). 2017. "Análisis de la deuda y fuga de capitales argentina en el año 2016". Universidad Metropolitana para la Educación y el Trabajo. <http://umet.edu.ar/nuevo-informe-del-observatorio-la-deuda-externa/>.
- Paz, Jorge, y Carolina Piselli. 2000. "Desigualdad de ingresos y pobreza en Argentina". *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional de Salta*. [http://www.aep.org.ar/espa/anales/pdf\\_00/paz\\_piselli.pdf](http://www.aep.org.ar/espa/anales/pdf_00/paz_piselli.pdf).
- Perona, Nélica, Graciela Rocchi, y others. 2001. "Vulnerabilidad y exclusión social. Una propuesta metodológica para el estudio de las condiciones de vida de los hogares". *kairos* 8 (8). <http://www.revistakairos.org/sitio-old/k08-08.htm>.
- Pizarro Hofer, Roberto. 2001. *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. CEPAL. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/4762>.
- "Presentación de Informes sobre Pobreza (2010-2016) - Observatorio de la Deuda Social Argentina - UCA Pontificia Universidad Católica Argentina". 2017. Consultado julio 19. <http://www.uca.edu.ar/index.php/site/index/es/uca/observatorio-de-la-deuda-social-argentina/cartelera/presentacion-de-informes-de-avance-2017/>.
- Varesi, Gastón Ángel. 2016. "gobierno de Macri en sus primeros meses". *realidad económica* 302: 6–34.

**ABSTRACT:** This contribution presents the development and estimation of a Socio-Energetic Vulnerability Index which evaluate the composition and intensity of the vulnerability of Argentine households with regard to changes in energy policies for the residential sector. For this purpose, a microdata database has been developed by the National Institute of Statistics and Censuses (INDEC) In response to the requirement of the Research Institute for Non-Conventional Energies (INENCO, Spanish acronym). This database contemplates different dimensions such as labor, education, access to electricity and gas in any of its forms and the thermal quality of the building materials of the home that occupies the home. Data mining techniques have been used to model and characterize the composition of households with high vulnerability intensity. The results indicate that the concentration of highly vulnerable households corresponds to 11.78% of the total households and are concentrated mainly in the North of Argentina.

**KEYWORDS:** Energy Vulnerability, Energy Policy for the Residential Sector, Data Mining, Social Development