

APROXIMACIÓN A UN INDICADOR DE VULNERABILIDAD ENERGÉTICA EN BARRIOS POPULARES DE SALTA A PARTIR DEL CENSO ENERGÉTICO 2024

Juan P. Soria¹, Facundo A. Pérez Machado², Facundo D. F. Gonzalez³, Nilsa M. Sarmiento Barbieri⁴, Pablo A. Duran⁵

¹Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta (ICMASa) Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Salta – Avenida Bolivia 5150. Salta, Argentina. CP 4400

²Facultad de Humanidades, Escuela de Cs de la comunicación, Universidad Nacional de Salta –
Avenida Bolivia 5150. Salta, Argentina. CP 4400

³Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta
– Avenida Bolivia 5150. Salta, Argentina. CP 4400

⁴Instituto de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de Salta (ICMASa) Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Salta – Avenida Bolivia 5150. Salta, Argentina. CP 4400

⁵Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta
– Avenida Bolivia 5150. Salta, Argentina. CP 4400

E-mail: juan_pablo_soria@yahoo.com

RESUMEN: El presente trabajo propone un indicador compuesto de Vulnerabilidad Energética (VE) aplicado a sectores populares de la ciudad de Salta, a partir de los datos relevados por el Censo Energético 2024 (n=345 hogares). El objetivo es superar las limitaciones del indicador tradicional de Pobreza Energética (PE) basado en el umbral del 10% de gasto eléctrico sobre ingresos, incorporando dimensiones adicionales que reflejen condiciones socioeconómicas, infraestructura eléctrica y calidad del servicio. La metodología incluyó la construcción de tres dimensiones: Accesibilidad Económica (AE), Riesgo e Infraestructura (RI) y Calidad y Estabilidad del Servicio (CES), con variables ponderadas según relevancia y normalizadas entre 0 y 1. Los resultados muestran que el 41,7% de los hogares se encuentran en situación de VE, mientras que el 29,3% presentan PE. Esto indica que el nuevo indicador aproxima mejor la magnitud de la pobreza general en el territorio, permitiendo una comprensión más amplia de las desigualdades energéticas. Se discuten implicancias para el diseño de políticas públicas y programas focalizados en la reducción de la vulnerabilidad energética en contextos urbanos populares.

Palabras clave: vulnerabilidad energética, pobreza energética, barrios populares, Salta, indicadores compuestos.

INTRODUCCIÓN

En 2021, cerca de 675 millones de personas en el mundo carecían de acceso a la electricidad (8,5% de la población global) y casi el 40% no contaba con combustibles limpios (ONU, 2023). Esta crisis energética, vinculada al agotamiento de los combustibles fósiles y al aumento sostenido de la demanda, ha puesto en la agenda el desarrollo de energías renovables, la eficiencia energética y estrategias contra la pobreza energética (González et al., 2023; Freda y De Dicco, 2004). El concepto de pobreza energética, introducido por Lewis (1982) y popularizado por Boardman (1991), define como tal a los hogares que destinan más del 10% de sus ingresos a energía. Si bien este indicador es ampliamente utilizado, en América Latina resulta insuficiente porque no contempla factores como el acceso efectivo y seguro a los servicios (García Ochoa, 2014).

En Argentina, la situación se agrava por las deficiencias estructurales del sistema, la falta de inversión y la ausencia de una política de largo plazo. En este contexto, el acceso a la electricidad no puede



pensarse solo como un servicio técnico, sino como parte esencial de las condiciones materiales de vida. Analizarlo en sectores populares urbanos permite visibilizar desigualdades persistentes y orientar políticas públicas más efectivas para reducir la vulnerabilidad energética.

Este trabajo se desarrolla a partir de los resultados del Censo Energético 2024 (González et al., 2025), realizado por el Grupo de Estudios Sociotécnicos de la Energía y Hábitat (GESEH) en tres sectores populares de la ciudad de Salta: Villa Floresta, Villa Lavalle y la Zona Sudeste (que incluye los barrios La Paz y Solidaridad) (Figura 1).

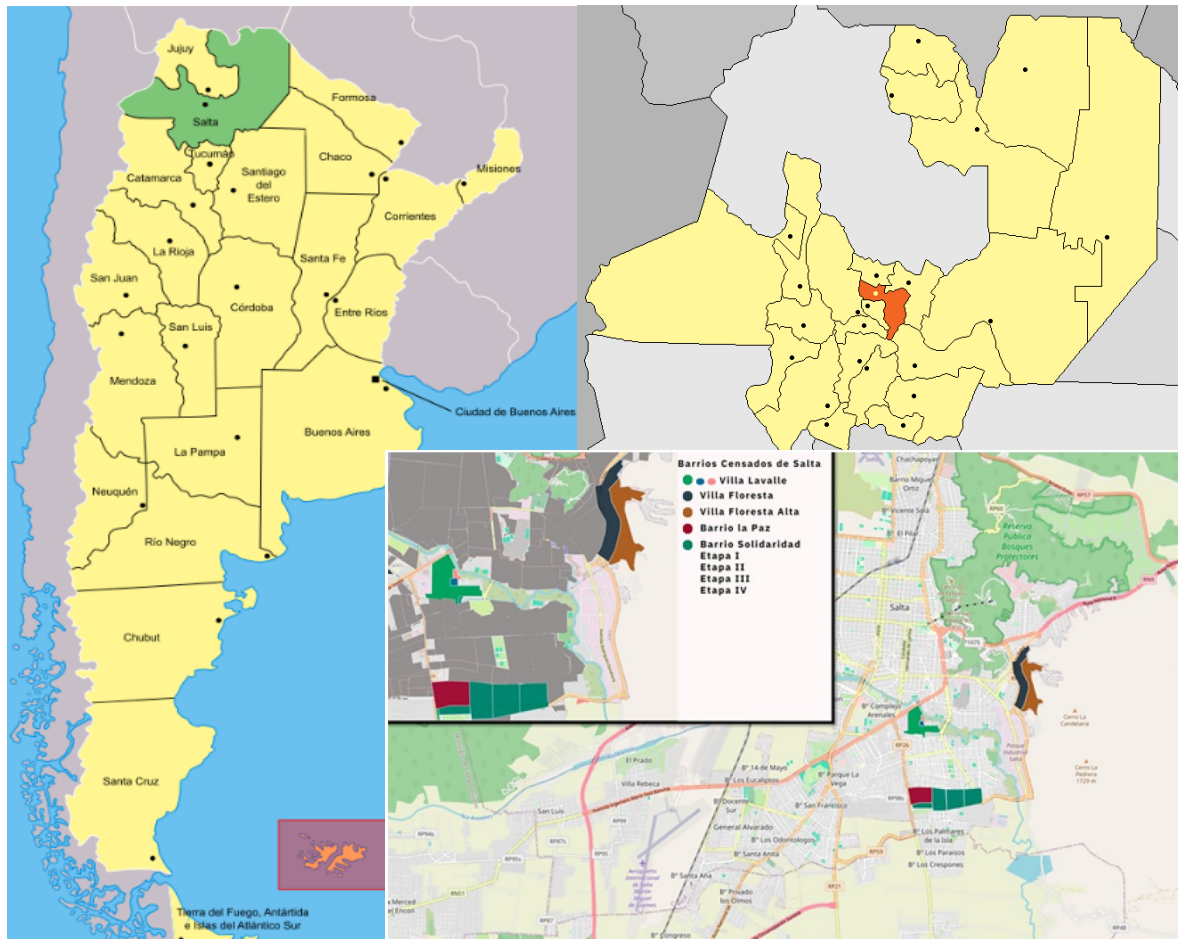


Figura 1: Ubicación de barrios incluidos en la muestra. De derecha a izquierda: abajo croquis de la ciudad de Salta con los barrios populares relevados (Villa Floresta, Villa Lavalle, La Paz y Solidaridad), mapa de la provincia de Salta y mapa de Argentina.

El relevamiento, tuvo por objetivo diagnosticar las condiciones de acceso, uso y percepción del servicio eléctrico, así como la infraestructura disponible y los riesgos asociados. Entre los hallazgos iniciales destaca que el 43% de la población encuestada en Villa Floresta declaró vivir en condiciones de riesgo eléctrico, mientras que en otros sectores se evidenciaron altos niveles de interrupciones del servicio y carencias en la calidad del suministro.

El objetivo de este artículo es proponer y aplicar un indicador compuesto de vulnerabilidad energética que supere las limitaciones del criterio del 10% de gasto eléctrico sobre ingresos. El indicador integra tres dimensiones: Accesibilidad Económica, Riesgo e Infraestructura y Calidad y Estabilidad del Servicio. Su aplicación busca estimar la magnitud real de la vulnerabilidad energética en los sectores analizados y compararla con el indicador tradicional de pobreza energética, para aportar una herramienta metodológica que permita comprender mejor las desigualdades energéticas en contextos urbanos populares.

METODOLOGÍA

Construcción del Censo Energético 2024

El Censo Energético 2024 fue concebido como un relevamiento exhaustivo para caracterizar las condiciones de acceso, uso y percepción del servicio eléctrico en sectores populares urbanos. Para la definición de la muestra se utilizó el método de muestreo aleatorio simple, que garantiza la misma probabilidad de selección para todas las viviendas del universo relevado. El universo total estuvo constituido por 4.818 viviendas distribuidas en los barrios Solidaridad (2.165), Villa Lavalle (1.180), Villa Floresta (1.050) y La Paz (88), según datos del Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP) y la Infraestructura de Datos Espaciales de la Ciudad de Salta (IDEMSa) (2024).

Aplicando la fórmula para muestras finitas, se estimó un tamaño necesario de 356 encuestas con un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5%. Posteriormente, se ponderó proporcionalmente el peso de cada barrio en el total de viviendas, lo que determinó la asignación de casos en cada sector: 44,9% en Solidaridad, 24,4% en Lavalle, 28,7% en Floresta y 1,8% en La Paz. El operativo de campo permitió completar 345 encuestas válidas, número que mantiene los parámetros de representatividad estadística establecidos (Gonzalez et al, 2025).

Los barrios seleccionados —Villa Floresta, Villa Lavalle, Solidaridad y La Paz— forman parte del universo de “barrios populares” definidos por el RENABAP. Se caracterizan por la autoconstrucción de las viviendas, la tenencia irregular del suelo y la ausencia inicial de regularización dominial. El Censo Nacional 2022 permite identificar en ellos altos niveles de hacinamiento y déficit de servicios básicos, con viviendas precarias o no convencionales. La Encuesta Permanente de Hogares (EPH) aporta, además, indicadores socioeconómicos que evidencian bajos ingresos, inserción laboral informal y limitado acceso a redes formales de infraestructura. En conjunto, estas condiciones habitacionales y edilicias configuran un hábitat urbano vulnerable, donde el acceso a la energía se da de manera deficiente, insegura o intermitente, reproduciendo desigualdades estructurales en el territorio (Gonzalez et al, 2025).

Su diseño metodológico respondió a la necesidad de obtener información representativa y detallada sobre hogares situados en contextos de vulnerabilidad estructural, tanto en lo económico como en lo habitacional y energético. La estrategia de muestreo se focalizó en tres áreas previamente identificadas por su relevancia demográfica y energética: Villa Floresta (n=47), Villa Lavalle (n=62) y la Zona Sudeste (n=236), que incluye los barrios La Paz y Solidaridad (en sus tres etapas). Se realizó un barrido territorial puerta a puerta, asegurando cobertura del 100% de las viviendas habitadas en cada sector, lo que confiere al estudio un carácter censal para las zonas seleccionadas.

El cuestionario fue elaborado a partir de antecedentes nacionales e internacionales en estudios de pobreza energética, complementados con variables propias de la realidad local. Contó con 25 preguntas estructuradas y 89 subítems distribuidos en cuatro bloques: 1) composición y características sociodemográficas del hogar, 2) infraestructura y equipamiento eléctrico, 3) consumo y gasto en electricidad, y 4) percepción de calidad y continuidad del servicio. Su aplicación estuvo a cargo de encuestadores previamente capacitados, con protocolos estandarizados para minimizar sesgos de registro y garantizar la comparabilidad de la información. El trabajo de campo se desarrolló en diciembre de 2024, lo que permite analizar la situación en un contexto de alta demanda estacional y condiciones tarifarias específicas (González et al, 2025).

Metodología del presente estudio

Para este análisis se definió un marco conceptual que entiende la vulnerabilidad energética como fenómeno multidimensional, resultado de la intersección de factores económicos, técnicos y de calidad del servicio que condicionan el acceso seguro a la electricidad (Bouzarovski y Petrova, 2015). Se operacionalizaron tres dimensiones: Accesibilidad Económica (AE), Riesgo e Infraestructura (RI) y Calidad y Estabilidad del Servicio (CES), construidas a partir de variables del cuestionario del Censo Energético y normalizadas en una escala 0–1 para su integración en un indicador compuesto. La elección de estas dimensiones responde a la necesidad de superar el enfoque clásico de pobreza energética, limitado al gasto relativo, incorporando problemáticas territoriales centrales.

La AE se mide a través del porcentaje de ingreso destinado al servicio, la relación con la Canasta Básica Total y la suficiencia de ingresos declarados. La RI visibiliza la precariedad material y jurídica del acceso, integrando indicadores de seguridad eléctrica, medidores, conexiones compartidas y antecedentes de accidentes. La CES incorpora la experiencia cotidiana de los usuarios a partir de cortes, interrupciones, variaciones de tensión y percepción de calidad-precio. Se clasificó como vulnerable a un hogar con valores superiores a los umbrales en al menos dos dimensiones ($AE \geq 0,6$; $RI \geq 0,2$; $CES \geq 0,5$). Estos cortes se definieron a partir de la distribución estadística de los datos y la revisión de literatura (Boardman, 1991; Bouzarovski & Petrova, 2015; García Ochoa, 2014). Así, el indicador propuesto dialoga con estándares internacionales, pero incorpora criterios situados que reflejan las condiciones específicas de los barrios populares de Salta.

RESULTADOS

Características generales de la muestra

El Censo Energético 2024 relevó 345 hogares en tres sectores populares de la ciudad de Salta: Villa Floresta (n=47), Villa Lavalle (n=62) y la Zona Sudeste (n=236). El cuestionario incluyó variables sociodemográficas, de infraestructura eléctrica y de percepción del servicio, permitiendo construir un diagnóstico integral de las condiciones energéticas en estos territorios.

Ingresos y gasto eléctrico

Los ingresos declarados presentan una alta dispersión. El valor promedio ajustado (sin outliers > \$2.500.000) fue de \$525.171,60, con una mediana de \$450.000. El gasto en electricidad, medido como Porcentaje de Esfuerzo Energético (PCE), tuvo un valor medio del 13,84%, superando el umbral clásico del 10% en una parte significativa de la muestra (Figura 2).

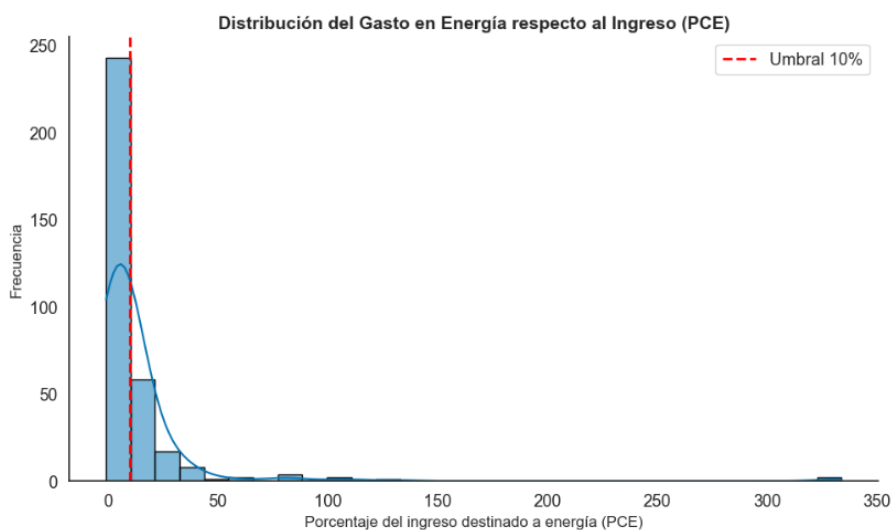


Figura 2: Distribución del PCE en la muestra total y por barrio. Fuente: elaboración propia

La Figura 2 muestra la concentración de hogares por tramos de esfuerzo energético, evidenciando un grupo que no destina gasto monetario a electricidad, asociado a conexiones irregulares o cortes prolongados.

Pobreza energética según el criterio del 10%

Para estimar la pobreza energética con el criterio del 10%, se calculó la proporción entre el gasto en servicio eléctrico y el ingreso total del hogar. En función de ese indicador, cada hogar se clasificó en una de tres categorías:

- Pobre Energético (PE): si destina más del 10% de sus ingresos a consumo eléctrico,
- No Pobre Energético (NoPE): si destina el 10% o meno consumos eléctricos
- No sabe No contesta (NsNc): sin datos.

Luego, los hogares se agruparon por barrio, se contaron las observaciones de cada categoría y se calculó el porcentaje sobre el total de cada barrio. Con este procedimiento se obtuvo que, en el total de la muestra, el 29,3% de los hogares se encuentra en situación de pobreza energética, y los valores por barrio son: Aplicando el criterio clásico (>10% del ingreso destinado a electricidad), el 29,3% de los hogares se clasificó como pobre energético (Tabla 1). Por barrio:

- Villa Floresta: 22,2%
- Villa Lavalle: 35,5%
- Zona SudEste: 29,0%

Tabla 1: Distribución de hogares según categoría de Pobreza Energética (PE)

| Barrios | PCE categoría | Porcentajes |
|----------|---------------|-------------|
| Floresta | NoPE | 57,78 |
| | PE | 22,22 |
| | NsNc | 20,00 |
| Lavalle | NoPE | 54,84 |
| | PE | 35,48 |
| | NsNc | 9,68 |
| SudEste | NoPE | 55,84 |
| | PE | 29,00 |
| | NsNc | 15,15 |

Dimensión 1: Accesibilidad Económica (AE)

La dimensión Accesibilidad Económica (AE) mide la capacidad de los hogares para sostener el acceso a electricidad sin comprometer otras necesidades básicas, considerando ingresos, composición familiar y costo del servicio. El índice se construye a partir de tres indicadores: Puntaje de Esfuerzo Energético (PEE, 0,4), que mide el porcentaje del ingreso destinado a electricidad y tiene un peso importante porque un gasto elevado compromete otros consumos esenciales; Ratio de la Canasta Básica Total (RCBT, 0,5), que compara el ingreso equivalente del hogar con la canasta básica total, ajustado por composición familiar, y recibe el mayor peso por reflejar directamente la vulnerabilidad económica; y Suficiencia Autopercebida (SAP, 0,1), que refleja la percepción binaria del hogar sobre si sus ingresos cubren necesidades básicas y recibe menor peso por ser subjetivo y complementario.

El índice se calcula como:

$$AE = 0,4 PEE + 0,5 RCBT + 0,1 SAP \quad (1)$$

Para su construcción se recopilaron datos de ingresos, composición familiar y consumo eléctrico. Se calcularon los tres indicadores y se combinaron aplicando los pesos definidos. Posteriormente, se evaluó la robustez del índice frente a la elección de pesos mediante un análisis de sensibilidad tipo Monte Carlo con 1000 escenarios generando combinaciones aleatorias de pesos que suman 1.

El análisis Monte Carlo confirma que, aunque el porcentaje exacto de hogares críticos varíe según los pesos, el promedio y la mediana del AE se mantienen estables, mostrando que la clasificación general de vulnerabilidad es consistente. La selección de los pesos (0,4 para PEE, 0,5 para RCBT y 0,1 para SAP) se basa en la importancia relativa de cada componente, priorizando la dimensión más determinante (RCBT), manteniendo un peso relevante en el esfuerzo económico directo (PEE) y complementando con la percepción subjetiva (SAP). Este enfoque permite que el AE capture tanto la situación objetiva como la percepción de suficiencia de ingresos, ofreciendo un indicador integral de vulnerabilidad económica (OECD-JRC, 2008; Becker et al., 2017).

Los resultados del AE muestran un promedio de 0,72 y una mediana de 0,71, indicando alta vulnerabilidad económica. Considerando un umbral crítico de $AE > 0,5$, aproximadamente el 79 % de los hogares se encuentra en situación crítica, mientras que un 25 % supera $AE \geq 0,85$, lo que evidencia hogares en situación especialmente vulnerable. Estos hallazgos destacan que la mayoría de los hogares enfrenta dificultades para cubrir sus necesidades básicas y que el gasto energético representa un factor relevante en la vulnerabilidad económica.

La AE integra tres indicadores: PEE, RCBT y SAP. Los resultados muestran un valor promedio de 0,72 y mediana de 0,71, lo que indica alta vulnerabilidad económica para sostener el acceso a la electricidad. Un 25% de la muestra supera el 0,85, situándose en situación crítica (Figura 3).

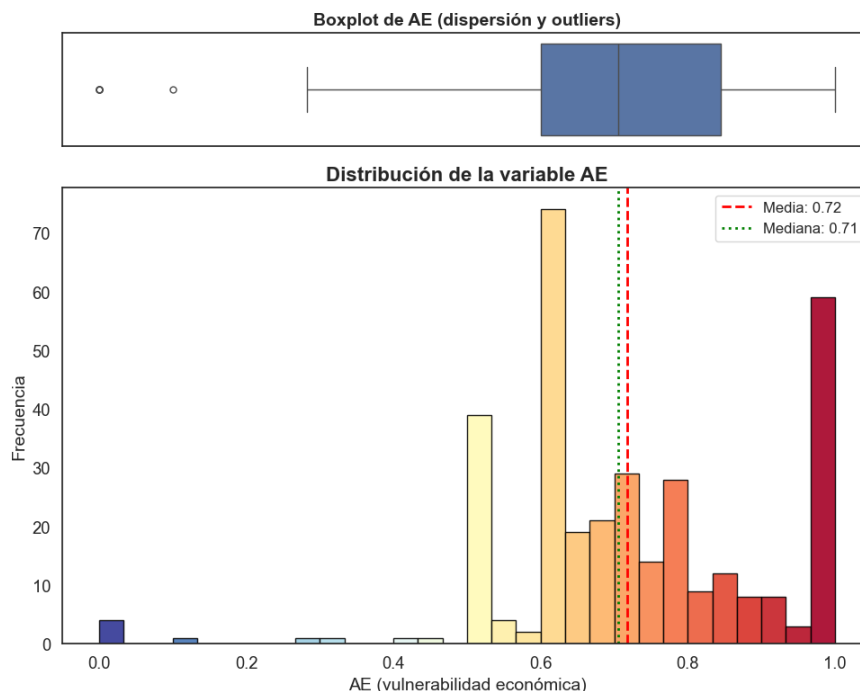


Figura 3: Distribución del puntaje AE por cuartiles. Fuente: elaboración propia

Se observa en la Figura 3 que la mayoría de los hogares presenta valores superiores a 0,6, umbral definido para clasificar alta vulnerabilidad económica.

Puntaje de Esfuerzo Energético (PEE)

El Puntaje de Esfuerzo Energético (PEE) mide el peso relativo que tiene el gasto en electricidad dentro del presupuesto del hogar. Para calcularlo, primero se estimó el Porcentaje de Costo Eléctrico (PCE) como la relación entre el gasto eléctrico mensual declarado (o estimado) y el ingreso mensual equivalente del hogar, ajustado mediante la Unidad de Consumo Equivalente (UCE).

Cada valor de PCE se transformó a una escala de 0 a 1 por tramos (Tabla 2) aplicando una normalización lineal, de manera que los hogares con menor esfuerzo económico obtienen puntajes cercanos a 0 y aquellos con mayor esfuerzo valores cercanos a 1.

Tabla 2: Tramos de PCE y Puntaje de Esfuerzo Energético (PEE)

| Tramo de PCE | PEE resultante | Significado |
|--------------|----------------|---------------------------------|
| < 5% | 0,0 | Sin presión económica relevante |
| 5% – 10% | 0,0 → 0,5 | Esfuerzo moderado creciente |
| 10% – 15% | 0,5 → 1,0 | Esfuerzo alto |
| ≥ 15% | 1,0 | Máxima presión económica |

En los casos en que no se contó con datos de ingresos o gasto eléctrico, el PEE se imputó utilizando el promedio de hogares con características similares (mismo barrio, tamaño del hogar y cuartil de UCE). Si no existía un grupo comparable, se empleó el promedio del barrio y, en última instancia, el promedio global.

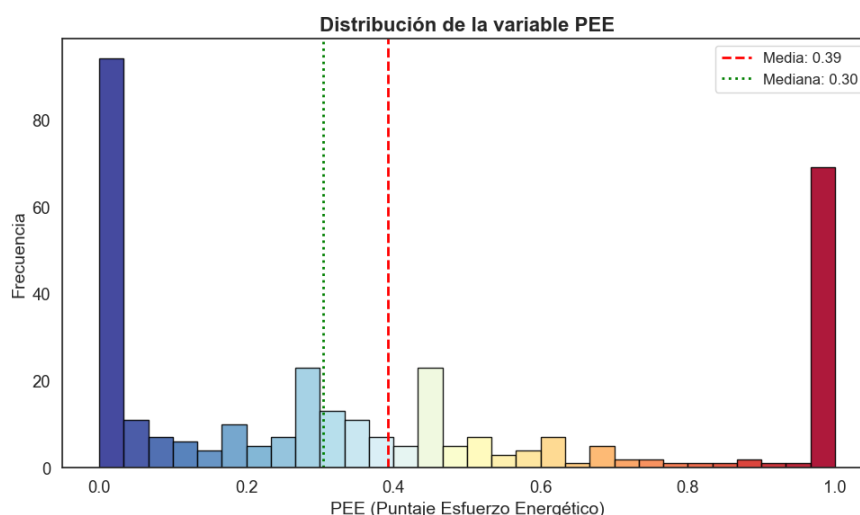


Figura 4: Distribución del PEE. Fuente elaboración propia

En la Figura 4 se observa que la mayoría de los hogares presenta valores inferiores a 0,2, situación vinculada a conexiones irregulares.

Con la base completa de PEE se calcularon estadísticos descriptivos: la media fue de 0,40 y la mediana de 0,30, mientras que el cuartil superior (Q3) alcanzó 0,7. Aproximadamente un 25% de los hogares no registró gasto monetario en electricidad, situación vinculada a conexiones irregulares o cortes prolongados, lo que constituye también una forma de vulnerabilidad energética. Estos resultados muestran que, si bien la mayoría de los hogares presenta un esfuerzo bajo (valores de PEE < 0,2), existe un grupo significativo con niveles altos de esfuerzo que comprometen su capacidad para cubrir otras necesidades básicas (Figura 4).

En los casos sin datos de ingresos o PCE, el PEE se estimó mediante el promedio de hogares con características similares (mismo barrio, tamaño de hogar y cuartil de Unidad de Consumo Equivalente, UCE), priorizando coherencia territorial y socioeconómica.

Sobre los hogares censados, la media del PEE fue 0,40 y la mediana 0,30, con un 25% de hogares sin gasto monetario en electricidad —situación vinculada a conexiones irregulares o cortes prolongados— que también refleja vulnerabilidad. El cuartil superior (Q3) alcanzó 0,7, indicando que una parte importante de la muestra presenta un esfuerzo energético elevado que compromete su capacidad de cubrir otras necesidades básicas.

Ingreso per cápita vs Canasta Básica Total (CBT)

Se calcula el Ratio de Canasta Básica Total (RCBT) como la relación entre el Ingreso Equivalente (IE) del hogar y el valor de la Canasta Básica Total (CBT) por Adulto Equivalente (AE). El AE se estima aplicando la aproximación de equivalencia del INDEC, considerando la edad de los miembros del hogar.

$$RCBT = \frac{IE}{CBT * AE} \quad (2)$$

El RCBT permite evaluar la vulnerabilidad económica de los hogares en función del ingreso que deberían percibir para cubrir la Canasta Básica Total, considerando la composición del hogar (Tabla 3).

Tabla 3: vulnerabilidad económica de los hogares en función del ingreso y la composición del hogar

| Ingreso ajustado | Puntaje | Significado |
|------------------|-----------|---|
| <= 100% | 1 | Esta en condición de pobreza |
| < 100% y < 150% | (1 , 1,5) | Esta en una condición intermedia que se obtiene mediante una escala lineal inversa. |
| >= 150% | 0 | No está en condición de pobreza |

Para este análisis se utilizó el valor de CBT por Adulto Equivalente correspondiente a diciembre de 2024 (\$331.532) (INDEC, 2024).

Dimensión 2: Riesgo e Infraestructura (RI)

La dimensión Riesgo e Infraestructura (RI) se construyó como un índice compuesto que integra cuatro componentes, cada uno normalizado en una escala de 0 a 1: RiesgoEléctrico (0,3), que recoge la presencia de condiciones críticas como instalaciones inseguras, sobrecargas o ausencia de puesta a tierra; TipoRiesgo (0,2), que mide la diversidad de problemas observados a través del número de tipos distintos de riesgo identificados (sobre un total de seis); AntecedRiesgo (0,2), que registra la existencia de fallas o accidentes eléctricos previos; y InfraEstruc (0,3), que refleja la precariedad en la infraestructura eléctrica, como la falta de medidor o cableado expuesto. El índice se define como:

$$RI = 0.3 \cdot RiesgoElec + 0.2 \cdot \frac{TipoRiesgo}{6} + 0.2 \cdot AntecedRiesgo + 0.3 \cdot InfraEstruc \quad (3)$$

Los pesos fueron asignados en función de la importancia relativa de cada dimensión: los factores directamente vinculados a la seguridad de la instalación (RiesgoEléctrico e Infraestructura) recibieron mayor ponderación (0,3 cada uno), mientras que la diversidad de riesgos y los antecedentes se incluyeron con peso intermedio (0,2 cada uno), siguiendo criterios metodológicos para construcción de índices compuestos (OECD-JRC, 2008).

Con la base procesada se calcularon estadísticos descriptivos: el puntaje promedio fue de 0,14 y la mediana de 0, lo que indica que la mitad de los hogares no presenta riesgos eléctricos evidentes. Sin embargo, existe un subconjunto con valores cercanos a 1, asociado a situaciones de precariedad extrema. La Tabla 4 resume la frecuencia de los distintos tipos de riesgo, destacándose las instalaciones inseguras (55 casos) y las instalaciones antiguas (36 casos) como los problemas más recurrentes.

El análisis de sensibilidad tipo Monte Carlo mostró que el índice RI es totalmente estable frente a cambios en la ponderación de los subcomponentes. El promedio (0,124), la mediana (0) y la proporción de hogares con $RI > 0,2$ ($\approx 30\%$) se mantuvieron invariantes en los 1000 escenarios. Esto confirma que la clasificación de hogares en situación de riesgo eléctrico depende fundamentalmente de la presencia efectiva de condiciones de precariedad y no de los pesos asignados.

Tabla 4: Frecuencia de tipos de riesgo eléctrico identificados

| Riesgos | Cantidad |
|------------------------------------|----------|
| Instalaciones Insegura | 55 |
| Instalaciones Antigua | 36 |
| Sobre Cargas | 25 |
| Cortocircuitos | 24 |
| Paredes y/o Objetos Electrificados | 10 |
| Sin Bajada a Tierra | 9 |

Dimensión 3: Calidad y Estabilidad del Servicio (CES)

La dimensión Calidad y Estabilidad del Servicio (CES) se construyó como un índice compuesto a partir de seis sub-indicadores normalizados: CE (frecuencia de interrupciones, 0–1), PC (percepción calidad-precio del servicio, 0–1), SUB (hogar recibe subsidio =1, caso contrario =0), FC (franja horaria de interrupciones, 0.2 para mañana, 1 para noche o todo el día), EC (estación del año, 0.5 en invierno/otoño y 1 en verano) y COC (cortes asociados a olas de calor o frío, 0–1). El índice se definió como:

$$CES = 0.3 CE + 0.1 PC + 0.2 SUB + 0.15 FC + 0.15 EC + 0.15 COC \quad (4)$$

Los pesos se asignaron priorizando la frecuencia de interrupciones (CE), por su impacto directo en la disponibilidad del servicio, mientras que factores contextuales como franja horaria, estación y cortes vinculados a olas extremas recibieron peso intermedio. La percepción de calidad-precio se incorporó con peso menor por su carácter subjetivo.

Una vez calculado el CES por hogar, se estimaron los estadísticos descriptivos: el valor promedio fue 0,40 y la mediana idéntica, lo que indica problemas moderados en la mitad de los hogares (valores entre 0,2 y 0,3). No obstante, algunos casos extremos alcanzan valores de 1, asociados a interrupciones frecuentes, prolongadas y en horarios críticos, reflejando situaciones severas de inestabilidad en el servicio eléctrico. El análisis de Monte Carlo muestra que la variabilidad y los escenarios críticos del CES dependen principalmente de los componentes con mayor peso (CE y SUB), mientras que los componentes con menor peso (PC, FC, EC, COC) tienen influencia moderada o baja. Esto indica que los pesos asignados reflejan adecuadamente la importancia relativa de cada componente en la fórmula, por lo que pueden considerarse confiables para evaluar la vulnerabilidad energética.

El valor promedio fue 0,40, con una mediana idéntica (Figura 5). La mitad de los hogares se ubica entre 0,2 y 0,3, reflejando problemas moderados. No obstante, casos extremos alcanzan valores de 1, con interrupciones frecuentes, prolongadas y en horarios críticos (noche o todo el día).

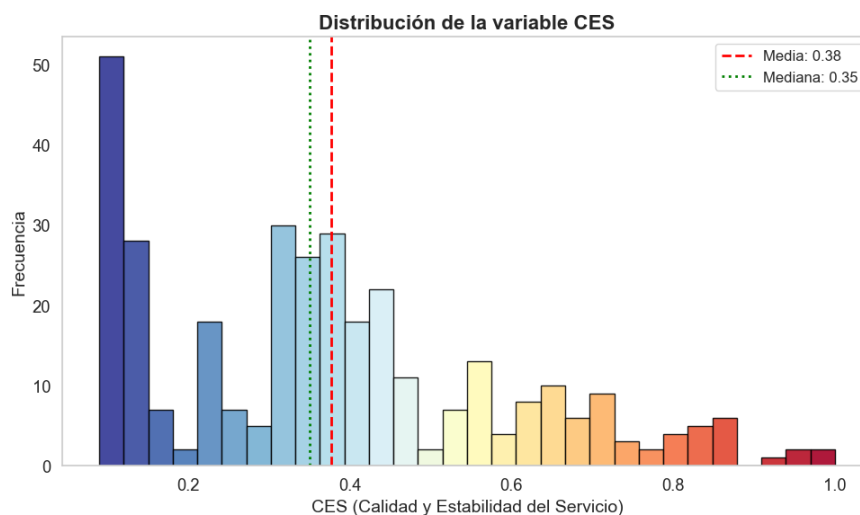


Figura 5: Distribución del puntaje CES por barrio. Fuente: elaboración propia

La Figura 5 permite visualizar diferencias territoriales: la Zona Sudeste presenta mayor variabilidad y casos extremos.

Indicador de Vulnerabilidad Energética (VE)

Al aplicar el criterio multidimensional (≥ 2 dimensiones sobre umbral: $AE \geq 0,6$; $RI \geq 0,2$; $CES \geq 0,5$), el 41,7% de los hogares se clasificó como vulnerables energéticamente. Esto supera la cobertura del indicador de pobreza energética tradicional y se acerca a las estimaciones de pobreza general para el área (Figura 6).

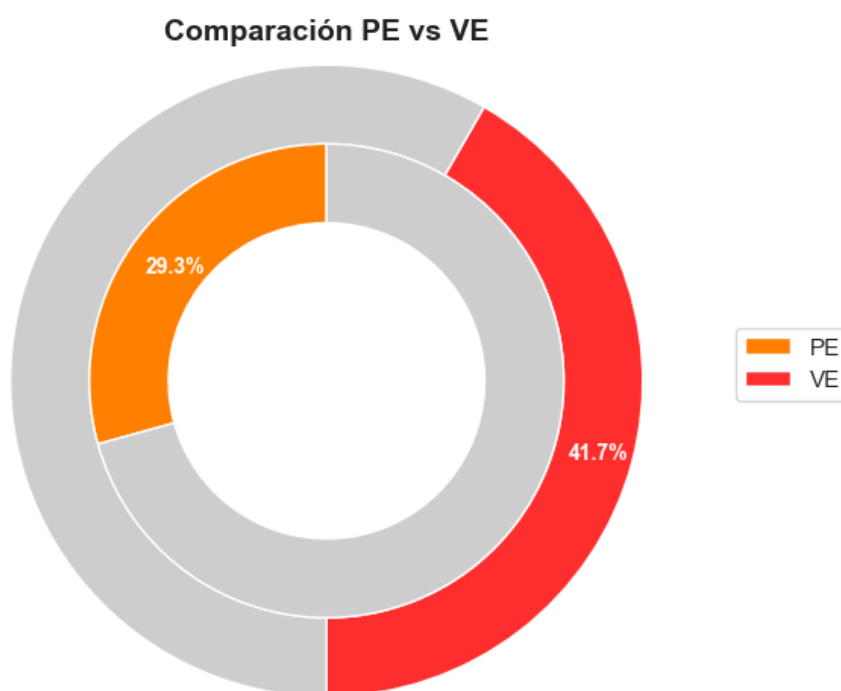


Figura 6: Comparación entre porcentaje de hogares clasificados como PE y VE

En la Figura 6 se aprecia que el indicador propuesto incorpora un conjunto de hogares que el criterio del 10% no detecta, especialmente aquellos con riesgo eléctrico alto o baja calidad del servicio.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el criterio tradicional basado únicamente en el esfuerzo económico subestima la magnitud de la vulnerabilidad energética en contextos urbanos populares. La incorporación de dimensiones técnicas y de calidad del servicio permite identificar problemáticas invisibilizadas por la carga económica sola, como riesgos eléctricos, inestabilidad de tensión o cortes recurrentes, que afectan de manera directa la habitabilidad y seguridad de los hogares. Este enfoque multidimensional no solo mejora la capacidad diagnóstica, sino que orienta con mayor precisión las intervenciones: en Villa Lavalle, donde el gasto relativo es el principal factor, las estrategias deberían centrarse en alivio económico y eficiencia energética; en la Zona SudEste, la prioridad pasa por garantizar la calidad y continuidad del suministro; y en Villa Floresta, donde se combinan conexiones precarias y alta exposición al riesgo eléctrico, urge avanzar en regularización, mejoras técnicas y formación en seguridad doméstica. Este hallazgo reafirma que no existen soluciones universales y que las políticas públicas deben adaptarse a las condiciones materiales, institucionales y sociales de cada territorio, incorporando diagnósticos integrales y procesos participativos que permitan diseñar respuestas pertinentes y sostenibles.

CONCLUSIONES

El análisis realizado demuestra que la aplicación del indicador tradicional de Pobreza Energética basado únicamente en el umbral del 10% de gasto eléctrico sobre ingresos resulta insuficiente para caracterizar la magnitud y complejidad de la vulnerabilidad energética en contextos urbanos populares. En el caso de los tres sectores estudiados —Villa Floresta, Villa Lavalle y la Zona Sudeste—, este criterio subestima la problemática, al dejar fuera a hogares que, sin destinar grandes proporciones de sus ingresos a electricidad, enfrentan riesgos eléctricos significativos o acceden a un servicio de baja calidad y estabilidad.

El Indicador de Vulnerabilidad Energética (VE) propuesto, construido sobre tres dimensiones —Accesibilidad Económica, Riesgo e Infraestructura, y Calidad y Estabilidad del Servicio—, amplía la capacidad diagnóstica al integrar variables económicas, técnicas y perceptivas. Su enfoque

multidimensional permite una lectura más completa de las desigualdades energéticas y se acerca más a las tasas de pobreza general observadas en estos territorios. Este hallazgo es clave para orientar políticas públicas más focalizadas y efectivas.

Asimismo, el diseño del VE incorpora un elemento de flexibilidad metodológica, dado que sus umbrales y ponderaciones pueden adaptarse a distintas realidades locales sin perder coherencia conceptual. Esto lo convierte en una herramienta replicable en diferentes zonas del país y de América Latina, donde las condiciones climáticas, tarifarias y socioeconómicas presentan variaciones importantes. En contextos rurales, por ejemplo, la dimensión de calidad del servicio podría incorporar variables adicionales sobre continuidad del suministro y capacidad instalada, mientras que en áreas metropolitanas densas podría reforzarse el peso de la dimensión de riesgo e infraestructura.

Finalmente, el ejercicio comparativo evidencia que la pertinencia de un indicador de vulnerabilidad energética no radica en su rigidez normativa, sino en su capacidad para capturar las formas locales en que se expresa la desigualdad energética. La replicación de este enfoque requerirá no solo de ajustes técnicos en las métricas, sino también de un trabajo de contextualización territorial y diálogo con actores locales, asegurando que la herramienta sea al mismo tiempo técnicamente robusta y socialmente relevante.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue financiado por el Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica (PICT-2020 SERIEA-01759) “Política Pública y Desarrollo Científico-Tecnológico en Energías Renovables: Estrategias de Transición Sustentable en la Producción de Hábitat En Salta (2021-2023)” financiado por la Agencia I+D+i, el Proyecto de Investigación TIPO A N°2916/0 “Transición Energética en los Valles Calchaquíes y la Puna Salteña: análisis de políticas públicas de energía solar vinculadas con la producción del hábitat en Salta, Argentina” financiado por el CIUNSA y el Proyecto de Investigación TIPO A N°2710/0 “Caracterización y Factibilidad de Transiciones Energéticas en el noroeste argentino: Redes Inteligentes para un futuro sustentable” financiado por CIUNSA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la Universidad Nacional de Salta por el financiamiento brindado. Además, agradecen profundamente la colaboración del Grupo de Estudios Socio-técnicos de la Energía y del Hábitat (GESEH), el grupo de referentes comunitarias “Mujeres Plenas” de Villa Floresta y la organización barrial “Casona” de La Paz, quienes hicieron posible la realización del Censo.

REFERENCIAS

- Boardman, B. (1991). *Fuel poverty: From cold homes to affordable warmth*. Belhaven Press.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Pobreza energética en la Argentina: Propuestas conceptuales y metodológicas para su diagnóstico*. CEPAL.
- Bouzarovski, S., y Petrova, S. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, 10, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- De Dicco, R. A. (2006). *Estudio sobre el agotamiento de las reservas hidrocarburíferas de Argentina, período 1980-2005* [Documento de trabajo]. Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (IDICSO), Universidad del Salvador. <https://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso>
- García Ochoa, R. (2014). Pobreza energética en América Latina (Documento de proyecto No. 36661). Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/36661>
- González, F. D. F., Durán, P. A., Pérez Machado, F. A., Sarmiento Barbieri, N. M., Govetto, S. C., Pedraza, M. L., Soria, J. P., Vilte, G. J. L., y Elías, R. F. G. (2025). *Censo energético 2024: Encuesta sobre consumos y condiciones energéticas en barrios populares de la Ciudad de Salta* [Informe técnico]. Dirección General de Estadísticas y Censos de Salta

- González, F., Picabea, F., & Durán, P. A. (2023). Sentidos en torno a la dimensión energética en procesos de producción de hábitat en territorios indígenas en la provincia de Salta. *Revista Averma*, 26, 572–583.
- Lewis, P. (1982). *Fuel Poverty: Beyond Housing Standards*. *Energy Policy*, 10(3), 232–246. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(82\)90115-9](https://doi.org/10.1016/0301-4215(82)90115-9)
- Municipalidad de Salta. (2019). *Infraestructura de Datos Espaciales de la Municipalidad de Salta (IDEMSa)*. Recuperado de <https://idemsa.municipalidadesalta.gob.ar/>
- Secretaría de Integración Socio Urbana. (2022). *Registro Nacional de Barrios Populares (RENABAP)*. Ministerio de Desarrollo Social de la Nación. <https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/renabap>

APPROACH TO AN ENERGY VULNERABILITY INDICATOR IN POPULAR NEIGHBORHOODS OF SALTA BASED ON THE 2024 ENERGY CENSUS

ABSTRACT: This paper proposes a composite Energy Vulnerability (EV) indicator applied to popular sectors of the city of Salta, based on data collected by the 2024 Energy Census (n=345 households). The objective is to overcome the limitations of the traditional Energy Poverty (EP) indicator based on the 10% threshold of electricity expenditure over income, incorporating additional dimensions that reflect socioeconomic conditions, electrical infrastructure, and service quality. The methodology included the construction of three dimensions: Economic Affordability (AE), Risk and Infrastructure (RI), and Quality and Stability of Service (CES), with variables weighted according to relevance and normalized between 0 and 1. The results show that 41.7% of households are in an EV situation, while 29.3% have PE. This indicates that the new indicator better approximates the magnitude of general poverty in the territory, allowing for a broader understanding of energy inequalities. Implications for the design of public policies and programs focused on reducing energy vulnerability in low-income urban settings are discussed.

Keywords: energy vulnerability, energy poverty, popular neighborhoods, Salta, composite indicators.