

PLANTILLA DE PRESENTACIÓN DE TRABAJO COMPLETO

CIENCIAS SOCIALES

ANÁLISIS DE LA POBREZA ENERGÉTICA REGIONAL EN LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY BASADO EN UN MODELO ECONOMETRICO

Autor: Soledad, Ferreira; solefg00@fpuna.edu.py

Orientador/a: González, Arturo; arturogonzalez@pol.una.py

Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción

Resumen

La Pobreza Energética (PE) es un fenómeno multidimensional que ha ganado relevancia a nivel internacional en los últimos años. Identificar a aquellos hogares que se encuentran en una situación de pobreza energética es el primer paso para abordar esta problemática social asociada a la falta de servicios energéticos mínimos. La energía es un insumo crítico de todo sistema económico social y un punto central del desarrollo sostenible. Las privaciones en el acceso y calidad de los servicios energéticos se denomina Pobreza Energética. Cuando las privaciones se sostienen en el tiempo dan lugar a procesos de exclusión, constituyendo un limitante para el desarrollo de las economías que lo padecen. Este trabajo busca identificar las regiones con mayor incidencia de pobreza energética en la República del Paraguay, a través del indicador Low Income High Cost (LIHC) y un modelo econométrico de tipo Probit, basándose en los microdatos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del Instituto Nacional de Estadística y de los microdatos de la Dirección de Meteorología e Hidrología para el año 2022. Los resultados muestran que la pobreza energética presenta un comportamiento heterogéneo a lo largo del país. Factores como el jefe del hogar desempleado, el bajo nivel educativo, el tipo de hogar y las condiciones precarias de la vivienda resultaron significativas a nivel nacional. Al analizar por grupos territoriales, el resultado arrojó que algunos departamentos con alta incidencia de pobreza energética, el clima se convierte en un determinante clave, a diferencia de las zonas con departamentos de menor vulnerabilidad energética. De este modo, este estudio es útil para comprender cómo la pobreza energética se manifiesta dependiendo del contexto territorial y destaca la necesidad de políticas públicas diferenciadas por región, para la planificación de medidas energéticas que respondan a las necesidades sociales del Paraguay.

Palabras clave: Pobreza energética; Análisis regional, Factores determinantes, LIHC

1. Introducción

En el mundo actual, la pobreza energética afecta tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo (Drago & Gatto, 2023; Tundys et al., 2021). Es fundamental acceder de forma segura a servicios energéticos aptos, para alcanzar niveles de vida dignos

(Meyer et al., 2018). Además, la pobreza energética es una situación de privación material que va más allá de la pobreza de ingresos (Streimikiene et al., 2020), presenta causas y consecuencias que se han identificado en diferentes ámbitos, incluyendo causas técnicas económicas y causas relacionadas al modo de uso adecuado y eficiente de la energía (Biernat;

Trebska; Jarka, 2021) (Da Silva et al., 2024)

Si bien, la Pobreza Energética es un fenómeno contextual, es decir, su alcance varía según distintos factores territoriales como geografía, clima, cultura y situación socioeconómica. Por lo tanto, es esencial ajustar tanto la definición de las necesidades como la prestación de servicios energéticos en función de la diversidad de realidades territoriales. Es relevante destacar que la carencia de acceso a servicios energéticos apropiados, limpios, sostenibles y asequibles afecta de manera más severa a los sectores más marginados y vulnerables (Calvo et al., 2021).

América Latina, es una de las regiones con potencial en recursos energéticos renovables. No obstante, enfrenta grandes desafíos en materia de pobreza energética multidimensional. El acceso desigual a la energía, tiene implicaciones en el desarrollo humano, la equidad social y la sostenibilidad ambiental (González et al., 2021).

En el caso de Paraguay, aunque existen estudios previos sobre pobreza energética, el análisis de esta problemática sigue siendo incipiente. Es fundamental visibilizar su relevancia para posicionarla en la agenda pública. Un estudio realizado por Pereira et al. (2021) demuestra que la pobreza energética no radica en la falta de disponibilidad de electricidad o biomasa, sino en la asequibilidad energética y el acceso a tecnologías limpias para la cocción de alimentos. En la capital de Paraguay y principales departamentos hay alta disponibilidad de electricidad; sin embargo, la asequibilidad sigue siendo un problema. Esto se refleja en el uso predominante de biomasa y carbón en la

cocción de alimentos en regiones más aisladas como el Chaco Paraguayo, generando efectos negativos en la salud y el bienestar de la población más vulnerable.

Los estudios sobre los determinantes de la pobreza energética han evolucionado. Se ha pasado de una perspectiva homogénea hasta enfoques que reconocen las diferencias geográficas y estructurales entre regiones (Jové-Llopis & Trujillo-Baute, 2024). Estas desigualdades territoriales influyen en la exposición, sensibilidad y resiliencia de las comunidades ante amenazas como el cambio climático, la contaminación y la transición energética (RedPE, 2020b; Urquiza & Billi, 2020).

Realizar un análisis econométrico de los determinantes de la pobreza energética permite conocer la incidencia relativa de cada uno de los elementos que inciden sobre los hogares, estos datos permiten cuantificar el impacto real de cada una de las variables explicativas sobre la probabilidad de encontrarse en una situación de vulnerabilidad energética (Jové-Llopis & Trujillo-Baute, 2024).

En este contexto, este trabajo busca analizar la pobreza energética en Paraguay considerando factores sociales, económicos y demográficos. Para ello, se utilizará un modelo probit univariante de elección discreta, basado en datos secundarios disponibles en el país, con el objetivo de cuantificar la probabilidad de que un hogar se encuentre en situación de pobreza energética. Esto permitirá una mejor comprensión de la magnitud del problema y de sus efectos en la población, aportando evidencia para la formulación de estrategias y políticas que contribuyan a mitigar la pobreza energética y fomentar el desarrollo sostenible.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Identificar regiones que presentan Pobreza Energética en la República del Paraguay basado en una herramienta econométrica.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Seleccionar fuentes de datos secundarias que permitan medir la Pobreza Energética en distintas regiones de la República del Paraguay para el año 2022.
- ✓ Reconocer alguna herramienta econométrica que nos permita medir la Pobreza Energética en las distintas regiones de la República del Paraguay para el año 2022.
- ✓ Medir la Pobreza Energética en las distintas regiones de la República del Paraguay para el año 2022.

3. Revisión de la literatura de antecedentes

El concepto de pobreza energética (PE) se refiere a la incapacidad de alcanzar niveles suficientes de servicios energéticos domésticos necesarios para un nivel de vida social y material satisfactorio (Bouzarovski y Petrova, 2015). El acceso a estos servicios energéticos no solo tiene que ver con la comodidad física, sino también con proporcionar a las personas los recursos fundamentales necesarios para llevar una vida digna y productiva.

Las necesidades fundamentales son aquellas que su no cumplimiento implica impactos directos en la salud humana, por lo cual su satisfacción se considera de manera universal independientemente del contexto territorial. Algunos ejemplos de

estas necesidades son la cocción y conservación de alimentos, acceso al agua, temperatura mínima y máxima saludable y disponibilidad de suministro eléctrico continuo para personas electrodependientes en salud (Red de Pobreza Energética, 2019; RedPE, 2020 b; Urquiza & Billi, 2020).

La pobreza energética, una situación de privación material que va más allá de la pobreza de ingresos (Streimikienem et al., 2020), tiene sus causas y consecuencias identificadas en diferentes ámbitos, incluyendo causas técnicas, económicas y causas relacionadas con las actitudes hacia el uso eficiente y adecuado de la energía (Biernat, Trebska, & Jarka, 2021; Da Silva et al., 2024).

La pobreza energética puede manifestarse como un conjunto de distintos factores, los cuales pueden evaluarse en términos temporales y espaciales (Kumar, 2020). En consecuencia, es fundamental combinar múltiples indicadores y examinar sus resultados para un análisis integral de las características técnicas de la vivienda como las condiciones del hogar (Castaño-Rosa et al., 2020). Acceder a datos detallados para una medición precisa de la pobreza energética es fundamental, ya que solo con ellos se puede diagnosticar la realidad de las viviendas y sociedades afectadas. Además, mientras más detallados y desagregados sean los datos, más exacto será el análisis de la PE, particularmente desde el enfoque multidimensional, que busca evaluar las formas de privación y sus diversas manifestaciones (Fernández et al., 2023).

La importancia de especializar la pobreza energética se ha destacado en más de una ocasión (Bouzarovski & Simcock, 2017; Mulder et al., 2023), ya que las estadísticas nacionales a menudo presentan un horizonte distinto a la realidad sobre el terreno y, en consecuencia, ofrece una imagen limitada e inadecuada a los

responsables de las políticas públicas (EPAH, 2021). En consecuencia, se ha argumentado que se debe poner mayor atención a la definición de perfiles territoriales de vulnerabilidad energética, distinguiendo entre aquellos factores determinantes que podrían ser espacialmente homogéneos y, por lo tanto, afectar a todos los hogares por igual en una ciudad, región o país determinados, y a aquellos que dependen claramente de las características espaciales (Mashhoodi et al., 2019).

4. Materiales y Métodos

4.1 Datos

Los datos utilizados en este estudio proceden principalmente de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del Instituto Nacional de Estadística para el año 2022 y comprende un total de 17972 hogares paraguayos. La encuesta proporciona información completa sobre un amplio conjunto de variables relacionadas con la vivienda del hogar y sus condiciones de vida, además de contar todos estos por departamentos y por zona rural y urbana.

Además, y con el objetivo de aislar el efecto derivado de las condiciones climáticas asociadas a la ubicación del hogar, se utilizó los microdatos de la Dirección de Meteorología e Hidrología para el año 2022. En concreto, las variaciones de temperatura se calculan como la suma de las diferencias de temperatura entre una temperatura interior constante y la temperatura exterior media diaria. Por lo tanto, se trabajó con dos indicadores, publicados por Eurostat, denominados grados días de calefacción (HDD) y grados días de refrigeración (CDD), los cuales son índices meteorológicos usados para estimar las necesidades de energía para calefacción y refrigeración en edificios (Eurostat, s.f.).

4.2 Metodología

Se desarrolló una metodología que consta de tres etapas consecutivas bien definidas. En la primera etapa se inicia con la revisión de la literatura para comprender los fundamentos teóricos del fenómeno en estudio, posteriormente se procede a la formulación del diseño metodológico y, finalmente a la aplicación de esta.

Este estudio propone una metodología basada en un enfoque econométrico de tipo probit univariado propuesto por Jové-Llopis & Trujillo-Baute (2024), con el objetivo de estimar la probabilidad de que un hogar en el territorio paraguayo se encuentre en situación de pobreza energética. Para ello, se utiliza como variable dependiente el indicador Low Income-High Cost (LIHC), el cual clasifica como pobres energéticamente a aquellos hogares que presentan un gasto energético elevado respecto a la mediana nacional y que, tras dicho gasto quedan por debajo del umbral pobreza de ingresos.

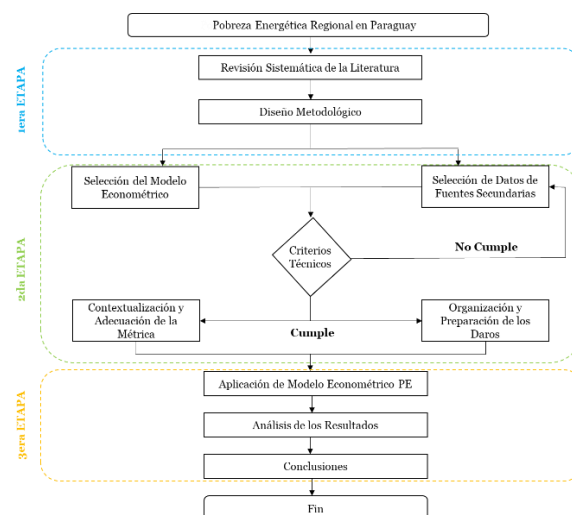


Figura 1. Metodología propuesta

Primera etapa: Se realizó una revisión de la literatura que sirvió como base para el diseño de investigación y su posterior diseño metodológico la cual será de utilidad para proporcionar informaciones referentes al análisis regional de la Pobreza

Energética en la República del Paraguay, así como la definición de la unidad de estudio que se utilizará en este trabajo.

Segunda etapa: Se llevó a cabo la selección del modelo econométrico y la identificación de las fuentes de datos secundarias requeridas. En esta etapa, se precedió a la consolidación de datos a ser utilizadas y las variables que deberán estar incluidas en la base de datos mencionada. Para este trabajo, los datos fueron obtenidos a través de la página web del Instituto Nacional de Estadística (INE) y previa solicitud de datos a la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH). Seguidamente, se realizó el procesamiento, depuración y análisis de los datos, utilizando el lenguaje de programación Python a través del entorno interactivo Jupyter Notebook, el cual facilitó la aplicación de rutinas de limpieza, transformación y análisis estadístico de los datos.

Tercera etapa: una vez finalizada la preparación de los datos, se aplicará el modelo econométrico Probit para estimar la probabilidad de que un hogar sea pobre energéticamente. El análisis se realizará a nivel nacional y por grupos territoriales, para ello, los departamentos del país fueron agrupados en tres niveles de incidencia de pobreza energética, según terciles. Finalmente, se realizará un análisis de los datos obtenidos con las conclusiones, sugerencias y recomendaciones como parte del informe final del proyecto. Se pretende realizar difusiones científicas (Congreso o Revista Científica) y divulgaciones (Eventos de divulgación dentro y fuera de la Facultad Politécnica) de los resultados obtenidos.

Luego de estructurar los procesos a llevarse a cabo a través de la metodología aplicada a este trabajo, se realizan los cálculos previos y adaptación de los datos de la siguiente manera:

I. Criterios de clasificación de las viviendas

Para los fines de este trabajo, la clasificación de hogares con estructura habitacional precaria se basa en los criterios establecidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2012), en el cual consideran que una vivienda es precaria si cumple con al menos una de las siguientes condiciones:

Tabla 1: Cuadro de estructuras de una vivienda

Tipo de pared	Tipo de piso	Tipo de techo
Estaqueo	Tierra	Paja
Adobe		Tronco de palma
Tronco de palma		Cartón, hule, madera de embalaje
Cartón, hule, madera de embalaje		Otro
No tiene pared		
Otro		

Esta definición se emplea como una de las variables de la dimensión de características de la vivienda para utilizarse en el modelo econométrico y para segmentar por grupos territoriales en el análisis del indicador LIHC.

II. Construcción del indicador LIHC como métrica de Pobreza Energética

El indicador LIHC fue propuesto por primera vez por Hills (2012) y luego fue adaptado debido a algunas limitaciones por Romero et al. (2018), el cual este indicador considera que un hogar es pobre energéticamente si sus costos de combustible son altos (es decir, superiores a la mediana nacional) y sus ingresos residuales, después del gasto energético, son bajos (es decir, con un umbral establecido en el 60% de la mediana nacional o la línea de pobreza). El indicador de pobreza energética LIHC se caracteriza por su objetividad y comparabilidad (Brabo-Catalá et al., 2024; Siksnyte-Butkiene et al., 2021). Además, es adaptable a los estándares nacionales, considerando no solo el gasto energético sino también los niveles de ingresos de los hogares y, por lo

tanto, aborda la cuestión tanto desde la perspectiva de los ingresos como de los costos (Colinas, 2012).

De este modo, el indicador Low Income-High Cost (LIHC) fue adoptado como indicador más apropiado para cuantificar y caracterizar la pobreza energética de los hogares en el territorio nacional. Respecto al caso de estudio en la República del Paraguay, se procedió al cálculo diferenciado del indicador LIHC para dos categorías de hogares, es decir, aquellos con estructura de vivienda precaria y aquellos con estructura no precaria.

Este indicador clasifica a los hogares en situación de pobreza energética de acuerdo a las condiciones propias de cada grupo, para lo cual se realizó el cálculo de las medianas independientes para cada categoría. Por un lado, se realizaron los cálculos para estimar la mediana del gasto de energía y de los ingresos para los hogares con vivienda precaria y otra para aquellos con vivienda no precaria, de modo a garantizar una clasificación de los hogares ajustada a la realidad que vive cada grupo. Este enfoque contribuye a garantizar y capturar con mayor precisión las desigualdades en cuanto al acceso y asequibilidad de los servicios energéticos. Teniendo en cuenta que, en la literatura, se ha argumentado que se debe prestar mayor atención a la definición de perfiles territoriales de vulnerabilidad energética, distinguiendo entre aquellos determinantes que podrían ser especialmente homogéneos y, por lo tanto, afectar a todos los hogares por igual en una ciudad, región o país determinados, y aquellos que dependen claramente de las características espaciales (Mashhoodi et al., 2019). El resultado de esta preocupación ha sido un

esfuerzo inicial para cuantificar la incidencia de la pobreza energética a nivel

IV. Aplicación del modelo econométrico

regional y local y examinar los determinantes específicos de cada ubicación

Tabla 2: Procedimiento de cálculo del indicador LIHC por hogar.

Fase de cálculo	Descripción del procedimiento
Identificación de datos	Gasto de energía anual por hogar Ingreso anual por hogar
Condición 1	Gastos en energía > Mediana gastos en energía (total hogares)
Condición 2	Ingresos - Gastos en energía < 60%* (Mediana de ingresos - Mediana de gastos en energía)
Resultado del indicador	Si ambas condiciones se cumplen el hogar es clasificado como pobre energéticamente (LIHC=1), caso contrario, LIHC=0.

Nota: Este procedimiento de cálculo se aplica de forma separada a los hogares con estructura de vivienda precaria y no precaria, utilizando medianas específicas en cada grupo

III. Clasificación de los grupos territoriales

La clasificación por grupo territorial se realizó con el objetivo de tener una comprensión más profunda de las características regionales de la pobreza energética. Esta estrategia se basa en el estudio previo con enfoque regional desarrollado por Jové-Llopis & Trujillo-Baute (2024). En este trabajo se ha clasificado a los departamentos de la República del Paraguay en tres grupos regionales según la tasa de pobreza energética calculada mediante el indicador LIHC, utilizando el criterio de terciles como umbral de segmentación.

Se emplea el modelo econométrico Probit, para el análisis de las variables dependientes binarias, ya que este permite estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento a partir de variables explicativas (Moscote & Rincón, 2012). La esencia del modelo Probit, radica en la existencia de una variable latente no observable, determinada por un conjunto de factores, cuya relación con la variable observada se modela a través de la función de distribución normal acumulada. En este contexto, la regresión probabilística nos brinda la posibilidad de comprender el comportamiento y la predicción de eventos binarios, como sí/no o éxito/fracaso.

Su estimación se realiza mediante el método de máxima verosimilitud, lo que asegura que las estimaciones sean consistentes, eficientes y fundamentales para la validez estadística del análisis.

Estas características hacen que el modelo probit sea especialmente útil y robusto para el análisis de decisiones binarias.

En este apartado se aborda una serie de factores, que según la literatura inciden sobre la capacidad de que un hogar sea caracterizado como pobre energético, en el que se mide la intensidad de cada uno de los factores determinantes tanto a nivel nacional como a nivel regional. Se prevé que el impacto de cada uno de los factores determinantes sea distinto dependiendo de cada departamento del país debido a las características heterogéneas que presentan cada uno.

Para ello, se utiliza un modelo econométrico que estima la probabilidad de que un hogar se encuentre en situación de pobreza energética. Para realizar esta estimación se ha construido una variable dependiente dicotómica que toma el valor 1 cuando un hogar paraguayo se encuentra en situación de pobreza energética según el

indicador LIHC y 0 cuando un hogar no es considerado como pobre energético.

Dada la naturaleza dicotómica de la variable dependiente, en la estimación se considera un modelo de elección discreta probit univariante, ya que es considerado el más adecuado para este tipo de trabajo.

La especificación general del modelo probit se presenta de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Pr(Y_i = \text{Pobre energético} | x) \\ = +\beta_1 \text{ Características de la vivienda} \\ + \beta_2 \text{ Características socioeconómicas} \\ + \beta_3 \text{ Factores climáticos} \\ + \beta_4 \text{ Factores regionales} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Donde \Pr es la probabilidad. El vector de variables explicativas (X), que contiene el conjunto de variables presentadas en la (Tabla 3), mientras β corresponde al vector de coeficientes a estimar y reporta el efecto de una variable sobre la propensión latente a un resultado positivo, Φ es la función de distribución acumulativa de la distribución normal estándar y, finalmente ε es el término de error idiosincrásico.

Para capturar mejor la diversidad de los factores que impulsan la pobreza energética, se incluyó un conjunto de variables independientes que la literatura empírica indica como determinantes de la pobreza energética, diferenciadas en cuatro dimensiones: características de la vivienda, características socioeconómicas del hogar, factores climáticos y factores regionales.

Este enfoque permite cuantificar no solo los factores climáticos económicos y de eficiencia energética, sino también las dimensiones espaciales del problema. Utilizando las tres variables ficticias correspondiente a los grupos regionales identificados, se podrá capturar

empíricamente todas las características de heterogeneidad no observada entre grupos, con respecto a la vulnerabilidad energética de los hogares.

Tabla 3: Elementos determinantes para que un hogar sea considerado como pobre energético

Variable	Definición de la variable
Característica de la vivienda	
Rural	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la vivienda se encuentra ubicada en una zona rural; 0 en caso contrario.
Estructura precaria	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la vivienda tiene estructura precaria; 0 en caso contrario.
Vivienda departamento	Variable dicotómica que toma el valor 1 si la vivienda se encuentra en un departamento; 0 en caso contrario.
Numero habitaciones	Número de habitaciones que contiene la vivienda.
Características socioeconómicas	
Jefe desempleado	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el principal sustentador del hogar no tiene trabajo remunerado ni trabajo independiente, está buscando empleo y está disponible para trabajar; 0 si no.
Jefe jubilado	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el principal sustentador del hogar está jubilado; 0 si no.
Educación superior	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el perceptor principal tiene estudios superiores (universitarios y/o formación profesional o técnica de nivel superior); 0 en caso contrario.
Hogar unipersonal	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el hogar está compuesto por una persona; 0 si no.
Hogar monoparental	Variable dicotómica que toma el valor 1 si el hogar está compuesto por un padre y al menos un hijo a su cuidado; 0 si no.
Factores climáticos	
HDD	Logaritmo neperiano de los valores departamentales anuales del indicador HDD
CDD	Logaritmo neperiano de los valores departamentales anuales del indicador CDD
Factores regionales	
Grupo 1: Amambay, Central, Asunción, Cordillera, Presidente Hayes. Grupo 2: Canindeyú, Paraguarí, San Pedro, Itapúa, Alto Paraná, Misiones. Grupo 3: Caaguazú, Guairá, Concepción, Caazapá, Ñeembucú.	

5. Resultados y Discusión

5.1 Análisis Estadístico

De acuerdo con el indicador LIHC, en promedio, un 5,30% de los hogares en la República del Paraguay se encuentran en situación de Pobreza Energética para el año 2022.

Las tasas de pobreza energética experimentan notables diferencias entre regiones. De esta manera, se registran departamentos con las tasas más bajas como Amambay y el departamento central como la ciudad de Asunción, y las tasas más altas se registran en Ñeembucú y Caazapá.

Dpto	Tasa de PE (%)
Amambay	3,26
Central	3,76
Asuncion	3,76
Cordillera	4,03
Presidente Hayes	4,46
Canindeyú	5,01
Paraguarí	5,16
San Pedro	5,39
Itapúa	5,52
Alto Paraná	5,64
Misiones	5,71
Caaguazú	5,85
Guairá	6,54
Concepción	7,59
Caazapá	7,64
Ñeembucú	10,12

Figura 2: Tasas de Pobreza Energética (LIHC) por departamentos.

De acuerdo con la (Figura 3) se puede apreciar el mapa de la pobreza energética en el territorio nacional, en donde se puede visualizar que no todos los departamentos son igual de vulnerables a la PE debido a la heterogeneidad que se presenta en cada departamento.

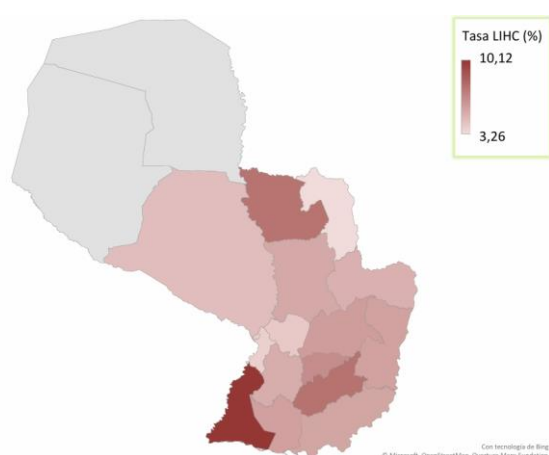


Figura 3: Mapa de pobreza energética (LIHC) en Paraguay por departamento.

Debido a estas diferencias observadas entre los departamentos. Se ha considerado llevar a cabo un análisis regional más profundo para estimar cuales son las características que inciden sobre la

probabilidad de incurrir en situaciones de pobreza energética.

5.2 Análisis econométrico

En general, los resultados de la estimación con el modelo econométrico apuntan a diferencias significativas en la intensidad de la pobreza energética experimentada en la República del Paraguay en el año 2022, y al hacerlo corroborar con un estudio reciente de la literatura que destaca las diferencias regionales en la vulnerabilidad energética (Bouzarovski & Simcock, 2017; Mashhoodi et al., 2019). De esta manera, estos hallazgos enfatizan la necesidad de realizar estudios que examinen el efecto de los factores sociales como las variables regionales para comprender mejor los determinantes de la pobreza energética.

Específicamente en la estimación realizada a través del modelo econométrico a nivel nacional, muestra que la probabilidad estimada de pobreza energética es significativamente mayor en los hogares que se encuentra en uno de los departamentos del Grupo 2 y Grupo 3, en comparación con aquellos del grupo 1, los cuales se encuentran en departamentos con menor incidencia. En este sentido, estos resultados coinciden con los hallazgos de Fernández, Lezcano y González (2023), quienes señalan que los departamentos de Caaguazú, Guairá, Concepción, Caazapá, Ñeembucú, Canindeyú, Paraguarí, San Pedro, Itapúa, Misiones presentan los porcentajes más altos de pobreza energética.

Se puede observar en la Tabla 4, que las condiciones de la vivienda inciden moderadamente en la pobreza energética, vivir en departamentos o viviendas precarias aumentan la probabilidad de ser pobre energético.

Tabla 4: Efectos marginales determinantes de la Pobreza energética en Paraguay

Variables	Efectos marginales
Características de la vivienda	
Rural	-0.0035 (0.004)
Estructura precaria	0.0088 (0.006)
Vivienda Departamento	0.0141 (0.011)
Numero habitaciones	0.0019* (0.001)
Características socioeconómicas	
Jefe desempleado	0.0512*** (0.008)
Jefe jubilado	0.0037 (0.010)
Educación superior	-0.0277*** (0.005)
Hogar unipersonal	0.0463*** (0.004)
Hogar monoparental	0.0400*** (0.005)
Factores climáticos	
HDD	0.0053 (0.006)
CDD	-0.0004 (0.002)
Factores regionales	
Grupo 2:	0.0159*** (0.005)
Grupo 3:	0.0344*** (0.005)
Notas: Nivel de significancia estadística: ***p <0.01, **p <0.05, *p <0.1	

En la (Figura 3) se puede observar los efectos marginales más significativos sobre los factores determinantes en la probabilidad de que un hogar se encuentre en situación de pobreza energética a nivel nacional. Los resultados arrojan efectos positivos sobre la variable jefe desempleado con un 5,12%, hogar unipersonal 4,63% y hogar monoparental 4,00%. No obstante, la educación superior presenta un efecto negativo de -2,7%, el cual indica que reduce la probabilidad de que un hogar padezca de pobreza energética.

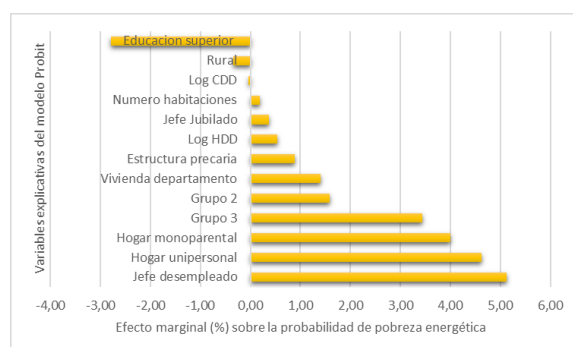


Figura 3: Efectos marginales de los factores determinantes de la pobreza energética en Paraguay

Tras confirmar la presencia de diferencias regionales en la incidencia de la pobreza energética, se busca evaluar las posibles diferencias en los efectos de los factores determinantes. Para ellos se realiza un conjunto de tres estimaciones con submuestras, correspondiente a cada uno de los grupos regionales (Tabla 5). Los resultados indican que existe marcadas diferencias regionales en la intensidad del efecto ejercido por los factores determinantes de la pobreza energética y que estas son relevantes para las dimensiones consideradas: características de la vivienda, características socioeconómicas, y los factores climáticos. Si bien, se puede observar que se presentan también factores comunes entre los tres grupos, patrones diferenciales en magnitud y significancia que reflejan las desigualdades territoriales dentro del país.

En los resultados obtenidos, para la dimensión de las características de la vivienda, se observa que la variable “estructura precaria” no resulta significativa en el Grupo 1, pero si lo es en el Grupo 2, lo que implica que esta variable incide con mayor fuerza en zonas con pobreza energética de tasa media de LIHC, mientras que en el Grupo 3 (alta pobreza energética), la variable estructura precaria no es estadísticamente significativa porque hay poca variabilidad, es decir, una mayoría presenta estructura precaria. Respecto a la variable de zona rural, en este trabajo los resultados muestran que no tienen un efecto significativo directo sobre la pobreza energética en ninguno de los grupos regionales analizados. Este resultado podría sorprender debido a que la ruralidad suele vincularse con menor acceso a infraestructura energética. Sin embargo, estudios empíricos respaldan esta observación, según Roberts et al. (2015) y Robinson et al. (2018), el impacto de la zona rural o urbana sobre la pobreza energética, va desde vínculos negativos, pasando por no significativos, hasta moderadamente o

incluso fuertemente positivos entre la ubicación y la vulnerabilidad energética.

En el caso de las características socioeconómicas de un hogar, el resultado indica que la condición de aquellos con

bajos niveles de ingresos (es decir, asociados con una cabeza de familia desempleado) están en riesgo de pobreza energética en todos los departamentos de la República del Paraguay.

Tabla 5: Determinantes de la Pobreza Energética LIHC (efectos marginales) por grupo.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Características de la vivienda			
Rural	-0.0096 (0.006)	-0.0012 (0.006)	0.0061 (0.009)
Estructura precaria	0.0026 (0.011)	0.0103 (0.010)	0.0235 (0.013)
Vivienda departamento	0.0052 (0.013)	-0.0017 (0.019)	0.0856**(0.032)
Numero habitaciones	-0.0016 (0.002)	0.0035 (0.002)	0.0119*** (0.003)
Características socioeconómicas			
Jefe desempleado	0.0545*** (0.010)	0.0422*** (0.013)	0.0378 (0.026)
Jefe jubilado	0.0176 (0.009)	-0.0053 (0.021)	-0.0615 (0.037)
Educación superior	-0.0255*** (0.007)	-0.0273*** (0.008)	-0.0268** (0.013)
Hogar unipersonal	0.0479*** (0.006)	0.0414*** (0.007)	0.0509*** (0.011)
Hogar monoparental	0.0341 (0.007)	0.0495*** (0.007)	0.0291** (0.012)
Factores climáticos			
HDD	0.0058 (0.011)	0.0029 (0.007)	0.1178*** (0.038)
CDD	0.0012 (0.005)	-0.0020 (0.003)	0.0478*** (0.017)
Notas: Nivel de significancia estadística: ***p <0.01, **p <0.05, *p <0.1			

Finalmente, en el caso de los factores climáticos no resultan significativas en los Grupos 1 y 2, pero si altamente significativas en el Grupo 3.

6. Conclusión

El estudio de los factores determinantes que impulsan la pobreza energética en un país como un todo homogéneo han evolucionado, hasta un enfoque que integra la dimensión geográfica del fenómeno y reconoce la importancia de los factores característicos de cada lugar. En este trabajo, con el objetivo de comprender mejor la realidad nacional desde el contexto

de las disparidades regionales, tuvo como objetivo general identificar las regiones o departamentos con mayor incidencia de pobreza energética en la República del Paraguay para el año 2022, utilizando una herramienta econométrica utilizado en la literatura para el estudio de la pobreza energética, aplicado a datos secundarios disponibles, específicamente la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) y datos climáticos de temperaturas mínimas, máximas y mínimas de la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), para lo cual se desarrolló una metodología basada en el cálculo del indicador LIHC y la estimación de un modelo Probit.

En este trabajo se han identificado los

departamentos con mayor riesgo de pobreza energética mediante la tasa de pobreza energética LIHC, permitiendo de esta forma clasificar por grupos territoriales a cada departamento en tres niveles, de la siguiente manera: “Grupo 1” - departamentos con baja tasa de pobreza energética LIHC; “Grupo 2” – departamentos con media tasa de pobreza energética LIHC y, “Grupo 3” los departamentos que presentan alta tasa de pobreza energética.

Los resultados indican que la pobreza energética no es homogénea en la República del Paraguay. Se ha observado que, a nivel nacional, factores como el jefe o jefa del hogar desempleado, la baja educación superior, la estructura precaria de la vivienda y el tipo de hogar (unipersonal o monoparental) son los principales determinantes de esta problemática. Sin embargo, al realizar el análisis por grupos territoriales, se observan diferencias relevantes en las regiones con mayor incidencia (Grupo 3), donde las condiciones climáticas son determinantes significativos, indicando que el clima extremo aumenta la pobreza energética en contextos donde se encuentren mayor vulnerabilidad estructural.

Este análisis permitió detectar no solo la existencia del problema, sino también la combinación de factores determinantes que caracterizan e intensifican en ciertos departamentos del país. Además, ofrece evidencia empírica útil para el diseño de estrategias de políticas públicas que impulse el bienestar de los departamentos que se encuentran en el “Grupo 3: Caaguazú, Guairá, Concepción, Caazapá, Ñeembucú”, caracterizados por tener alta tasa de pobreza energética.

7. Referencias

Al Kez, D., Foley, A., Abdul, Z. K., & Del Rio, D. F. (2024). Energy poverty prediction in the United Kingdom: A machine learning approach. *Energy Policy*, 184(113909), 113909.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113909>

Boardman, B. (1991). *Pobreza energética: De hogares fríos a calefacción asequible*. Belhaven Press.

Bouzarovski, S., & Simcock, N. (2017). Espacializando la justicia energética. *Política Energética*, 107, 640–648.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.064>

Brabo-Catalá, L., Collins, E., & Barton, B. (2024). Indicadores y variables clave de pobreza energética: Una revisión sistemática de la literatura. *Economía de la Energía y Política Ambiental*, 13(1).

<https://doi.org/10.5547/2160-5890.13.1.libra>

Calvo, R., et al. (2021). Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe (Serie Recursos Naturales y Desarrollo, N.º 207, LC/TS.2021/104). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47206-desarrollo-indicadores-pobreza-energetica-america-latina-caribe>

Castaño-Rosa, R., Solís-Guzmán, J., & Marrero-Meléndez, M. (2020). Midiendo la pobreza energética: Una revisión de indicadores. *Revista Hábitat Sustentable*, 10(1), 08–21.

<https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.01>

Costa-Campi, M. T., Jové-Llopis, E., Planelles-Cortés, J., & Trujillo-Baute, E. (2024). Determinantes de la pobreza energética: Tendencias en España en tiempos de cambio económico (2006–2021). *Economía de la Energía y Política Ambiental*, 13(1), 55–70.

<https://doi.org/10.5547/2160-5890.13.1.mcos>

Drago, C., & Gatto, A. (2023). Measuring energy poverty and energy vulnerability. *Sustainable Cities and Society*, 92(104450),

104450.

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104450>

Eurostat. (s.f.). Energy statistics – cooling and heating degree days (nrg_chdd). European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_chdd_esms.htm

Energy Poverty Advisory Hub (EPAH). (2021). Abordar la pobreza energética mediante acciones locales: Casos inspiradores de toda Europa. Centro de Asesoramiento sobre Pobreza Energética

Fernández, K., Lezcano, L., & González, A. (2023). Medición de la pobreza energética con enfoque multidimensional: revisión sistemática de la literatura. Revista INVI, 38(109), 172–208. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2023.70574>

Hills, J. (2012). Getting the measure of fuel poverty: Final report of the fuel poverty review (CASEreport No. 72). Centre for Analysis of Social Exclusion, London School of Economics and Political Science. <http://eprints.lse.ac.uk>

Instituto Nacional de Estadística. (2012). Análisis del déficit habitacional en Paraguay, 2012. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Recuperado de https://www.ine.gov.py/.../Analisis_d_el_deficit_habitacional_Paraguay_2012.pdf

Jové-Llopis, E., & Trujillo-Baute, E. (2024). The effect of regional factors on energy poverty. Applied Economic Analysis. <https://doi.org/10.1108/AEA-01-2024-0019>

Mashhoodi, B., Stead, D., & van Timmeren, A. (2019). Homogeneidad espacial y heterogeneidad de la pobreza energética: una dimensión desatendida. Annals of GIS, 25(1), 19–31. <https://doi.org/10.1080/19475683.2018.1557253>

Pereira, G., González, A., & Ríos, R. (2021). Capturando la pobreza energética multidimensional en América del Sur: Un estudio comparativo de Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay. Frontiers in Sustainable Cities, 3, 632009. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.632009>

Siksnyte-Butkiene, I., Streimikiene, D., Lekavicius, V., & Balezentis, T. (2021). La pobreza energética: Indicadores, una revisión sistemática de la literatura y un análisis exhaustivo de la integridad. Ciudades y Sociedad Sostenibles, 67, 102756. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102756>

Urquiza, A., & Billi, M. (2020). Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: Definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población (LC/TS.2020/138). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46408-seguridad-hidrica-energetica-america-latina-caribe-definicion-aproximacion>