



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Determinantes socioeconómicos y transición de la pobreza energética de los hogares en la sierra rural del Perú, periodo 2010–2019

## Socioeconomic determinants and transition of household energy poverty in the rural highlands of Peru, period 2010–2019

Christian-Oliver Panca<sup>\*†</sup> y Alfredo-Pelayo Calatayud<sup>\*‡</sup>

<sup>†</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. [orcid.org/0000-0002-6764-4260](https://orcid.org/0000-0002-6764-4260)

<sup>‡</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. [orcid.org/0000-0002-1213-0035](https://orcid.org/0000-0002-1213-0035)

\*Correspondencia a Email: [christianoliverpg@gmail.com](mailto:christianoliverpg@gmail.com); [apcalatayud@unap.edu.pe](mailto:apcalatayud@unap.edu.pe)

(Recibido 05 de octubre de 2021; aceptado 29 de diciembre de 2021)

### Resumen

Durante los últimos años, el concepto de pobreza energética dejó de ser un fenómeno relegado y fue de a poco tomando mayor relevancia, principalmente en los países en vías de desarrollo, ya que es un problema multidimensional que afecta al desarrollo económico y social, disminuyendo los niveles de bienestar, generando externalidades negativas en la productividad, salud, medio ambiente y educación de los miembros de hogar, fundamentalmente en las zonas rurales del país. Por tanto, el presente trabajo de investigación tiene por objetivo principal, analizar la transición energética (periodo 2010–2019) e identificar los principales factores socioeconómicos que influyen en el gasto energético de los hogares en la sierra rural del Perú (periodo 2018–2019). Tomando como muestra 120 582 hogares para el análisis de transición energética y 5 912 hogares para identificar los principales factores socioeconómicos que influyen en el gasto energético, utilizando la metodología de datos de panel. Entre los principales resultados encontrados resalta que; la transición en el uso de combustibles avanzados por parte de los hogares pobres fue menos lenta en comparativa con los hogares no pobres, con una tasa media de crecimiento de 11% y 3% respectivamente, aunque en menor proporción de gasto energético en comparación a los hogares no pobres. Además, se encontró que los principales determinantes socioeconómicos de la pobreza energética medido por el gasto energético son; el ingreso del hogar, el número de habitaciones del hogar y tamaño de hogar, estas resultaron ser positivos y significativos a un nivel de significancia del 5%.

**Palabras clave:** Escalera energética, gasto energético, pobreza energética, transición energética.

### Abstract

In recent years, the concept of energy poverty has ceased to be a relegated phenomenon and has become somewhat more relevant, mainly in developing countries, since it is a multidimensional problem that affects economic and social development, decreasing levels of energy. Generating negative externalities in the productivity, health, environment and education of household members of well-being, mainly in rural areas of the country. Therefore, the main objective of this research work is to analyze the energy transition (period 2010–2019) and identify the main socioeconomic factors that influence household energy expenditure in the

rural highlands of Peru (period 2018–2019). Taking as a sample 120,582 households for the energy transition analysis and 5,912 households to identify the main socioeconomic factors that influence energy expenditure, using the panel data methodology. Among the main results found, it stands out that; the transition in the use of advanced fuels by poor households was less slow compared to non-poor households, with an average growth rate of 11% and 3% respectively, although in a lower proportion of energy expenditure compared to non-poor households. In addition, it was found that the main socioeconomic determinants of energy poverty measured by energy expenditure are; the household income, the number of rooms in the home and the size of the household, these turned out to be positive and significant at a significance level of 5%.

**Keywords:** Energy ladder, energy expenditure, energy poverty, energy transition.

## 1. Introducción

La relación entre energía y pobreza es un tema que empieza a tomar importancia a nivel mundial en el campo de la política pública, el reconocimiento del papel que desempeñan los servicios de energías limpias y asequibles para mejorar la calidad de vida y reducir la pobreza de la población, parte del hecho de que la energía está relacionada con prácticamente todas las actividades de la vida cotidiana de las personas (García, 2014).

Cocinar los alimentos con combustibles modernos y limpios, encender la televisión, mantenerse caliente uno mismo en invierno, salir a la calle de noche sin estar en la oscuridad, no es posible para todos, muchas de las personas en el Perú y principalmente en las zonas rurales, no pueden cubrir sus necesidades básicas de energía. Disminuyendo su calidad de vida y por ende dificulta el desarrollo social y económico de nuestro país. Ante esta situación surge la necesidad de conocer los principales factores socioeconómicos que influyen a estar en situación de pobreza energética, además de evaluar la transición energética de los hogares que se encuentran en situación de pobreza en la sierra rural del Perú.

Es indiscutible en la actualidad la relación entre acceso a servicios modernos de los distintos tipo de energía y desarrollo humano, es decir que; sin energía no hay desarrollo, ya que la superación de la pobreza depende en gran medida de contar con energía segura y asequible, no sólo para la satisfacción de las necesidades familiares en un hogar, sino porque resulta imprescindible para reducir el trabajo manual, generar ingresos y entregar servicios comunitarios esenciales, catalizando el crecimiento económico y el desarrollo humano (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018).

En septiembre del 2000, se reunieron los líderes de 189 países en la sede central de las Naciones Unidas con el objetivo de firmar la Declaración del Milenio, el cual incluía los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los cuales eran ocho objetivos y veintiún metas cuantificables, que deberían de ser alcanzadas antes del 2015. Sin embargo, el tema de energía y el acceso universal a esta, no fue considerado como uno de los ODM, en consecuencia, a ello, la comunidad internacional no tardó en reconocer que ninguna de los ODM se podría lograr sin el acceso asequible a la energía moderna y no contaminante.

Prueba de ello la Asamblea General de las Naciones Unidas en su resolución 65/151 (aprobada el 20 de diciembre de 2010) designó al 2012 como año internacional de la energía sostenible para todos. Además de ello, en el año 2012, los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) generaron una propuesta de diecisiete “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS) con 169 metas al 2030. En esta oportunidad se incluyó un objetivo relacionado al tema de energía, el cual fue el ODS 7: Energía asequible y no contaminante, atendiendo a la creciente importancia de la energía para el desarrollo económico y la mitigación del cambio climático.

Por lo tanto, es importante reconocer el papel de la energía en el desarrollo de cualquier país en el mundo, si bien es cierto su tratamiento es incipiente aún en los países latinoamericanos, sin embargo, existen países tales como México y Chile los cuales han mostrado mayor interés en este tema.

Mientras que, en el Perú el acceso universal a la energía es un problema de exclusión, fundamentalmente rural (Escobar et al., 2017). La población de la sierra rural del Perú, se caracteriza actualmente por ser económica y socialmente empobrecida, deprimida, reducida en número y altamente vulnerable al cambio climático (Guerrero y Soldán, 2017). Además de tener carencias y problemáticas en aspectos como la pobreza, inadecuados servicios de salud, educación, saneamiento, vivienda, transportes, telecomunicaciones, etc. A esto se suma el limitado acceso a energías limpias y asequibles, ya que según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) el mayor número y porcentaje de hogares que utilizan los combustibles contaminantes para la cocción de sus alimentos se encuentran ubicados en el área rural del país con 70.1% y en la Sierra con 59.3%, además el 3% de la población peruana aún no cuenta con cobertura eléctrica (Organización Latinoamericana de Energía [OLADE], 2019).

En ese sentido: Boardman (1991) realiza un análisis del problema, sus causas y posibles soluciones de la pobreza de combustibles. Esta investigación dio inicio a un nuevo campo de estudio, influyendo en la primera estrategia de reducción de la pobreza energética para Inglaterra en el año 2001, además ponía en relieve la situación de las familias de bajos ingresos, a quienes el alza de los precios de la energía les impedía mantener su hogar a una temperatura que no afectase su salud y calidad de vida. Llegando a concluir con una definición formal de pobreza energética o de combustibles; “los hogares pobres en términos energéticos son aquellos que necesitan gastar más del 10% de su ingreso en todos los combustibles utilizados y para mantener su hogar en un nivel adecuado de temperatura”.

Sin embargo, Hills (2012) realiza importantes críticas a la regla del 10% propuesta por Boardman, y propone la sustitución del indicador del 10% por otro indicador para medir pobreza de combustibles, al que denomina Ingresos bajos-costos altos o Low Income High Cost (LIHC). Su propuesta estuvo orientada a identificar a las personas y hogares que son pobres en combustible en base a dos criterios que se deben cumplir simultáneamente: i) que el gasto en combustible de hogar esté por encima de la mediana del gasto nacional, ii) que los ingresos netos del gasto en combustible del hogar estén por debajo de la línea de pobreza calculada para cada país. Este indicador comenzó a ser utilizado de manera oficial en Inglaterra, mientras que en el resto de Reino Unido (Irlanda del Norte, Escocia y Gales) continúan utilizando la métrica del 10%. Con base a este indicador, realiza una investigación estimando una regresión logística para España con un total de número de 21 925 observaciones, tomando la variable pobreza energética como variable dependiente y las variables ingreso, recibe ayuda social, número de personas en el hogar, año de construcción de la vivienda, edad del jefe del hogar, número de habitaciones en la vivienda, hogar uniparental, presencia de filtraciones y número de personas de tercera edad. Obteniendo como resultado la mayoría de variables significativas a excepción de las variables hogar uniparental, presencia de filtraciones y número de personas de tercera edad.

Por otro lado, Rademaekers et al. (2016) en su investigación, analizan los hogares e individuos que, debido a los bajos ingresos, construcciones ineficientes desde el punto de vista energético y altos costos de la energía, no son capaces de mantener un ambiente saludable al interior de hogar, teniendo consecuencias negativas sobre los individuos, tales como problemas de salud, bienestar físico y mental y menores oportunidades en la vida. Concluyendo que, la pobreza energética es la situación en que las personas no son capaces de calefaccionar adecuadamente sus hogares (o contar con servicios energéticos necesarios) a un precio asequible.

Asimismo, el Comisionado de Inclusión Social y Lucha contra la Pobreza (2017) analizan y cuantifican a partir de índices de gastos energético de los hogares calculados con base a la encuesta de presupuestos familiares de los hogares en Canarias. Teniendo como uno de sus objetivos principales identificar los hogares vulnerables a sufrir pobreza energética y las condiciones favorecedoras de la misma. Para ello, especifican y estiman un modelo cuantitativo que relaciona estar o no en situación de pobreza energética (la variable endógena o dependiente), con un conjunto de variables que representan en su mayoría características del hogar o de la región/municipio en el que el hogar está ubicado o de las características de las personas que lo habitan. La variable endógena se construye como una variable dicotómica que indica que el individuo que es pobre se le asocia un valor de uno, mientras que al individuo que no es pobre se le asigna un valor cero. Obteniendo resultados principales tales

como; las zonas urbanas grandes tienen menos riesgo de padecer pobreza energética. Con respecto a las características del sustentador principal, de la vivienda y del hogar, se obtuvieron resultados como; los hogares con sustentador principal con estudios inferiores a primera etapa de educación secundaria, parados, y especialmente estudiantes, que sean mujer, y con altas cargas hipotecarias o nivel de endeudamiento, y alto número de niños, son los más vulnerables, del mismo modo sucede con las personas mayores a cuarenta y cinco años, las cuales tienen más probabilidades de padecer pobreza energética, probablemente por sus altas cargas hipotecarias. En tanto el porcentaje de personas no ocupadas en el hogar es un factor que también en las Canarias tienen un alto riesgo para ser pobre energético. Del mismo modo, el ser poco ahorrador (o eficiente) energético por supuesto hace que aumente el riesgo de ser vulnerable en pobreza energética.

A diferencia de los países europeos, en América Latina, el tema de la pobreza energética aún es incipiente, sin embargo, existen intentos de definición y medición a través de los trabajos realizados por García y Graizbord (2016) plantean como objetivo aplicar el método “Satisfacción de necesidades absolutas de energía” para analizar la pobreza energética en México a nivel subnacional. Los resultados muestran que 36.7% de los hogares mexicanos viven en pobreza energética, encontrando que los bienes económicos “confort térmico”, “refrigerador eficiente” y “estufa de gas o eléctrica” son los que presentan mayores niveles de privación. Además, encontraron seis grupos de entidades federativas con características similares, escenario que evidencia la importancia de la dimensión geográfica en este tema. Finalmente, proponen integrar la pobreza energética como una dimensión clave de la política nacional de sustentabilidad energética.

Por otro lado, Durán (2003) analiza la relación entre el acceso a la energía y la pobreza a partir del concepto de pobreza energética. Tomando los datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), caracterizó la problemática de la pobreza energética en términos de su intensidad sobre la población general y en particular, en relación a la población afectada. Así, presenta los resultados de un estudio de composición de los hogares en términos de la eficiencia térmica de los materiales utilizados en las viviendas, sus características demográficas, socioeconómicas, laborales y de género. Asimismo, mediante los datos de la EPH, estimó el alcance real de la tarifa social, el subsidio planteado desde el estado para paliar los efectos del aumento tarifario sobre la economía familiar. Los resultados muestran la magnitud con que el aumento tarifario puede golpear la economía familiar y entrever sus efectos sobre la población general. En este sentido, plantea diversas alternativas para el abordaje de la problemática relativa a los efectos de la pobreza energética, entre ellas, el desarrollo de las energías renovables de base residencial.

Asimismo, Henríquez (2017) en su tesis de investigación, el cual tiene como objetivo general elaborar una propuesta de definición y evaluación exploratoria de la pobreza energética en Chile, analiza las distintas dimensiones utilizadas a nivel internacional para medir la pobreza energética, identifica los componentes que la determinan para el contexto chileno, así como los indicadores que la conforman, de modo de proponer un modelo que permita su medición. Para lograr su objetivo opta por utilizar el método de satisfacción de necesidades absolutas de energía propuesta por García (2014), el cual consiste en determinar y diferenciar las necesidades absolutas de energía presentes al interior de un hogar, así como los satisfactores y bienes económicos relacionados. Asimismo, para adaptar esta metodología al caso chileno, efectúa la generación de instancias de revisión bibliográfica y validación experta, en donde se representan; la institucionalidad pública en la materia, la academia y la sociedad civil. Los resultados de la investigación permiten señalar que, a nivel internacional, existen tres tipos de definición de pobreza energética: restringidas, ampliadas y complejas. A su vez concluye que, en Chile, la pobreza energética es un fenómeno multidimensional, focalizado en la privación de un hogar en el acceso a servicios energéticos modernos: calefacción, agua caliente sanitaria, cocción y refrigeración de alimentos, iluminación y entretenimiento. Asimismo, desde el punto de vista monetario, el modelo incorpora la variable de asequibilidad, es decir, el porcentaje del presupuesto familiar destinado para cubrir dichas necesidades. Mostrando resultados coincidentes con los desafíos establecidos en la política energética de Chile, siendo relevante establecer planes y programas integrales para abordar esta

problemática, privilegiando una coordinación intersectorial.

En el caso peruano, existe una cantidad muy reducida de trabajos de investigación relacionados al tema de pobreza energética. Sin embargo, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN, 2017), analiza la sustitución de combustibles tradicionales por otros modernos según los distintos niveles de ingresos de la población. Este estudio cuestiona la hipótesis que sustenta la escalera de consumo energético desarrollado, pues el aumento del poder adquisitivo de los hogares peruanos no sería el único determinante del cambio en el consumo de combustibles contaminantes a combustibles modernos no contaminantes. Si no también el acceso a la infraestructura de electricidad o al mercado de biocombustibles, así como las propias tradiciones y costumbres que impiden el consumo de combustibles más limpios.

Asimismo, Vásquez y Gamio (2018) muestran el estado de la cuestión del sector de la energía en términos de recursos energéticos renovables no convencionales a escala mundial, regional y nacional. Llegando a concluir que el Perú tiene un gran potencial energético para desarrollar energías renovables alternativas. En el sector transporte se debe promover la electrificación del transporte y la utilización de sistemas híbridos, cuidando el adecuado manejo y reúso de las baterías. El país debe fortalecer su planeamiento estratégico y demostrar compromisos firmes, dentro del marco del Tratado de París. Para ello, se necesita voluntad política y transparencia. En el contexto nacional, se debe tomar a las energías renovables no solo como fuentes de energía limpia, que contrarrestan los efectos del cambio climático y la contaminación, sino también como herramientas que contribuyen a resolver problemas sociales y a desarrollar mecanismos productivos.

Finalmente, Morales y Rinaldi (2017) menciona que, el acceso universal a la energía es transversal y trae consigo consecuencias para la salud, economía y medio ambiente; esto afecta diariamente a más de siete millones de peruanos en condición de pobreza o pobreza extrema. La investigación analiza si el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) administrada por el OSINERGMIN, está contribuyendo al desarrollo humano pleno y sostenible del país a través de sus ejes centrales: los cuales son, masificar el uso del gas natural, desarrollar nuevos suministros en la frontera energética y promover el acceso a Gas Licuado del Petróleo (GLP) a través de vales de descuento para la adquirir un balón de GLP. Llegando a concluir que los beneficiarios, siendo lo hogares más vulnerables, acceden al consumo de GLP a un costo más bajo, lo que es uno de los objetivos del FISE para crear una cultura medioambiental de forma sostenible y prolongada en el tiempo, al utilizar energías y combustibles no contaminantes. Sin embargo, no se asiste todavía a un cambio radical en cuanto a las prácticas cotidianas de los usuarios, siendo todavía algo muy común que se prefiera cocinar a leña aquellos alimentos que requieren un elevado tiempo de cocción.

## 2. Materiales y métodos

La presente investigación considera como ámbito de estudio la sierra (variable dominio) y contempla el área rural (variable estrato). Sin embargo, para efectos de comparación se contempla el área urbana (variable estrato) en una parte de la investigación (objetivo 1). La unidad de análisis está conformada por el total de hogares de la sierra rural del Perú.

### 2.1 Tipo y tamaño de muestra

La muestra es del tipo probabilística, de áreas, estratificada, multietápica e independiente en cada departamento de estudio. El nivel de confianza de los resultados muestrales, es del 95% (INEI, 2019).

El tamaño de la muestra para el objetivo 1, incluye los hogares urbanos de la sierra del Perú, el cual suma un total de 120 582 hogares, durante el periodo 2010-2019, el mismo que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de la muestra por dominio geográfico 2010-2019

Año	Dominio geográfico (sierra)			Total
	norte	centro	sur	
2010	1385	4166	3222	8773
2011	1546	4742	3589	9877
2012	1563	4786	3673	10022
2013	1864	5661	4398	11923
2014	1905	5799	4519	12223
2015	1978	5915	4648	12541
2016	2707	6047	4724	13478
2017	2403	6006	4786	13195
2018	2386	6659	6196	15241
2019	2362	6049	4898	13309
	Total			120582

Fuente: INEI-ENAH0

Para el objetivo 2, se tomó una sub muestra panel el cual está incluida dentro de las encuestas anuales de la ENAH0, esto quiere decir que un grupo de hogares vuelve a ser entrevistado al año siguiente, de esta manera se logra obtener una muestra de hogares panel con dos observaciones anuales.

En la Tabla 2, se puede apreciar la distribución de la muestra por dominio geográfico, después de realizar el balanceo  $T = 2$  años se logró identificar  $n = 2956$  hogares por año, siendo el total del tamaño de la muestra 5912 observaciones ( $nT = 2956 * 2 = 5912$ ).

Tabla 2. Distribución de la muestra por dominio geográfico con datos de panel 2018-2019

Dominio geográfico	Muestra por año	Muestra total
Sierra rural norte	562	1124
Sierra rural centro	1320	2640
Sierra rural sur	1074	2148
Total	2956	5912

Fuente: INEI-ENAH0

## 2.2 Descripción de métodos

Para analizar los determinantes socioeconómicos de la pobreza energética de los hogares en la sierra rural del Perú, durante el período 2010-2019, se utilizará un modelo econométrico de datos de panel.

## 2.3 Modelo de Datos de Panel

Los modelos de datos de panel son modelos econométricos basados principalmente en un conjunto de datos que combina una dimensión temporal (serie de tiempo) y otra transversal (individuos) (Labra y Torrecillas, 2014). Para recolectar este tipo de datos, se da seguimiento (o se intenta) a los mismos individuos, familias, empresas, ciudades, estados o cualquier otra cosa a lo largo del tiempo. (Wooldridge, 2010).

Existen otros nombres para los datos de panel, como datos agrupados (agrupamiento de observaciones de series de tiempo y de corte transversal), combinación de datos de series de tiempo y de corte transversal, datos de micropanel, datos longitudinales (un estudio a lo largo del tiempo de una variable o grupo de sujetos) (Gujarati y Porter, 2010).

## 2.4 Fuentes de información

Se realiza uso de fuentes secundarias, que permitirán recoger información correspondiente al periodo 2010 - 2019, las mismas que serán obtenidas de la ENAH0, proporcionado por el INEI. Para ello son cuatro los módulos que se utilizaran para obtener información de los hogares, los cuales son: (1) Características de la Vivienda y del Hogar, (2) Características de los Miembros del Hogar, (3) Educación y (34) Sumarias (Variables Calculadas)

## 2.5 Modelo general

El modelo econométrico a estimar es el siguiente:

$$GASTOE_{it} = a_0 + b_1ING_{it} + b_2HABIT_{it} + b_3TH_{it} + b_4NPI_{it} + b_5EDAD_{it} + b_6EDU_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, 2956$$

$$t = 2018, 2019$$

Donde: Gasto energético (GASTOE), ingreso de hogar (ING), número de habitaciones de hogar (HABIT), tamaño de hogar (TH), número de perceptores de ingreso (NPI), edad del jefe de hogar (EDAD), años de educación del jefe de hogar (EDU) y término de error ( $\epsilon$ ).

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Transición energética

Es necesario conocer el tipo de energía que cuenta con mayor demanda y por ende en el que más gastan los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú, para el cual nos apoyaremos en la teoría de la escalera energética (esta teoría nos ayudará también para el análisis de la transición energética de los hogares pobres y no pobres) y agruparemos los distintos tipos combustibles de la siguiente manera.

Tabla 3. Escalera energética: Tipos de combustibles

Tipo de combustibles	Tipo de energías
Combustibles tradicionales	Leña y vela
Combustibles de transición	Kerosene y carbón
Combustibles avanzados	Electricidad, GLP, gas natural, petróleo y gasolina

Fuente: OSINERGMIN-INEI

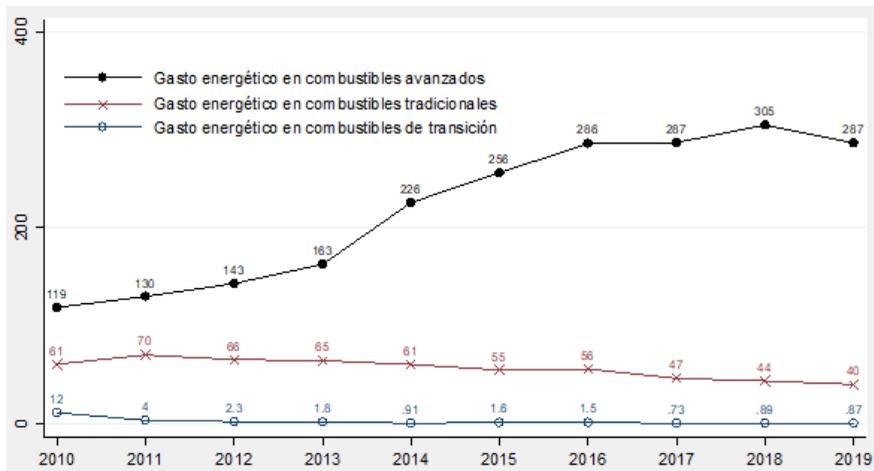
La Figura 1, muestra el gasto energético en las que incurren los hogares pobres de la sierra del Perú en combustibles tradicionales, de transición y avanzados, durante el periodo 2010–2019, durante este periodo se aprecia un mayor gasto en electricidad y combustibles avanzados, el cual inicia en el año 2010, con un gasto promedio mensual de S/ 10.00, en el año 2014 muestra un incremento significativo respecto a los años anteriores (gracias al crecimiento económico, las políticas de inclusión social y la ampliación de la cobertura energética) con un gasto promedio de S/ 19.00 mensualmente, a partir de este año el gasto en combustibles avanzados muestra un crecimiento significativo llegando a realizar un gasto promedio de S/ 25.00 mensualmente, durante el año 2018.

En tanto el gasto en combustibles tradicionales de los hogares no pobres de la sierra del Perú, inicia con un gasto promedio mensual de S/ 5.00 en el año 2010, luego en el año 2011 este gasto muestra un incremento a S/ 6.00, posterior a este año el gasto en combustibles tradicionales muestra un decrecimiento paulatino año tras año, llegando al año 2019 en el cual los hogares pobres solo registran un gasto promedio de S/ 3.00 mensuales.

En cuanto a los combustibles de transición, la Figura 1 muestra que su consumo mínimo por parte de los hogares pobres de la sierra del Perú, solo en el año 2010 se registra un gasto promedio mensual de S/ 1.00, a partir de ello el gasto en este combustible es casi nulo, por la poca disponibilidad de carbón y la promulgación en el año 2010 del decreto supremo N° 045–2009–EM, el cual prohíbe la venta de Kerosene, e impulsa el uso de otras fuentes alternativas como el Gas Natural, el Gas Licuado de Petróleo, Carbón, etc.

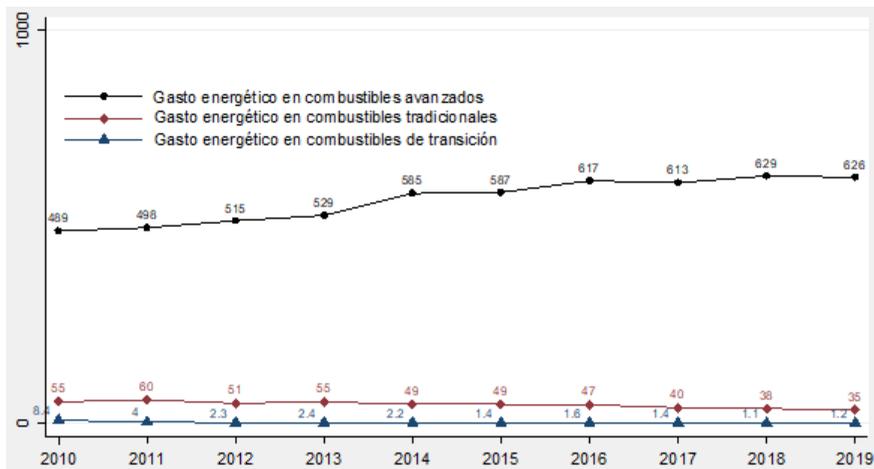
Por otra parte, los hogares no pobres de la sierra del Perú, como era de esperarse, muestran un mayor gasto en combustibles avanzados, llegando a realizar en el año 2018 un gasto promedio mensual de S/ 52.00. En tanto el gasto en combustibles tradicionales es mínimo en comparación al gasto en combustibles avanzados, su gasto máximo se registró en el año 2011 con un monto de S/ 5.00 mensuales.

Figura 1. Gasto energético promedio anual, en combustibles tradicionales, de transición y avanzados de los hogares pobres de la sierra del Perú (en soles)



Fuente: INEI-ENAHO

Figura 2. Gasto energético promedio anual, en combustibles tradicionales, de transición y avanzados de los hogares no pobres de la sierra del Perú (en soles)



Fuente: INEI-ENAHO

En tanto nuevamente el gasto en combustibles de transición es casi nulo por parte de los hogares no pobres de la sierra del Perú, tal como muestra la Figura 2.

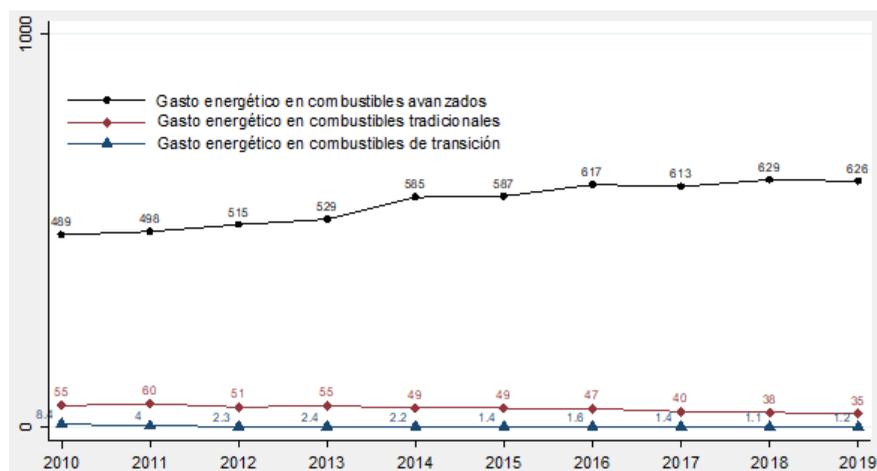
Definitivamente existe diferencia en el gasto energético entre los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú. Sin embargo, se resalta que los hogares pobres realizan un gasto mayor en combustibles avanzados, y además que este gasto se va incrementando año tras año, de hecho, que es un gasto en menores montos a comparación de los hogares no pobres, sin embargo, ese monto indica que los hogares pobres van sustituyendo el uso de los combustibles tradicionales por el uso de combustibles avanzados año tras año.

Resaltar también que los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú, no realizan gasto alguno en combustibles de transición, que según la teoría de la escalera energética los hogares deben de realizar una transición energética, empezando por los combustibles tradicionales, luego por los combustibles

de transición, para finalmente llegar al uso de combustibles avanzados. Sin embargo, los hogares de la sierra del Perú, como se muestra en las figuras anteriores, realizan un gasto mensual promedio que no llega a pasar de S/ 1.00 en combustibles de transición, por ende, se concluye que los hogares de la sierra del Perú, solo realizan gastos en combustibles tradicionales y avanzados. Bajo esta conclusión a continuación, se analiza y compara la transición energética de los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú. La Figura 3, muestra la evolución en el gasto energético en combustibles avanzados por parte de los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú.

Los hogares pobres de la sierra del Perú, inician en el año 2010 con un gasto promedio de S/ 119.00 anuales en combustibles avanzados, a medida que pasan los años este monto se incrementa, simultáneamente el gasto en combustibles tradicionales se reduce, es decir los hogares pobres año tras año han ido demandando más energías limpias (electricidad, gas GLP) y dejando de lado las energías contaminantes (leña, vela). Comportamiento similar se observa en los hogares no pobres, a diferencia de que estos realizan un gasto mayor en combustibles avanzados en comparación al gasto realizado por los hogares pobres.

Figura 3. Gasto energético promedio anual en combustibles avanzados de los hogares pobres y no pobres de la sierra del Perú (en soles)



Fuente: INEI-ENAH0

La velocidad de transición, tanto de los hogares pobres como no pobres, se determinará mediante un análisis de pendiente. A primera vista la Figura 3, muestra un similar crecimiento por parte de ambas curvas en el tiempo y por ende una similar pendiente, sin embargo, la Tasa Media de Crecimiento (TCM) en el Gasto Energético en Combustibles Avanzados (GECA) de los hogares pobres es de 11%, una TCM mayor al GECA de los hogares no pobres (3%)

Por otro lado, se realiza una regresión mediante la metodología de mínimos cuadrados ordinarios, tomando como variables dependientes el GECA de los hogares pobres y GECA de los hogares no pobres, y como variable independiente se toma el tiempo (año). La Tabla 4, muestra los resultados de ambas regresiones, siendo la variable año, positivo y significativo al 1% de nivel de significancia en ambas regresiones.

Tabla 4. Resultado de la regresión

Variables	GECA pobres	GECA no pobres
año	23.35*** (2.569)	17.59*** (1.747)
constante	-46818.8*** (5176.6)	-34884.2*** (3518.8)
$R^2$	0.91	0.93
F	82.57***	101.51***
Número de Obs.	10	10

Errores estándar se encuentran entre paréntesis.

\*, \*\*, \*\*\* denotan significancia al nivel de 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Fuente: INEI-ENAH0

Luego de la regresión, se realiza un análisis entre las pendientes (coeficientes de la variable año) para lo cual se emplea el test de Hausman. Este test compara los coeficientes obtenidos, identificando si las diferencias entre ellos son o no significativas. Siendo la hipótesis nula,  $H_0$ : No diferencia sistemática entre los coeficientes de la variable año (criterio de rechazo: Si la  $Prob > \chi^2$  es menor a 0.05 rechazo  $H_0$ ).

Tabla 5. Test de Hausman

	(b) GECA pobres	(B) GECA no pobres	(b-B) Diferencia	$\chi^2(1)$	Prob > $\chi^2$
año	23.35	17.59	5.75	9.31	0.002

Fuente: INEI-ENAH0

En efecto, como muestra la Tabla 5, la  $Prob > \chi^2$  es menor a 0.05, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe diferencia sistemática entre los coeficientes.

Ahora surge la pregunta; ¿Cuál de las curvas tiene mayor pendiente? la respuesta es; la curva de Gasto Energético en Combustibles Avanzados (GECA) de los hogares pobres, es decir que la transición de los hogares pobres fue más rápida que los hogares no pobres, aunque en menor proporción de gasto energético en combustibles avanzados, al análisis se suma también que la Tasa Media de Crecimiento del GECA de los hogares pobres (11%) es mayor que el GECA de los hogares no pobres (3%) durante el periodo 2010-2019.

Uno de los principales factores que incentivó e influyó a la transición energética (pasar de usar combustibles tradicionales a usar combustibles avanzados) fue la implementación del mecanismo de política de inclusión social del estado FISE, creado el año 2012, que posteriormente fue llevando a las poblaciones más vulnerables, energías limpias y menos contaminantes a través de:

- La compensación social y promoción para el acceso al Gas Licuado de Petróleo (GLP) el cual otorga un vale de descuento de S/ 16. 00 (a partir del año 2021 se modificó a S/ 18. 00) a las familias vulnerables del país, para que puedan adquirir un balón de gas doméstico (GLP) de hasta 10 kg.
- La ampliación de la frontera energética utilizando energías renovables, a las localidades o centros poblados que no cuentan con suministro energético (redes eléctricas, suministro de hidrocarburos, gas natural, renovables, entre otros) para su uso en Iluminación, Cocción, Calefacción, Refrigeración y/o Usos Productivos.
- El Mecanismo de Compensación de la Tarifa Eléctrica Residencial - MCTER (Ley N° 30468), orientado a reducir el cargo por energía y el cargo fijo de la opción tarifaria BT5B y otras opciones tarifarias aplicables a los usuarios residenciales en todos los sistemas eléctricos del país

Por otro lado, según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2015), en el año 2007 la cobertura eléctrica en la zona rural del Perú alcanzó la cifra de 29.5%, sin embargo para el año 2015 esta cifra aumentó a 78%. Además de ello el Fondo de Compensación Social-FOSE (Ley N° 27510), continúa realizando descuento en las facturas mensuales de energía eléctrica a los usuarios residenciales con

consumos menores o iguales a los 100 kilovatios hora por mes comprendidos dentro de la opción tarifaria BT5.

Todos estos mecanismos realizados por el estado peruano ayudaron a los hogares de la zona rural a realizar un mayor gasto energético en combustibles avanzados, sin embargo, este gasto es en menor proporción frente a los hogares no pobres, esto indica que, los hogares aun alternan el uso de combustibles avanzados con combustibles tradicionales.

### 3.2 Estimación del modelo

Con el fin de identificar qué factores socioeconómicos influyen en mayor medida en el gasto energético por parte de los hogares de la sierra rural del Perú. Se realiza una estimación utilizando una muestra de datos de panel correspondientes a los años 2018 y 2019.

Los resultados de la estimación del modelo con efectos fijos y aleatorios se muestran en la Tabla 6, En efecto se aplicó el contraste de Hausman para poder determinar si se utiliza el modelo de efectos fijos o aleatorios, a un nivel de significancia de 1% se debe utilizar los resultados del modelo de efectos fijos ( $\chi^2(5) = 71.20$ ) y  $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ .

Tabla 6. Determinantes socioeconómicos del gasto energético de los hogares en la sierra rural del Perú con datos de panel 2018–2019

VARIABLES	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Ingreso de hogar (ING)	0.0007** (0.0003)	0.0038*** (0.0002)
Número de habitaciones del hogar (HABIT)	13.5630*** (4.1805)	23.8611*** (2.6799)
Tamaño de hogar (TH)	29.0995*** (6.0767)	19.8852*** (3.4066)
Número de perceptores de ingreso (NPI)	-7.5557 (7.3997)	-3.4855 (5.6908)
Edad del jefe de hogar (EDAD)	0.3395 (1.0032)	1.0112*** (0.3676)
Años de educación del jefe de hogar (EDU)	-2.353 (2.5938)	15.0760*** (1.1629)
Constante	310.0167*** (66.743)	104.6552*** (28.4414)
F	8.06***	-
Número de observaciones	5912	5912

Errores estándar se encuentran entre paréntesis.

\*, \*\*, \*\*\* denotan significancia al nivel de 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Fuente: INEI-ENAH0

Por consiguiente, según muestra los resultados de la Tabla 6, las variables, ingreso de hogar (ING), número de habitaciones del hogar (HABIT) y tamaño de hogar (TH) resultan ser significativos al 5% de nivel de significancia. Del mismo modo, a nivel global el test F denota una significancia conjunta al 1% de nivel de significancia.

En efecto, el coeficiente de la variable ingreso de hogar (ING), resulta ser positivo y significativo, es decir, aquellos hogares que cuentan con mayor ingreso, realizan un mayor gasto energético (si el ingreso del hogar aumenta en un sol, el gasto energético del hogar también aumentará en 0.0007 céntimos). Del mismo modo, el coeficiente de la variable, número de habitaciones del hogar (HABIT) resulta ser positivo y significativo, esto afirma que los hogares que cuentan con mayor número de habitaciones, incurrir en un mayor gasto energético (cuando se incrementa una nueva habitación en un hogar, el gasto energético aumentará en S/14.00). Asimismo, el coeficiente de la variable, tamaño de hogar (TH), resulta ser positivo y significativo, esto indica que, a mayor número de integrantes de un hogar, mayor será el gasto energético, para ser más preciso, cuando se incrementa un nuevo miembro en el hogar, el gasto energético se incrementa en S/29.00.

Estos resultados guarda coherencia con el trabajo de Hills (2012) quien realizó una estimación de un modelo logístico en España, teniendo como variable dependiente la pobreza energética, resultando ser

significativas y positivas las variables independientes tales como el ingreso, el número de habitaciones en la vivienda y el número de personas en el hogar.

En tanto, la significancia en principal de la variable ingreso del hogar es respaldada por varios autores empezando por Boardman (1991) quien resalta la importancia del ingreso de un hogar (regla del 10%) para que este no sea pobre energéticamente. Por otro lado, Rademaekers et al. (2016) afirma que los bajos ingresos de un hogar constituyen fundamentalmente la razón de no poder mantener un ambiente saludable al interior de un hogar. Del mismo modo, Durán (2003) analizó la importancia de la economía familiar para poder mantener un hogar con iluminación adecuada, además de esto señala de que; un aumento tarifario tendría un gran impacto en la economía familiar y por ende en la pobreza energética, para lo cual propone que el estado pueda subsidiar cuando se presente este escenario.

Para complementar, un estudio que realiza la comparativa de la situación de pobreza energética para los países europeos, Costa et al. (2020) afirma que, la principal causa por las que se produce una situación de pobreza energética, son los ingresos insuficientes para hacer frente a los gastos energéticos.

Para el caso peruano no existen estudios que relacionen ingreso del hogar con la pobreza energética, sin embargo, los resultados de este estudio permiten afirmar que al igual que en otros países la variable ingreso del hogar es significativa para el tema de pobreza energética al igual que las variables, “número de habitaciones del hogar” y “tamaño de hogar”.

#### 4. Conclusiones

De los objetivos planteados y los resultados obtenidos dentro de esta investigación permiten establecer las siguientes conclusiones:

**PRIMERO:** El gasto energético en los hogares de la sierra rural del Perú, ha ido incrementándose año tras año durante el periodo 2010–2019, si bien es cierto en el año 2010 este gasto en promedio apenas llegaba a los S/ 15.00 mensuales, sin embargo, a partir del año 2012, gracias al crecimiento económico, las políticas de inclusión social y la ampliación de la cobertura energética, este monto se ha ido incrementándose sostenidamente hasta el periodo 2019, de esta manera los hogares de la sierra rural empezaron a sustituir paulatinamente el uso del combustibles tradicionales por combustibles avanzados, a este proceso se le llama transición energética, el cual luego de realizar los análisis respectivos se concluye que; la transición energética de los hogares pobres, fue más rápida en comparación a los hogares no pobres (con una tasa media de crecimiento de 11% y 3% respectivamente) es decir que; los hogares pobres pudieron ser capaces de sustituir los combustibles tradicionales (leña, vela) a una mayor velocidad que los hogares no pobres, durante el periodo 2010–2019, aunque en menor proporción de gasto energético, de esto se infiere que los hogares pobres aun alternan el uso de combustibles avanzados con combustibles tradicionales. De esta manera se rechaza la hipótesis planteada.

**SEGUNDO:** Luego de estimar el modelo de data panel con efectos fijos, correspondientes a los años 2018–2019. Se logró confirmar que el ingreso de un hogar es de vital importancia para el tema de gasto energético, de igual modo las variables; número de habitaciones del hogar y tamaño de hogar, estas resultaron ser positivas y significativas a un nivel de significancia del 5%. Por consiguiente, se confirma que la pobreza energética medida por el gasto energético en la que incurre los hogares, tiene una relación positiva con el ingreso del hogar el número de habitaciones del hogar y el tamaño de hogar, aceptando de esta manera nuestra hipótesis planteada.

## Referencias

- Boardman, B. (1991) *Fuel Poverty: from cold homes to affordable warmth*. Recuperado de <https://www.energypoverty.eu/publication/fuel-poverty-cold-homes-affordable-warmth>.
- Comisionado de Inclusión Social y Lucha contra la Pobreza. (2017) *La pobreza energética en Canarias, análisis de su incidencia y propuestas de acción*. Canarias.
- Costa Campi, M. T., Jové Llopis, E., & Trujillo Baute, E. (2020) *Pobreza energética en Europa. Un análisis comparativo*. recuperado de <https://ieb.ub.edu/wp-content/uploads/2020/12/Pobreza-Energetica-Europa-br.pdf>.
- Durán Rodrigo. (2003) *Pobreza Energética, estimaciones para Argentina años 2003-2018*. Rosario, Argentina.
- Escobar, R., Gamio, P., Moreno, A. I., Castro, A., Cordero, V., & Vásquez, U. (2017) *Energización rural mediante el uso de energías renovables para fomentar un desarrollo integral y sostenible. Propuestas para alcanzar el acceso universal a la energía en el Perú*. (Tesis de pregrado). Recuperado de [https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/64216/variantos\\_propuestas\\_acceso\\_energia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/64216/variantos_propuestas_acceso_energia.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- García Ochoa, R. (2014) *Pobreza energética en América Latina*. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36661/1/S2014039\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36661/1/S2014039_es.pdf).
- García, R., & Graizbord, B. (2016) *Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional*. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212016000200289&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212016000200289&script=sci_abstract).
- Guerrero Villar, A., & Soldán Villarreal, R. P. (2017) *Políticas Públicas y Educación Rural en la Sierra del Perú: Identificando el Problema- La Calidad del Sistema Educativo Peruano en el Área Rural Andina y su Incidencia en los Ecosistemas de Montaña*. Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña, 2021(2), 65-77. <https://doi.org/10.36580/rgem.i2.65-77>.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010) *Econometría*. Recuperado de <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>.
- Henríquez Munita, A. J. (2017) *Pobreza energética: Una propuesta exploratoria para Chile*. (Tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150525/Pobreza%20energ%C3%A9tica-Una-exploratoria-para-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hills, J. (2012) *Getting the measure of fuel poverty Final Report of the Fuel Poverty Review Hills Review Fuel Poverty Hills Review Fuel Poverty*. Recuperado de [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/48297/4662-getting-measure-fuel-pov-final-hills-rpt.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48297/4662-getting-measure-fuel-pov-final-hills-rpt.pdf)
- INEI (2019a) *Ficha técnica, Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza-2019*. (pp. 1-24). Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/encuestas/documentos/01-ficha\\_tecnica\\_2019.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/encuestas/documentos/01-ficha_tecnica_2019.pdf)
- INEI (2019b) *Hogares en los que cocinan con combustibles contaminantes Población involucrada y distribución territorial*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1664/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1664/libro.pdf)
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014) *Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico*. Recupedao de [https://www.catedrauam-innova.com/documents/Working%20papers/WP2014\\_16\\_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel\\_Un%20enfoque%20practico.pdf](https://www.catedrauam-innova.com/documents/Working%20papers/WP2014_16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf)

- Ministerio de Energía y Minas. (2015) *Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) Periodo 2016-2025. Republica Del Peru*. Recuperado de [http://www.minem.gob.pe/\\_publicaSector.php?idSector=12](http://www.minem.gob.pe/_publicaSector.php?idSector=12)
- Morales Lozada, M., & Rinaldi, M. (2017) *El Fondo de Inclusión Social Energética - FISE: Influencia en la mejora de la calidad de vida de los beneficiarios del programa en el Distrito de Carabayllo, durante el 2015*. (Tesis de maestría). [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9120/Morales%20Lozada\\_Rinaldi\\_Fondo\\_inclusi%c3%b3n\\_social.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9120/Morales%20Lozada_Rinaldi_Fondo_inclusi%c3%b3n_social.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- Organización Latinoamericana de Energía. (2019) *Panorama Energético de América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0434b.pdf>
- Osinergmin. (2017) *La escalera energética: Marco teórico y evidencias para el Perú*. [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_Osinergmin/estudios\\_economicos/oficina-estudios-economicos](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_Osinergmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2018) *Pobreza energética: análisis de experiencias internacionales y aprendizajes para Chile*. Recuperado de [https://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment\\_energy/pobreza-energetica-analisis-de-experiencias-internacionales-y-a.html](https://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/environment_energy/pobreza-energetica-analisis-de-experiencias-internacionales-y-a.html)
- Rademaekers, K., Yearwood, J., Ferreira, A., Pye, S., Hamilton, I., Agnolucci, P., & Anisimova, N. (2016) *Selecting indicators to measure energy poverty*. Recuperado <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Selecting%20Indicators%20to%20Measure%20Energy%20Poverty.pdf>
- Vásquez Baca, U., & Gamio Aita, P. (2018) *Transición energética con energías renovables para la seguridad energética en el Perú: una propuesta de política pública resiliente al clima*. Recuperado de <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201801.008>
- Wooldridge, J. M. (2010) *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno*. Un enfoque moderno. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>