



Documento de Trabajo N° 4/2024



**Pobreza y desigualdad en Bolivia:
Un análisis municipal basado en el consumo
eléctrico
(Big data)**

Por:

Guillermo Guzmán Prudencio
Lykke E. Andersen

Pobreza y desigualdad en Bolivia:

Un análisis municipal basado en el consumo eléctrico

(Big data)

Guillermo Guzmán Prudencio^{1,2}

Lykke E. Andersen¹

¹ *Universidad Privada Boliviana (UPB). Sustainable Development Solutions Network (SDSN) Bolivia*

² *Postgrado en Ciencias del Desarrollo-Universidad Mayor de San Andrés (CIDES-UMSA), La Paz-Bolivia.*

Cita sugerida:

Guzmán Prudencio, Guillermo y Andersen, Lykke E. (2024). "Pobreza y desigualdad en Bolivia: Un análisis municipal basado en el consumo eléctrico (Big data)". *Inequalities Working Paper Series*, N. X.

Pobreza y desigualdad en Bolivia: Un análisis municipal basado en el consumo eléctrico (Big data)

Resumen

El estudio analiza la pobreza y la desigualdad a nivel subnacional en Bolivia a partir de los datos de consumo de los medidores eléctricos de todo el país (categoría residencial), con una frecuencia mensual de 2012 a 2016, agrupados en torno a 327 municipios y con un total de 130 millones de observaciones (*Big data*). La hipótesis central de la investigación sostiene que los municipios más poblados (las grandes ciudades) son los que mejores resultados tienen en la reducción de la pobreza y la desigualdad, en contraposición con los municipios pequeños y rurales, típicamente pobres; ponderando, además, factores de ubicación geográfica por regiones (tierras altas, valles y tierras bajas) y la cualidad de los municipios metropolitanos. Los resultados muestran que estos fenómenos tienen importantes componentes comunes, pero también, particularidades notables; ayudándonos a comprender de mejor manera la realidad boliviana, ciertamente compleja.

Palabras clave: Bolivia, pobreza, desigualdad, consumo eléctrico, *Big data*.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Adrián Villarroel por su asistencia en el procesamiento de los datos.

1. Introducción

La investigación analiza la pobreza y la desigualdad a nivel subnacional en Bolivia, concretamente, la pobreza energética y la desigualdad de consumo eléctrico, utilizando para ello una base de datos que sintetiza el consumo de todos los medidores eléctricos del país (categoría residencial, comercial, minera y de alumbrado público), con frecuencia mensual, de enero de 2012 hasta diciembre de 2016, lo que comprende un total de 130 millones de observaciones (*Big data*). Los datos, agrupados a nivel municipal, nos permiten acercarnos a la realidad de 327 de los 339 municipios del país y evaluar algunas de sus características más relevantes para explicar sus desempeños, más bien dispares. La hipótesis central de la investigación sostiene que los municipios más poblados (las grandes ciudades) son los que mejores resultados tienen en la reducción de la pobreza y la desigualdad, en contraposición con los municipios pequeños y rurales, típicamente pobres. Para contrastarla, el análisis se centra en las potenciales relaciones existentes entre, por un lado, los diferentes niveles de pobreza y desigualdad y, por otro, el tamaño de los municipios; evaluando, además, su ubicación geográfica por regiones (tierras altas, valles y tierras bajas) y su potencial cualidad de municipios metropolitanos.

En la primera parte del documento, se exponen algunas de las más importantes y actuales investigaciones sobre la pobreza y la desigualdad en Bolivia, mostrando las tendencias nacionales más relevantes y la necesidad de generar evaluaciones a nivel subnacional. En la segunda parte, se exponen brevemente las características fundamentales de los datos utilizados, es decir, datos de consumo eléctrico, su alcance, su calidad y sus limitaciones. En la tercera parte, se plantean los lineamientos fundamentales de la aproximación metodológica, estableciendo las relaciones entre el consumo eléctrico (como variable *proxy*) y el crecimiento económico, el consumo de los hogares y su potencial ingreso; además, se establecen las medidas concretas de pobreza y desigualdad que se utilizarán más adelante. En la cuarta parte, se exponen a detalle los resultados más importantes de la investigación, a partir de algunos hechos estilizados y de modelos econométricos, procurando generar una discusión amplia sobre la pobreza y la desigualdad y, de forma más importante, buscando contrastar -con evidencia- la hipótesis central de la investigación. Finalmente, en la última parte, se exponen las conclusiones, junto con importantes interrogantes que, potencialmente, pueden abrir nuevas líneas de investigación.

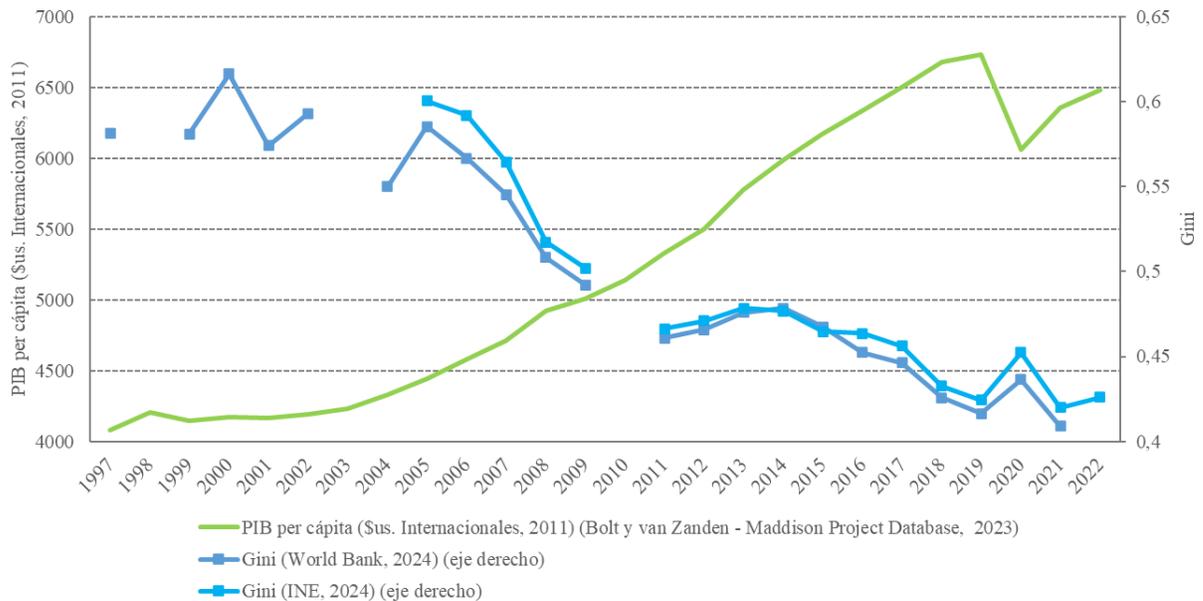
2. Pobreza y desigualdad en Bolivia

A lo largo de su historia, Bolivia ha padecido serios problemas de pobreza y desigualdad que la sitúan entre los países latinoamericanos con mayores retos de crecimiento económico e inclusión social. Históricamente, es el país más pobre de Sudamérica y uno de los más retrasados de la región. No obstante, su destacado desempeño económico en los últimos veinte años ha propiciado un escenario de cierto optimismo, entre 2004 y 2018, el PIB *per cápita* de Bolivia creció a una tasa

de crecimiento promedio del 3,1 % anual, siendo un desempeño notable y, sobre todo, sostenido (ver Figura 1). Este escenario de expansión económica constante (por lo menos hasta la pandemia de Covid-19) también ha propiciado una reducción significativa de las desigualdades sociales, los datos del Índice de Gini para Bolivia muestran una reducción significativa de la desigualdad social, que pasó de 0,60 en el año 2000 (su punto más alto) a 0,42 en 2021 (ver Figura 1).

Esta tendencia de reducción de la desigualdad ciertamente es parte de un fenómeno regional mucho más amplio (López-Calva y Lustig, 2010). No obstante, Bolivia es el país latinoamericano con mayores avances en esta materia (Eid y Aguirre, 2013). Sin embargo, no todo son buenas noticias, la economía boliviana actualmente está entrando a un periodo de crisis y la variación de la desigualdad social tiene un comportamiento cercano al estancamiento en los últimos años. En este sentido, resulta muy importante comprender mejor el funcionamiento de los mecanismos detrás de los importantes logros y, por otro lado, estudiar la distribución de estos fenómenos -pobreza y desigualdad- a un nivel subnacional, donde los resultados son mucho más dispares.

Fig. 1 – Bolivia: PIB per cápita (\$us. internacionales 2011) (eje izquierdo) e Índice de Gini (eje derecho) (1997-2022).



Fuente: Elaboración propia a partir de Bolt y van Zanden - Maddison Project Database (2023), INE (2024), World Bank (2024).

Algunas investigaciones muestran que la reducción de la desigualdad en Bolivia es resultado de la aplicación de políticas públicas de redistribución del ingreso, en concreto, del notable aumento del salario mínimo nacional (Canavire Bacarreza y Ríos-Ávila, 2015; Vargas y Garriga, 2015), que

pasó de Bs. 240, en 1997, a Bs. 2362, en 2023; lo que supone un incremento del 884 % en 26 años. No obstante, estos resultados pueden cuestionarse, al menos parcialmente, si se tiene en cuenta la alta tasa de informalidad laboral del país (81,5 %), entre las más altas del mundo (OIT, 2022); situación que, sin duda, reduce la efectividad de la regulación pública sobre el mercado laboral, ya que la inmensa mayoría de los bolivianos desarrolla sus relaciones laborales de manera informal.

Otras investigaciones han puesto su atención sobre algunas políticas fiscales, en concreto sobre el potencial efecto positivo de las transferencias públicas para reducir la pobreza y la desigualdad. Chacón y Valencia (2018) analizan esta potencial relación estudiando la asignación de bonos a los ciudadanos, sin encontrar evidencia sólida en ningún sentido. El estudio de Evia (2018) hace un ejercicio similar, analizando el sistema de impuestos y las transferencias y con especial atención en la reducción de brechas sociales (étnicas, de género o urbano-rurales), y encuentra que la universalidad de las transferencias diluye su potencial impacto, beneficiando también a grupos poco necesitados (riesgo de fuga). Por su parte, el estudio de Paz Arauco *et al.*, (2014) va aún más allá, y afirma que el sistema de impuestos y transferencias boliviano, altamente ineficiente, en realidad, perjudica a los más pobres.

Por su parte, los estudios abocados a medir la movilidad social, entendida como una medida de igualdad de oportunidades que busca determinar la importancia de ciertas circunstancias familiares (educación, ingresos, etc.) en el nivel de educación que alcanzan los niños (Andersen, 2001), nos muestran que en Bolivia han existido importantes avances entre 2007 y 2021 (Andersen, 2010, 2022). No obstante, también señalan la urgencia por mejorar la calidad de la educación, más allá de los buenos resultados en su accesibilidad. En cualquier caso, estos resultados se alinean con la reducción de la desigualdad de ingresos, antes descrita (ver Figura 1).

Fig. 2 – Bolivia: Mapa satelital y político por departamentos (izquierda) y Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) por municipio (2012) (derecha).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de INE (2012).

Desde una perspectiva geográfica, la dinámica de reducción la desigualdad no resulta tan clara, principalmente porque no existen suficientes datos actualizados a nivel departamental ni municipal. Sin embargo, es posible acercarnos a algunos indicadores de pobreza importantes y relacionarlos con variables geográficas. La geografía boliviana, tremendamente diversa, puede separarse en tres regiones: i) *Tierras altas*, occidentales, andinas y poco fértiles (departamentos de La Paz, Oruro y Potosí); ii) *Valles*, con climas templados y mayor vocación agropecuaria (departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija); y, *Tierras bajas*, amazónicas, muy fértiles y de reciente colonización (departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando) (ver Figura 2, parte izquierda). Esta segmentación por regiones nos ayuda explicar algunos de los principales mecanismos para la generación de riqueza en el país y su potencial distribución. En este sentido, es posible observar que muchos de los municipios con mayores Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (INE, 2012) (ver Figura 2, parte derecha) están ubicados en los departamentos de tierras altas (La Paz, Oruro y Potosí) y en los valles (Cochabamba, Chuquisaca y, en menor medida, Tarija), y parecería que los resultados mejoran levemente en las tierras bajas (principalmente en el departamento de Santa Cruz, los datos para Beni y Pando no son mucho mejores).

Sin embargo, no es posible observar claramente si esta distribución de pobreza es -más o menos- estable, ni tampoco cómo se distribuye dentro de los municipios (desigualdad). Tampoco es fácil acercarse a estos fenómenos observando el tamaño poblacional de los municipios y, mucho menos, la variación de la desigualdad en función de regiones geográficas, departamentos, municipios o tamaños poblacionales (municipios grandes o ciudades y municipios pequeños, habitualmente rurales). En este marco, cobra sentido la utilización de datos dinámicos de consumo eléctrico para comprender mejor los problemas de pobreza y desigualdad del país.

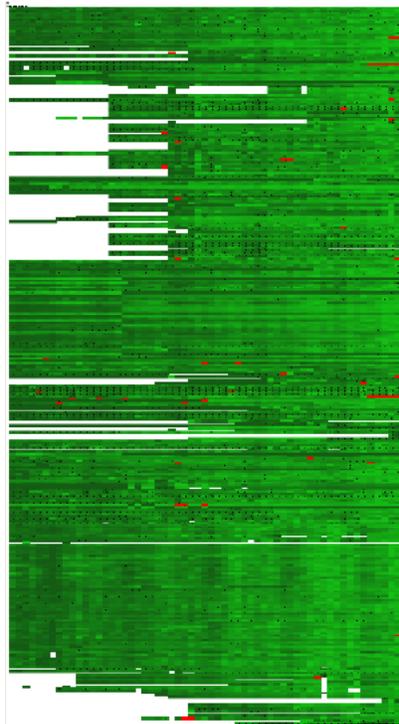
3. Datos de consumo eléctrico

La base de datos de consumo eléctrico se construyó agregando los registros anonimizados de los medidores eléctricos de todas las categorías (residencial, comercial, minera y de alumbrado público) y de todos los subsistemas de Bolivia (Andersen *et al.*, 2023) (ver Figura 3). El resultado consolida 130 millones de observaciones con una frecuencia mensual de 2012 a 2016, con una cobertura de cerca del 94%¹ de los hogares bolivianos y contempla 327 de los 339 municipios del país, tanto del sistema integrado como de los muchos y diversos sistemas aislados².

¹ La estimación oficial de cobertura de servicio eléctrico en Bolivia era de 93,7% para 2020 (Bolivia, 2021).

² Para ver la distribución de los sistemas es posible consultar Hinestroza-Olascuaga *et al.* (2021).

Fig. 3 – Bolivia: representación gráfica de la base de consumo eléctrico y su calidad (2012-2016).



Nota: cada fila representa un subsistema y cada columna un mes de observación (2012-2016). Por su parte, el color da cuenta de la calidad de los datos: verde es de buena calidad, rojo es de mala calidad y blanco corresponde a datos faltantes. Puede verse que los primeros años presentan varias falencias, mientras que el último (2016) tiene datos más completos. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen *et al.* (2023).

La agregación de todos los subsistemas nacionales, no desprovista de dificultades, nos da una imagen bastante completa del país y, de manera más importante, nos da la posibilidad de hacer análisis dinámicos. Es decir, mediante la utilización de la base es posible estudiar la evolución temporal del consumo eléctrico de Bolivia a nivel regional, departamental y municipal. Si, además, comprendemos que el consumo eléctrico es una excelente variable *proxy* del consumo de los hogares y, por ende, de su nivel de ingreso; entonces, es posible observar diferentes niveles de pobreza (pobreza energética) y distintos grados de desigualdad (medida partir del consumo eléctrico residencial).

4. Aproximación metodológica

Son muchos los estudios que muestran una fuerte relación entre el consumo eléctrico de los países, las regiones o los municipios y su crecimiento económico; ya sea como un factor de producción (Shiu y Lam, 2004; Aslan, Apergis y Yildirim, 2014; Dogan, 2015; Iyke, 2015; Karanfil y Li, 2015; Narayan, 2016; Baz *et al.*, 2019); como resultado del dinamismo económico, es decir, una

mayor demanda eléctrica (Wolde-Rufael, 2009; Stern y Enflo, 2013; Hwang y Yoo, 2014; Salahuddin y Alam, 2015; Kyophilavong *et al.*, , 2017); o, finalmente, como resultado de ambos (doble causalidad) (Tang y Tan, 2013; Hamdi, Sbia y Shahbaz, 2014; Rafindadi, 2016; Sarwar *et al.*, 2017; Mezghani y Haddad, 2017; Saad y Taleb, 2018; Boukhelkhal y Bengana, 2018; Lin y Wang, 2019; Zafar *et al.*, 2019). Para nuestros fines, resulta muy claro que observar el consumo eléctrico de los hogares (categoría residencial) es una variable *proxy* bastante confiable del consumo de las familias y, por ende, nos aproxima a sus diferentes niveles de ingresos. De esta forma, es posible medir distintos grados de pobreza y de desigualdad a nivel subnacional.

En este sentido, los datos de consumo eléctrico de Bolivia (Andersen *et al.*, 2023) nos dan la posibilidad de hacer estas aproximaciones (medir pobreza y desigualdad) a nivel municipal, de acuerdo a la asignación de cada medidor eléctrico en un determinado municipio (llegando a cubrir 327 de los 339 municipios que tiene el país). Para observar la pobreza de los hogares utilizamos una medida de pobreza energética establecida por los propios reguladores del sistema eléctrico boliviano, en específico, la *tarifa dignidad*, es decir, un consumo significativamente bajo (70 Kwh/mes) que es susceptible de un pago mensual mínimo subvencionado (alrededor de \$us. 5/mes) pero que, además, denota el acceso a muy pocos electrodomésticos y restricciones severas en su uso (situación de pobreza). De forma similar, es posible medir la desigualdad existente en cada municipio del país a partir del cálculo del Índice de Gini sobre los datos de consumo eléctrico, para posteriormente comparar los resultados y comprender mejor sus potenciales determinantes.

En esta misma línea, la investigación busca analizar las potenciales relaciones existentes entre, por un lado, la pobreza y la desigualdad, y, por otro lado, algunas características municipales importantes. La literatura al respecto establece que algunas variables como el tamaño poblacional, la condición de municipio urbano o rural, y ciertas características asociadas a fenómenos metropolitanos, regionales o geográficos son potencialmente explicativas de los niveles de pobreza (Harrison, 1982; Mills y Becker, 1986; Bockerhoff y Brennan, 1998; Andersen, 2002); siguiendo el razonamiento por el cual las ciudades grandes gozarían de economías de escala que maximizan las posibilidades de trabajo y el acceso a los servicios públicos, reduciendo, a su vez, los niveles de pobreza de la población. En este sentido, se plantea el análisis de ciertos hechos estilizados, la descripción detallada de determinados resultados relevantes y el cálculo de modelos econométricos de datos de panel que explican variables *proxis* de pobreza y desigualdad en función de potenciales variables explicativas, para gran parte de los municipios del país (327/339) y para todos los meses de 2012 a 2016.

5. Resultados y discusión

La medida que utilizamos para procurar captar la pobreza de los hogares es un cuarto (1/4) de la *tarifa dignidad* como medida de pobreza energética, es decir, los hogares realmente pobres. En la

Figura 4 es posible observar los municipios del país (327) y el porcentaje de sus hogares que consumen un cuarto o menos de la *tarifa dignidad*, específicamente, el promedio para el año 2016. En este sentido, un municipio muy prospero, como Santa Cruz de la Sierra (abajo a la izquierda), tiene apenas un 3,2 % de sus hogares en situación de pobreza energética; mientras que un municipio muy pobre, como San Pedro de Totora, tiene a más del 80 % de sus hogares en situación de pobreza energética. Además, la Figura 4 nos muestra el tamaño de los municipios (medido a partir del número de medidores eléctricos, como *proxy* de su población) y la región geográfica a la que pertenecen por colores (*tierras altas* en rojo, *valles* en amarillo y *tierras bajas* en verde). Siguiendo con nuestro ejemplo, Santa Cruz de la Sierra es la burbuja verde más grande abajo a la izquierda, mientras que San Pedro de Totora es un pequeño punto rojo muy a la derecha del eje de abscisas.

Fig. 4 – Bolivia: Pobreza energética (% de hogares que consumen menos de una cuarta parte (1/4) de la Tarifa Dignidad, 70 kWh/mes) e Índice de Gini (consumo eléctrico) por municipios (2016)



Nota: el tamaño de las burbujas se corresponde con el tamaño de los municipios, medido por el número de medidores eléctricos. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen et al. (2023).

Por otro lado, como contamos con la distribución del consumo eléctrico para cada municipio, es decir, el consumo de todos sus hogares, es posible calcular los niveles de desigualdad a nivel municipal. En este caso, la Figura 4 también muestra -en el eje vertical- el Índice de Gini para cada uno de los municipios. De esta forma, podemos observar la pobreza (eje x) y la desigualdad (eje y), junto con el tamaño poblacional y su distribución geográfica de casi todos los municipios del país (2016, año con la mejor calidad de datos).

La Figura 4 muestra, de forma muy ilustrativa, varios fenómenos interesantes sobre la pobreza y la desigualdad a nivel municipal en Bolivia. En primer lugar, que existe una relación positiva y relativamente fuerte entre ambas variables, según la cual, los municipios con menor pobreza son, además, los municipios con menor desigualdad; mientras que los municipios más pobres tienen resultados de desigualdad dispares (algunos muy desiguales, otros más bien igualitarios, siempre dentro de los márgenes de la distribución nacional).

En segundo lugar, esta relación positiva también expone que los municipios con mejores resultados son los más grandes (a nivel poblacional), es decir, las grandes ciudades como Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Cochabamba y el Alto, junto con otras capitales departamentales; mientras que la totalidad de municipios más pobres son, además, municipios escasamente poblados (pequeños) y, en su gran mayoría, rurales; no hay un solo municipio grande que sea pobre y desigual (incluso el Alto que tiene niveles de pobreza significativamente mayores a las otras ciudades, es un municipio prospero e igualitario comparado con el resto de municipios pequeños del país).

En tercer lugar, los municipios de tamaño medio, es decir, ciudades intermedias con creciente importancia como: Sacaba, Warnes, Yacuiba, Riberalta o Colcapirhua (por citar a algunos de los más notables), también presentan bajos niveles de pobreza y moderados niveles de desigualdad. En cuarto lugar, la inmensa mayoría de los municipios muy pobres (aquellos con más del 50 % de sus hogares consumiendo apenas un cuarto de la *tarifa dignidad*) pertenecen a las tierras altas (rojos) o a los valles (amarillos), mientras que la gran parte de los municipios pequeños y rurales de tierras bajas (verdes) tienen niveles de pobreza y desigualdad mucho más moderados.

A fin de comprobar -con mayor rigor- estos fenómenos observados, se plantearon varios modelos econométricos que buscan explicar la pobreza energética y la desigualdad (Y_{it}), respectivamente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \mu_{it}$$

$$i = 1, 2, 3 \dots 327$$

$$t = 1, 2, 3 \dots 48$$

En todos los casos se trató de modelos de datos de panel³ que contemplan tres dimensiones esenciales: i = los 327 municipios sobre los que se tiene datos; t = 48 observaciones temporales, para todos los meses de enero a diciembre, de 2012 a 2016; y, por último, X = las potenciales variables explicativas, concretamente, X_{1it} = el *Número de medidores (cientos de miles)*, como variable *proxy* del tamaño poblacional de cada municipio; X_{2it} = *Municipio metropolitano*, como una variable dicotómica que busca captar el efecto de ser parte de alguna de las tres principales áreas metropolitanas del país (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz), es decir, la posibilidad de que municipios pequeños se beneficien de efectos positivos de las grandes ciudades por estar muy cerca de ellas; y, finalmente, X_{3it} = variables dicotómicas regionales, específicamente, *Tierras altas, Valles y Tierras bajas*, que buscan captar las potenciales diferencias existentes entre las distintas regiones geográficas.

³ Debido a la propia configuración del panel, con un número grande de unidades trasversales (en nuestro caso, municipios, 327) y un número más reducido de observaciones temporales o periodos (48), se recomienda un modelo de datos de panel de *efectos aleatorios* (Gujarati, 2003). De forma adicional, se aplicó la prueba de Hausman (1978), diseñada para dirimir entre un modelo de *efectos fijos* y uno de *efectos aleatorios*; la hipótesis nula (H_0) de la prueba de Hausman sostiene que los estimadores de un modelo de *efectos fijos* no difieren sustancialmente de los estimadores de *efectos aleatorios* y, por tanto, si se rechaza H_0 , entonces, es preferible el modelo de *efectos fijos*. En nuestro caso, los resultados de a prueba (Prob = 0,1114), nos llevan a no rechazar H_0 y, consiguientemente, reafirmamos la elección de un modelo de *efectos aleatorios*.

Tabla. 1 – Regresiones (datos de panel) de pobreza energética (% de hogares que consumen menos de 1/4 de la *Tarifa Dignidad* (70 kWh/mes) y desigualdad (Índice de Gini de consumo eléctrico) (2012-2016)

Pobreza energética (% de hogares con 1/4 tarifa dignidad)

		(1)
Número de medidores (cientos de miles)	-15,474	0,000 ***
Municipio metropolitano	-11,141	0,004 ***
Tierras altas	14,011	0,000 ***
Valles		
Tierras bajas	-21,669	0,000 ***
cons	38,377	0,000 ***
N	1491	
Prob > chi2	0,000	

Gini (consumo eléctrico)

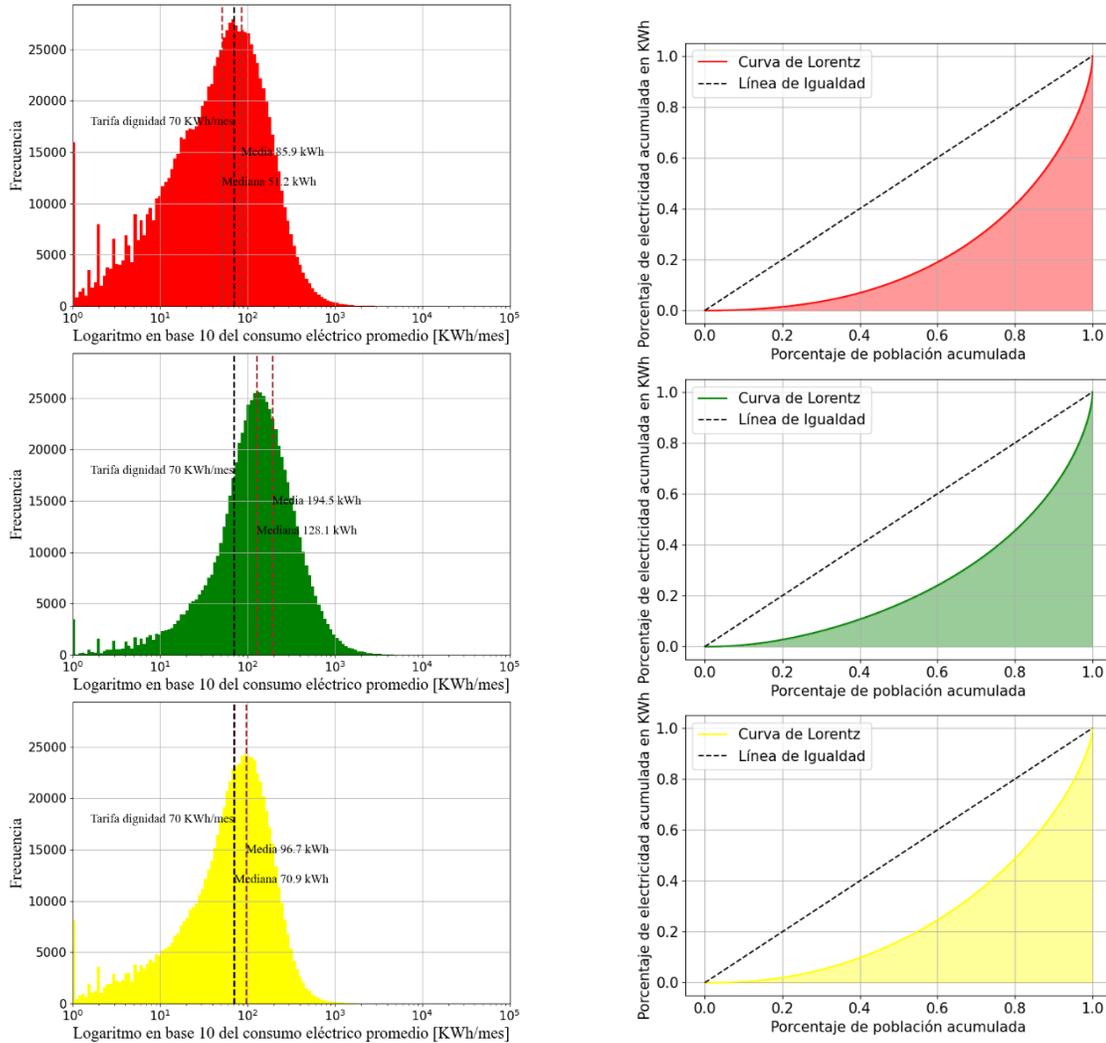
		(2)
Número de medidores (cientos de miles)	-0,025	0,071 *
Municipio metropolitano	-0,000	0,974
Tierras altas	0,015	0,043 **
Valles		
Tierras bajas	-0,024	0,006 ***
cons	0,513	0,000 ***
N	1491	
Prob > chi2	0,000	

Nota: los modelos corresponden a regresiones de datos de panel con efectos aleatorios. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen *et al.* (2023).

La Tabla 1 sintetiza los resultados encontrados. Con respecto a la pobreza (modelo 1), la variable del *Número de medidores (cientos de miles)* es negativa y tiene la mayor significancia posible, es decir, que cuanto mayor es el tamaño poblacional de un municipio, menor su nivel de pobreza energética; muy en línea con los resultados previos y con la literatura que señala la existencia de economías de escala en las grandes ciudades. Por su parte, la variable *Municipio metropolitano* tiene resultados similares, es decir, tiene un coeficiente negativo y muy significativo, mostrando que algunos municipios -aunque pequeños en población- se benefician de los efectos positivos de las grandes urbes por ser parte de sus áreas metropolitanas; este resultado es muy consistente con lo que cabría esperarse y reafirma la importancia de la variable anterior. Por otro lado, en cuanto a las variables dicotómicas regionales, en el modelo (1) podemos ver que, en comparación con las Valles, las *Tierras altas* tienen mayores niveles de pobreza energética y las *Tierras bajas* tienen menores niveles de pobreza energética.

Por otro lado, con respecto a la desigualdad, los resultados expuestos en el modelo (2) no son tan concluyentes. En primer lugar, la variable *Número de medidores*, aunque negativa y significativa, lo es de forma débil, es decir, parecería que el tamaño de la población de los municipios ayuda a reducir la desigualdad, pero esta relación no es del todo clara; como ya lo hemos señalado, los municipios más grandes son los menos pobres y algunos de los más igualitarios, sin embargo, entre los municipios pequeños y pobres hay casos con niveles de relativa igualdad (lo que hace que la relación tamaño poblacional y desigualdad pierda fortaleza). En la misma línea, la variable *Municipio metropolitano* no resulta significativa, lo que reafirma la pérdida de importancia del tamaño poblacional de las ciudades (y sus efectos metropolitanos) sobre la desigualdad. Sin embargo, las relaciones anteriormente observadas -entre las regiones geográficas y la pobreza- se revalidan para el caso de la desigualdad; nuevamente, si un municipio pertenece a *Tierras altas* probablemente tenga mayores niveles de desigualdad que el resto, pero, sobre todo, si pertenece a *Tierras bajas*, probablemente presente menores niveles de desigualdad que el resto.

Fig. 5 – Bolivia: Distribución del consumo eléctrico (*Log kWh/mes*) y desigualdad de consumo eléctrico (curvas de Lorentz) por regiones (tierras altas, valles y tierras bajas) (2016)



Nota: Tierras altas en rojo, valles en amarillo y tierras bajas en verde.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen *et al.* (2023).

Estos resultados se reafirman cuando observamos las distribuciones de consumo eléctrico de la población por regiones. En la Figura 5 (2016) es posible observar que en las *Tierras altas* (en rojo) una gran parte de la población tiene un consumo eléctrico por debajo de la Tarifa dignidad (70 Kwh/mes), de hecho, la media de consumo eléctrico es de apenas 85,9 Kwh/mes; mientras que en los *Valles* (en amarillo) este promedio sube sensiblemente a 96,7 Kwh/mes y en las *Tierras*

bajas (en verde) se dispara hasta 194,5 Kwh/mes⁴. De la misma manera, cuando analizamos la desigualdad, representada por curvas de Lorentz (ver Figura 5, parte derecha), vemos que las *Tierras bajas* (Gini = 0,507) y los *Valles* (Gini = 0,491) tienen distribuciones tendientes a una menor desigualdad, comparadas con las *Tierras altas* (Gini = 0,567), en concordancia con los resultados obtenidos en el modelo econométrico. Es posible que este comportamiento se vea reforzado debido a que gran parte de los municipios muy pobres (con más 50% de sus hogares con un consumo por debajo de 1/4 de la tarifa dignidad) y muy desiguales (con un Gini \geq 0,571⁵) están situados, precisamente, en las *Tierras altas* (ver Figura 4) (en adelante los llamaremos *municipios pobres y desiguales*).

Estos *municipios pobres y desiguales* no resultarían tan llamativos si no existiera su contraparte de municipios también muy pobres (con más 50% de sus hogares con un consumo por debajo de 1/4 de la tarifa dignidad), pero con niveles de desigualdad moderados (con un Gini \leq 0,571), en adelante los llamaremos *municipios pobres e igualitarios* (ver Figura 4). La existencia de los segundos podría sugerir que ciertas formas de organización social, típicamente comunitarias, rurales y colectivistas, tenderían a generar distribuciones de consumo más igualitarias, quizá, por ejemplo, con una distancia menor entre el consumo más bajo y el más alto, o quizá, debido a la inexistencia de familias con consumos particularmente altos o bajos.

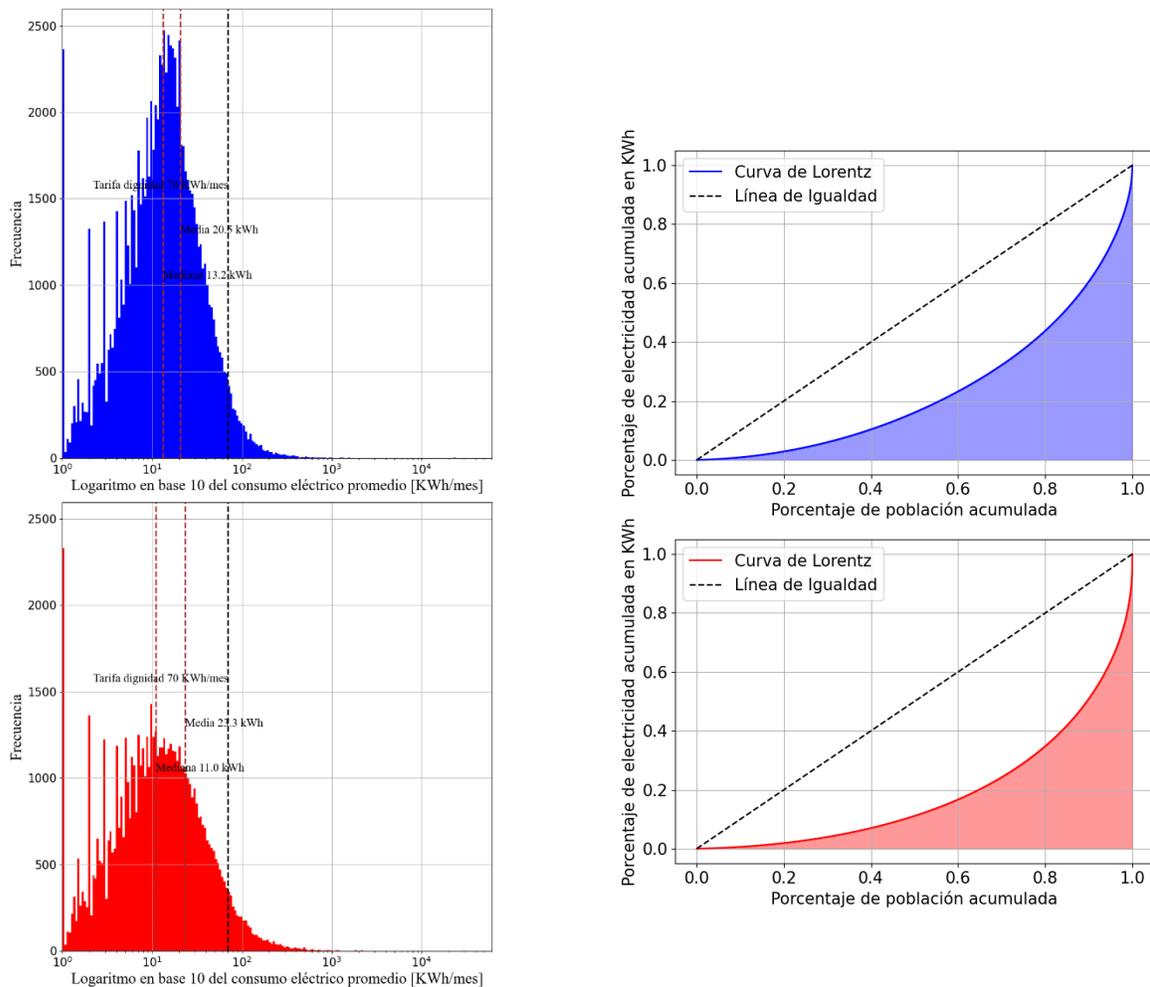
Sin embargo, los resultados expuestos en la Figura 6 nos muestran una realidad menos previsible. Los *municipios pobres y desiguales* (en rojo) tienen una distribución escorada a la izquierda (propia de consumos muy bajos), con una media de consumo muy pequeña (23,3 Kwh/mes), y una cola de consumos altos, sensiblemente más estrecha que la cola izquierda; lo

⁴ Estas diferencias entre las regiones se deben -entre otras razones- a los distintos dispositivos eléctricos necesarios en los diversos climas. Concretamente, en *Tierras bajas* es mucho más necesaria la refrigeración de los alimentos para su conservación debido a las habituales altas temperaturas (uso de refrigerador o nevera) y la utilización de aire acondicionado en las casas para lograr cierto confort, lo que hace que el consumo eléctrico promedio de una familia en Santa Cruz sea mayor al de una familia en La Paz (no existe una contraparte de consumo eléctrico en las tierras bajas, como, por ejemplo, un mayor uso de calefacción, situación que podría esperarse, pero que no se da). Esta situación podría llevarnos a confundir el consumo eléctrico de una familia humilde en *Tierras bajas*, como potencialmente rica, sobre todo cuando se la compara con su contraparte en *Tierras altas*; cuando en realidad solamente estaría haciendo el esfuerzo por cubrir ciertas necesidades que no existen en otras regiones. Sin embargo, hay varias razones para creer que ese no es el caso. En primer lugar, que existan otras necesidades eléctricas no implica necesariamente que se vayan a satisfacer, podría pasar -y de hecho pasa- que muchas familias de *Tierras bajas* no tienen suficientes recursos para costear el funcionamiento de un aparato de aire acondicionado en sus casas, pero observamos también que otras muchas logran hacerlos (lo que denota menor pobreza). En segundo lugar, los resultados de consumo eléctrico que sugieren mayores niveles de ingresos, riqueza y bienestar en *Tierras bajas* coinciden con otros indicadores más comunes, como el Producto Interno Bruto *per cápita* (PIB *per cápita*), las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) o el Índice de Desarrollo Humano (IDH) que, generalmente, posicionan a las *Tierras bajas* con cierta ventaja con respecto al resto del país. En tercer lugar, hay evidencia clara de una menor distancia en temas de pobreza y desigualdad entre los municipios pequeños (rurales) y los grandes (urbanos) en las *Tierras bajas* (ver Fig. 4), lo que denota una dinámica distinta al resto de país y particularmente positiva. Finalmente, si hacemos el ejercicio de crear un indicador de pobreza regional (*Tierras bajas*) ajustado al mayor consumo de la región, los resultados siguen siendo mejores.

⁵ Gini promedio de los municipios pobres en 2016.

que en definitiva da lugar a una curva de Lorentz abultada y un Gini = 0,62, que denota una alta desigualdad. Por su parte, la distribución de los *municipios pobres e igualitarios* (en azul) no es muy distinta, en tanto que el rango entre las observaciones más bajas y las más altas es muy similar, y la media de consumo es incluso inferior (20,5 Kwh/mes), su desigualdad es, por definición, menor (Gini = 0,523); lo que sí es muy diferente es su grado de curtosis, es decir, la concentración de observaciones en torno a la media de la distribución, donde los *municipios pobres e igualitarios* acumulan mucha más población (distribución leptocúrtica), en contraposición con los *municipios pobres y desiguales* con menos observaciones en torno a la media (distribución mesocúrtica).

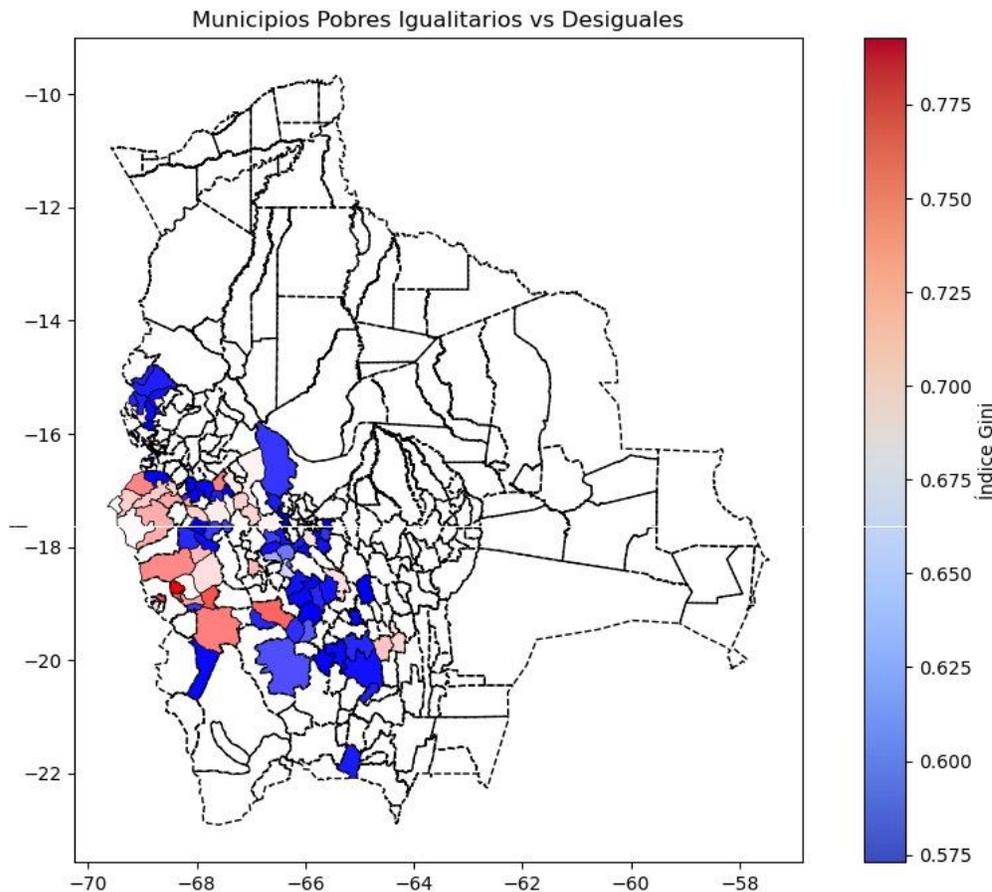
Fig. 6 – Bolivia: Distribución del consumo eléctrico (\ln kWh/mes) y desigualdad de consumo eléctrico (curvas de Lorentz) de los municipios más pobres, separados entre igualitarios (azul) y desiguales (rojo) (2016)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen *et al.* (2023).

Asimismo, la Figura 7 nos muestra con más precisión la ubicación geográfica de estos municipios pobres (igualitarios y desiguales) que, como ya sabíamos se sitúan en el occidente del país, principalmente en las tierras altas y los valles. La Figura 7 nos muestra algunos indicios sobre cierta segmentación de la desigualdad por regiones, en líneas generales parecería que los *municipios pobres y desiguales* son más occidentales, más circunscritos a los departamentos de La Paz, Oruro y, en menor medida, a Potosí. En cambio, parecería que los *municipios pobres e igualitarios*, tienen a situarse más al este, en los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca (valles), pero también en Potosí. Estos resultados, podrían estar asociados a las condiciones geográficas de los valles, más fértiles y con mayor vocación agropecuaria; a ciertas actividades económicas relevantes, principalmente a la minería, presente en gran parte del occidente boliviano; pero también, podrían tener relación con algunos elementos culturales y étnicos (La Paz y Oruro tienen preponderancia de población Aymara, mientras que, en Potosí, Chuquisaca y Cochabamba, el pueblo indígena más importante es el Quechua). En cualquier caso, aunque resulta muy claro que la pobreza y la desigualdad están más asociadas a las regiones occidentales de Bolivia, también resulta evidente que el problema de la desigualdad no es tan simple ni tan reductible a fenómenos simplemente regionales.

Fig. 7 – Bolivia: Mapa de desigualdad (Índice de Gini) de los municipios más pobres del país (con más del 50 % de hogares que consumen menos de una cuarta parte (1/4) de la Tarifa Dignidad, 70 kWh/mes) (2016).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Andersen *et al.* (2023).

6. Conclusiones

El análisis desarrollado nos aporta bastante evidencia en el sentido de que los municipios más poblados del país tienen niveles de pobreza energética (variable *proxy* de la pobreza de los hogares) sensiblemente menores que los municipios menos poblados, lo que se nota especialmente en las ciudades más grandes del eje central y sus áreas metropolitanas, pero también en otros centros urbanos importantes como las capitales departamentales y algunas ciudades intermedias. En el mismo sentido, los municipios más pobres son indudablemente los municipios rurales más pequeños, con especial incidencia en los municipios de la región de *Tierras altas* (departamentos de La Paz, Oruro y Potosí), cuyos niveles de pobreza son más altos que en los *Valles* (departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija) y mucho más altos que en la

región de *Tierras bajas* (departamentos de Santa Cruz, Beni y Pando). La importancia de la ubicación geográfica de los municipios no va en desmedro del fenómeno asociado al tamaño de los mismos, en cambio, actúa de forma paralela por su propio canal; es decir, tanto en el departamento de La Paz como en el departamento de Santa Cruz, las ciudades más grandes -La Paz o El Alto y Santa Cruz de la Sierra- tienen niveles de pobreza sensiblemente menores que el resto de sus respectivos municipios rurales, no obstante, en La Paz (*Tierras altas*) la distancia existente en los niveles de pobreza entre los municipios grandes y los pequeños es mucho mayor que en Santa Cruz (*Tierras bajas*).

En el caso de la desigualdad, los resultados encontrados no resultan tan categóricos. Aunque se replica -parcialmente- la relación negativa entre el tamaño de la población y la desigualdad del consumo eléctrico (variable *proxy* del consumo entre los hogares), esta relación no es ni tan clara ni tan fuerte. Las razones para esto podrían estar asociadas a dos factores. En primer lugar, aunque las ciudades grandes tienen niveles de desigualdad menores que los pueblos pequeños, esta diferencia no es tan grande como en el caso de la pobreza, lo que se traduce en la ausencia de un efecto metropolitano de reducción de las desigualdades. Por otro lado, la existencia de municipios pequeños, pobres e igualitarios (dentro de los límites de la distribución nacional), hace que la relación tamaño-igualdad pierda potencia (aun cuando la explicación sobre sus distribuciones de consumo no nos lleve a conclusiones muy positivas). Asimismo, el efecto regional en favor de las *Tierras bajas* y en contra de las *Tierras altas* es igualmente potente, lo que muestra que los municipios ubicados en el oriente del país tienden a tener niveles de desigualdad más aceptables.

Todo esto nos lleva a no rechazar la hipótesis central de la investigación, toda vez que el tamaño poblacional de los municipios explica muy bien la reducción de la pobreza y, en menor medida, de la desigualdad. Ningún municipio grande, o incluso mediano, destaca por tener niveles de pobreza o de desigualdad especialmente altos, comparado con el promedio nacional.

Bibliografía

- Andersen, Lykke E. (2001). "Social Mobility in Latin America: Links with Adolescent Schooling". Inter-American Development Bank, *Working Paper*. No. 433.
- Andersen, Lykke E. (2002) "Migración rural-urbana en Bolivia: ventajas y desventajas". *Documento de Trabajo N.º 12/02*. La Paz: Instituto de Investigaciones Socioeconómicas.
- Andersen, Lykke E. (2010). "Social Mobility in Bolivia is Finally Improving!". *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 13: 117-136.
- Andersen, Lykke E. (2022). "Movilidad Social en Bolivia, 1997-2021". *Documento de trabajo SDSN*. La Paz: SDSN.
- Andersen, Lykke E.; Villarroel, Adrián; Romecín Duarte, Diego Vladimir; Cuadros Roca, Pablo Andrés; Zeballos, Ariel y Calderón, Fabian (2023). "ELBOL: An anonymized research database with monthly electricity consumption in Bolivia: 2012-2016", *Working paper 2/2023*. UPB, SDSN Bolivia, INEQUIALITREES.
- Aslan, A., Apergis, N., y Yildirim, S. (2014). "Causality between Energy Consumption and GDP in the US: Evidence from Wavelet Analysis". *Frontiers in Energy*, 8 (1): 1-8.
- Baz, K., Deyi, X., Ampofo, G. M. K., Ali, I., Khan, I., Cheng, J., y Ali, H. (2019). "Energy Consumption and Economic Growth Nexus: New Evidence from Pakistan Using Asymmetric Analysis". *Energy*, 189: 116-254.
- Bolivia (2021). *Informe nacional voluntario de Bolivia 2021*. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/28230Bolivias_VNR_Report.pdf
- Bolt y van Zanden - Maddison Project Database - Our World in Data (2023). "GDP per capita – Maddison Project Database – Historical data". <https://ourworldindata.org/grapher/gdp-per-capita-maddison>
- Boukhelkhal, A., y Bengana, I. (2018). "Cointegration and Causality Among Electricity Consumption, Economic, Climatic and Environmental Factors: Evidence from North-Africa Region". *Energy*, 163: 1193-1206.

Brockerhoff, Martin y Brennan, Ellen (1998). "The Poverty in Cities in Developing Regions", *Population and Development Review*, 24 (1): 75-114.

Canavire-Bacarreza, Gustavo y Ríos-Avila, Fernando (2015). "On the determinants of changes in wage inequality in Bolivia", *Working Paper* No. 835, Levy Economics Institute.

Chacón, Nelson y Valencia, Horacio (2018). "Combatiendo la pobreza con eficiencia: el nuevo rol de las transferencias sociales en Bolivia en un contexto menos favorable". En Schorr, Bettina; Damonte Valencia,

Dogan, E. (2015). "The Relationship between Economic Growth and Electricity Consumption from Renewable and Non-Renewable Sources: A Study of Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52: 534-546.

Eid, A. y Aguirre, R. (2013). "Trends in income and consumption inequality in Bolivia: A fairy tale of growing dwarfs and shrinking giants". *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 20: 75-110.

Evia, Pablo (2018). "Abordar la desigualdad horizontal en Bolivia: ¿cuál es el papel de la política fiscal?", en Schorr, Bettina; Damonte Valencia, Gerardo Hector y Velásquez-Castellanos, Iván Omar (coord.), *Crecimiento, desigualdad y los retos para la sostenibilidad. En un escenario post-boom en la región andina*: 77 -106. La Paz: KAS.

Gerardo, Héctor y Velásquez-Castellanos, Iván Omar (coord.), *Crecimiento, desigualdad y los retos para la sostenibilidad. En un escenario post-boom en la región andina*: 108-142. La Paz: KAS.

Gujarati, Damodar (2003). *Econometría*. México: McGraw-Hill.

Hamdi, H., Sbia, R., y Shahbaz, M. (2014). "The Nexus between Electricity Consumption and Economic Growth in Bahrain". *Economic Modelling*, 38: 227-237.

Harrison, Paul (1982). *Inside the Third World*. Harmondsworth: Penguin.

Hausman, J. A. (1978). "Specification Tests in Econometrics", *Econometrica*, 46: 1251-1271.

Hinestroza-Olascuaga, L. M., Carvalho, P. y Cardoso de Jesus, C. (2021). "Electrification for the elite? Examining whether electrification programs reach the poor in Bolivia". *Energy Research & Social Science*, 71: 1-12.

Hwang, J. H., y Yoo, S. H. (2014). "Energy Consumption, CO₂ Emissions, and Economic Growth: Evidence from Indonesia". *Quality & Quantity*, 48 (1): 63-73.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2012). *Censo de población y vivienda de 2012*. INE: La Paz.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2024). Datos del índice de Gini: urbano y rural. <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/encuestas-de-hogares/>

Iyke, B. N. (2015) "Electricity Consumption and Economic Growth in Nigeria: A Revisit of the Energy-Growth Debate". *Energy Economics*, 51: 166-176.

JPL: Global Imaginary Services (2024). <https://www.jpl.nasa.gov/>.

Karanfil, F., y Li, Y. (2015). "Electricity Consumption And Economic Growth: Exploring Panel-Specific Differences". *Energy Policy*, 82: 264-277.

Kyophilavong, P., Shahbaz, M., Kim, B., y Jeong-Soo, O. H. (2017). "A Note on the Electricity-Growth Nexus in Lao PDR". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77: 1251-1260.

Lin, B., y Wang, Y. (2019). "Inconsistency of Economic Growth and Electricity Consumption in China: A panel VAR approach". *Journal of Cleaner Production*, 229: 144-156.

López-Calva, L. F. y Lustig, N. (2010). "Explaining the decline in inequality in Latin America: Technological change, educational upgrading and democracy", en Lustig, N. C. y López-Calva, L. F. (Eds.), *Declining inequality in Latin America*: 1-24. Brookings Institution Press.

Mezghani, I., y Haddad, H. B. (2017). "Energy Consumption and Economic Growth: An Empirical Study of the Electricity Consumption in Saudi Arabia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 145-156.

Mills, Edwin y Becker, Charles (1986). *Studies in Indian Urban Development*. Washington D.C.: Oxford University Press.

Montaño Quiroga, Claudia C. y Navia Mendoza, Marcel (2021). "Crecimiento económico, desigualdad y pobreza: evaluación empírica para el caso boliviano". *Perspectivas*, 24 (48): 57-98.

Narayan, S. (2016). "Predictability within the Energy Consumption-Economic Growth Nexus: Some Evidence from Income and regional groups". *Economic Modelling*, 54: 515-521.

Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2022). *Panorama Laboral 2022*. Lima: OIT, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Paz Arauco, V.; Gray Molina, G.; Yáñez Aguilar, E. y Jiménez Pozo, W. (2014). "Explaining Low Redistributive Impact in Bolivia". *Public Finance Review*, 42 (3): 326-345.

Rafindadi, A. A. (2016). "Does the need for economic growth influence energy consumption and CO² emissions in Nigeria? Evidence from the Innovation Accounting Test". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62: 1209-1225.

Saad, W., y Taleb, A. (2018). "The Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Europe". *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20 (1): 127-136.

Salahuddin, M., y Alam, K. (2015). "Internet usage, electricity consumption and Economic Growth in Australia: A Time Series Evidence". *Telematics and Informatics*, 32 (4): 862-878.

Sarwar, S., Chen, W., y Waheed, R. (2017). "Electricity Consumption, Oil Price and Economic Growth: Global Perspective". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76: 9-18.

Shiu, A., y Lam, P. L. (2004). "Electricity Consumption and Economic Growth in China". *Energy Policy*, 32 (1): 47-54.

Stern D. I., y Enflo, K. (2013). "Causality Between Energy and Output in the Long-Run". *Energy Economics*, 39: 135-146.

Tang, C. F., y Tan, E. C. (2013). "Exploring the Nexus of electricity Consumption, Economic Growth, Energy Prices and Technology Innovation in Malaysia". *Applied Energy*, 104: 297-305.

Vargas, M. and S. Garriga (2015). "Explaining Inequality and Poverty Reduction in Bolivia". *IMF Working Papers*, 15 (265).

Velásquez-Castellanos, Iván Omar y Torres Carrasco, Ludwing (2020). “Instituciones, desigualdad y crecimiento en Bolivia (1996-2018)”, en Muriel Hernández, Beatriz Cristina y Velásquez-Castellanos, Iván Omar (coord.), *Evaluación de la calidad del crecimiento en Bolivia*: 53-96. La Paz: KAS, INESAD.

Wolde-Rufael, Y. (2009) “Energy Consumption and Economic Growth: The Experience of African Countries Revisited”. *Energy Economics*, 31 (2): 217-224.

World Bank Poverty and Inequality Platform - Our World in Data (2024). “Gini Coefficient – World Bank”.

<https://ourworldindata.org/grapher/gini-coefficient-world-bank-marimekko?country=~BOL>

Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F., y Sinha, A. (2019). “From Nonrenewable to Renewable Energy and its Impact on Economic Growth: The Role of Research and Development Expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation Countries”. *Journal of Cleaner Production*, 212: 1166-1178.