

Artículos de revisión bibliográfica

Energía para usos productivos. ¿Qué sabemos? ¿Y para el caso de las Mypes de Bolivia?

Energy for productive uses. What do we know? And for Bolivia's MSEs?

 **Jesica I. Sarmiento^a**  **M. Eugenia Castelao Caruana^b**  **Miguel H. Fernández-Fuentes^c**

a. Lic. en Economía. Bariloche. Argentina. jesicaisarmiento@gmail.com

b. Dra. en Economía. CONICET – Fundación Bariloche. Bariloche. Argentina.ecastelao@fundacionbariloche.org.ar

c. Ph. D. IMMERSIVE SRL – Univalle. Cochabamba. Bolivia. miguel@immersive-srl.com

RESUMEN

En las últimas décadas, la cobertura eléctrica en América Latina y el Caribe ha alcanzado niveles elevados, aunque persisten desigualdades profundas en áreas rurales, especialmente en términos de acceso, calidad y asequibilidad del suministro de energía. En el marco de la transición energética y del cumplimiento de los ODS, este trabajo indaga sobre las restricciones que enfrentan las unidades productivas para acceder a servicios energéticos y satisfacer sus requerimientos de energía.

Se realizó una revisión teórico-conceptual y un análisis de datos secundarios agregados, a fin de explorar cómo la falta de acceso a energía adecuada limita la productividad, la competitividad y la generación de empleo en estas unidades. Se discute sobre el concepto de vulnerabilidad en el uso productivo de la energía, identificando aquellos factores que refieren a condiciones energéticas inadecuadas que inciden negativamente en la capacidad productiva de las empresas.

En el marco del proyecto GENERIS, se profundizó el análisis del acceso, uso y calidad de los servicios energéticos en unidades productivas rurales de Bolivia, particularmente micro y pequeñas empresas (Mypes). Los hallazgos evidencian que el acceso a energía no es una condición suficiente para el desarrollo productivo, ya que también se requiere de apoyo integral en términos de financiamiento, equipamiento, información y acceso a mercados.

Palabras clave: Micro y pequeñas empresas. Usos productivos de la energía. Vulnerabilidad energética.

ABSTRACT

In recent decades, electricity coverage in Latin America and the Caribbean has improved significantly. However, deep inequalities still exist in rural areas, particularly concerning access to, quality of, and affordability of energy supply. In the context of the energy transition and the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), this paper examines the challenges that productive units face in accessing energy services and fulfilling their energy needs. A



Esta investigación fue financiada por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) en el marco del proyecto Generis Bolivia. Sin embargo, las opiniones expresadas en este artículo son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente la posición del IDRC.

theoretical-conceptual review and analysis of aggregated secondary data were conducted to understand how inadequate access to energy hampers productivity, competitiveness, and job creation within these units. The paper discusses the concept of vulnerability in the productive use of energy, highlighting factors related to insufficient energy conditions that adversely affect the productivity of enterprises.

As part of the GENERIS project, an investigation was conducted on the access, use, and quality of energy services in rural productive units in Bolivia, focusing on micro and small enterprises (MSEs). The findings indicate that merely having access to energy is not enough for productive development; comprehensive support is also essential in areas such as financing, equipment, information, and market access.

Keywords: Micro and small enterprises. Productive Uses of Energy. Energy vulnerability.

1. INTRODUCCIÓN

Las metas y estrategias de desarrollo de los países de América Latina y el Caribe se ven condicionadas por los compromisos asumidos en materia de transición energética y los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible). En el marco de la transición energética, se propone modificar la matriz energética primaria para reemplazar los combustibles fósiles por fuentes renovables. Mientras que el ODS 7 busca garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para toda la población. Para ello, es necesario ampliar la disponibilidad de infraestructura que facilite el acceso a energía bajo condiciones de calidad y precio que posibiliten niveles mínimos de consumo, a la vez que se promueva la eficiencia energética y la difusión de tecnologías de generación de energía de fuentes renovables.

En las últimas dos décadas, países de América Latina y el Caribe han implementado programas para extender la cobertura de conexión eléctrica a viviendas en zonas rurales, mediante la extensión de la red eléctrica o la instalación de sistemas de energía descentralizados. Esto se ve reflejado en altas tasas de conexión a fuentes de energía eléctrica (97%) para dicha región, salvo en Haití donde es apenas del 30% (AIE, IRENA, UNSD, Banco Mundial, OMS, 2023). Estos programas han tenido resultados desparejos y una situación muy dispar desde la calidad de vida como del potencial de desarrollo productivo en los hogares. En algunos casos, las instalaciones realizadas, orientadas a brindar acceso a iluminación, solo dieron solución a una parte mínima del problema de acceso a energía en áreas rurales (Gonza, González, & Duran, 2022). En este sentido, una alta tasa de conexión dice poco sobre la satisfacción de los requerimientos energéticos. Además, las desigualdades en el acceso persisten (ver Figura 1), la falta de acceso a la electricidad en países latinoamericanos se encuentra mayormente en áreas rurales y entre los quintiles de menor ingreso. En el caso particular de Bolivia, aproximadamente medio millón de personas carecen de electricidad y muchos hogares rurales experimentan consumos energéticos bajos que no les permite satisfacer necesidades básicas, debido a situaciones de pobreza y a una limitada calidad del suministro (Sánchez Solis, 2023)

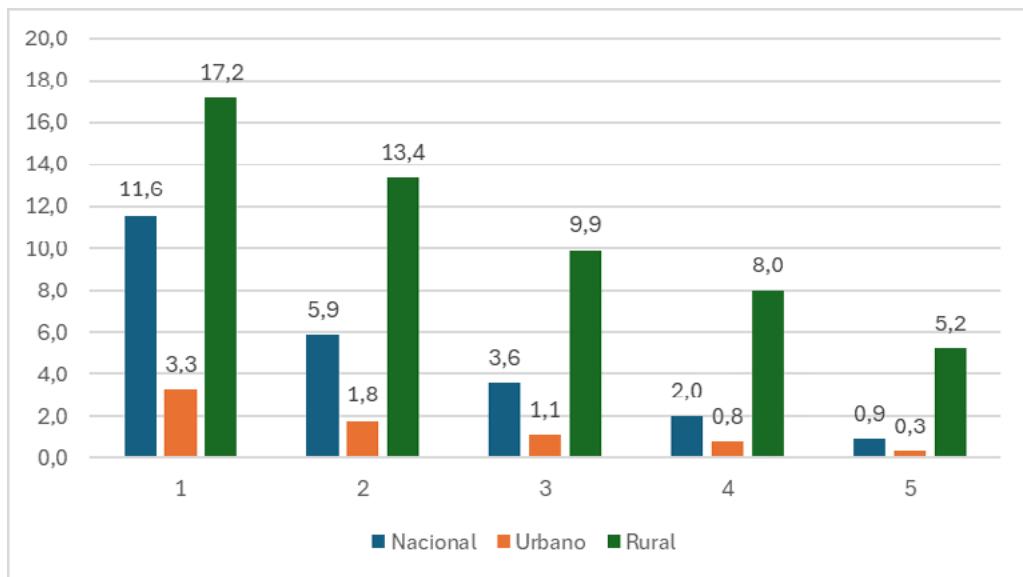


Figura 1. Proporción de la población sin acceso a electricidad, por quintil de ingreso. América Latina-2019. Fuente: CEPAL (2022)

Distintas fuentes de información y artículos académicos han indagado en el tipo y calidad de acceso a los servicios energéticos, las condiciones que restringen su consumo y, que de esta forma, impiden la satisfacción plena de sus necesidades. Estos temas se han abordado principalmente en el ámbito doméstico, bajo la noción de pobreza o vulnerabilidad energética, donde se analizan las causas y consecuencias de este fenómeno que, con sus especificidades, se encuentra presentes tanto en países desarrollados como en desarrollo (Bouzarovski, Petrova, & Tirado-Herrero, 2014). Por otro lado, son escasos los estudios que profundizan en el ámbito productivo, como ser análisis de los factores, internos y externos, que limitan el consumo de energía de las unidades productivas, el tipo y la calidad de acceso a estos servicios, y cómo esto incide en su desempeño económico y en la creación de empleo. Las pruebas sugieren que la energía empleada con usos productivos aumenta la productividad y permite el desarrollo empresarial, contribuyendo en última instancia a mejorar los resultados sociales y económicos de las personas (de Groot, Mohlakoana, Knox, & Bressers, 2017). La vulnerabilidad energética de los usuarios productivos está asociada con cambios repentinos en el precio de la energía, imposibilidad de acceso a fuentes de energía variadas y modernas y, una baja calidad en el suministro de las fuentes de energía esenciales (Cali, Cantore, Iacovone, Pereira-Lopez, & Presidente, 2019; Cali *et al.*, 2023). Sin embargo, algunos estudios profundizan en los requerimientos energéticos efectivos y potenciales de estas unidades económicas, especialmente de las micro y pequeñas empresas y de aquellas ubicadas en zonas rurales (Aliaga, Abastoflor, & Schöder, 2024). Tanto el acceso como la calidad y variedad de la oferta de energía puede afectar el surgimiento de nuevas actividades productivas, pero también el desempeño económico y crecimiento de las existentes. En este sentido, los ODS no solo se centran en una energía asequible para la población en el ámbito doméstico con el acceso a sistemas de cocción, calefacción, iluminación

de escuelas y hospitales, comunicación y acceso a internet, sino también en la necesidad de brindar energía para el uso de máquinas y herramientas de trabajo, cuestiones que repercuten directamente sobre el desarrollo (ODS7).

Atendiendo a las prioridades establecidas en el Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) 2021-2025 de Bolivia, el proyecto de investigación GENERIS¹ busca analizar la integración de Sistemas de Generación de Energía Renovable Distribuidos (SGERD) en Bolivia como parte de su transición energética, enfocándose en la creación de empleos verdes y en la mejora de la competitividad de las micro y pequeñas empresas (Mypes). En esta línea, este trabajo indaga sobre las restricciones que enfrentan las unidades productivas para acceder a servicios energéticos y satisfacer sus requerimientos de energía. Para ello, se propone una revisión teórico conceptual de la literatura sobre el vínculo entre la energía y las unidades productivas. Seguido de ello, se analiza y caracterizan los datos agregados sobre acceso y uso de la energía. Para luego, profundizar en el análisis de la situación de las Mypes en Bolivia y su acceso a fuentes de energía.

2. ENERGÍA Y UNIDADES PRODUCTIVAS: ¿QUÉ DICE LA LITERATURA SOBRE EL TEMA?

La propensión o predisposición de un elemento a verse afectado negativamente por cambios en el tipo y calidad del suministro de energía puede ser entendida como vulnerabilidad energética. Aplicado a los usuarios productivos, la vulnerabilidad energética refiere, entonces, a la exposición a las consecuencias que este cambio pueda tener sobre estos usuarios y su capacidad para hacer frente y adaptarse a los mismo (OLADE, 2023).

En los países de Europa, esta noción ha ganado terreno desde mediados de la década de 2000 para comprender el impacto económico que genera la volatilidad de los precios de la energía, especialmente de la electricidad, en las empresas (Percebois, 2007). En los países en desarrollo, donde las economías son más susceptibles a shocks externos, los estudios sobre vulnerabilidad energética también indagan en la relación entre la volatilidad de los precios de la energía y la competitividad de las firmas. Estos estudios abarcan empresas instaladas en México (Greve, Lay, & Negrete, 2023), Indonesia (Cali *et al.*, 2019; Rentschler, Kornejew, & Bazilian, 2017) e India (Abeberese, 2017; Sadath & Acharya, 2015), que se caracterizan por tener un suministro de energía eléctrica estable. Sus resultados sostienen que la volatilidad de los precios de la energía afecta significativamente a las empresas, especialmente en términos de competitividad y productividad.

Por su parte, Greve *et al.* (2023), destacan que los cambios en los precios de los combustibles tienen un impacto mayor que los cambios en los precios de la electricidad. Los autores coinciden en que la respuesta de las empresas frente a estos cambios son diversas y pueden variar en el tiempo: absorber el costo, sustituir fuentes de energía, o trasladar los costos a los precios de sus productos (Cali *et al.*, 2019). La intensidad de uso de energía, el tamaño de la empresa, la cantidad de empleados, el origen del capital y la estabilidad de la provisión de energía son factores determinantes en el grado y dirección del impacto de los cambios en los precios de la energía (Abeberese, 2017; Cali *et al.*, 2019; Cali *et al.*, 2023; Greve *et*

¹ Proyecto de investigación con soporte-financiamiento- del IDRC (Centro Internacional para el Desarrollo de la Investigación) de la Cooperación Canadiense.

al., 2023; Rentschler *et al.*, 2017; Sadath & Acharya, 2015). El impacto negativo en la productividad es mayor en el corto plazo, pero en el largo plazo puede inducir a las empresas a invertir en eficiencia energética (André, Costa, Demmou, & Franco, 2023). No obstante, las limitaciones de acceso a capital pueden ser un obstáculo importante, especialmente para las pequeñas empresas y aquellas informales (Greve *et al.*, 2023), limitando las posibilidades de invertir en eficiencia energética (André *et al.*, 2023; Hernández-Trillo, Pagán, & Paxton, 2005).

Algunos estudios abordan la incidencia del acceso a energía moderna en la productividad de las Mypes, especialmente informales y ubicadas en áreas rurales, debido al desplazamiento que realizan de combustibles tradicionales (leña) o que requieren mayor esfuerzo en su gestión (kerosene, GLP). Estos estudios coinciden en que el acceso a energía para usos productivos es esencial para que los hogares generen mayores ingresos y, así, reducir la pobreza. Los usos productivos de la energía (PUE-Productive Uses of Energy) son definidos como aquellos que dan lugar a bienes y servicios con un valor de mercado. Si bien la definición incluye tanto la energía eléctrica como la mecánica, la primera es la más desarrollada por la literatura, además se considera que su acceso representa un shock tecnológico que puede mejorar la performance de las empresas (Pueyo & Maestre, 2019). Asimismo, gran parte de los estudios definen el uso productivo de la electricidad como la aplicación de los servicios energéticos de la electricidad a actividades que generan ingresos o mejoran la productividad (Aarakit, Ntayi, Wasswa, Buyinza, & Adaramola, 2024).

El acceso a fuentes de energía puede incrementar las condiciones de trabajo en establecimientos productivos, facilitar acceso a servicios, productos y tecnologías de mejor calidad, resultando en un aumento de la productividad (Freitas, Neves, & de Figueiredo Silva, 2021). Tanto la literatura como los reportes de política suelen indicar que el acceso a energía puede incrementar la producción agrícola. Freitas *et al.* (2021), ponen a prueba y verifican esta hipótesis para el caso de Bolivia, Perú y Colombia, observando que el acceso a energía está asociado a un mayor valor de la producción agrícola para los tres países analizados. Además, demuestran que aquellos establecimientos que acceden a energía presentan un mayor acceso a crédito y mayores extensiones rurales en todos los países analizados. Para Perú y Bolivia, los productores con un mayor nivel educativo eran más propensos a tener acceso a energía que aquellos con menor nivel educativo. Asimismo, unidades productivas de menor tamaño (entre 0,1-5 hectáreas) suelen tener un menor acceso a energía, excepto en Perú.

La literatura aborda múltiples situaciones de acceso a la energía con fines productivos, tales como comunidades pesqueras en Tanzania (Pueyo, Carreras, & Ngoo, 2020), microempresas del sector alimenticio en áreas urbanas y periurbanas (de Groot *et al.*, 2017), proyectos de generación de energía de pequeña escala en el sur global (Terrapon-Pfaff, Gröne, Dienst, & Ortiz, 2018), y la adopción de combustibles modernos en Bolivia (Israel, 2002). Por un lado, estos estudios coinciden en que acceder a energía no es una condición suficiente, sino necesaria, para desarrollar una actividad productiva, ya que son necesarios otros insumos y un apoyo integral que incluya información, capacitación y equipamiento para maximizar los beneficios que pueden surgir del acceso a energía en gran escala. Además, estos análisis ponen en cuestión el tipo y calidad de acceso que reciben estos usuarios, dado que la transformación de bienes puede demandar una intensidad y calidad energética diferente a la que reciben los usuarios residenciales. Servicios

energéticos caros y poco fiables, además de la ausencia de infraestructura, pueden condicionar a los emprendedores a utilizar una gama limitada de fuentes de energía o a alternar entre fuentes de energía o usarlas simultáneamente. En este contexto, el desarrollo de políticas públicas e inversión en infraestructura se vuelven esenciales para facilitar la transición hacia fuentes de energía más limpias (Israel, 2002).

Más allá de los efectos económicos y productivos, el acceso a la energía tiene implicaciones sociales más amplias. Se reconoce que la energía no solo contribuye en términos de ingresos o productividad, sino que también mejora los servicios de salud y educación en áreas rurales, así como la equidad de género y el empoderamiento de las mujeres (Cabraal, Barnes, & Agarwal, 2005). Algunos trabajos adoptan una perspectiva de género en su análisis y sugieren que existen diferencias de género en el acceso y uso de la energía. Las razones se encuentran en que las mujeres poseen menos recursos (educación, tiempo) que los varones para crear emprendimientos y acceder a financiamiento y, así, sacar provecho del acceso a energía (de Groot *et al.*, 2017; Pueyo *et al.*, 2020). Además, algunas normas sociales condicionan su participación en ciertas actividades productivas y la distribución de su tiempo entre las tareas de cuidado y el trabajo remunerado (Israel, 2002; Terrapon-Pfaff *et al.*, 2018). Aun así, algunos autores destacan que las pruebas empíricas que sugieren que el acceso adecuado a energía puede mejorar los emprendimientos liderados por mujeres son aún limitadas (de Groot *et al.*, 2017).

En el marco de una transición energética justa, las necesidades básicas de servicios energéticos de las personas deberían satisfacerse de forma equitativa, al tiempo que se respetan los límites ecológicos. Esto refiere al concepto de suficiencia energética (Sánchez Solis *et al.*, 2022), que inicialmente fue planteado como una estrategia para reducir el consumo de energía en países de altos ingresos. Sin embargo, para el caso del Sur Global, donde hay comunidades que aún no tienen electricidad y, una vez que consiguen acceder a ella, el consumo sigue siendo bajo, el concepto toma otro sentido. La satisfacción de necesidades energéticas varía en función de las condiciones locales y conceptos como salud, vivienda, movilidad y trabajo se están replanteando desde la perspectiva de la «suficiencia» y se están poniendo a prueba en diferentes contextos. Los cálculos de umbrales mínimos de consumo energético se plantean para identificar las necesidades de poblaciones en áreas rurales y así poder guiar en el diseño de políticas para asegurar un acceso a la energía equitativo y sostenible.

En el altiplano boliviano, las familias dependen de una combinación de las fuentes de energía cuya elección depende de diversos factores, como la accesibilidad, el costo y la disponibilidad local (Aliaga *et al.*, 2024). A pesar de los avances tecnológicos en energías renovables y del apoyo gubernamental para el desarrollo energético, la transición hacia fuentes energéticas más sostenibles en esta región ha sido gradual. Esto se debe, en parte, al difícil acceso a las comunidades, los bajos ingresos y el acceso restringido a las tecnologías modernas, así como a estructuras socioeconómicas que favorecen el uso de la biomasa tradicional (Aliaga *et al.*, 2024). Para las áreas rurales de Bolivia, los umbrales de suficiencia energética de electricidad oscilan entre 930 y 1160 kWh anuales por hogar, con variaciones regionales significativas, donde la refrigeración es especialmente crítica. Asimismo, un 57% de los municipios consumen menos de la mitad de los umbrales estimados, observándose una gran brecha energética, cuyos hogares no

logran cubrir sus necesidades básicas de energía (Sánchez Solis, 2023). Kooijman-van Dijk y Clancy (2010) evidencian que los impactos de la electrificación en las comunidades rurales no están relacionados con el uso en las empresas, sino con el uso en los hogares, cuyo impacto se observa en los aspectos no financieros de la pobreza, más que en un aumento de los ingresos. A su vez, en su estudio, observan que las oportunidades del uso de electricidad en empresas bolivianas dependen del acceso a mercados para sus productos y que esto depende en gran medida de la ubicación de la empresa, tanto según el tamaño de la localidad como su ubicación en términos de accesibilidad (rutas/caminos). La relación entre el consumo energético y el bienestar de las comunidades agrícolas subraya la importancia de realizar estudios detallados que analicen el modo en que diferentes fuentes de energía impactan en los costos de producción y, por lo tanto, en la rentabilidad de los cultivos.

En este sentido, la noción de la vulnerabilidad en el uso productivo de la energía refiere a la exposición o sensibilidad de las unidades productivas a condiciones energéticas inadecuadas que limitan su capacidad de operar, las cuales pueden manifestarse de múltiples formas: suministro eléctrico inestable, costos elevados, baja calidad del servicio, escasa variedad de fuentes disponibles o barreras tecnológicas para adoptar soluciones más eficientes. Esta vulnerabilidad implica impactos directos en la producción, los ingresos y el empleo y podría agravarse por factores estructurales como el aislamiento geográfico, la informalidad de las Mypes, el bajo acceso al financiamiento o el limitado conocimiento sobre tecnologías energéticas.

3. METODOLOGÍA

El análisis de los datos agregados se basó en una revisión de la información disponible sobre el acceso y uso de energía a nivel macro, con el objetivo de identificar patrones generales y tendencias comunes entre distintos sectores y regiones, brindando una visión amplia del estado actual de la provisión energética en el ámbito productivo. La revisión incluyó fuentes secundarias, estadísticas oficiales y estudios previos, lo que facilitó una comprensión inicial de las condiciones energéticas que enfrentan los establecimientos productivos.

Además, se analizaron entrevistas no estructuradas realizadas a referentes en el marco del proyecto GENERIS². Dichas entrevistas fueron realizadas con el objeto de identificar las posibilidades de intervención y aplicación de Sistemas de Generación de Energía Renovable Distribuidos (SGERD). Para ello, se indagó sobre aspectos de su proceso productivo y las demandas vinculadas a los servicios energéticos. Toda la información analizada permite conocer las restricciones que enfrentan las unidades productivas bolivianas para acceder a servicios energéticos y satisfacer sus requerimientos de energía. Cabe destacar que, al basarse en casos de estudio en el marco del proyecto, se le da prioridad al conocimiento profundo de los casos y sus particularidades, por sobre la generalización de los resultados. Las entrevistas a referentes se concentraron en el área central del país, en municipios de los departamentos de Cochabamba, La Paz, Santa Cruz y Tarija. Las cadenas productivas que abarcaron son la piscicultura, la transformación industrial de la papa y del orégano, la recolección de frutos del bosque y copoazú y su posterior procesamiento.

² Las entrevistas fueron realizadas por IMMERSIVE SRL – Univalle en el marco del proyecto GENERIS.

4. REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL USO PRODUCTIVO DE LA ENERGÍA

4.1 El acceso a la energía en América Latina y el Caribe: datos, fuentes, metodologías

En los países de América Latina y el Caribe el acceso de la población a la electricidad ha crecido sostenidamente en las últimas décadas pasando del 88,7 % en 1992 al 98,6 % en 2022, aún por debajo del acceso universal alcanzado por los países de Europa Central y el Báltico y EE. UU. (AIE, IRENA, UNSD, Banco Mundial, OMS. 2023). Este avance ha sido particularmente sostenido en las últimas dos décadas entre los hogares residentes en áreas rurales, donde la proporción de acceso creció unos 20 puntos porcentuales en promedio (del 72,7 % al 96,2 % entre 2000 y 2022) debido a la implementación de diversos programas nacionales, en algunos casos con financiamiento internacional. Aun así, esta tasa sigue siendo menor que la registrada en zonas urbanas y presenta fuertes variaciones entre los países de la región (Figura 2) y entre los hogares según su nivel de ingreso y origen étnico (CEPAL, 2022). Acompañando esta tendencia, el consumo de electricidad per cápita ha aumentado a una tasa anual promedio de 2% en el periodo 2000-2014 en la región, alcanzando un consumo de electricidad per cápita medio de 2.161 kWh. Este valor varía significativamente entre los países (Figura 3), pero en todos los casos el consumo de energía eléctrica per cápita se encuentra muy por debajo del de América del Norte (13.254 kWh). De la misma forma, el consumo de energía primaria per cápita en América Latina y el Caribe se ha mantenido relativamente bajo (1.362 kep) según los datos del año 2014, especialmente cuando se los compara con el consumo de los países de Asia Oriental y el Pacífico (2.125 kep), la Unión Europea (3.123 kep) y América del Norte (7.055 kep).

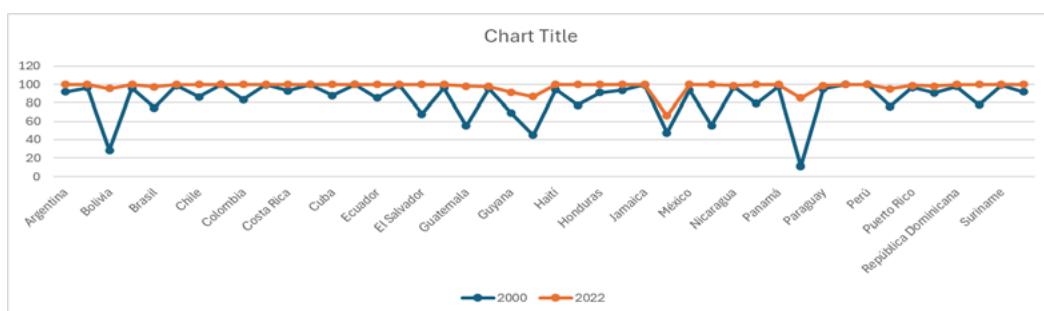


Figura 2. Tasa de acceso a electricidad de la población rural (%) en países de América Latina y el Caribe. Año 2000 y 2022. Fuente: Banco Mundial (2024)

De esta forma, aun cuando una mayor proporción de personas están accediendo a la posibilidad de consumir energía eléctrica, de forma on-grid u off-grid³, el consumo de electricidad -y de energía en general- de los hogares y del sector productivo y comercial se encuentra por debajo de los valores de muchos países desarrollados.

Las diferencias de consumo entre países pueden explicarse por su estructura

³ On-grid refiere a que el usuario está conectado a la red eléctrica pública, mientras que cuando su acceso a la energía eléctrica es independiente a la red, se lo llama off-grid.

económica, la composición de su matriz energética, el clima y el tipo y calidad de acceso de los hogares y unidades productivas a servicios energéticos.

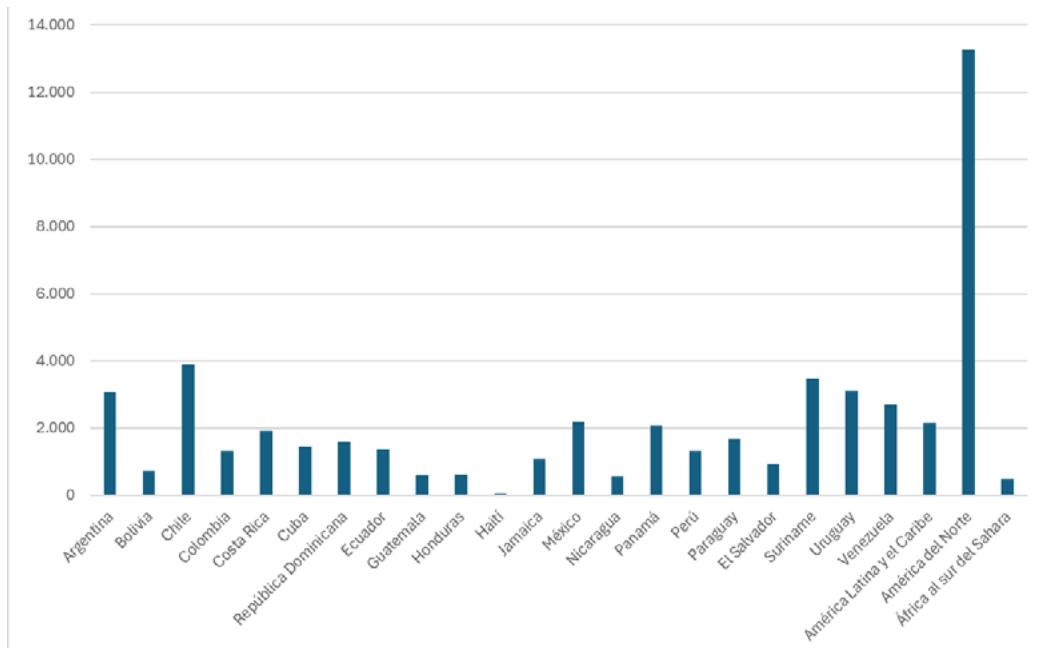


Figura 3. Consumo de energía eléctrica (kWh) per cápita en países de América Latina y el Caribe y en otras regiones. Año 2014. Fuente: Banco Mundial (2024)

Algunas encuestas nacionales, mayormente destinadas a empresas grandes o medianas asentadas en centros urbanos, recaban información sobre el gasto en electricidad, gas natural y otros combustibles y lubricantes en su proceso de producción. Con esta información y el precio de cada energético, es posible estimar el consumo de energía en términos físicos de cada empresa y convertir cada combustible a una unidad equivalente para su comparación. Estas encuestas, entonces, ofrecen información sobre costos de energía para un grupo específico de empresas, pero no indagan en sus consumos, usos o calidad del suministro ni en los requerimientos insatisfechos. Esto dificulta identificar espacios para sustituir fuentes de energía (flexibilidad), mejorar la calidad del servicio o la eficiencia en el uso de la energía.

Otra fuente de información sobre las condiciones de acceso a energía eléctrica de las empresas son World Bank Enterprise Surveys (WBES) y las Informal Sector Enterprise Surveys. Estas son encuestas representativas al nivel de las firmas, realizadas en más de 150 economías, la primera se centra en firmas formales con 5 o más trabajadores, que tienen como mínimo 1% de propiedad privada, y se dedican a actividades industriales y comerciales. Mientras que la segunda se aboca al estudio de las empresas informales en áreas urbanas y, hasta el momento, se ha realizado en 14 ciudades, entre ellas Lima y Trujillo en Perú (únicas por el momento

en la región de América Latina y el Caribe) (World Bank, 2023). Como parte de la infraestructura que condiciona la actividad de las firmas, estas encuestas indagan en la calidad del suministro de la red eléctrica, consultando sobre la existencia de cortes en el suministro de electricidad, su frecuencia, duración, las pérdidas que esto genera, el uso de generadores individuales y las restricciones que representa la electricidad. Si bien estas encuestas se realizan con cierta periodicidad, en algunos países como Brasil la última encuesta realizada se remonta al año 2009, lo que pueda condicionar la comparación entre países además de la vigencia de los datos. Con estas restricciones, los datos muestran que la calidad de acceso a electricidad es un desafío global, aunque heterogéneo en su intensidad, ya que si bien en todas las regiones las empresas experimentan cortes de electricidad -en la región de Oriente Medio y el Norte de África esto afecta al 26% mientras que en la región del África Subsahariana al 72%- lo hacen con distinta frecuencia y duración. En América Latina y el Caribe, los cortes afectan a un gran porcentaje de las firmas encuestadas, pero su frecuencia mensual y duración son relativamente bajas comparadas -1,6 veces y 0,3 horas, respectivamente- con estas regiones e incluso con la región de Asia oriental y el Pacífico.

Un esbozo de las consecuencias de las fallas en la calidad del servicio eléctrico son también recopiladas en estas encuestas que muestran que existe una correlación positiva significativa entre el porcentaje de empresas que experimentan cortes de electricidad y aquellas que poseen o comparten un generador (26,5%) y que identifican la electricidad como una limitación importante o muy grave (34%).

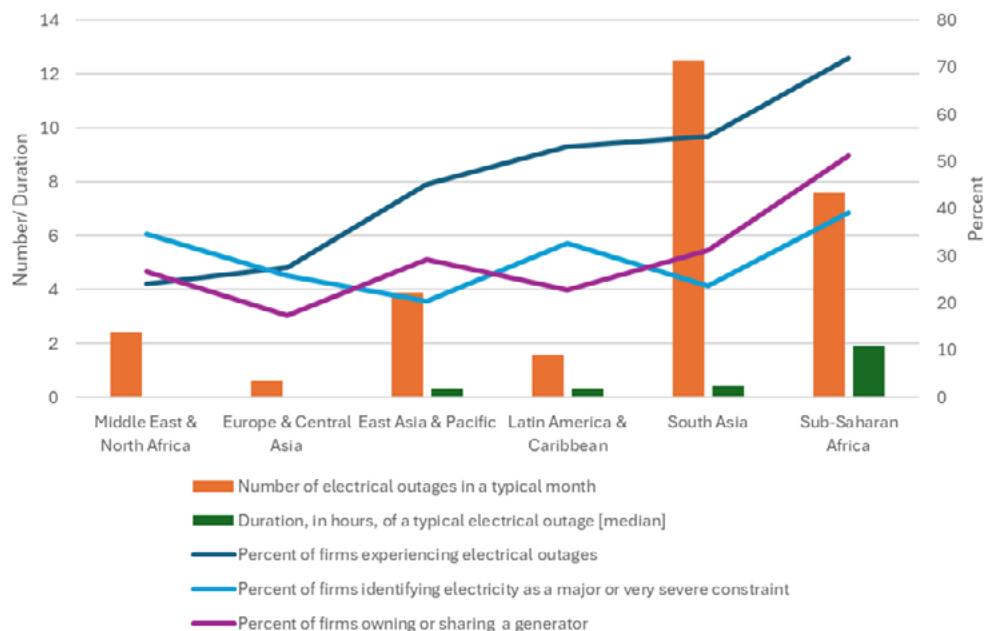


Figura 4. Calidad del suministro de energía eléctrica por regiones. Fuente: World Bank Enterprise Surveys, www.enterprisesurveys.org

Por su parte, los balances de energía útil son un método de análisis más integral de los sectores que demandan energía, ya que ofrece información sobre los usos y tipo de energéticos utilizados por cada sector de actividad, considerando el rendimiento de las tecnologías utilizadas durante su consumo (Secretaría de Energía, 2024). De esta forma, el balance de energía útil permite conocer los requerimientos energéticos y la eficiencia en cada etapa de las cadenas de abastecimiento, así como las posibilidades de sustitución de fuentes y tecnologías, con base en parámetros como eficiencia en la disposición de recursos, rendimientos, factores de emisión de contaminantes, etc. (OLADE-BID, 2017). El Balance de Energía Útil de Argentina, por ejemplo, muestra que en la cría de bovinos algunas unidades productivas utilizan motores a gasoil para el abastecimiento de agua en los feedlots⁴ y en la producción de frutales utilizan gasoil y otros materiales (caucho, fueloil, residuos de madera, etc.) para el control de heladas y para el riego por goteo, aspersión o microaspersión (Secretaría de Energía, 2024). Esto, en principio, plantea espacios de oportunidad para la incorporación de sistemas renovables de energía descentralizada que reemplacen el uso de combustibles líquidos y, posiblemente, disminuya el costo de producción. Los Balances de Energía Útil de Panamá y Paraguay, por otra parte, muestran que es en los usos calóricos donde se presenta una mayor competencia entre las fuentes: en vapor la principal competencia está entre el fueloil, la leña y el diésel, y en calor directo a las fuentes anteriores se le agregan el gas licuado y la electricidad. No obstante, la biomasa residual es una fuente de energía de difícil sustitución porque es un subproducto del proceso productivo y, por tanto, su costo es relativamente bajo comparado a otros energéticos (IDEE/FB, 2023a, 2023b).

De esta forma, el Balance de Energía Útil es una herramienta clave para el diseño de políticas públicas que mejoren la eficiencia energética, impulsen la transición energética y alineen el consumo de energía con las proyecciones de crecimiento y desarrollo del sector productivo y el bienestar de la población en general. Además, brinda información a nivel sectorial sobre el grado de dependencia de fuentes de energía costosas o con precios volátiles, la flexibilidad de los sectores en la sustitución de energéticos, y la eficiencia de la tecnología utilizada en los procesos. En la región, este tipo de análisis ha sido aplicado, con diferentes metodologías y alcances, en Argentina, Brasil, Panamá, Paraguay, República Dominicana, y Uruguay (Secretaría de Energía, 2024; IDEE/FB, 2023a, 2023b). Si bien esta metodología permite identificar patrones de consumo que podrían dar lugar a mejoras, los problemas de entorno que condicionan el acceso y los requerimientos energéticos potenciales que no logran ser satisfechos son captados de mejor forma por encuestas nacionales a nivel de las firmas que incluyan a empresas de todos los tamaños y áreas geográficas.

4.2. Análisis del acceso y uso de la energía en las Mypes rurales bolivianas

Del análisis de las entrevistas, se observa que las unidades productivas emplean diversas fuentes de energía para sus actividades productivas: energía eléctrica, combustibles y gas natural de red o GLP. Cabe destacar que, si bien las unidades productivas tienen acceso a la energía, principalmente a la energía eléctrica, Bolivia vive un panorama de restricciones de combustibles (gasolina y diésel) debido a la dependencia de las importaciones de combustible para satisfacer su demanda interna. Esto ha llevado a una crisis de abastecimiento, que afecta diversos sectores productivos y de transporte. Las restricciones de acceso influyen

4 Los feedlots es un sistema intensivo de producción de carne, conocido también como engorde a corral.

fuertemente, sobre todo en la compra a granel del combustible, un detalle adicional es que la gasolina se la considera precursor para el narcotráfico, y en la región del Chapare, esto implica controles adicionales a los compradores de combustibles (Di Sbroiavacca & Sagardoy, 2025; Castelao Caruana, 2025). Para el caso de los establecimientos piscícolas las principales dificultades de acceso a la energía refieren al abastecimiento de combustible utilizado en el proceso de oxigenación de las piscinas.

Los costos de la energía son una preocupación transversal para los productores rurales. Para los productores piscícolas, cuando el consumo de combustible excede el cupo oficial o hay escasez, los productores compran gasolina a revendedores a casi 3 veces su valor. Esto representa un mayor costo y tiempo destinado a la obtención del combustible, que utilizan para la oxigenación de las piscinas. Esto ha llevado a algunos productores a oxigenar con aireadores eléctricos, pero los altos costos de la energía eléctrica persisten, incluso llevándolos a desistir con esa alternativa. Para productores de alimentos perecederos, la refrigeración es fundamental para poder comercializar el producto durante todo el año. En el caso del copuazú, la cosecha se realiza durante los meses de febrero a marzo, luego se realiza el despulpado y la refrigeración. Sin embargo, la cantidad de refrigeradores que poseen las Mypes se ve condicionada por los altos costos de la electricidad, limitando la capacidad de almacenamiento refrigerado. Esto lleva la venta del producto a un menor valor sobre todo durante la temporada alta de producción de la fruta. Lo mismo sucede en el caso de la producción de pulpas de frutas propias del bosque Chiquitano, donde los altos costos en la energía eléctrica encarecen el proceso productivo. En los casos relevados se observa que un menor costo energético permitiría aumentar la competitividad de las Mypes.

A pesar de los avances en electrificación rural, en Bolivia persisten importantes desafíos en la calidad y confiabilidad del servicio, como ser cortes frecuentes, baja tensión, o la falta de mantenimiento. Este problema es particularmente crítico en sectores donde los procesos productivos son sensibles a interrupciones, obligando en muchos casos al uso de soluciones costosas y menos eficientes. Si bien este aspecto no surgió en los casos bajo estudio, la disponibilidad y calidad de la energía está directamente relacionada con la capacidad de las Pymes para acceder a mercados formales. Por ejemplo, en el caso del orégano, la falta de electrificación adecuada limita el secado y procesamiento, afectando la calidad del producto final. En cuanto a la eficiencia en el uso de la energía, se observa que algunos productores han optado por la instalación de maquinaria moderna, principalmente eléctrica. En Yaco, los productores de papa instalaron una freidora eléctrica que les permitió mejorar el proceso productivo y superar los problemas de abastecimiento de GLP. Asimismo, persisten actividades que emplean combustibles fósiles, como en el caso de las pisciculturas con las motobombas para oxigenación, o se realizan de manera manual, lo cual implica procesos más lentos y menos estandarizados. Los productores expresaron su interés en adquirir maquinaria para mejorar sus procesos productivos, pero representa una inversión muy grande que, no están en condiciones de realizar por el momento.

Cabe destacar el rol de las asociaciones de productores en la gestión de proyectos de energía, capacitación y acceso al financiamiento. En sectores como la piscicultura, las asociaciones han facilitado la instalación de sistemas solares fotovoltaicos y han canalizado el apoyo de ONGs y programas estatales.

5. CONCLUSIONES

Los datos agregados disponibles sobre acceso a energía evidencian avances importantes en términos de cobertura eléctrica general, con una tasa de electrificación elevada para algunos países de América Latina y el Caribe. Sin embargo, esta cifra oculta importantes desigualdades territoriales, económicas y funcionales. En las zonas rurales, persiste una brecha significativa en cuanto a la calidad del suministro, la variedad de fuentes energéticas disponibles y el nivel de consumo efectivo. La revisión de literatura sobre energía y unidades productivas permite dar cuenta de la variedad de aristas que toma en cuenta esta temática. Existen diversas herramientas analíticas que permiten relevar la relación entre consumo energético y eficiencia en los distintos sectores económicos, aunque no siempre están disponibles o desarrolladas en todos los países de América Latina. En el caso boliviano, esta carencia limita la posibilidad de identificar con precisión las brechas de energía útil disponibles para las unidades productivas rurales. Asimismo, restringe la capacidad de orientar políticas energéticas hacia soluciones más adecuadas a las necesidades de las MYPEs rurales, integrando criterios de suficiencia, calidad y eficiencia energética.

A partir del trabajo de campo desarrollado en el marco del proyecto GENERIS, se identificaron diversas restricciones que afectan el acceso y uso de energía por parte de las Mypes de Bolivia. La evidencia recopilada refuerza la necesidad de considerar la vulnerabilidad en el uso de productivo de la energía, no solo desde un enfoque de cobertura, sino también desde una perspectiva de calidad, estabilidad y suficiencia energética adaptada a los requerimientos productivos de las unidades productivas. En Bolivia, el acceso efectivo a energía para usos productivos constituye un factor habilitante del desarrollo económico rural, que impactan en las posibilidades de industrialización a pequeña escala y la generación de empleo de calidad. Para que los Sistemas de Generación de Energía Renovable Distribuidos (SGERD) sean una solución viable y justa, deberán ser parte de una estrategia integral de desarrollo productivo, capaz de articular políticas energéticas, de fomento económico y de inclusión social.

6. REFERENCIAS

- Aarakit, S. M., Ntayi, J. M., Wasswa, F., Buyinza, F., & Adaramola, M. S. (2024). Conceptualization and antecedents of productive use of electricity: A systematic literature review. *Cleaner Engineering and Technology*, 100747.
- Abeberese, A. B. (2017). Electricity cost and firm performance: Evidence from India. *Review of Economics and Statistics*, 99(5), 839-852.
- Aliaga, J., Abastoflor, M. C. L., & Schöder, L. (2024). Patrones de consumo energético en productores de quinua del altiplano sur de Bolivia. *Development Research Working Paper Series.*, (No. 12/2024).
- André, C., Costa, H., Demmou, L., & Franco, G. (2023). Rising energy prices and productivity: short-run pain, long-term gain? *Documents de travail du Département des Affaires économiques de l'OCDE*(No. 1755).
- Bouzarovski, S., Petrova, S., & Tirado-Herrero, S. (2014). From Fuel Poverty to Energy Vulnerability: The Importance of Services, Needs and Practices.

Cabraal, R. A., Barnes, D. F., & Agarwal, S. G. (2005). Productive uses of energy for rural development. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 30(1), 117-144.

Castelao Caruana, M. E. (2025). Desafíos para el uso productivo de la energía en zonas rurales. GENERIS. San Carlos de Bariloche, Argentina: Fundación Bariloche.

Cali, M., Cantore, N., Iacovone, L., Pereira-Lopez, M., & Presidente, G. (2019). Too Much Energy: The Perverse Effect of Low Fuel Prices on Firms. In *Policy Research Working Paper 9039*. World Bank.

Cali, M., Cantore, N., Marin, G., Mazzanti, M., Nicolli, F., & Presidente, G. (2023). Energy prices and the economic performance of firms in emerging countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 66, 357-366.

CEPAL. (2022). La energía en América Latina y el Caribe: acceso, renovabilidad y eficiencia. In *Temas estadísticos de la CEPAL N° 5 - Mayo de 2022*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/44c0de08-d80a-44ed-9925-1bacb187501a/content>.

de Groot, J., Mohlakoana, N., Knox, A., & Bressers, H. (2017). Fuelling women's empowerment? An exploration of the linkages between gender, entrepreneurship and access to energy in the informal food sector. *Energy Research & Social Science*, 28, 86-97.

Di Sbroiavacca, N., & Sagardoy, I. (2025). Situación Energética en Bolivia. GENERIS. San Carlos de Bariloche, Argentina: Fundación Bariloche.

Freitas, C. O., Neves, M. C., & de Figueiredo Silva, F. (2021). Agricultural Production and Access to Energy in Bolivia, Peru, and Colombia. IDB Technical Note 2217.

Gonza, C. N., González, F. D. F., & Duran, P. A. (2022). Hábitat, Pobreza Energética y Mujeres Indígenas en el noroeste argentino: una propuesta interseccional para comunidades en zonas rurales aisladas del chaco salteño. *Hábitat y Sociedad* (15), 183-209.

Greve, H., Lay, J., & Negrete, A. (2023). How vulnerable are small firms to energy price increases? Evidence from Mexico. *Environment and Development Economics*, 28(1), 89-109.

Hernández-Trillo, F., Pagán, J. A., & Paxton, J. (2005). Start-up capital, microenterprises and technical efficiency in Mexico. *Review of Development Economics*, 9(3), 434-447.

IDEE/FB. (2023a). Balance Nacional de Energía Útil de Panamá 2021. OLADE.

IDEE/FB. (2023b). Balance Nacional de Energía Útil de Paraguay 2021. OLADE.

Israel, D. (2002). Fuel choice in developing countries: evidence from Bolivia. *Economic Development and cultural change*, 50(4), 865-890.

Kooijman-van Dijk, A. L., & Clancy, J. (2010). Impacts of electricity access to rural enterprises in Bolivia, Tanzania and Vietnam. *Energy for Sustainable Development*, 14(1), 14-21.

- OLADE-BID. (2017). *Manual de Balances Energía Útil 2017*. Ecuador. OLADE.
- OLADE. (2023). Vulnerabilidad y riesgo de los sistemas energéticos de América Latina y el Caribe ante las amenazas del cambio climático. Disponible en: www.olade.org/wp-content/uploads/2024/06/ARTICULO-SOBRE-EL-INFORME-FINAL-DEL-PROYECTO-SCREEN-ALC.pdf.
- Percebois, J. (2007). Energy vulnerability and its management. *International Journal of Energy Sector Management*, 1(1), 51-62.
- Pueyo, A., Carreras, M., & Ngoo, G. (2020). Exploring the linkages between energy, gender, and enterprise: evidence from Tanzania. *World Development*, 128, 104840.
- Pueyo, A., & Maestre, M. (2019). Linking energy access, gender and poverty: A review of the literature on productive uses of energy. *Energy Research & Social Science*, 53, 170-181.
- Rentschler, J., Kornejew, M., & Bazilian, M. (2017). Fossil fuel subsidy reforms and their impacts on firms. *Energy Policy*, 108, 617-623.
- Sadath, A. C., & Acharya, R. H. (2015). Effects of energy price rise on investment: Firm level evidence from Indian manufacturing sector. *Energy Economics*, 49, 516-522.
- Sánchez Solis, C. (2023). Más allá del Acceso a la Energía: Explorando la Suficienciapara una Transición Energética Justa en Bolivia. Cochabamba: Modelos para la Planificación Energética en Bolivia.
- Sánchez Solis, C. L., Di Betta, P., Andersen, L., Guzman, G., Quoilin, S., & Balderrama Subieta, S. L. (2022). *The Energy Sufficiency Concept and Its Impact on Energy Demand Estimation in Rural Communities from Developing Countries*. Paper presented at the 3rd Latin American Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems.
- Secretaría de Energía (2024). *Balance de Energía Útil Argentina 2022*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Energía.
- Terrapon-Pfaff, J., Gröne, M.-C., Dienst, C., & Ortiz, W. (2018). Productive use of energy—Pathway to development? Reviewing the outcomes and impacts of small-scale energy projects in the global south. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 198-209.
- World Bank (2023). Enterprise Survey Manual and Guide. World Bank. Disponible en: https://www.worldbank.org/content/dam/enterprisesurveys/documents/methodology/Enterprise%20Surveys_Manual%20and%20Guide.pdf