

Capítulo 5

PARAGUAY: TRANSICIÓN ENERGÉTICA, EQUIDAD, POLÍTICA PÚBLICA Y CASOS

Este capítulo se compone de cuatro secciones. La primera presenta el concepto de la transición energética. La segunda, de mayor extensión, trata de la equidad energética y se inicia con el análisis de la Tarifa Social. Sigue con conceptos vinculados con la pobreza, justicia y vulnerabilidad energéticas, y analiza un estudio de caso de pobreza energética. La tercera estudia las micro, pequeñas y medianas empresas, las políticas públicas pertinentes, y su vínculo con la energía. La cuarta y última sección se refiere a las energías renovables no convencionales y las minirredes, y presenta brevemente dos estudios de casos.

Primera sección. Transición energética

5.1. La necesaria transición energética

Las personas son protagonistas de la transición energética, dentro de un complejo contexto. Ese paso implica cambios no solo en cuanto a las tecnologías, sino también en las prácticas sociales y culturales. La transición energética supone una progresión entre un patrón específico preexistente y, a veces, subóptimo, a un nuevo estado (Smil, 2010; Solomon & Krishna, 2011; Szarka, 2016). Además del cambio de un sistema de energía a otro, abarca los resultados de esta transición. Para que el proceso sea exitoso, debe incluir aspectos sociotécnicos y técnico-económicos, estímulos a la innovación y la eficiencia (Silveira & Johnson; Wagner, Grobelski & Harembski, 2016).

Las transiciones ocurren de diferentes modos en distintos contextos. Al modificar patrones tecnológicos y sociales, provocan consecuencias negativas o positivas para distintos sectores sociales. Los avances tecnológicos no conducen necesariamente a un mayor bienestar de la sociedad, como, por ejemplo, en China o en algunos países africanos, con grandes cambios cuyos beneficios no se distribuyen equitativamente (Siciliano *et al.*, 2018).

Los factores que influyen en las transiciones energéticas en los hogares son: a) el nivel de ingreso, b) el nivel de educación, c) las variables demográficas (tamaño y composición del hogar), d) la urbanización (influencia del entorno y acceso a mercados laborales), e) el acceso a la energía (disponibilidad de leña o carbón, electrificación), f) la mejora de la infraestructura (v.gr., de monofásica a trifásica), g) los precios de la energía (asequibilidad) y h) elementos culturales (etnia, condiciones en la región).

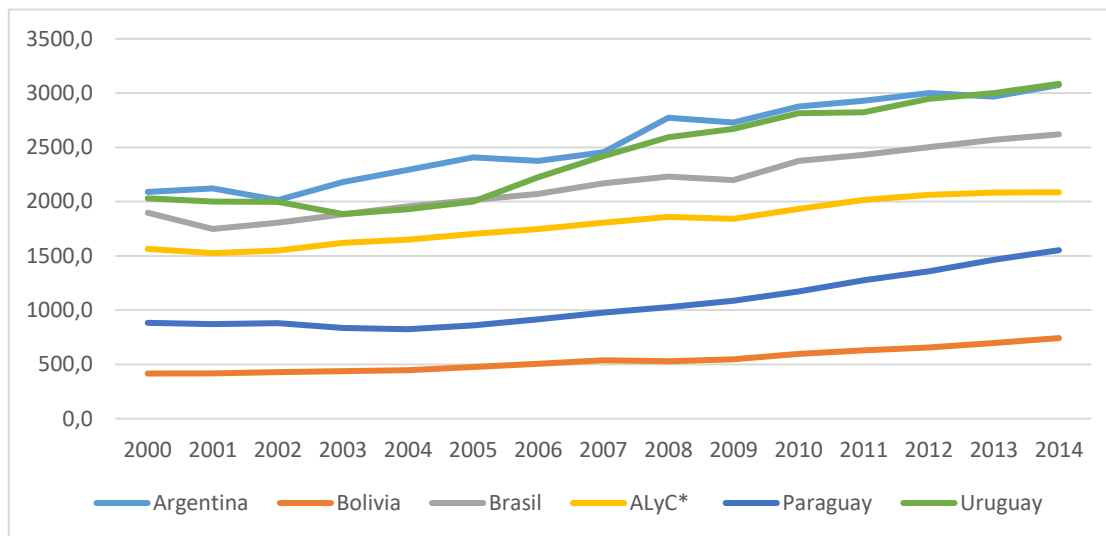
Algunos elementos culturales —preferencias de técnicas de cocción, sabor buscado de alimentos, hábitos culinarios— son difíciles de capturar teórica y cuantitativamente. Para impulsar la transición energética, la política y los programas energéticos no pueden limitarse a los aspectos económicos y técnicos, deben abarcar toda la complejidad de sus factores.

5.2. La transición socio-energética en la perspectiva del consumo

El consumo de electricidad per cápita mantuvo un sostenido avance en Paraguay, sobre todo en la última década, pero aún no logró superar los 2000 kWh anuales por habitante, salvo en la capital y en los departamentos de Amambay y Boquerón. Este indicador mantiene valores inferiores al del promedio de América Latina y el Caribe, y solo Bolivia registra consumos per cápita inferiores entre los países de la región.

Gráfico N.º 5.1.

Evolución del consumo de energía eléctrica per cápita en kWh en países seleccionados (2000-2014).



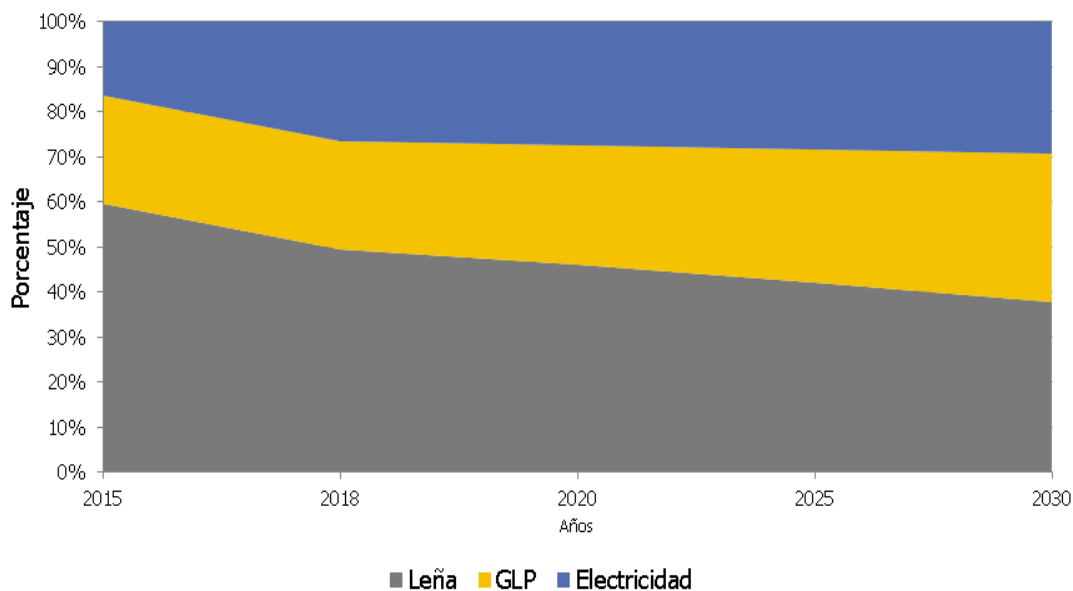
Fuente: Procesamiento propio, según datos del Banco Mundial, 2019.

Nota: *ALyC, excluidos altos ingresos.

Una proyección de la demanda residencial en el futuro, sin nuevas políticas energéticas públicas y tomando como base el año 2015, mostró que el patrón de consumo energético para la cocción apenas cambiaría en el país, en el 2030. (Balbuena y Valdez, 2013). Es decir, la gran dependencia de biomasa para la cocción de alimentos estaría ligada a la ausencia de políticas inductivas (de promoción o desaliento) que incidan directamente en los consumidores.

Gráfico N.º 5.2.

Paraguay, proyección al 2030 del uso de combustibles para cocción, por tipo



Fuente: Balbuena y Valdez, 2013.

Este escenario tendencial cambia si el Estado implementa instrumentos destinados a lograr: a) el reemplazo progresivo de braseros por cocinas eficientes, b) la sustitución progresiva de tecnologías (artefactos) y fuentes energéticas de cocción de alimentos (de biomasa a GLP; de GLP a electricidad; y de electricidad a electricidad eficiente). De aplicarse adecuadamente estas medidas públicas —en líneas estratégicas sucesivas—, habría una participación importante de otras fuentes —GLP, electricidad— en el 2030.

Segunda sección. Equidad, pobreza, justicia y vulnerabilidad energéticas

5.3. Equidad energética y Tarifa social

La forma en que las personas emplean diversos tipos de energía —electricidad, biomasa, combustibles fósiles, etc.— responde a condiciones económicas, pero también a prácticas socioculturales. Los sistemas de energía son sistemas sociotécnicos, por lo que, al analizar el consumo de energía por las personas, las dimensiones sociales son imprescindibles (Llamosas *et al.*, 2018).

Una definición de equidad energética «se refiere a asegurar que toda la población tenga acceso físico a los energéticos comerciales, al igual que acceso económico, es decir, asegurar costos que permitan precios accesibles a toda la población» (Mulás, 2019). Esta base permite comenzar con el acceso físico, mientras que el económico se halla presente en mayor grado en otros conceptos como los de pobreza, justicia y vulnerabilidad energéticas.

El acceso a la energía suele definirse en alternativas dicotómicas: si el hogar accede o no a la infraestructura física —o red— de provisión de energía eléctrica. La medida usual es la tasa de electrificación, o proporción de hogares que son abastecidos por la red eléctrica pública.

La tasa de población con acceso a la red —99,5 %—, algo mayor en áreas urbanas que en rurales, sitúa al Paraguay por encima del promedio mundial de 84% de cobertura eléctrica, pero unas décimas por debajo de la mayoría de los países latinoamericanos que ya alcanzaron la universalidad de este servicio.

Otras cifras señalan los matices de esta tasa nacional. Cerca del 14% de las pérdidas totales del Sistema Interconectado Nacional (SIN) obedece a cuestiones no técnicas, asociadas con conexiones clandestinas. Un estudio, en el área metropolitana de Asunción, registró una quinta parte de los hogares de un asentamiento sin medidor eléctrico, es decir, que carecían de conexión legal o simplemente no accedían a la red de electricidad (Llamosas *et al.*, 2018). Que un hogar se encuentre dentro del área de cobertura de la red eléctrica resulta una condición necesaria, pero insuficiente, para el disfrute de los servicios energéticos.

Otros indicadores complementan el de la tasa de electrificación: la proporción de hogares que utiliza fuentes modernas de energía para cocinar, el consumo de energía per cápita (en kTep) y, en particular, el de electricidad (en kWh). Un quinquenio atrás, los niveles de consumo de electricidad del Paraguay alcanzaban la mitad del promedio mundial, situándose entre los más bajos de América del Sur (World Bank, 2019).

La correlación del IDH con el consumo anual de electricidad per cápita, en sesenta países (que suman el 90 por ciento de la población mundial), indica que el desarrollo humano alcanza un valor máximo con un consumo de 4.000 kWh per cápita (Pasternak *et al.*, 2007). Otros autores estiman que un consumo anual de 2.000 kWh por persona permitiría niveles mínimos aceptables de desarrollo humano (Goldemberg *et al.*, 2010).

Estudios del GISE proponen una definición de acceso que trasciende el convencional, empleando los criterios de calidad y desarrollo humano. Es la «capacidad para realizar funciones esenciales como resultado directo o indirecto de un acceso suficiente a servicios de energía asequibles, confiables y seguras» (Llamosas *et al.*, 2018).

Respecto a la asequibilidad, si bien Paraguay mantiene tasas de acceso a la electricidad cercanas a la universalidad, los gastos de energía son importantes para los hogares, y no solo para aquellos bajo el nivel de pobreza (BID & OLADE, 2018). Aunque las tarifas residenciales del país son bajas respecto a la región, el peso del gasto energético en los egresos totales del hogar resulta alto: el estudio de caso en el asentamiento Carmen Soler, de Limpio, Dpto. Central, detectó falencias graves de asequibilidad de la energía. Un energético que incide grandemente en los egresos familiares era el carbón, utilizado para cocinar (Llamosas *et al.*, 2018).

5.4. Tarifa social para la inclusión

La tarifa social (TS) integra una política pública que busca el acceso a la energía por familias de menores recursos, reduciendo los costos del servicio, según criterios determinados. Es un subsidio directo y efectivo, en cuanto que llega a la vivienda sin otras intermediaciones, aunque con ciertos condicionamientos: estar en rangos de consumo de kilovatio hora (kWh) por mes, y requisitos administrativos.

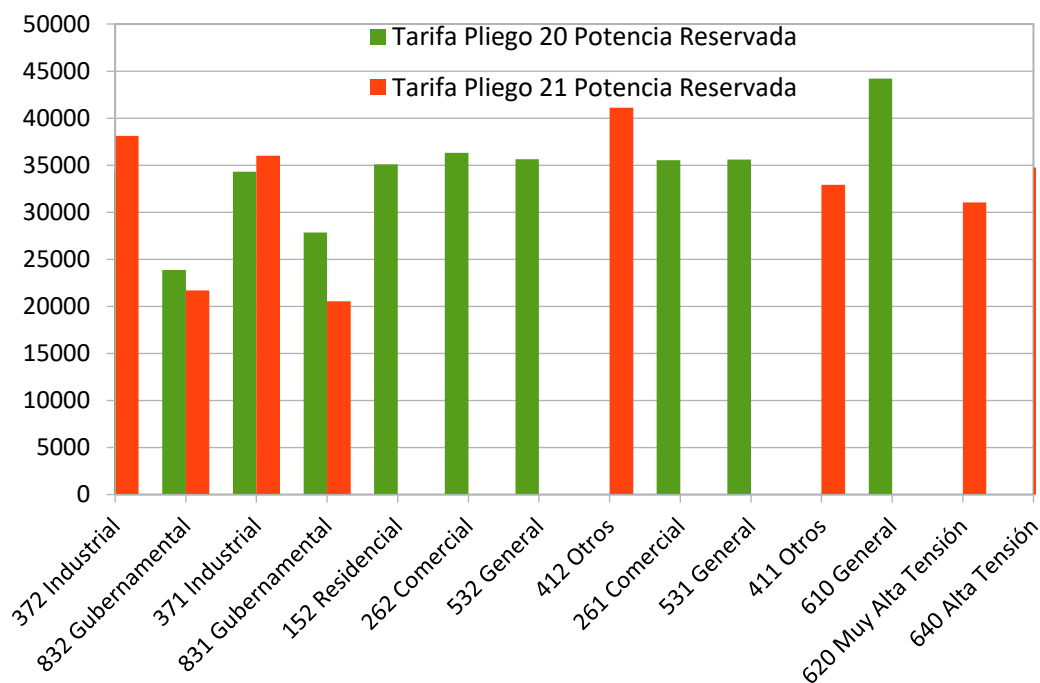
Según el Decreto N.º 6474, del 20 de abril de 2011, los subsidios «son escalonados y crecientes cuando menor sea el consumo, de 25% cuando el consumo es entre 201 kWh/mes hasta 300 kWh/mes, de 50% cuando el consumo es entre 101 kWh/mes hasta 200 kWh/mes y de 75% cuando el consumo es entre 1 kWh/mes hasta 100 kWh/mes (...)». Estas tarifas se basan en la Ley N.º 3480/2008.

Los requerimientos técnicos son conexión monofásica y llave limitadora de 16 amperes y en baja tensión, según el Pliego de la ANDE del 2017. Esto impide usar ducha eléctrica, o regadera eléctrica, que supera la intensidad eléctrica máxima (alcanza 25 amperes en el modo invierno), fomentando el uso del calefón o del termotanque.

La TS se instaló como política pública relevante en 2003. En el 2004 se promulga la Ley N.º 2501 y desde el 2008 entra a regir la Ley N.º 3480. La TS en 2009 alcanzaba a 294.000 beneficiarios, que en 2017 cayeron a 273.000. Posteriormente, el Pliego N.º 20, de mayo de 2005, fue corregido por el Pliego N.º 21, de marzo de 2017, que fue actualizado en octubre de 2019. Con el nuevo pliego, la ANDE aplica una tarifa creciente a los usuarios residenciales conectados a baja tensión. Los usuarios de media tensión pagan una tarifa prácticamente igual a los conectados a baja tensión que consumen hasta 50 kWh¹.

Gráfico N.º 5.3.

Potencia reservada en media, alta y muy alta tensión. Pliegos N.º 20 y 21, en $\text{G}/\text{kW}/\text{mes}$.



Fuente: Fuente: ANDE, Pliegos tarifarios 20 y 21, 2017.

Los subsidios tarifarios a sectores altos fueron reducidos, pero no eliminados con el nuevo pliego, lo que atentaría contra la normativa vigente, según la cual las tarifas deben

¹ Los costos de abastecimiento en una línea de media tensión son relativamente inferiores a los de un usuario conectado a baja tensión.

fijarse para producir ganancia. El subsidio para sectores de bajos ingresos suma montos pequeños, pero causa gran impacto en poblaciones de limitados ingresos. El Pliego N.º 21 conserva la categoría 141 de la Tarifa Social, manteniendo las franjas de consumo con sus correspondientes descuentos tarifarios, regido por la Ley N.º 3480/2008.

Como otros programas sociales, el de tarifa social conlleva los riesgos de desvíos de inclusión (beneficia a quienes no debe) y de exclusión (no llega a quienes debe beneficiar). En teoría, los hogares paraguayos con Tarifa Social son exclusivamente los de bajos ingresos. El cuadro N.º 5.1. ilustra la tasa de población y de hogares en situación de pobreza: el porcentaje de población pobre es superior al de hogares pobres, debido a que estos albergan más personas que los hogares no pobres.

Los datos prueban la existencia de problemas de inclusión y exclusión, al comparar la cantidad de hogares pobres con la de hogares-usuarios con Tarifa Social, que se asume están en condición de pobreza. En el 2017, la distribución departamental de la tarifa social era desigual. Ese año se listaban 377.872 hogares pobres (según la DGEEC) y 290.592 hogares (presumiblemente pobres) con Tarifa Social de la ANDE, el 87,34% de aquellos². Es decir, de cada diez hogares pobres, menos de nueve cuentan con esta tarifa. De las 16 unidades departamentales comparables, se encuentran 11 sin cobertura plena y 5 con cobertura mayor a la pertinente. Esto implica errores de exclusión e inclusión, respectivamente.

Hay mayor cantidad de hogares con Tarifa Social que hogares pobres en San Pedro (106,0%), Guairá (108,5%), Paraguairí (111,7%), Misiones (137,4%) y Ñeembucú (139,6%). En Misiones y Ñeembucú, se trata ya de 2 de cada 7 hogares que no deberían, en principio, acceder a la Tarifa Social y que, sin embargo, se benefician de ella.

Respecto a los errores de exclusión, existen marcadas brechas que van del 29,7% de hogares con cobertura de TS en Central, al 89,5% en Caazapá. El departamento de menor cobertura (o mayor exclusión) es Central, con un solo hogar con Tarifa Social de cada tres

² Se usa la estadística de la Unidad de Territorios Sociales, desglosada por Departamento, que difiere de los datos de la Memoria ANDE 2017 (según esta, hay 243.023 clientes en Tarifa Social), que carece de desglose de datos por departamento.

hogares en condición de pobreza. En el otro extremo está Caazapá, con mínima tasa de exclusión (menos de 2% de hogares pobres sin cobertura de esta tarifa).

Cuadro N.º 5.1.

Hogares (total y pobres), población pobre y Tarifa Social, por departamentos, ordenados según porcentaje de hogares pobres sin Tarifa Social (2017).

	Hogares Total	Hogares pobres	% Hog. pobres	% Pobl. pobre	Hog. con Tarifa Social (TS)	Hog. pobres sin TS	% Hog. con TS / Hog. pobres
Central	507.122	63.773	12,58	16,18	18.951	44.822	29,72
Alto Paraná	195.639	32.775	16,75	21,36	12.155	20.620	37,09
Pdte. Hayes	29.854	4.862	16,29	28,49	2.257	2.605	46,42
Canindeyú	58.255	16.323	28,02	38,04	11.421	4.902	69,97
Itapúa	159.174	40.850	25,66	33,16	28.859	11.991	70,65
Concepción	60.157	21.987	36,55	43,97	16.610	5.377	75,54
Caaguazú	137.108	49.157	35,85	43,68	40.665	8.492	82,72
Amambay	43.100	5.668	13,15	15,24	5.275	393	93,07
Cordillera	79.688	17.805	22,34	26,9	16.804	1.001	94,38
Asunción	141.485	13.139	9,29	11,59	12.631	508	96,13
Caazapá	49.240	18.724	38,03	46,97	18.435	289	98,46
San Pedro	103.024	39.584	38,42	43,59	41.961	-2.377	106,00
Guairá	59.830	17.739	29,65	33,88	19.241	-1.502	108,47
Paraguarí	68.627	21.374	31,15	35,82	23.884	-2.510	111,74
Misiones	36.048	8.075	22,4	27,48	11.097	-3.022	137,42
Ñeembucú	28.640	6.037	21,08	24,23	8.427	-2.390	139,59
Boquerón	sd	sd	sd	21,46	929		
Alto Paraguay	sd	sd	sd	46,47	990		
Total	1.756.991	377.872	21,51	26,4	290.592	87.280	87,34

Fuente: Elaboración propia con base en la EPH 2017 y *Memoria de la ANDE 2017* (datos de la Unidad de Territorios Sociales).

Se diferencian tres segmentos, según los niveles de cobertura: el primero está constituido por departamentos con una cobertura de la Tarifa Social que no alcanza a la mitad de los hogares en condición de pobreza: Central, Alto Paraná y Pdte. Hayes. Los dos primeros pertenecen al área metropolitana de Asunción, en sentido amplio, y el tercero es el más dinámico del Este, en población y economía, Alto Paraná. Al mismo tiempo, mantienen menores tasas de población en condición de pobreza (de 12,6% a 16,8%).

El segundo segmento abarca aquellos en los que la cobertura de la Tarifa Social —en relación con los hogares pobres— es mayoritaria, aunque no óptima: cubre entre dos tercios y tres cuartos de los hogares pobres. Son Canindeyú (70,0%), Itapúa (70,6%), Concepción (75,5%) y Caaguazú (82,7%), con un tercio o más de su población en condición de pobreza.

Finalmente, el tercer segmento reúne a Amambay (93,1%), Cordillera (94,4%), Asunción (96,1%) y Caazapá (98,5%), que se acercan a la cobertura plena. Su tasa de población pobre es variable, en Asunción y Amambay va de 1 a 2 hogares de cada 8, en el caso de Cordillera son el cuarto del total de hogares, mientras en Caazapá alcanza la mitad.

Según la *Memoria Anual 2017* de la ANDE, el costo del subsidio de la Tarifa Social alcanzó aquel año G 56.456 millones. Como el total facturado a nivel país (sin la exportación) fue de G 4.018.983 millones, el subsidio de la TS representa el 1,4% del importe facturado, una tasa ínfima. Además, este subsidio es pagado por el Impuesto al Valor Agregado (IVA) que recauda la ANDE, sin restar recursos directos a esta administración.

La tarifa social beneficia tanto a la sociedad como al sector energético, porque: a) contribuye al cumplimiento de derechos garantizados constitucionalmente a las personas; b) posterga onerosas inversiones en el presente e incide sobre las del futuro cercano; c) reduce el consumo de energía no facturada de sectores pobres y no pobres; lo cual contribuye a la formalización, permitiendo proyectar cargas y mejorar la calidad del servicio.

El acceso a esta tarifa es indicador de una mejor calidad de vida de las personas con menores recursos socioeconómicos. Aunque persisten barreras técnicas, sociales (pobreza y desconocimiento de derechos por personas en condición de pobreza), operativas (distancia entre clientes y centros de distribución, con subestaciones y transformadores de distribución que inciden en los costos del mantenimiento y lectura de medidores y cobros) y étnicas (en el caso de poblaciones indígenas). Estas barreras, a menudo, actúan en forma combinada.

Obstaculizan —y hasta impiden— el ejercicio efectivo de Derechos Humanos establecidos y garantizados por la Constitución de Paraguay y por Tratados firmados y ratificados por el país.

La Tarifa Social contribuye, paralelamente, a la eficiencia energética —genera una señal económica positiva— y a la justicia tarifaria, porque paga más quien más consume, sobre todo si no genera empleo ni valor agregado. Estas políticas mejoran la sostenibilidad social, ambiental e incluso macroeconómica, postergan inversiones, y permiten optimizar la adquisición de potencia contratada de Itaipú.

El Decreto N.º 6377, del 31 de marzo de 2011, «Por el cual se crea el Comité Nacional de Eficiencia Energética», dio lugar al Plan Nacional de Eficiencia Energética en 2015. La política global se afianzó con el Decreto N.º 6092, del 10 de octubre de 2016, «Por el cual se aprueba la Política Energética de la República del Paraguay» y un conjunto de ejes temáticos o líneas estratégicas, como planes de acción.

En términos generales, mejorar la eficiencia requiere formalizar a familias hoy «enganchadas», que consumen energía sin pagarla, y aumentar sustancialmente el ingreso de usuarios que cumplen con los requisitos técnicos para la aplicación de la Tarifa Social, de modo a contribuir a la eficiencia energética y a una mayor equidad y sostenibilidad. Recientemente, se han dado proyectos y debates sobre la tarifa social, aunque no precisamente con este nombre.

5.5. El concepto de Pobreza energética

La accesibilidad a la energía de calidad de la población bajo niveles de pobreza requiere indicadores distintos al de la tasa de cobertura eléctrica o de electrificación. Los estudios sobre pobreza energética (PE) señalan las complejidades subyacentes al acceso a estos servicios (Boardman, 1991). Los elementos que definen la PE no son universales, varían según las características del territorio (condiciones geográficas y climáticas) y de la sociedad estudiada (condiciones socioeconómicas, culturales, etc.) (Scarpellini, Rivera-Torres, Suárez-Perales y Aranda-Usón, 2015).

En una acepción básica, la PE es la situación de una familia que gasta más del 10% de sus ingresos en energía (Boardman, 1991). Otra asocia la PE con carencias del servicio y tipo de combustibles para cocinar: el PNUD (2006) la define como «la incapacidad de cocinar con combustibles modernos y la falta de un mínimo de iluminación eléctrica para leer o para otras actividades domésticas y productivas al atardecer».

Esta perspectiva es utilizada por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) y otros organismos multilaterales, para los cuales la PE consiste en la falta de acceso a la electricidad y la dependencia de los combustibles de biomasa tradicionales para cocinar (Sovacool *et al.*, 2012).

Ciertos autores emplean un enfoque de capacidades humanas, asociando el consumo de energía del hogar con el bienestar. Definen la PE como la «incapacidad para realizar capacidades esenciales, como resultado directo o indirecto de un acceso insuficiente a servicios de energía asequibles, confiables y seguros» (Day *et al.*, 2016).

En América Latina este concepto considera especificidades culturales y sociales, ausentes en las definiciones anteriores (Pachauri y Spreng, 2004). Para Groh (2014), existe una «penalidad» asociada a la PE: las personas más pobres tienden a gastar más en servicios de energía respecto a sus ingresos totales que las personas más ricas. Otro tanto sucede con el consumo de alimentos: a mayor pobreza, los hogares gastan mayor proporción del ingreso en este rubro.

Los hogares privados de calidad de servicio energético gastan más dinero en energía, en relación con sus ingresos totales, que aquellos que disfrutan de una mejor calidad de este servicio. El gasto es relativamente mayor para los hogares sin conexión a la red, aunque aquellos con acceso a la red sean en promedio más ricos en activos; por lo tanto, se espera que gasten más en energía.

Los hogares con Pobreza Energética no pueden decidir entre una gama suficiente de servicios de energía adecuados, confiables, ambientalmente sostenibles y de calidad, que apoyen el desarrollo humano y económico de sus miembros. Tanto las necesidades como los posibles modos de satisfacerlas deben ser contextualizadas para cada población, territorio, tiempo y condiciones socioculturales específicas (Urquiza *et al.*, 2017).

5.6. Pobreza energética en el Paraguay

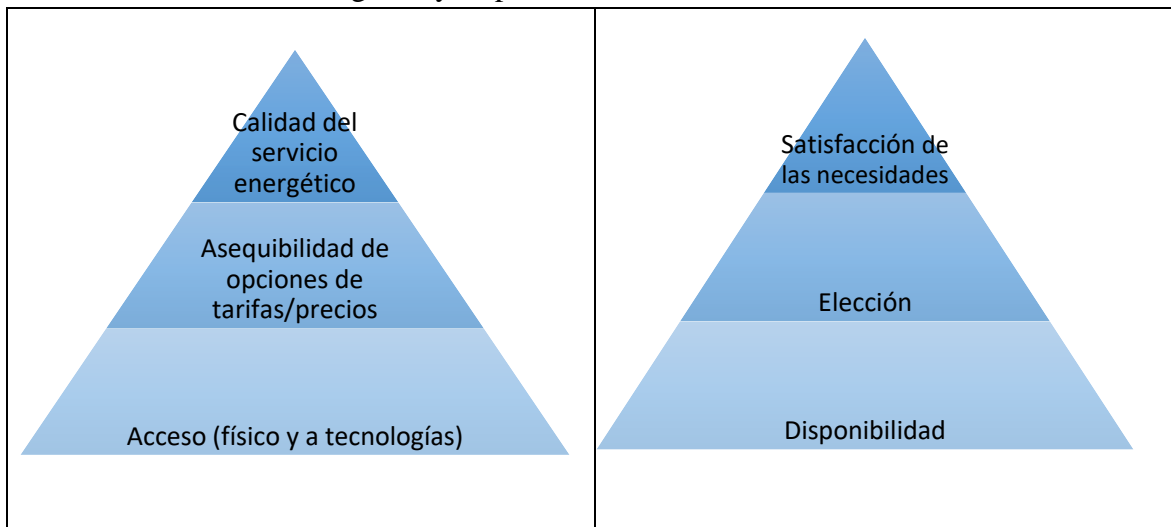
La Pobreza Energética no recibió suficiente atención en Paraguay, quizá porque resulta difícil asociar la abundancia de energía producida con esta forma de carencia. Sin embargo, el consumo promedio de electricidad per cápita del país está por debajo de la media regional (BID-PNUD, 2018), y más del tercio de su población depende de la biomasa sólida para cocinar (DGEEC, 2017). Parte de los hogares paraguayos aún carece de acceso igualitario y de calidad a los servicios de energía modernos, lo que es parcialmente atribuible a brechas en el poder adquisitivo (GNESD, 2015).

Según datos de la Encuesta Permanente de Hogares (DGEEC, EPH 2017), el 47,2% de los hogares cuenta con horno eléctrico. Pero la tasa de aquellos que usan electricidad como combustible principal para cocinar era de apenas 9,43% en el 2016 (VMME-MOPC, 2018). En América Latina, dos tercios (el 67,5%) de la población usa GLP (gas natural) en la cocción, un 1,6% usa electricidad con ese fin, y solo un 12% emplea combustibles sólidos (carbón, leña, etc.) (IEA, 2017).

Si se consideran los tres elementos de la pirámide de PE, Paraguay cuenta con una tasa de electrificación casi universal (acceso), una de las tarifas eléctricas más bajas del Mercosur (Osinergmin, 2019) y el subsidio de la tarifa social (asequibilidad). Es el elemento de la calidad el que registra más carencias, sobre todo en el tipo de combustible para cocinar, crucial para la satisfacción de las necesidades de nutrición y salud.

Gráfico N.º 5.4.

Pirámides de Pobreza Energética y Capacidades



Fuente: Llamosas *et al.*, 2018.

La pirámide de la izquierda ilustra los tres criterios principales de la PE —acceso, asequibilidad y calidad— y la de la derecha, las capacidades humanas relacionadas: disponibilidad, elección, satisfacción de necesidades. El acceso físico y a tecnologías habilita la disponibilidad de opciones de combustibles; la asequibilidad en las opciones de uso (en tarifas/precios) posibilita elegir el servicio energético; y la calidad del servicio energético materializa la satisfacción de las necesidades energéticas del hogar.

La calidad del servicio energético permite —bajo el lema de «cocina limpia», *clean cookstoves*— satisfacer las necesidades de nutrición y salud. La quema de biomasa sólida en cocinas ineficientes, y/o en espacios sin ventilación, produce monóxido de carbono y partículas contaminantes del aire. Esta contaminación provoca infecciones respiratorias agudas en niños y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas en adultos.

Otro beneficio de la «cocina limpia» es el tiempo ahorrado en la recolección de leña y la previsibilidad, considerando la creciente escasez de esta fuente de energía en el país. Resulta entonces crucial romper la dependencia de hogares paraguayos de la biomasa, tanto para reducir el tiempo dedicado a la recolección de combustible como para mejorar la salud (IBD - UNDP, 2018; European Commission / E-Mindset, 2010).

5.7. El concepto de Justicia energética

El concepto de Justicia Energética (JE), de creación reciente, y aún en debate, puede complementar al de Pobreza Energética. La definición más usada abarca dos criterios: «1) un sistema energético global que difunde de manera justa tanto los beneficios como los costos de los servicios energéticos, y 2) uno que contribuye a una toma de decisiones más representativa e imparcial sobre la energía» (Sovacool *et al.*, 2016).

En general, la JE implica respetar los derechos humanos universales y garantizar el derecho de cada persona al nivel de energía requerido para alcanzar un mínimo de bienestar (Islar *et al.*, 2019). Es una herramienta conceptual para los expertos en ética, una herramienta analítica para investigadores de la energía, y una herramienta de toma de decisiones para los responsables políticos (Sovacool y Dworkin, 2015).

Cuatro de las ocho dimensiones propuestas por estos autores — Disponibilidad, Asequibilidad, Sustentabilidad y Equidad Intrageneracional— podrían ser empleadas en estudios piloto sobre la Justicia Energética en Paraguay. La Disponibilidad significa que las personas merecen opciones suficientes de recursos energéticos de alta calidad; la Asequibilidad, que todas las personas, incluidas las más pobres, no deben pagar más del 10% de sus ingresos por servicios de energía; la Sustentabilidad, que el uso general de los recursos energéticos no debe conducir a su agotamiento o destrucción; y la Equidad intrageneracional, que a todas las personas les asiste el derecho (en un tiempo dado) a acceder equitativamente a los servicios energéticos.

Con este instrumental teórico, pueden iniciarse acciones piloto en asentamientos periurbanos y rurales. Tras analizar los efectos, estas acciones se replicarían en otras comunidades con PE del país. A medida que se diseñan y ejecutan estas acciones, investigadores y formuladores de políticas tendrían oportunidad de evaluar la idoneidad de los programas destinados a enfrentar la pobreza energética, y prever problemas de justicia energética que surjan en su implementación.

5.8. El concepto de Vulnerabilidad energética

Otro concepto va más allá de las situaciones de pobreza energética y define el riesgo de caer en ella: la vulnerabilidad energética (VE). En general, la vulnerabilidad es la inhabilidad de los individuos o grupos de responder, recuperarse o adaptarse a presiones externas que afecten su bienestar y sus medios de supervivencia (Berry *et al.*, 2016).

La VE es entendida como «la predisposición del hogar a encontrarse incapacitado de mantener un nivel de servicios energéticos necesarios». Está ligada al concepto de PE, ya que analiza las condiciones que conducen a la situación de pobreza energética. Ciertos hogares o comunidades pueden salir del rango de PE a través de programas estatales, variaciones del costo de un servicio energético, o cambio de prácticas de uso. Y a la inversa, otros que aún no sufren PE corren riesgo de caer en ella, por razones similares. Si la pobreza energética es un estado en el tiempo, la vulnerabilidad es una tendencia o riesgo de caer en ese estado.

El acceso a servicios energéticos permite realizar funciones con las que se alcanzan los estados deseados (Fell, 2017), potenciando las capacidades humanas. La secuencia es la siguiente: las Fuentes energéticas (electricidad, energía calórica de la biomasa o derivados de petróleo, energía motriz, etc.) posibilitan diversos Servicios energéticos (iluminación, refrigeración/calefacción, cocción de alimentos, desplazamientos o transporte, etc.). A su vez, estos servicios permiten alcanzar Capacidades a las personas (mantenimiento de buen estado de salud, educación, confort térmico, movilidad, etc.) (Malakar, 2019).

Un factor externo de la VE es la escasa disponibilidad de transportadores de energía para satisfacer las necesidades del hogar (Acceso). Otros factores, de carácter externo e interno a la vez, son la alta proporción del costo de la energía/los combustibles sobre el ingreso de los hogares, la baja inversión estatal en infraestructuras energéticas (Asequibilidad); y el desconocimiento de programas de apoyo o de formas más eficientes de usar la energía (Prácticas).

Entre los factores internos se listan la incapacidad de los hogares de pasar a tipos de fuentes energéticas más apropiadas a sus necesidades (Flexibilidad); las altas pérdidas de energía útil durante las conversiones de energía en el hogar (Eficiencia energética); y la divergencia entre los requisitos energéticos del hogar y los servicios de energía disponibles,

por razones socioculturales, económicas o de salud (Necesidades). (Bouzarovski *et al.*, 2014).

Parte de la población enfrenta restricciones a la hora de moverse, por infraestructura deficiente, escasez de combustibles o incapacidad de costear los desplazamientos. Muchos hogares o individuos en situación de pobreza energética carecen de medios o alternativas suficientes para desplazarse de modo eficiente o rápido. Las comunidades rurales o periurbanas deben vencer obstáculos para acceder a los núcleos urbanos, donde se concentran los servicios (Sovacool *et al.*, 2012).

En estos casos, los hogares son muy vulnerables a los incrementos en el costo de los combustibles o de los pasajes. Debe tomarse en cuenta que la movilidad proporciona a las personas mayores oportunidades para acceder a servicios de salud, a mercados de precios más convenientes y a una mayor gama de la oferta educacional y de empleo (Sovacool *et al.*, 2012).

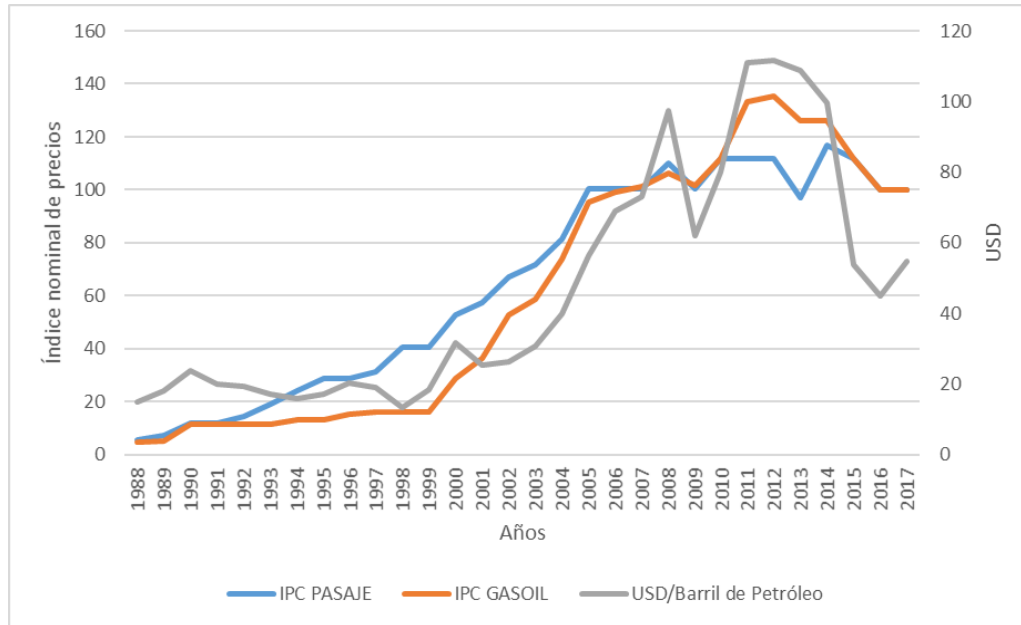
En Paraguay, el crecimiento de la clase media y el mayor acceso a bienes de consumo impulsó un auge extraordinario del parque automotor (Ortiz *et al.*, 2017). Las crecientes tasas de motorización conllevaron cambios en las prácticas de desplazamiento y movilidad de la población, debido tanto a los patrones dispersos de ubicación en el área metropolitana (con servicios de transporte público menos frecuentes), como al incremento del poder adquisitivo y de la oferta de locomoción privada, y al deterioro de la calidad del transporte público.

La fluctuación de precios de los derivados de petróleo influye en la economía del país, y uno de los sectores más afectados es el transporte (MOPC, 2016). Como el 36,6% de la tarifa técnica del transporte público deriva del combustible, estas fluctuaciones inciden directamente en el precio del pasaje pagado por los usuarios (VMT, 2018). Cerca del 28% del costo total de la propiedad de los vehículos particulares obedece también a gastos en combustible (CRECE, 2019).

Debido al peso del costo de combustibles/pasajes respecto al total de egresos del hogar, aun las pequeñas variaciones de precios pueden empujar a los hogares a una situación de vulnerabilidad. Esto empeora cuando las fluctuaciones son bruscas —inesperadas e importantes—, mientras otros gastos fijos —pagos de telefonía celular o de alimentos— se mantienen bajo relativo control de los hogares.

Gráfico N.º 5.5.

Variación de Índice nominal del Precio del pasaje, gasoil y petróleo (1989-2017)



Fuente: BCP, 2019 a.

A corto plazo, las bruscas variaciones en los costos de combustibles y/o pasajes no pueden ser acompañadas por cambios de comportamiento en los patrones de movilidad o desplazamiento, debido a la ausencia de opciones. En respuesta, los hogares deben disminuir otro tipo de gastos, muchas veces esenciales (Boardman, 2010).

En el estudio de caso del asentamiento Carmen Soler, se analizaron los ingresos mensuales de cada hogar encuestado. Dos quintas partes de los hogares encuestados tenían un ingreso mensual promedio igual o inferior al 28,4% del SML. Al incluir entre servicios energéticos los de movilidad y transporte, siete de cada diez hogares padecían de Pobreza Energética.

5.9. Estudio de caso: el asentamiento Carmen Soler

Un estudio en la comunidad periurbana Carmen Soler propone una aproximación conceptual para caracterizar la PE en el contexto nacional. Detecta los impactos sociales del acceso a la

energía, con métodos que podrían replicarse en análisis posteriores a nivel rural y nacional. Emplea un enfoque de calidad similar al propuesto por el PNUD (2016), en lo referente a la utilización de combustibles modernos para cocinar.

El enfoque de la pobreza energética permite aproximarse a las condiciones de vida y a las formas de energía utilizadas por las personas en sus hogares y comunidades. Con la urbanización sostenida y la persistente pobreza, la Región Metropolitana de Asunción alberga numerosos asentamientos precarios. Carmen Soler es uno de ellos, ubicado en las afueras de la ciudad de Limpio —27 km al noreste de Asunción—, en el Departamento Central. La población de todo el Departamento era estimada, en 2017, en 2.072.073 personas, 83,86% de las cuales residían en áreas urbanas.

Se trata de un espacio marcado por la concentración y la precariedad urbana: en el 2017, en el Departamento Central existían 196 asentamientos, con un total de 20.324 viviendas. Habitan estos asentamientos unas 91.000 personas, 4,9% de la población total del departamento (Galeano Monti, 2017). El Relevamiento de Asentamientos Precarios (RAP), en distritos del Área Metropolitana de Asunción, registró un quinquenio atrás unos 405 asentamientos precarios, que albergaban 38.179 familias (RAP, 2015).

Carmen Soler tiene características similares a los asentamientos descritos por esos estudios: altas tasas de desempleo, pobreza, precariedad de las viviendas y de los caminos, y adicción juvenil a drogas. Ocurrieron allí intervenciones públicas y privadas de formalización de la infraestructura y las conexiones eléctricas entre el 2007 y el 2012 por la Secretaría Nacional de la Vivienda y el Hábitat (SENAVITAT) —hoy Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat (MUVH)— y la ONG Techo Paraguay.

Se administró allí una encuesta no representativa a 79 hogares sobre: a) aspectos socioeconómicos del hogar —infraestructura de vivienda, número de habitantes y sus roles, ingresos totales—; b) energéticos, consumo de energía, según distintas fuentes (electricidad, biomasa, hidrocarburos), sus usos (iluminación, cocción, refrigeración, etc.) y artefactos del hogar (electrodomésticos, cocinas, bombillas, etc.). Se inquirió también sobre la movilidad de los habitantes, en medios propios (automóviles, motocicletas, etc.) o de transporte público. E incluyó preguntas sobre la percepción de los pobladores respecto a la eficiencia energética

en la iluminación y cocción de alimentos, y su nivel de satisfacción del servicio de electricidad (Llamosas *et al.*, 2018).

En cuanto al acceso a la infraestructura, todos los hogares del asentamiento cuentan con entrada a la red eléctrica pública; aunque solo cuatro de cada cinco hogares encuestados declararon contar con un medidor de la ANDE. Esto implica que una quinta parte de las viviendas estaría conectada ilegalmente, o en situación irregular, a la red.

Entre los artefactos del hogar, es casi universal el aparato televisor (9,5 de cada diez hogares), proporción apenas inferior al de las viviendas del Dpto. Central (EPH-DGEEC, 2018). La posesión de termocafón es ínfima —solo dos viviendas de las 79 encuestadas—, aunque la tasa departamental es también muy baja, 7,2%.

Tres de cada diez hogares poseen horno de microondas, tasa algo menor a la departamental, de 38,4%. La brecha más visible se da en la posesión de un artefacto de confort, el aire acondicionado: un tercio de las viviendas del asentamiento cuenta con, al menos, un aparato, mientras la tasa de las que en Central disponen de ese bien es de 56,7%.

Un tercio de las viviendas del asentamiento Carmen Soler declaró poseer un horno eléctrico, y tres de cada diez, uno con placa eléctrica (horno pequeño a inducción, con placa superior de cocción eléctrica). Estos datos de electrodomésticos en el hogar no condicen con el de fuentes de energía usadas, al comparar el acceso y disponibilidad de recursos tecnológicos con el combustible usualmente empleado para la cocción.

El componente del segundo escalón de la pirámide es la asequibilidad, considerada en tres indicadores: 1) el hogar que destina más del 10% de sus ingresos a servicios de energía; 2) la facilidad de pago a tiempo y 3) la proporción de hogares beneficiados por el subsidio a la electricidad.

1) PE según gastos en energía mayores al 10% de ingresos

Para evaluar el peso de gastos en energía respecto al total de ingresos del hogar, se preguntó cuánto paga una familia en la factura de la electricidad, en gas licuado de petróleo (GLP) y en carbón vegetal. A la leña, sin precio de compra, se imputó valores al tiempo empleado por miembros del hogar en su recolección.

Se crearon dos estratos de ingresos mensuales: de 400.000 a 2.400.000 guaraníes, es decir, desde una quinta parte del salario mínimo legal³ hasta 1,2 veces ese SML del 2018 (52 hogares, dos tercios de los encuestados); y de 2.400.001 a 7.400.000 guaraníes, o sea, desde 1,2 salarios mínimos hasta 3,6 SML (27 casos, un tercio). La tasa de cambio empleada fue de 5.842 guaraníes por 1 USD, en diciembre de 2018.

Cuadro N.º 5.2.

Gastos promedio mensuales en factura de electricidad (ANDE) según ingresos del hogar, Carmen Soler (2017)

Rango de ingresos del hogar	Egresos en factura de la ANDE		Total de hogares
	Hasta 110.000	De 110.001 a 770.000	
De ₡ 400.000 a 2.400.000	33	19	52
De ₡ 2.400.001 a 7.400.000	15	12	27
Total de hogares	48	31	79

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

Casi dos tercios de los hogares de menores recursos (1,2 SML o menos) gastaban al mes hasta ₡ 110.000 de sus ingresos en electricidad, y algo más de un tercio pagaba facturas de la ANDE desde este monto hasta 770.000 ₡ mensuales. En el estrato de ingresos superiores, la proporción fue de más de dos quintas partes de hogares con altos egresos en electricidad. A más recursos económicos, los hogares tienden a gastar más en este tipo de energía, aunque la proporción de hogares pobres que pagan facturas altas de la ANDE es también considerable.

Pero otras fuentes energéticas pesan también en los gastos hogareños. De hecho, la energía eléctrica no es la principal fuente para la cocción en estos hogares, que emplean una combinación de leña, carbón, gas y electricidad para el efecto. Sumando todos los egresos mensuales en adquisición de energía, las categorías de gastos suben hasta ₡ 280.000 (un 13,7% del SML), y desde esta cifra hasta ₡ 1.120.000 mensuales (un 55% del SML).

³ EL SML estuvo fijado en ₡ 2.041.123, entre julio del 2017 y julio del 2018.

Cuadro N.º 5.3.

Gastos promedio mensuales en energía según ingresos del hogar, Carmen Soler (2017).

Rango de ingresos del hogar	Egresos en energía		Total de hogares
	Hasta ₡ 280.000	De ₡ 280.001 a 1.120.000	
De ₡ 400.000 a 2.400.000	39	10	49
De ₡ 2.400.001 a 7.400.000	19	7	26
Total de hogares	58	17	75*

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

*Se excluyeron del total cuatro hogares, sin datos.

Una quinta parte de los hogares de menos ingresos gasta mensualmente en energía del 14% hasta la mitad del SML. Entre los hogares de ingresos más altos, esa tasa se eleva a 3,7 de cada diez. La asimetría interna en este gasto energético, según ingresos del hogar, es persistente. El siguiente cuadro relaciona la asequibilidad con los niveles de ingreso, considerando no asequible la energía cuando los hogares gastan mensualmente más del 10% de sus ingresos en todas las fuentes (eléctrica, GLP, carbón, leña, etc.).

Cuadro N.º 5.4.

Asequibilidad a la energía según ingresos del hogar, Carmen Soler (2017).

Rango de ingresos del hogar	Asequibilidad a la energía		Total de hogares
	Sin acceso	Con acceso	
De ₡ 400.000 a 2.400.000	19	33	52
De ₡ 2.400.001 a 7.400.000	13	14	27
Total de hogares	32	47	79

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

Según este cruzamiento, dos de cada cinco hogares encuestados del asentamiento gastan mensualmente más —o mucho más— del 10% de sus ingresos en energía, lo que caracteriza la pobreza energética. Esta proporción es más baja en el de hogares con menores

ingresos (algo más de un tercio) que en el de mayores (casi la mitad). En esta situación de PE, los hogares deben ajustar sus gastos privándose de otros bienes y servicios necesarios para una vida digna.

Una de las cargas más pesadas en el presupuesto energético es la compra de carbón vegetal: el gasto mensual promedio en gas licuado de petróleo (GLP) es de ₡ 43.556; el de carbón es ₡ 105.000 guaraníes; mientras el de electricidad resulta, en promedio, ₡ 137.942.

La tasa de Pobreza Energética se agrava considerablemente al incluir dentro de los costos energéticos el del transporte y movilidad. Al gasto de fuentes de energía usadas dentro del hogar, deben agregarse los de movilidad: los de combustibles para las motos o automóviles, y los de pasajes en el transporte público.

La movilidad en vehículos propios o en transporte público supone grandes diferencias de egresos: incluso cuando los hogares cuentan con móviles propios, no los emplean cotidianamente, o combinan ambos medios, según su disponibilidad de ingresos y los costos. Empleando similar criterio para evaluar la PE (más de 10% de sus ingresos en gastos de movilidad), se obtienen los siguientes resultados:

Gráfico N.º 5.5.

Cantidad de hogares con PE según tipo de movilidad, Carmen Soler (2017).

Rango de ingresos del hogar	Hogares con Pobreza energética	
	Cuando se movilizan en transporte público	Cuando se movilizan en moto o auto propio
De ₡ 400.000 a 2.400.000	26	42
De ₡ 2.400.001 a 7.400.000	6	21
Total de hogares	32	63

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

En el primer caso, al optar por los transportes públicos, el nivel de pobreza energética afecta similar proporción de hogares (dos quintos) que el de PE por gastos de energía en el hogar. Aunque la brecha es aquí más amplia entre rangos de ingresos, la PE respecto a movilidad afecta a la mitad de los hogares de menores ingresos, y solo a una quinta parte de los de mayores ingresos.

En caso de optar por el uso de motocicleta o automóvil propios, estas proporciones se elevan sustancialmente: cuatro de cada cinco hogares del asentamiento gastan más del 10% de sus ingresos promedios en transporte, sin mayores brechas entre categorías de ingreso.

2) PE según mora en el pago de los servicios energéticos

El segundo indicador usado para describir la pobreza energética es la mora en el pago de gastos en electricidad. La unidad de medida es el pago de facturas de la ANDE, ente que corta los servicios de energía tras dos meses de consumo impagos.

Cuadro N.º 5.6.

Pago a tiempo de servicios energéticos según ingresos del hogar, Carmen Soler (2017)

Ingresos del hogar	Al día	En mora	Total
De ¢ 400.000 a 2.400.000	8	36	44
De ¢ 2.400.001 a 7.400.000	7	16	23
Total	15	52	67*

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

*12 hogares encuestados, sin datos.

Al momento de aplicación de la encuesta, algo menos de cuatro quintas partes (52 de 67) de los hogares estaba en mora con el pago de facturas de la ANDE, sin grandes diferencias por segmento de ingreso (siete de cada diez, entre los de mayor ingreso). Dado el alto nivel de rechazo a esta pregunta (12 de los 79 hogares), esa tasa de mora podría ser aún mayor.

Las cifras de pobreza energética del asentamiento —dos de cada cinco hogares con gastos en energía y de movilidad en transporte público superiores al 10% de los ingresos, cuatro de cada cinco viviendas en mora con la ANDE— condujeron a indagar sobre el subsidio energético en la comunidad.

La tarifa social es una política social en materia energética, que subsidia el consumo de sectores de bajos recursos. La Ley N.º 2501/2004, ampliada en 2008, considera tres rangos de consumo, según los cuales aplica las subvenciones. La encuesta indagó, de inicio, sobre

el conocimiento de la tarifa social en el hogar.

Poco más de la mitad de los hogares encuestados (42 de 79) conoce ese subsidio, sin mayor diferencia según estratos de ingresos. Y en algo menos de la mitad (37 de 79) se ignora su existencia. Debe recordarse que una quinta parte del total de hogares carece de medidor: están «enganchados», es decir, usan irregularmente la electricidad de la ANDE y, por ende, no pueden beneficiarse de este subsidio energético.

Del subconjunto de 42 hogares que conocen la tarifa social, casi tres quintas partes (24) se benefician efectivamente de ella. Pero solo 16 de los 24 hogares beneficiados con la Tarifa social ajustan a la baja su consumo para mantenerse en esta categoría. En ésta, beneficiaria, la diferencia por segmentos de ingreso es baja. Entonces, de una cifra original de 79 (100,0%) hogares, 52 (65,8%) se encuentran en mora, 42 (53,2%) conocen este beneficio pero solo 24 (30,4%) lo utilizan y apenas 16 (20,3%) ajustan su consumo para mantenerse dentro del subsidio; cifras que llaman la atención.

3) PE según combustibles para cocinar

El último indicador trabajado es la utilización o no de combustibles modernos para cocinar, indicador de pobreza energética aceptado por el PNUD (2006). La encuesta indagó, inicialmente, sobre la diversidad de fuentes energéticas usadas en la cocción de alimentos.

Cuadro N.º 5.7.

Cantidad de fuentes usadas para la cocción de alimentos, según ingresos del hogar, Carmen Soler (2017)

Ingresos del hogar	Una	Dos-tres	Total
De ¢ 400.000 a 2.400.000	14	35	49
De ¢ 2.400.001 a 7.400.000	5	21	26
Total	19	56	75*

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

Nota: *Cuatro hogares, sin datos

En las condiciones de precariedad del asentamiento, tres de cuatro hogares emplean más de una fuente energética (dos o tres). La proporción de hogares que combina varias fuentes es algo superior en el segmento de mayores recursos, lo que indica que, a ingresos más altos, mayor diversidad de energéticos. Pero, en general, la pobreza conduce a la estrategia de diversificar y combinar energéticos. Eventualmente, la disponibilidad de recursos diarios define la selección del o de los energéticos utilizados.

Se inquirió sobre los tipos de combustibles utilizados y las respuestas fueron agrupadas en tres categorías: tradicionales, modernos y combustibles híbridos (mezcla o combinación de tradicionales y modernos). Los energéticos tradicionales son leña, carbón, y el uso combinado de leña-carbón; y los modernos, el gas (GLP), la electricidad y el uso combinado de gas-electricidad.

Entre los híbridos se notó una transición por etapas, desde el uso de la leña hasta el de la electricidad, en las secuencias leña-carbón-gas; carbón-gas y, finalmente, carbón-gas-electricidad.

Cuadro N.º 5.8.

Tipología de combustible para cocinar, Carmen Soler (2017)

Ingresos del hogar	Tradicional	Híbrida	Moderna	Total
De ₡ 400.000 a 2.400.000	9	25	18	52
De ₡ 2.400.001 a 7.400.000	4	15	6	27
Total	13	40	24	79

Fuente: Elaboración propia con base en Llamosas *et al.* (2018).

La mitad de los hogares encuestados apela a combustibles híbridos, proporción algo más alta entre los de mayores recursos. Tres de cada diez hogares emplean GLP o electricidad en la cocción, y la brecha en el uso de energéticos modernos entre segmentos de ingresos es paradójica: algo más del tercio de hogares de menos recursos del asentamiento usa fuentes modernas, frente a la quinta parte de hogares de mayores ingresos. Estas tasas son marcadamente inferiores a las del Departamento Central, donde el 80,3% de viviendas emplea energéticos modernos en la cocción (EPH 2017).

En tercer lugar, está el uso de la leña y/o el carbón, empleado en la cocción de alimentos por uno de cada seis hogares. Esta tasa es próxima al promedio de viviendas del Dpto. Central (17,7%) que usa energéticos tradicionales para cocinar. Como era previsible, la proporción es ligeramente más alta entre hogares de menos recursos.

La pobreza favorece el uso de combustibles tradicionales que pueden recolectarse (leña), o que, siendo más caros mensualmente (carbón), su precio unitario es mucho menor que el de una carga de garrafa de GLP de 10 kg, o el del plus en la factura mensual de la ANDE por mayor consumo.

En índices internacionales de percepción de calidad de la energía eléctrica, Paraguay está posicionado en el lugar 119 entre 137 países. Este indicador se genera con base en encuestas representativas, en las que se pregunta: En su país, ¿cuán confiable es el servicio de energía eléctrica? (frecuencia de interrupciones y fluctuaciones de voltaje) (WEF, 2019).

En el asentamiento Carmen Soler, casi dos tercios de los encuestados dijo estar conforme con la calidad de la electricidad empleada (tasa algo mayor en el segmento de mayores ingresos), y se registró disconformidad con este servicio en casi un cuarto de los hogares. Estas opiniones se basaban en la experiencia de cortes de luz (apagones) o de variaciones en la frecuencia (pestañeos).

Tercera sección. MiPyMes y Energía

5.10. Transición energética y MiPyMes

Un suministro más asequible y eficiente de energía moderna permite adoptar nuevas tecnologías de producción, diversificar la economía y elevar la productividad. El uso generalizado de electricidad favorece la transformación estructural de la economía; y esta mayor demanda permite multiplicar las inversiones en infraestructura energética.

Las MiPyMes pueden acelerar esta transición, aprovechando la creciente demanda del mercado por productos ambientalmente amigables, capturando nuevos mercados y mejores precios y ganando eficiencia y productividad. De este modo, se elevarán la cantidad y la calidad del empleo, dado que la mayoría de los puestos de trabajo en el país son generados por MiPyMes.

Según el último Censo Económico Nacional de la DGEEC (CEN, 2011), existen en el Paraguay 224.242 unidades económicas, formales o informales, en los sectores industrial, comercial y de servicios. Las MiPyMes abarcan el 96,9% del total, y la mínima tasa restante (3,1%) corresponde a las grandes empresas. Sin embargo, las MiPyMes comprenden al 62% del empleo; recordando que se trata del empleo ocupado en la industria. La inmensa mayoría de las 217.250 MiPyMes son micro y pequeñas empresas, que ocupan de 1 a 10 personas y perciben ingresos anuales menores a ₡ 300 millones. Medianas son aquellas que ocupan de 11 a 49 personas, y cuyos ingresos anuales van de ₡ 300 millones hasta ₡ 2.000 millones.

Cuatro quintas partes de las MiPyMes (77,9%) se localizan en cuatro departamentos y en la capital: Central (30,1%), Asunción (17,8%), Alto Paraná (15,8%), Itapúa (8,9%) y Caaguazú (5,3%). Estas empresas se dedican mayoritariamente a actividades de servicios (118.702 unidades, el 54%) y comercio (75.492 unidades, el 35%); en la industria se ubica cerca de la décima parte del total (23.716 unidades, el 11%) (CEN, 2011).

El 69% de todas estas empresas se concentra en cinco actividades: comercio al por mayor (44%) o al por menor (11%), alojamiento, restaurantes y esparcimientos (10%), y transporte y almacenamiento (5%). Las MiPyMes generan tres de cada cinco empleos (62%) a nivel nacional, la mitad de los cuales en el sector comercial. La ligera supremacía de empleo masculino sobre el femenino en las micro y pequeñas empresas (53% y 47%, respectivamente) se amplía en las medianas empresas, y adquiere forma de amplia brecha en las MiPyMes dedicadas a actividades industriales (24% de empleo femenino, 76% del masculino) (CEN, 2011).

Cuadro N.º 5.9.

MiPyMes: Tasa de Población ocupada, según Actividades productivas y género (2011)

Sector	Micro y pequeñas empresas		Medianas		MiPyMes	
	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre
Comercio	50%	50%	35%	65%	48%	52%
Industria	26%	74%	20%	80%	24%	76%
Servicios	50%	50%	52%	48%	51%	49%
Total	47%	53%	41%	59%	46%	54%

Fuente: Elaboración propia con datos del CEN, 2011.

La remuneración promedio anual por cada trabajador constituye una *Proxy* (aproximación) útil para comparar la productividad. Aunque generan la mayoría de los empleos del país, las MiPyMes son las que peor pagan: en promedio, la remuneración promedio por persona ocupada en ellas es de ¢ 398,6 mil mensuales, mientras que esta cifra alcanzaba, en las grandes empresas, ¢ 3.163,8 mil mensuales. Tomando en cuenta el salario mínimo legal en el año del Censo, en promedio las MiPyMes pagaban a sus trabajadores apenas una cuarta parte del mismo.

Otra aproximación a la productividad de las MiPyMes es calculando las ventas promedio por empleado (ingresos obtenidos por las empresas por suministro de bienes y servicios/número de personal). La media de las ventas de todas las unidades económicas del país, por empleado, fue de ¢ 25.130 miles mensuales. Este cociente cae, en las MiPyMes, a ¢ 4.082 miles, catorce veces inferior al de las grandes empresas (¢ 58.878 miles mensuales) (CEN, 2011).

Las principales fuentes energéticas del sector de industria y servicios —sin desglose por tamaño de empresa— son los residuos de biomasa (36,9%), la leña (32,7%) y la energía eléctrica (22,9%). El principal residuo de biomasa es el bagazo de caña de azúcar, en ingenios

con trapiches a vapor. Estas cifras de uso de energía por fuente sirven de *Proxys*, ya que las MiPyMes constituyen casi la totalidad de las unidades económicas paraguayas.

1) Políticas públicas para las MiPyMes

El marco regulatorio e institucional de las MiPyMes surge con la Ley N.º 4.457, del 2012, cuyo objetivo es promover y fomentar su creación, desarrollo y competitividad, para incorporarlas a la estructura formal productora de bienes y servicios, y otorgarles identidad jurídica. Con base en esa ley, se crea, el año siguiente, el Viceministerio de MiPyMes, del Ministerio de Industria y Comercio.

En 2019, este Viceministerio establece el primer plan nacional del sector, que sigue los lineamientos del PND 2030, en su Estrategia 2 (Crecimiento económico inclusivo) y crea el Sistema Nacional de MiPyMes. Propone: a) fomentar el desarrollo y promoción de instrumentos para el desarrollo y competitividad de las MiPyMes; b) promover la simplificación de trámites y la formalización de las MiPyMes; c) generar un entorno favorable para el emprendedurismo y nuevos sectores; d) lograr financiamiento para MiPyMes; y e) promover la calidad, innovación y desarrollo tecnológico.

En ese marco, se implementa una batería de programas e instrumentos de apoyo a las MiPyMes, similares a los aplicados por otros países de la región. Además de trabajar en las áreas de capacitación y asistencia técnica, formalización y acceso al financiamiento de estas empresas, el Viceministerio cuenta con programas de Fortalecimiento de las Capacidades Empresariales para MiPyMes (con el apoyo del BID); de Competitividad Empresarial en distritos del interior, el PROPYMES (con apoyo del gobierno de Taiwán); y otros con el apoyo de la AFD y la Unión Industrial del Paraguay (UIP). Están en marcha iniciativas focalizadas en las MiPyMes del Crédito Agrícola de Habilitación (CAH), de la Fundación Paraguaya, del CIRD, del UNCTAD, y otras —centradas en emprendedores— de la Fundación Amcham, la Universidad Nacional del Asunción, el CONACYT, etc.

Pese a esta creciente promoción del desarrollo productivo de las MiPyMes, la articulación sectorial y regional de las iniciativas es casi inexistente, y la mayoría de los programas para MiPyMes son diseñados a nivel nacional y no territorial.

Tampoco la cuestión energética está integrada a estos programas, salvo la referente a la Tarifa Industrial de la ANDE. Una vez inscriptas en el Registro Industrial del MIC, las tarifas cobradas a las MiPyMes son, en promedio, inferiores a las demás categorías del sector productivo, con descuentos para los segmentos de media y alta tensión eléctrica. Pero casi todas las MiPyMes industriales trabajan con baja tensión, cuya tarifa promedio (₡ 405/kWh) es apenas inferior a la residencial (₡ 421/kWh). Además, se concentran en el sector de servicios, lo que las excluye de este mínimo descuento tarifario. Se ubican más bien en la categoría Otros (₡ 429/kWh) del pliego, con la tarifa media más elevada en baja tensión, lo que desalienta su formalización.

Cuadro N.º 5.10.

ANDE. Venta de Energía eléctrica de Baja tensión, por Categoría tarifaria (2017)

Categoría tarifaria, en baja tensión	N.º de clientes	Energía (MWh)	Tarifa media (₡/kWh)
Social 141	275.934	405.791	231
Gubernamental 846	6.565	89.785	380
Alumbrado público	0	171.448	387
Industrial 343	401	19.009	405
Residencial 142	959.587	4.970.851	421
Otros 410	149.253	1.476.091	429
Total	1.391.740	7.132.974	411

Fuente: ANDE (2018).

Ante los desafíos globales del cambio climático, los Estados tienden a reestructurar sus sistemas productivos hacia matrices energéticas más sostenibles, rediseñando sus políticas industriales. Pero la cuestión energética aún no es un componente estratégico de la política industrial del Paraguay, más allá de las tarifas diferenciadas de la ANDE.

Un proyecto auspicioso es «Promoviendo inversiones del sector privado en eficiencia energética en el sector industrial en Paraguay», con recursos del Fondo Verde del Clima (FVC), a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Agencia Financiera de Desarrollo (AFD). Busca elevar la eficiencia energética en el sector industrial —en particular

en las pequeñas y medianas empresas— vía la modernización tecnológica, el reemplazo de equipos obsoletos e ineficientes, y el cambio de fuentes de energía como la biomasa por la electricidad. Sus acciones se dirigen a industrias azucareras, olerías y de secado de granos.

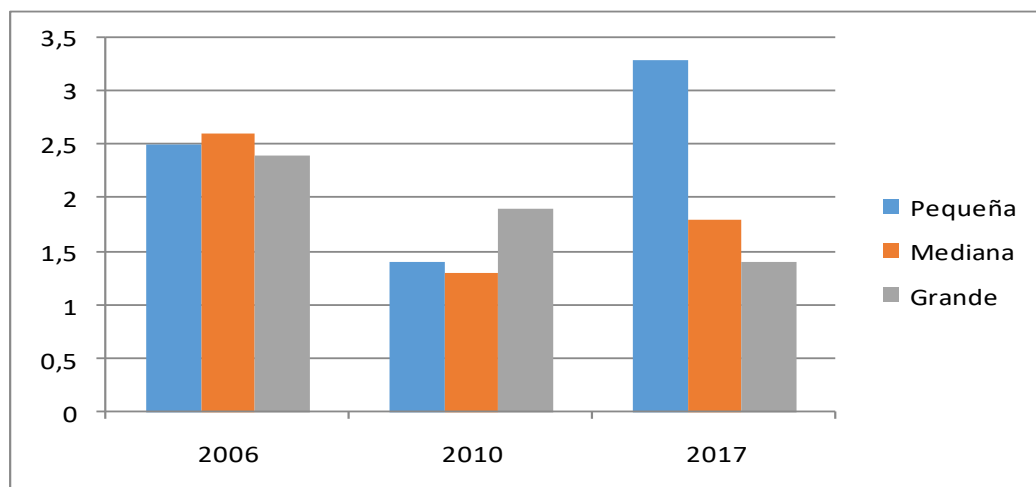
2) Dificultades de la transición energética de las MiPyMes paraguayas

Las dificultades de acceder, de forma eficiente, a la energía afectan la productividad de las MiPyMes. Según el Banco Mundial (2018), los cortes de energía afectaron más a las pequeñas y medianas empresas que a las grandes en Paraguay. En consecuencia, las MiPyMes sufren pérdidas económicas —medidas en porcentaje de ventas anuales— notablemente más elevadas.

Según estas Encuestas a Empresas del Banco Mundial, los cortes de energía eléctrica del 2017 afectaron al 86% de las industrias. Las reducciones del tiempo promedio de los cortes a 1,5 hora, y del nivel de pérdidas ocasionadas al 2,6% de las ventas anuales, obedecen, en gran parte, al uso de generadores privados de alto costo. Por ende, entre el 26,3% de las industrias que contaban con ellos, casi no existen MiPyMes.

Gráfico N.º 5.6.

Pérdidas causadas por cortes de electricidad entre empresas afectadas (% de las ventas anuales) (2006, 2010, 2017).



Fuente: Banco Mundial, Encuestas a Empresas, Paraguay (2018)

a) *Energía y Sectores Económicos*

Analizando las fuentes energéticas por sector económico en Paraguay, existe una fuerte primacía de la electricidad en el sector servicios, y de la leña y residuos de biomasa en el sector industrial. El cuadro siguiente ilustra los rendimientos promedio por fuentes y por subsectores económicos relevantes entre las MiPyMes. El rendimiento es el cociente entre la energía útil y la energía neta consumida por cada subsector económico.

Cuadro N.º 5.11.

Distribución de Subsectores económicos relevantes entre las MiPyMes, por Fuentes de energía (2011).

Subsectores económicos	GLP	DO	CM	LE	CV	RB	EE	Total (%)	Consumo de Energía neta (kTep)	Consumo de Energía útil (kTep)	Rendimiento (%)
Comercio mayorista y minorista	1,5	0,4		0,9	0,3		96,9	100	101,8	70,9	69,7
Hoteles y restaurantes	5,1			1,5	4,8		88,6	100	49,92	34,03	68,2
Enseñanza	0,8	0,2					99,0	100	13,94	8,73	62,6
Industria alimenticia *	0,2			9,4		85,5	4,9	100	571,3	299,7	52,5
Textil y cuero				84,9			15,1	100	69,6	60,2	86,5
Metales		0,5	1,5	0,6	92		5,4	100	51,2	35,7	69,6

Fuente: Balance Energético Nacional en Energía Útil 2011 (Itaipú, 2014)

Notas: GLP: Gas licuado de petróleo; DO: Diésel; CM: Carbón mineral; LE: Leña; CV: Carbón vegetal; RB: Residuos de biomasa; EE: Energía eléctrica.

*Excepto bebidas, tabaco y frigoríficos.

En el sector comercio —que representa el 55% del total de empresas y el 49% del personal ocupado en las MiPyMes—, la electricidad registra una altísima participación relativa en el consumo, pero el rendimiento energético no es óptimo. El sector de hoteles y

restaurantes —10% del total de empresas y 10% del personal ocupado en las MiPyMes— mantiene un consumo neto de energía eléctrica algo inferior, y un rendimiento también insatisfactorio. Existe aquí un importante campo de sustitución de cocinas obsoletas —de leña y de carbón— por otras eléctricas.

Los servicios de enseñanza —2% del total de empresas y 5% del personal ocupado en las MiPyMes— registran el mayor consumo neto relativo de energía eléctrica (99% del total), pero una de las tasas de rendimiento más bajas. La industria alimenticia (sin las de bebidas, tabaco y frigoríficos, en su mayoría grandes empresas) representa apenas el 1% del total de empresas y el 2% del personal ocupado en las MiPyMes. Su consumo energético es muy superior a la suma de los otros sectores, pero posee el nivel más bajo de rendimiento energético.

Esto se explica por el uso masivo de residuos de biomasa: el bagazo posee un rendimiento de 40%, mientras que la electricidad para la misma función de molienda tiene uno de 87%. El secado de granos utiliza leña en forma casi exclusiva. Su rendimiento energético, del 37%, es muy inferior al 81% obtenido con secadoras eléctricas.

Los dos últimos subsectores con baja utilización de energía eléctrica son el de textiles y cueros — 2% del total de empresas— y metalurgia —1%—, cada uno con 2% de personal ocupado en las MiPyMes. El primero emplea mayoritariamente leña; y el segundo, carbón vegetal. La transición energética abre, en estos subsectores, grandes oportunidades de mejorar la eficiencia y la productividad.

Además de las limitaciones estructurales de la expansión y mejora de la transmisión y distribución del sistema eléctrico —que afectan en mayor o menor medida a todas las empresas del país— otras barreras dificultan la transición energética de las MiPyMes. Son unidades económicas más vulnerables a la volatilidad del mercado, con menos contratos y clientes que las grandes empresas, y sus recursos limitados frenan las inversiones a mediano y largo plazo.

Estas empresas cuentan con escasa información sobre los costos y beneficios de invertir en eficiencia energética, y sufren barreras -debido a su informalidad- para acceder al capital necesario a las innovaciones. Las políticas públicas para estas empresas deben

considerar su heterogeneidad —en tamaño y actividades productivas y de servicios—, lo que requiere diferentes servicios y tipos de apoyo.

Al ser un segmento empresarial con centenares de miles de unidades, dispersas en todo el territorio, de variable durabilidad en el tiempo, el costo de gestión de los programas de apoyo aumenta. Medidas estandarizadas —como las de Tarifa Social para hogares de escasos recursos— resultan inviables ante la diversidad de requerimientos de las MiPyMes de cada subsector productivo.

Cuarta sección. Energías renovables no convencionales y estudios de caso

5.11. Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y minirredes

Aproximadamente, veintidós millones de personas en América Latina y el Caribe (ALC), residentes en zonas rurales o en barrios urbanos marginales, carecían de suministro eléctrico en el 2016 (OLADE, 2017). En comunidades sin acceso a la red eléctrica, los programas de electrificación basadas en energías renovables con pequeñas redes comunitarias descentralizadas y sistemas solares domésticos, poseen gran valor social y económico.

El potencial solar es aprovechable en residencias y edificaciones, con sistemas fotovoltaicos que trabajan de forma independiente o integrando minirredes. A su vez, éstas pueden integrarse a otras tecnologías, como pequeñas centrales hidroeléctricas, sistemas eólicos o de generación híbrida (dos o más fuentes renovables, como la solar-eólica o una renovable junto a la térmica convencional).

El nivel de cobertura eléctrica en Paraguay alcanzó en el 2016 un 99,88% de la población (ANDE, 2016), tasa muy superior al promedio mundial, de 87,3% ese mismo año. La población restante, sin acceso a energía, habita la zona fronteriza con Bolivia, al nordeste, u otras zonas muy alejadas de las urbes.

La electrificación para estas poblaciones aisladas del Sistema Interconectado Nacional (SIN) puede conseguirse a través de microrredes de generación con Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Las ERNC tienen creciente inserción en la generación energética a nivel global: en el 2018, alcanzaba a 2.378 GW la potencia instalada total con estas fuentes en el mundo, logrando más de la cuarta parte de la generación eléctrica

global (REN21, 2019). Las políticas energéticas incluyen cada vez más estas fuentes, alentadas por el descenso de sus costos y por sus avances tecnológicos.

En ciertas regiones sin infraestructura energética, instalar sistemas con base en las ERNC resulta más económico que establecer plantas de combustibles fósiles, y en otras es más rentable construir nuevas plantas eólicas y fotovoltaicas que seguir alimentando las centrales eléctricas convencionales existentes, con energía no renovable (IRENA, 2019).

Como en general la población sin acceso a la electricidad habita zonas rurales muy alejadas, se dificulta, por cuestiones técnicas y económicas, extender hasta ellas las redes convencionales de electricidad. Existen soluciones para garantizar energía, en esa situación conocida como de «última milla» (*last mile*, en inglés), a poblaciones en zonas aisladas o alejadas de polos urbanos sin servicio de electricidad (IDB, 2018).

Una alternativa es la de redes comunitarias o cooperativas locales, que proporcionen los servicios de electricidad a la escala y calidad requeridas. Estas son también denominadas minirredes o microrredes⁴, compuestas por sistemas de distribución en baja tensión, conectadas a fuentes de generación de energía eléctrica y a baterías de almacenamiento de energía (ESS), con un sistema jerárquico de control y gestión. Estas microrredes pueden, a su vez, conectarse a otra red principal (red eléctrica tradicional) o actuar de forma aislada.

Pero cuando es necesario cubrir el último tramo («última milla»), la microrred debe funcionar de modo aislado de la red principal. En estos casos, sus generadores deben responder rápidamente a la variación de la demanda; lo que supone un sistema de almacenamiento capaz de asegurar el balance energético entre la generación de energía a menudo intermitente (según las fuentes) y la demanda, variable por naturaleza.

Otras opciones cada vez más usadas son los sistemas solares domésticos, o SHS (por sus siglas en inglés: *Solar Home Systems*), y otras tecnologías fuera de red (*off-grid*). Los fabricantes de estos productos se especializan en los servicios básicos de energía, produciendo lámparas solares con baterías recargables, y *kits* solares que proporcionan

⁴ El Ministerio de Energías Nuevas y Renovables de la India categoriza como microrredes a sistemas con potencia instalada de hasta de 10 kW, y como minirredes, a los de mayor capacidad. (MNRE, 2012).

corriente directa para pequeños electrodomésticos, teléfonos móviles, lámparas e incluso televisores, con una combinación de energía solar y baterías recargables.

1) Potencial de generación fotovoltaica en los hogares del Paraguay

En el 2017, existían en Paraguay 1.779.232 viviendas particulares ocupadas, 61% de ellas en zonas urbanas y 39% en zonas rurales (DGEEC, 2018). Según los indicadores de viviendas del último Censo del 2012 (DGEEC, 2016), el 94% de la población urbana reside en casa o rancho, tasa que se eleva a 99% para la rural. Las mínimas tasas restantes abarcan pisos, departamentos, piezas de inquilinato y viviendas improvisadas, no aptas para sistemas fotovoltaicos en los techos.

La radiación solar promedio en el territorio paraguayo va desde 4,69 kWh/m²/día en el sur del país (Itapúa) hasta 5,05 kWh/m²/día en el norte (Concepción y Amambay) y el noreste del Chaco (Alto Paraguay) (VMME, 2013), con un promedio nacional de radiación de 4,87 kWh/m²/día.

Se estima en 60 m² por vivienda (dos dormitorios, baño, cocina y sala-comedor) el área promedio de los techos del país. Los paneles solares deben orientarse al norte para optimizar el recurso solar, por lo que se emplearía la mitad de la superficie de techos a dos aguas, si están implantadas en dirección norte-sur. En techos con orientación este-oeste, los paneles solares producirían mucho menos energía. Debe calcularse también la sombra producida por los árboles y las edificaciones cercanas.

El peso de una instalación fotovoltaica es variable, pero el techo de una casa promedio debería poder soportar los 20 kg/m² necesarios, incluyendo los paneles y la estructura de soporte. Con estos elementos, se estima que el área aprovechable para uso fotovoltaico en condiciones óptimas sería 20% del área total de los techos.

El potencial estimado de generación fotovoltaica total en techos residenciales de zonas urbanas en el Paraguay sería 3.482 GWh/año de energía, que en potencia equivalen a 1,59 GW. En zonas rurales, el potencial sería 2.189 GWh/año de energía, con 1 GW de potencia instalada. A nivel nacional, la fuente solar produciría así 5.671 GWh, con 2.59 GW

de potencia instalada. Como se trata de estimaciones gruesas, determinar el potencial real de generación requiere mayores estudios de campo y cálculos técnicos.

Cuadro N.º 5.12.

Estimación del Potencial fotovoltaico en techos residenciales del Paraguay

Descripción	Urbano	Rural	Unidad
Radiación promedio anual en todo el territorio nacional	4,87	4,87	kwh/m ² /día
Radiación total promedio en un año	1778	1778	kwh/m ² año
Con eficiencia global de sistema fotovoltaico de 15 %, la energía aprovechable diaria es	0,7305	0,7305	kwh/m ² /día
Superficie total de viviendas en Paraguay	65.293.200	41.460.720	m ²
Total del área para FV, con 20% de superficie de techos aprovechable	13.058.640	8.209.223	m ²
Potencial estimado de generación FV total anual en techos	3.481.857.830	2.188.845.534	kwh-año
Potencial estimado de generación FV total anual en techos, con 6 horas de sol al día	3.482	2.189	GWh-año
Potencial estimado de generación FV total diario en techos	9,5	6,0	GWh-día
Potencia total instalada necesaria	1,59	1,00	GW

Fuente: Elaboración propia, con datos de VVME 2013, VVME 2018, DGEEC 2016 y DGEEC 2018.

Considerando que la demanda eléctrica residencial del Paraguay ronda los 5.000 GWh anuales (VMME, 2018), toda la energía necesaria para el consumo residencial nacional podría generarse —en términos técnicos— en los techos de las viviendas del país, con tecnología fotovoltaica.

2) Soluciones energéticas sostenibles para poblaciones no atendidas por el SIN

Aunque no existen instalaciones fotovoltaicas de envergadura en el Paraguay, la energía solar es ya empleada para la alimentación autónoma de dispositivos de baja potencia en estaciones meteorológicas, comunicación, estancias ganaderas, iluminación vial, etc. Experiencias de este tipo o similares se expusieron en el Capítulo 4.

El Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN) ejecutó, entre el 2001 y el 2003, el proyecto de «Energización de Centros Comunitarios Rurales» (OLADE, 2005). Este benefició un poblado indígena, Yacac Vash, en el departamento de Boquerón; y otro campesino, Punta Diamante, en Ñeembucú, con paneles fotovoltaicos para iluminación, puntos de carga comunitarios de baterías, equipos multimedia en iglesias, escuelas y centros de salud, etc.

En los mismos años, el INTN instaló un sistema fotovoltaico en Potrero Pindó, también en Ñeembucú, para el puesto de salud, la escuela y la iglesia. El programa «Energización de Centros Comunitarios Indígenas en Zonas Aisladas con Energía Solar» abarcó diez comunidades chaqueñas en 2011: las escuelas, áreas de recreación, y puestos de salud fueron provistos de artefactos lumínicos, ventiladores, refrigeradores, nebulizadores, bombas de agua y equipos audiovisuales.

El proyecto EURO-SOLAR, del VMME-MOPC y el MEC, distribuyó, entre el 2008 y el 2012, en cuarenta y cinco escuelas rurales y centros comunitarios, *kits* de paneles solares, serie de baterías y conversión, equipamientos TIC y frigoríficos, en los departamentos de San Pedro, Alto Paraná, Caaguazú y Caazapá.

Desde 2014, el proyecto de Seguridad Energética para Localidades Aisladas del Chaco (SELAC), del Parque Tecnológico Itaipú (PTI), proveyó paneles fotovoltaicos, en sistema híbrido eólico-solar, a la I División de Caballería en Joel Estigarribia, Boquerón, y en 2019 se inauguró en la V División de Infantería de Pablo Lagerenza, Alto Paraguay, otro sistema con 40kW de potencia. Y en el 2018, el MOPC instaló 500 equipos —de iluminación Led con placas fotovoltaicas y baterías— de 12 horas de iluminación continua, a lo largo de cinco kilómetros de la Autopista *Ñu Guasú*, que une Asunción con el Aeropuerto Silvio Pettirossi y Luque (MOPC, 2018).

5.12. Dos estudios de casos: Pozo Hondo y Bahía Negra

Se presentan propuestas de generación eléctrica para dos poblaciones chaqueñas aisladas, sin conexión a la red de la ANDE, que aún emplean combustible fósil como fuente energética. Pozo Hondo, a orillas del río Pilcomayo, a unos 750 km al noroeste de Asunción, en el Dpto. de Boquerón, y Bahía Negra, a orillas del río Paraguay, a unos 816 km de Asunción, en el

Dpto. de Alto Paraguay, están en la zona que recibe la mayor radiación solar promedio del país. Se trata de poblaciones con altos niveles de pobreza o desigualdad, y una provisión de energía eléctrica cara e insuficiente.

Cuadro N.º 5.13.

Indicadores sociales, y de hogares, de los Dptos. de Boquerón y Alto Paraguay (2017)

Indicadores sociales	Boquerón	Alto Paraguay
Población en condición de pobreza	21,5%	46,5%
Población con cobertura de seguro social	55,8%	12,1%
Población con acceso a salud	75,2%	87,4%
Población con acceso a electricidad	87,5%	94,2%
Bienes duraderos del hogar		
Celulares	90,0%	93,3%
Heladera	74,8%	64,1%
Maquina lavarropa	61,1%	49,2%
Acondicionador de aire	49,9%	22,4%
Cocina eléctrica	37,4%	16,4%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EPH 2017 (DGEEC, 2018).

Pese a registrar una tasa de acceso a la electricidad mayor, el departamento de Alto Paraguay muestra indicadores sociales muy inferiores a los de Boquerón. En este caso, la desigualdad sesga la relación entre el acceso a la energía y el acceso a servicios básicos y a bienes duraderos. Para el 2017, el Coeficiente de Gini del departamento de Boquerón (0,59) no solo era superior al de Alto Paraguay (0,50), sino el más alto entre todos los departamentos del país.

La generación de energía, en ambas poblaciones, no está unida al Sistema Interconectado Nacional (SIN), y se usan grupos electrógenos: máquinas con un motor de combustión interna y un generador eléctrico. Pozo Hondo cuenta con electricidad solo algunas horas al día, y Bahía Negra enfrenta limitaciones para el crecimiento de la demanda.

A Bahía Negra se accede por caminos de terraplén —intransitables en tiempo de lluvias—, en barcos que surcan el río Paraguay o con avionetas. Su población estimada es de 2.506 personas (DGEEC, 2019), que viven en 700 viviendas. Sus actividades económicas son la ganadería y la pesca; una escasa agricultura es destinada al consumo familiar.

En la cabecera del distrito, las sedes de la municipalidad, la base militar, el hospital, la iglesia, una estación de servicios y algunos comercios son de material cocido; pero predominan las viviendas de madera, con tejados de zinc o tejas, y otras con sistema de estaqueo de palma o *karanda'y*, similar al de las comunidades indígenas del lugar (Asociación Guyra Paraguay, 2008).

La central térmica administrada por la ANDE usa combustible fósil (diésel), y desde 2011 provee servicios las 24 horas, con grupos electrógenos —generadores de 365 kVA, 500 kVA y 875 kVA— para la ciudad, y tanques de 75.000 de litros para el diésel, que llega por vía terrestre y fluvial (ANDE, 2019).

En el 2018, la ANDE facturó allí $\text{G} 414,7$ millones por venta de electricidad (ANDE, 2019). Se estimaron los gastos de generación en $\text{G} 2.216$ millones anuales (Ríos *et al.*, 2017), lo que da un costo medio de USD 0,41 por kWh; en ese caso la ANDE estaría subsidiando el 85,6% de la energía vendida a 311 usuarios, en su mayoría en las categorías Residencial (55%) y de Tarifa Social (32,2%) (ANDE, 2019).

Pozo Hondo está en la cabecera del puente sobre el río Pilcomayo, frente a Misión La Paz (Argentina). Unos 200 km de camino de tierra lo unen a la ruta Transchaco, y en época de lluvias y crecientes del Pilcomayo también queda aislado. Tampoco está conectado al Sistema Interconectado Nacional (SIN), y el suministro eléctrico es allí discontinuo. En el casco urbano viven unas 30 familias, que se elevan a 200 con las de estancias y comunidades cercanas. Sus actividades económicas son la pesca, el trabajo en establecimientos ganaderos y el comercio fronterizo.

En la localidad existe un generador térmico de 36 kW, de autogestión comunal, que suministra electricidad de 4 a 6 horas por día. Las principales cargas conectadas son las del alumbrado público, algunos edificios públicos y escasas viviendas. Una línea de baja tensión trifásica atraviesa el poblado, alimentada por grupos electrógenos. Paneles solares

independientes alimentan la motobomba que distribuye agua potable (Morínigo, Romero, Ríos, González, & Blanco, 2018).

Posibles soluciones energéticas en Pozo Hondo y Bahía Negra

Con el fin de comparar sistemas de generación alternativos, se estimaron las curvas diarias de la demanda de electricidad, y se simuló la generación eléctrica de paneles fotovoltaicos con el software Homer Energy Pro⁵: la demanda máxima de Bahía Negra fue de 190 kW. Pozo Hondo recibe hoy un suministro de 4 a 6 horas por día de electricidad, que en las simulaciones se la extendió a 24 horas. Se estimó su demanda máxima en 40 kVA (Morínigo & Romero, 2017).

Las simulaciones abarcaron tres opciones: 1) generación exclusivamente térmica con diésel, que es continuidad de la actual; 2) generación solo con paneles fotovoltaicos y baterías; y 3) generación híbrida entre generación térmica diésel y energía solar.

Cuadro N.º 5.14.

Soluciones energéticas para Bahía Negra y Pozo Hondo, comparativo

Fuente de energía	Datos	Unidad	Bahía Negra	Pozo Hondo
Diésel	Inversión inicial	USD	0	0
	Valor presente neto	USD	5.206.678	1.150.328
	Costo de operación anual	USD/año	530.311	117.163
	Costo de electricidad	USD/kWh	0,407	0,668
	Emisiones GEI (CO2)	kg/año	1.024.835	160.022
Solar más batería	Inversión inicial	USD	3.194.995	516.907
	Valor presente neto	USD	4.080.142	647.990
	Costo de operación anual	USD/año	90.154	12.901
	Costo de electricidad	USD/kWh	0,32	0,38
Solar más batería más diésel	Inversión inicial	USD	1.690.000	360.113
	Valor presente neto	USD	2.915.773	498.363

⁵ HOMER Energy LLC es productor de softwares de generación distribuida, y de modelado de microrredes.

	Costo de operación anual	USD/año	124.617	14.081
	Costo de electricidad	USD/kWh	0,23	0,28
	Emisiones GEI (CO2)	kg/año	98.836	6.920

Fuente: Elaboración propia (Coronel, 2019).

La generación exclusivamente térmica, empleada hoy, no requiere mayor inversión inicial, pero demanda, en ambos casos, los mayores costos de operación anuales, generando el costo más alto por kWh. Además del problema ya señalado de la incertidumbre de suministro actual y en el futuro, causa mucho daño al ambiente. Comparado a este sistema, los valores de emisiones de dióxido de carbono de la generación híbrida (solar + batería + diésel) no llegan al 10%.

La generación de energía exclusivamente solar, con baterías de acumulación, muestra los costos de generación anual y de electricidad más bajos, pero la inversión inicial demandada es muy superior a la de la generación híbrida. Su ventaja más clara, a mediano plazo, es la casi nula emisión de GEI de las placas fotovoltaicas.

La tercera opción, de generación híbrida (térmica más solar), resulta la más conveniente en ambos casos, según criterios técnicos y económicos (Morínigo *et al.*, 2018). Al aprovecharse parte de la infraestructura actual, disminuye la inversión inicial, aunque sus costos de operación anual son algo superiores a los de la generación solar exclusiva.

Finalmente, la generación con ERNC es viable tanto para sistemas domésticos —sin acceso al servicio actual— como para la generación en plantas, reemplazando a los generadores térmicos actuales.

5.13. Conclusiones

La transición energética es un proceso entre un patrón preexistente a un nuevo estado; es un cambio del sistema de energía. Las personas en un contexto social, institucional, económico, tecnológico y cultural son protagonistas de la transición energética. En Paraguay, el consumo de electricidad per cápita mantuvo un sostenido avance pero con valores inferiores al del

promedio de América Latina y el Caribe (ALC), y solo Bolivia registra consumos per cápita inferiores en la región.

Para las políticas públicas a implementar, un eje constituye la equidad energética. Ésta «se refiere a asegurar que toda la población tenga acceso físico a los energéticos comerciales, al igual que acceso económico, es decir, asegurar costos que permitan precios accesibles a toda la población». Otros indicadores, además de la tasa de electrificación, son la proporción de hogares con fuentes modernas de energía, el consumo per cápita, especialmente de electricidad, etc.

La tarifa social (TS) integra una política pública equitativa que busca el acceso a la energía por familias de menores recursos, reduciendo los costos del servicio, según criterios de consumo y administrativos siendo un subsidio directo y efectivo.

La TS se instaló en 2003. Como otros programas sociales, conlleva los riesgos de inclusión (beneficia a quienes no debe) y de exclusión (no llega a quienes debe beneficiar). En teoría, los hogares paraguayos con TS son exclusivamente los de bajos ingresos. Sin embargo, se han hallado inconsistencias al respecto al comparar la cantidad de hogares pobres con la cantidad de hogares-usuarios de este beneficio.

Otro eje a considerar es la pobreza energética (PE). Según una definición operativa es la situación de una familia que gasta más del 10% de sus ingresos en energía. Otra la asocia con carencias del servicio y tipo de combustible utilizado para cocinar y un texto del PNUD (2006) la define como «la incapacidad de cocinar con combustibles modernos y la falta de un mínimo de iluminación eléctrica para leer o para otras actividades domésticas y productivas al atardecer».

En ALC se halla una «penalidad» asociada: las personas más pobres tienden a gastar más en servicios de energía respecto a sus ingresos totales que las personas más ricas; como sucede con el consumo de alimentos. Paraguay cuenta con una electrificación casi universal (acceso), una de las tarifas más bajas del Mercosur y el subsidio de la TS (asequibilidad). Sin embargo, la calidad registra carencias como el combustible para cocinar, crucial para la nutrición y salud. La recolección y quema de biomasa en cocinas ineficientes y/o en espacios sin ventilación produce efectos nocivos, especialmente en niñas, niños y mujeres.

La Justicia energética (JE) constituye una creación reciente y aún en debate. Es una herramienta conceptual, analítica y de toma de decisiones. La definición más usada es: «1) un sistema energético global que difunde de manera justa tanto los beneficios como los costos de los servicios energéticos, y 2) uno que contribuye a una toma de decisiones más representativa e imparcial sobre la energía». La JE implica respetar derechos humanos y garantizar el nivel de energía requerido para alcanzar un mínimo de bienestar.

Se incluye a la Vulnerabilidad energética (VE) como «la predisposición del hogar a encontrarse incapacitado de mantener un nivel de servicios energéticos necesarios». Se vincula a la PE, ya que un hogar en VE se halla en riesgo de caer en la PE. La VE comprende factores como la escasez de transportadores de energía, el costo de la energía, el desconocimiento de programas de apoyo o de formas más eficientes de usar la energía, o la divergencia entre requisitos energéticos del hogar y servicios disponibles. En Paraguay, se agrega la fluctuación de precios de los derivados de petróleo que inciden en la economía y transporte y así en los hogares y personas.

Una de las particularidades de Paraguay se asocia a pérdidas de electricidad no técnicas como conexiones clandestinas y un estudio de caso, el asentamiento precario a 27 kms de Asunción, revela una quinta parte de los hogares sin conexión legal o sin conexión. Asimismo, se halló PE en dos de cada cinco hogares al gastar más del 10% de sus ingresos en combustible utilizado para cocinar. Al incluir los costos de movilidad, con el transporte público la PE se mantiene en dos de cinco hogares, pero al usar motocicleta o automóvil propios, se duplica: cuatro de cinco hogares.

Otro indicador de PE es la mora en el pago de gastos en electricidad: facturas de la ANDE. También resulta en una elevada proporción: casi cuatro de cada cinco hogares conectados legalmente a la red. El combustible utilizado para cocinar es otra aproximación a la PE. Tres de cuatro hogares emplean más de una fuente energética. La pobreza conduce a diversificar energéticos según la disponibilidad económica del día combinando combustibles tradicionales -leña y carbón- y modernos -gas y electricidad-.

Además de los criterios de política pública para la transición energética, un sector importante son las MyPiMes por concentrar al 97% de las empresas y 62% del empleo según censo del 2011. Un suministro más asequible y eficiente de energía moderna permitiría

adoptar nuevas tecnologías de producción, diversificar la economía y elevar la productividad. De este modo, se elevarán la cantidad y la calidad del empleo, dado que la mayoría de los puestos de trabajo en el país son generados por el sector.

Las MiPyMes se concentran, seis de diez, en Central, Asunción, Alto Paraná e Itapúa; se dedican, nueve de diez, a los servicios y el comercio; las mujeres ocupan el 46% del empleo y aún menos en las medianas empresas. Los energéticos del sector industria y servicios son los residuos de biomasa, la leña y la energía eléctrica. Estas cifras de uso de energía por fuente sirven de *Proxys*, ya que las MiPyMes constituyen casi la totalidad de las unidades económicas paraguayas.

El sector cuenta con el primer Plan nacional en 2019. No obstante, la articulación sectorial y regional es limitada. Tampoco la cuestión energética está integrada a estos programas, salvo la Tarifa Industrial de la ANDE. Pero casi todas las industrias trabajan con baja tensión, cuya tarifa promedio es algo inferior a la residencial.

Las dificultades de acceder a la energía afectan la productividad de las MiPyMes en, por ejemplo, cortes de energía que afectaron más a las pequeñas y medianas empresas que a las grandes. El sector cuenta con escasa información sobre costos y beneficios de invertir en eficiencia energética, y sufre barreras -debido a su informalidad- para acceder al capital necesario para las innovaciones. Las políticas públicas deben considerar su heterogeneidad que requieren diferentes servicios y tipos de apoyo.

Las energías renovables no convencionales (ERNC) y mini-redes constituyen una política pública merecedora de mayor atención. El potencial solar es aprovechable en residencias y edificaciones, con sistemas fotovoltaicos que trabajan de forma independiente o en mini-redes. A su vez, éstas pueden integrarse a otras tecnologías, como pequeñas centrales hidroeléctricas, sistemas eólicos o de generación híbrida (dos o más fuentes renovables, como solar y eólica o una renovable y la térmica convencional). La población hoy sin acceso a la electricidad de la ANDE, en zonas rurales muy distantes u otras muy alejadas de las urbes, tendría acceso con este tipo de energía.

Con base en el Censo del 2012 y los hogares residiendo en casa o rancho, el potencial estimado de generación fotovoltaica total a nivel nacional sería de 5.671 GWh superando la demanda eléctrica residencial del Paraguay que ronda los 5.000 GWh anuales.

Los dos estudios de caso de poblaciones aisladas del Chaco, Pozo Hondo y Bahía Negra, sin conexión a la red de la ANDE, que emplean combustible fósil están en la zona de mayor radiación solar promedio del país. Son poblaciones con altos niveles de pobreza o desigualdad y energía eléctrica cara e insuficiente. Pozo Hondo cuenta con electricidad algunas horas al día y Bahía Negra enfrenta limitaciones al crecimiento de la demanda.

Simulaciones que abarcaron tres opciones -1) generación térmica que es continuidad de la actual; 2) generación con paneles fotovoltaicos y baterías; y 3) generación híbrida entre generación térmica y energía solar- condujeron a la generación híbrida como la más conveniente según criterios técnicos, económicos y ambientales en ambos casos.