

SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA EN EL SUMINISTRO DE SERVICIOS ENERGÉTICOS A POBLACIONES DISPERSAS Y DE BAJOS RECURSOS

Pobreza Energética

Descripción breve

En este trabajo nos proponemos analizar los modos más sostenibles y eficientes de suministrar servicios energéticos a poblaciones dispersas y de bajos recursos. Hacemos foco en modos eficientes de cocción, calentamiento de agua sanitaria, iluminación y confort térmico. Muchas de las conclusiones se pueden aplicar a poblaciones de bajos ingresos, rurales y urbanas. Nuestro estudio sugiere que, combinando pautas de uso racional y eficiencia, con aprovechamiento de la energía solar, es posible mejorar significativamente la calidad de vida de esas poblaciones, a un costo modesto o muy inferior al de instalar redes de gas natural. Estos sistemas disminuyen no solo la inversión en infraestructura, sino además los gastos en energía que los usuarios afrontarán en sus facturas. A su vez, promueven el empleo y posibilidades de desarrollo económico en la fabricación, instalación y mantenimiento de equipos solares. También es importante la reducción de la dependencia del gas y de las emisiones de gases de efecto de invernadero. Finalmente analizamos las estrategias que ayudarían a efectivizar estas medidas, que esperamos contribuyan a mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables.

Silvina C. Carrizo, Guillermina Jacinto, Paola Lorenzo y

Salvador Gil

e-mail:sgil@unsam.edu.ar

15/setiembre2017

Resumen ejecutivo

La disponibilidad de energía resulta fundamental para el desarrollo social y económico. Sin embargo, según la International Energy Agency (IEA) se estima que el 17% de la población mundial todavía no tiene acceso a la electricidad (1.300 millones de personas), mientras que el 41% aún usa leña para cocinar y calentar sus hogares (2.700 millones). Se estima que el consumo de energía en el mundo se incrementará entre el 25% y el 70% en los próximos 30 años, dependiendo de la implementación o no de las políticas de eficiencia energética.

En Argentina, la mitad de la población tiene acceso al servicio de gas por red (22 millones de personas, 51%), casi 18 millones, utilizan gas licuado de petróleo (GLP) o gas envasado y 1,4 millones de habitantes usan leña para cocinar. Estos dos últimos sectores, en su mayoría, residentes en áreas periurbanas o rurales. Casi un tercio de la población argentina se encuentra en situación de pobreza energética, es decir, carece de servicios energéticos adecuados.

El acceso a la energía es fundamental para el desarrollo social y económico. Sin embargo, disponer de energía no representa un fin en sí mismo, sino un medio para satisfacer las necesidades vitales y de confort humano. Existe la expectativa generalizada de que es necesario tener acceso a redes de electricidad y de gas natural simultáneamente para tener un abastecimiento satisfactorio de energía. No obstante, la viabilidad y sostenibilidad de estos servicios depende de factores sociales, culturales, técnicos y económicos que hacen a cada comunidad. Por distintos motivos, las dificultades para prestar estos servicios de forma satisfactoria se agravan en contextos de pobreza extrema, tales como: asentamientos informales de la periferia urbana, por un lado, y poblaciones rurales dispersas, de baja densidad y poco consumo, por el otro.

El uso de energía renovable distribuida, combinado con electricidad de red y/o gas licuado envasado (GLP) y medidas de eficiencia energética puede resultar más viable, económico y sostenible, que la extensión de servicios de red. En las poblaciones de bajos recursos, que residen en viviendas precarias, con accesos de mala calidad a la electricidad, esto puede significar una reducción en los accidentes domésticos y en los costos que estas familias invierten en el consumo de combustibles. En las poblaciones rurales dispersas, permitiría disminuir los costos de infraestructura y abastecimiento, así como los efectos nocivos para la salud y el ambiente derivados del uso intensivo de la leña como combustible.

El uso racional y eficiente de sistemas mixtos, como solar-GLP, solar-eléctricos, puede contribuir a una mayor inclusión social y a reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a un costo modesto o muy inferior al de instalar redes de gas natural. Por lo tanto, consideramos relevante el análisis de los modos más sostenibles y eficientes de suministrar servicios energéticos a poblaciones dispersas y de bajos recursos, haciendo foco en modos de cocción, calentamiento de agua sanitaria, iluminación y confort térmico. Estos sistemas disminuyen no solo la inversión en infraestructura, sino además los gastos en energía que los usuarios afrontarán en sus facturas. A su vez, promueven el empleo y posibilidades de desarrollo económico en la fabricación, instalación y mantenimiento de equipos solares. También es importante la reducción de la dependencia del gas. Efectivizar su incorporación masiva contribuiría a mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables.

Contenido

Resumen ejecutivo.....	1
Pobreza energética en el Mundo	2

Cómo el fuego nos ayudó a transformarnos en humanos.....	5
Servicios energéticos básicos	6
Estrategias de mitigación de pobreza energética	8
Pobreza energética en Argentina.....	12
Consumo de energía en el sector residencial.....	16
Consumo residencial de gas	19
Energía solar	23
Consumo de calefacción.....	25
Consumo residencial eléctrico	26
Abastecimiento de servicios energéticos en el Norte.....	27
Limitaciones de los sistemas de acumulación de agua caliente, termotanques, en el NEA.....	29
Alternativas de provisión de gas en regiones con poblaciones dispersas- NEA	30
Sostenibilidad y eficiencia energética en el suministro de servicios energéticos.....	32
Cocinar eficientemente.....	34
Cocina Solar	35
Cocina Mejorada	36
Ollas térmica u ollas brujas. Cocción de alimentos con calor retenido	36
Potencial de ahorro de la olla bruja. Algunos estudios realizados.....	39
Conclusiones	41
Trabajos citados	42

Pobreza energética en el Mundo

Actualmente, 1.300 millones de personas en el mundo (17%) no tienen acceso a la electricidad y 2.700 millones (36%) dependen del uso de la biomasa para cocinar. [1] La pobreza energética tiene implicaciones importantes para la salud, la economía y el ambiente. En 2012, 4,3 millones de personas murieron prematuramente por causa de la contaminación del aire en los hogares, debido al uso de combustibles sólidos para cocinar. [2] Universalizar el acceso a la energía para 2030 supondría una inversión anual aproximada de 50.000 millones de dólares. [3], [4]

Las carencias energéticas de las poblaciones no se encuentran uniformemente repartidas en el mundo, como tampoco la disponibilidad de recursos. Asia y África Subsahariana concentran más del 95% de la población mundial sin acceso a la electricidad. En América Latina, Oriente Medio o Norte de África también existen lugares sin acceso a estos servicios, pero la proporción de habitantes afectados es menor. En otras regiones, el acceso es casi universal, exceptuando lugares rurales y remotos. Aproximadamente a los 1.300 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad en el mundo, se suman más de 1.000 millones que tienen un acceso esporádico o poco seguro a la electricidad. 1.400 millones se ubican en India y China, 600 millones en África, 300 millones en el resto de Asia y 100 millones en América latina y Caribe. [5]



Figura1. Imágenes que ilustran la carencia de acceso a la energía. Izquierda, estudiantes de Guinea leen bajo la luz del estacionamiento del Aeropuerto de Conakry, uno de los pocos lugares públicos con luz. The New York Time, 20 de julio de 2007. A la derecha, niños recolectando leña para cocinar, situación que se presenta en algunos lugares de África, Asia y Latinoamérica.

La pobreza energética afecta de formas diferentes a las poblaciones vulnerables de los distintos países. En buena medida esto se vincula a la disponibilidad de recursos, pero especialmente a las políticas y condiciones socioeconómicas que permitan acceder a los servicios energéticos. Así, por ejemplo, los países europeos, Estados Unidos o Argentina, Brasil, Uruguay y Chile recurren a las importaciones de energía para cubrir su abastecimiento. Mientras otros son excedentarios de energía y destinan parte de lo producido a la exportación. Por ejemplo, Norte de África, Bolivia, Perú y Paraguay. Sin embargo, en estos últimos, como se ve en el mapa de la figura 2, a pesar de que hay producción excedentaria, los niveles de consumo energético por habitante son más bajos que en los primeros donde hay déficits en la producción.

La relación entre intensidad energética, definida como el cociente entre energía consumida por unidad de PBI, y consumo eléctrico per cápita por país muestra inequidades similares, tal como se ilustra en el segundo mapa, figura 3.

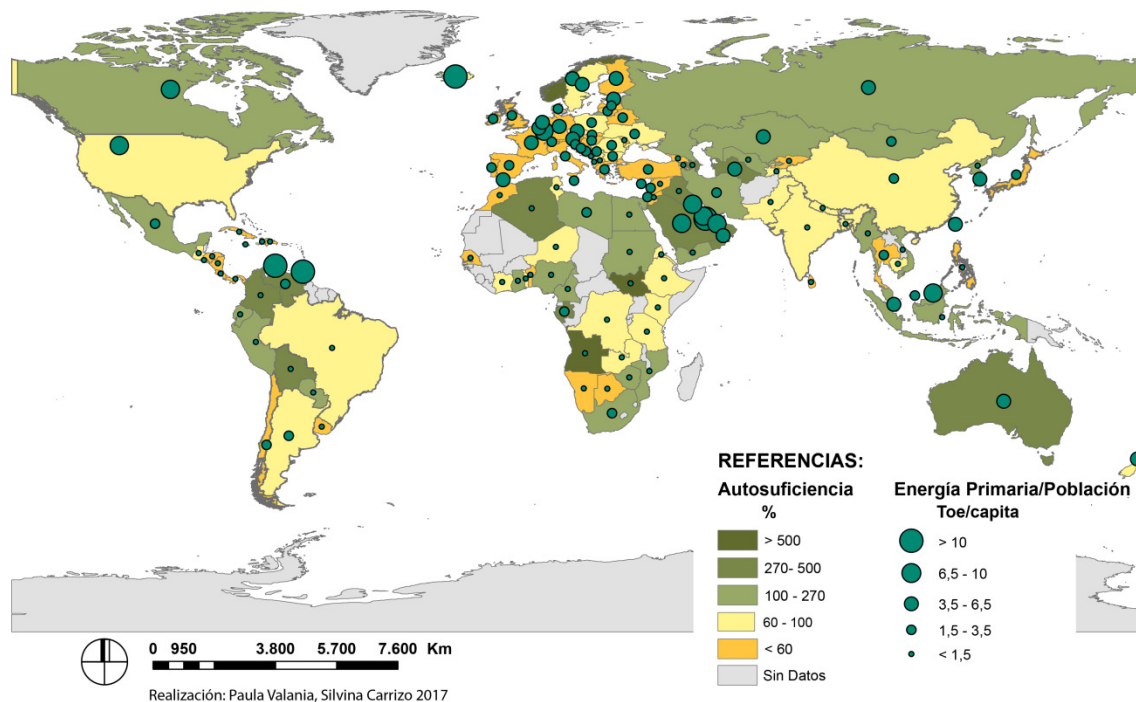


Figura 2. Ilustra las diferencias en distribución de recursos y consumos energéticos. De fondo el mapa de autosuficiencia energética, definida por la relación entre nivel de producción y de demanda de energía primaria, muestra el conjunto de países (amarillo y naranja) que recurren a las importaciones para cubrir sus necesidades y aquellos que poseen excedentes en la producción (verde). Los círculos indican el consumo per cápita de energía primaria por país, en 2014. A partir de datos de la International Energy Agency. [1]

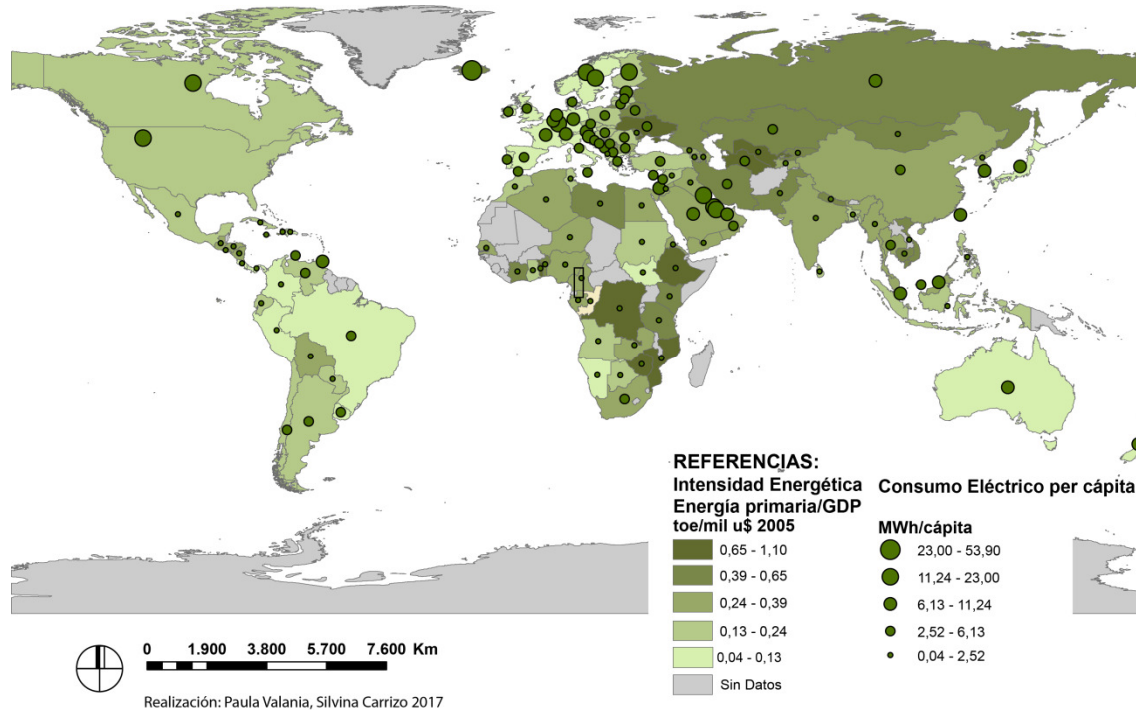


Figura 3. Intensidad energética y consumo eléctrico per cápita por país. En general los países de África e India tienen niveles mínimos de consumo eléctrico por habitante, inferiores a 1,5 MWh por año (la mitad que en Argentina). Otros países como los nórdicos tienen mayores niveles de consumo per cápita y menor intensidad energética, es decir son aquellos que usan

menos energía para generar su producto bruto interno. Argentina utiliza 0,17 toe/mil USD de PBI y se consumen 3,05 MWh per cápita. [1]

La cocción de alimentos constituye el servicio energético más básico y universal. La técnica más difundida de cocción a leña, es la de la cocina de “tres piedras” (Figura 4), que data desde la era neolítica. Su eficiencia varía entre el 5% y el 15%, es decir, desperdicia casi el 90% de la energía contenida en la leña. Además de ser ineficiente, su uso resulta insalubre por los humos tóxicos que genera, el esfuerzo físico que representa para las personas abastecerse del recurso y los riesgos de accidentes con quemaduras. Las mujeres y los niños son los más expuestos a esas emanaciones, con altas concentraciones de contaminantes tales como partículas finas [6]. La contaminación del aire produce enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En los grupos que las usan son mayores los niveles de morbilidad y mortalidad. La recolección de leña conlleva también deforestación y repercute sobre el cambio climático.



Figura 4. Cocina de “tres piedras” una las cocinas a leña más usadas en el mundo.

Estos sistemas de cocción ineficientes y sucios; contaminan el aire, producen morbilidad y mortalidad (enfermedades respiratorias y cardiovasculares, quemaduras). La búsqueda de combustibles es una carga cotidiana ardua, la recolección de leña conlleva también deforestación y repercute sobre el cambio climático. En estos contextos, el acceso a la cocina moderna impacta directamente en el desarrollo social y económico, con mejoras en salud, ganancias por productividad, ahorro de tiempo y esfuerzo, y cuidado ambiental [7]. Como se discute más adelante, las cocinas mejoradas (a leña, GLP, biogás, bioetanol, solares) y las “ollas brujas” constituyen alternativas más eficientes y limpias. Su uso tiende a expandirse a través de programas sociales, del microcrédito y de la autoconstrucción.

Cómo el fuego nos ayudó a transformarnos en humanos

En 2009, el Profesor Richard Wrangham de la Universidad de Harvard publicó un libro [8] donde desarrolla una interesante hipótesis de cómo del Homo Habilis pasamos al Homo Erectus y más tarde al Homo Sapiens. Hace 7 millones de años nuestros antepasados se separaron de los de nuestros parientes más cercanos, los chimpancés. Estos antepasados todavía tenían el cuerpo cubierto de pelos, cerebros pequeños y un comportamiento poco sofisticado. Hace 2 millones de años, comenzaron a desarrollar más habilidades con sus manos, convirtiéndose en lo que llamamos Homo Habilis. Estos se alimentaban de carne cruda, raíces y quizás de los frutos que podían recoger en la estación apropiada. Sus manos eran largas, hábiles para subirse a los árboles, recoger frutos y defenderse de predadores. Fueron desarrollando la habilidad de caminar erguido, y así llegamos al Homos Erectus. Todo cambió cuando empezaron a controlar el fuego y cocinar. La cocción ablanda los alimentos y rompe fibras difíciles de digerir en azúcares de fácil absorción. Los dientes y mandíbulas grandes ya no eran imprescindibles. El fuego además ahuyentaba a los predadores. La selección natural fue privilegiando otras habilidades, como una buena

estrategia de caza. Al parecer pasamos así al Homo Sapiens, con cerebro más grande, mandíbulas más pequeñas y brazos más cortos. Si bien esta teoría no está libre de críticas, sus argumentos parecerían fuertes y persuasivos. [9], [8] En otras palabras, según esta hipótesis, somos humanos porque aprendimos a manejar la energía, cuando el Homo Sapiens logró manejar el fuego y cocinar.

Servicios energéticos básicos

El acceso a la cocina moderna impacta directamente en el desarrollo social y económico, con mejoras en la salud, ganancias por productividad, ahorro de tiempo y esfuerzo, y cuidado ambiental. [7] Las viviendas de las poblaciones de bajos recursos son, en general menos eficientes en el consumo de energía que las de ingresos medios y altos, ya que tienen pérdidas mayores. Sus gastos en energía representan más del 15% de los ingresos del hogar, mientras que para el resto de los hogares es inferior al 3,5%. [10] Las intervenciones en estas viviendas pueden con modestas inversiones, mejorar la climatización, la calidad del aire, brindar mayor seguridad al evitar emisiones de monóxido de carbono, disminuir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. [11]

El confort térmico es difícil de lograr en los sectores de bajos recursos. Conseguirlo es particularmente importante durante la estación invernal, en latitudes frías y alta montaña. La tasa de mortalidad se incrementa cuando la temperatura exterior está fuera del rango de 20-25 °C, a través de un aumento en la probabilidad de enfermedades cardiovasculares y respiratorias. En el otro extremo, cerca de 4.000 millones de personas viven en zonas cálidas, un cuarto de ellas en el Sur de Asia y África subsahariana, soportan temperaturas superiores a los 30 °C, en los meses más calurosos. [12] En esas regiones de mayor temperatura, disponer de energía para refrigerar ambientes, preservar alimentos y medicamentos, contribuiría a la reducción de la pobreza. También sería importante adaptar las características térmicas de las viviendas e instalaciones a las condiciones climáticas del lugar, adecuar la eficiencia de artefactos y combinar todo ello, con las expectativas y las necesidades de los ocupantes. [13]

La población que carece de electricidad recurre a la biomasa o a tecnologías tradicionales y a combustibles como el kerosén, para iluminarse. Estas formas de iluminación proporcionan baja calidad lumínica, consumen un porcentaje importante del ingreso de los hogares, muchas de ellas son perjudiciales para la salud y son inseguras. [14] [15] El acceso a tecnologías modernas produce beneficios sustanciales, reduciendo costos, riesgos y permitiendo prolongar las actividades diarias. La electricidad generada por biodigestores, paneles solares fotovoltaicos, pequeños aerogeneradores y micro-represas hidráulicas puede utilizarse para alimentar lámparas LED, que utilizan menos energía y tienen una vida útil más larga. Los beneficios de disponer de una pequeña generación eléctrica se potencian introduciendo medidas de eficiencia energética previamente, ya que permiten reducir el número de paneles necesarios y brindar además acceso a medios de información y comunicación.

La potencia mecánica, a través de equipos motorizados (a vapor, diésel o gas, eléctricos e hidráulicos) podría mejorar las condiciones de vida y trabajo de millones de personas, que dependen del uso de la fuerza humana o animal para realizar diversas tareas cotidianas. Se requieren servicios mecánicos para actividades esenciales como obtención de agua, riego de campos, cultivo, molienda, fabricación a pequeña escala y extracción de recursos naturales. Alivian la fatiga y el tiempo necesario para lograr el resultado. Impactan fuertemente en las vidas de mujeres y niños que dedican un esfuerzo considerable recolectando combustible o agua. El uso de equipos de potencia mecánica aumenta la productividad y las posibilidades de obtener productos más variados y mejores. Bajan costos de producción y aumentan los ingresos de los hogares. La potencia mecánica no es una

consecuencia directa de la electricidad u otras formas de energía, sino un servicio energético en sí. [16] Los servicios mecánicos demandan equipos comunes como molinos eólicos, ruedas hidráulicas, bombas manuales o a pedal, tornos manuales, afiladores, trilladoras o prensas. Su financiación y difusión beneficiaría a grupos vulnerables contribuyendo a mejorar sus condiciones de vida y mitigar la pobreza. [17]

La falta de infraestructura y escasez de combustible, a veces agravadas por distancias, tiempo y costos significativos, impiden o dificultan la movilidad de gran parte de la población mundial. Numerosas personas no tienen acceso al transporte masivo y dependen del transporte no motorizado –a pie, bicicleta, vehículos a tracción animal- o de vehículos motorizados "no autorizados". Necesitan, relativamente, más energía para transportarse y pagan más por ella, lo que afecta desproporcionadamente los presupuestos familiares. [18] Los viajes suelen ser largos, lentos, incómodos e inseguros. La imposibilidad de acceder a servicios de movilidad adecuados exige considerables esfuerzos físicos, económicos y tiempo. Acceder a servicios adecuados de movilidad aumenta las posibilidades de mejorar las condiciones de vida, de disponer de más recursos económicos y de acceder a servicios de educación y salud. En algunos países se impulsa el transporte masivo a gas natural comprimido, las bicicletas o motocicletas eléctricas o los sistemas híbridos. [19] En Europa, donde el transporte público está extendido se procura la masificación de transportes menos contaminantes, más económicos y de uso flexible, como las bicicletas. En el año 2012, se vendieron 854.000 bicicletas eléctricas frente a 98.000 en 2006. Alemania y Países Bajos, en conjunto representan dos tercios del mercado europeo¹.

La combinación de energía renovable (ER) distribuida con el uso racional y eficiente de la energía (UREE) abre interesantes y prometedoras oportunidades para llevar servicios energéticos a regiones con poblaciones dispersas y de bajos recursos, contribuyendo a mejorar sus condiciones de vida.

La energía es fundamental asimismo para disponer de servicios de infraestructura y comunitarios, de salud (hospitales y salas sanitarias), educativos (escuelas, universidades, centros de capacitación) y civiles (administraciones públicas, empresas privadas, instituciones religiosas, ONG's). Las comunidades necesitan servicios de infraestructura como el bombeo de agua, drenaje adecuado, eliminación de desechos, transporte público, servicios de comunicación y alumbrado público. Más de 780 millones de personas no tienen acceso a fuentes de agua potable y 2.500 millones de personas carecen de instalaciones sanitarias adecuadas. [20] Mundialmente, alrededor de 1.000 millones de personas reciben atención en establecimientos de salud que carecen de electricidad [12], y por ende no disponen de sistemas de refrigeración y esterilización. Con luz eléctrica, las escuelas pueden mejorar el servicio educativo, extendiendo el horario de atención a los alumnos y brindando acceso a tecnologías de información y comunicación, mejorando el desempeño escolar.

Varios de los países desarrollados, con mayores niveles de ingreso per cápita, también enfrentan problemas de pobreza energética. En ellos dominan los problemas ligados a la ineficiencia energética de las construcciones y al incremento de la brecha energética, por la cual estos hogares más pobres son los que usan una mayor proporción de sus ingresos para costear sus facturas de energía. Son más vulnerables a los cortes y son los menos beneficiados por las políticas energéticas. [21]. Ciertos grupos de población enfrentan dificultades para cubrir sus necesidades energéticas,

¹ Francia subsidia la compra de bicicletas eléctricas. En La Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina), se fabrican bicicletas eléctricas, no sólo para el mercado nacional sino también de exportación. En 2014, Bolivia inauguró una planta piloto de baterías de ión litio, donde se espera a mediano plazo se desarrollen baterías, entre otras para bicicletas eléctricas. Se puede pensar incluso, en la complementariedad regional, para la fabricación de autos eléctricos, aprovechando la disponibilidad de hidroelectricidad en Paraguay. [73]

cuando no pueden pagar las facturas y les cortan los servicios, o deben privarse de usarlos para no entrar en cesación de pago. [22].

En Europa 11% de la población declara no poder calefaccionar su vivienda de forma adecuada. [23] Si bien se trata de una situación dinámica y reversible, la tendencia es creciente y silenciosa. 1 hogar entre 7 en Europa se considera pobre o está al borde de la pobreza de combustible. [24] En Europa nórdica y occidental, la privación energética doméstica se limita a grupos demográficos y de vivienda específicos. [25] Habría, por ejemplo, 4,5 millones de hogares en Gran Bretaña (2011) y 3,4 millones en Francia (2009) en condición de pobreza en combustible o precariedad energética, según cada definición nacional. [22] La privación energética residencial es menor en Austria, Finlandia, Dinamarca, los Países Bajos y Suecia. Alemania, por su tamaño, y la envergadura de los programas desarrollados (transición y eficiencia energética), constituye un referente entre los países que buscaron universalizar el acceso y seguridad, a partir de sistemas bajos en carbono, para reducir las emisiones de gases efecto invernadero. En Europa del Este y del Sur, el problema de la privación energética es generalizado, alcanza diversos estratos sociales y las familias deben realizar mayores esfuerzos para pagar la energía que consumen. Particularmente en Polonia, Bulgaria, Lituania, Rumania, Croacia, España, Italia y Portugal, los precios de energía en unidades de poder de compra (Purchasing Power Units PPS²) e índices de pobreza superan la media europea. [26] En ellos, la transición energética se asocia más a los esquemas de liberalización y reestructuración del sector. En España, la baja calidad del parque edificatorio impulsa la rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, como estrategia de reducción de la factura energética. [27]

Estrategias de mitigación de pobreza energética

Pequeñas iniciativas en expansión o políticas de mayor envergadura, buscan sortear los déficits, especialmente en el hemisferio Sur. Por ejemplo:

- ✓ India, con una población de 1.300 millones de habitantes, ocupa el tercer lugar en el mundo en consumo doméstico de electricidad (después de China y Estados Unidos), pero más de la mitad carece de acceso o de servicio apropiado de electricidad. 240 millones de habitantes carecen de conexiones eléctricas legales [28] Si bien el país procura reforzar la generación centralizada con la construcción de parques solares y otras plantas de energías renovables, la escasez de tierras y los vastos espacios que esas instalaciones requieren, favorecen las soluciones creativas de servicios distribuidos: paneles solares en techos de estacionamientos, industrias, comercios y viviendas; o en superficies no ocupables por edificación, como los ríos y otras masas de agua. Desde 2015, se promueve el reemplazo de lámparas incandescentes y de otros dispositivos poco eficientes, por lámparas LED. Para julio de 2017 se habrían adquirido 250 millones de lámparas LED que los usuarios residenciales pueden pagar en pequeñas cuotas y con 3 años de garantía. Para estos usuarios también se ofrecen ventiladores más eficientes que los comúnmente instalados, tubos LED y para las municipalidades y otros organismos públicos, dispositivos para alumbrado exterior (<http://www.ujala.gov.in/>).

² Eurostat –organismo de estadísticas de la Unión Europea- estima los precios en Unidades de Poder de Compra (Purchasing Power Units PPS): una moneda de referencia artificial que elimina las diferencias precio-ingreso mediante la aplicación a los precios en monedas nacionales de un factor de paridad de poder adquisitivo (Purchasing Power Parity PPP) calculado sobre la base del precio de una canasta hipotética de bienes y servicios, representativa de los patrones de consumo en cada país.

- ✓ en África subsahariana, dos tercios de la población no poseen conexión a la red eléctrica (600 millones de personas). El Banco mundial lidera el programa *Lighting Africa* que busca satisfacer necesidades básicas de iluminación y recarga de teléfonos móviles, a través de dispositivos solares. Desde los primeros proyectos pilotos en Ghana y Kenia en 2009 a 2017, ha beneficiado a 20,5 millones de personas de 11 países: Burkina Faso, la República Democrática del Congo, Etiopía, Kenia, Liberia, Malí, Nigeria, Rwanda, Senegal, Tanzania y Uganda. Los sistemas de electricidad pre-paga son cada vez más populares en la región, donde la infraestructura no es adecuada, hay problemas de tenencia de tierra y persiste la pobreza. Cada uno consume en función de lo que puede, haciendo accesible, autónomo y divisible el servicio, sin que ello sea garantía de universalidad, sostenibilidad, ni seguridad. [29].
- ✓ En Perú el 76% de hogares (6 millones) tienen acceso a algún tipo de tecnología moderna para cocinar: electricidad, gas natural, gas licuado de petróleo o cocinas mejoradas, según datos del INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú, del año 2014. Sin embargo, aún 24% de hogares (1.8 millones) utilizan artefactos ineficientes para la cocción de sus alimentos, principalmente en zonas rurales. [30] Desde el año 2007, el proyecto EnDev/GIZ (Cooperación alemana) contribuye al desarrollo de un mercado de cocinas limpias para zonas rurales del país. Desde la década de 1990, ONGs y el Estado, articulando financiamiento y asistencia técnica internacionales, buscan la difusión de cocinas mejoradas, que son estructuras de barro, adobe y algunas partes metálicas, más eficientes y limpias que el fogón tradicional. A partir de 2010, el Estado impulsó el Proyecto COCINA PERÚ, para sustituir el consumo doméstico de kerosene por GLP y reemplazar las cocinas tradicionales a leña por cocinas mejoradas. Entre 2012 y 2014, fueron creadas unas 20 empresas fabricantes de cocinas mejoradas para satisfacer la demanda minorista y de los programas sociales. Entre 2009 y 2015 se instalaron alrededor de 350.000 cocinas mejoradas fijas. También se introdujeron modelos portátiles metálicos y de cerámica. [31] Cuantificar y certificar el ahorro de leña producido por la adopción de cocinas mejoradas –por ejemplo, mediante el Programa Qori Q'oncha de una empresa social- permitiría la venta de bonos en el mercado de carbono para financiar su expansión (<http://www.microsol-int.com/microsol>).



Figura 5. A la izquierda, el esquema de una cocina mejorada en construcción. A la derecha, la cocina construida. Son de muy bajo costo, consumen menos leña y mejoran la salud de los habitantes ya que los gases se van por la chimenea. Además, estas cocinas pueden ser fabricadas localmente por los propios usuarios, quienes se apropian de esta tecnología.

- ✓ en Etiopía, Scaling Up Renewable Energy; y Climate Resilient Green Economy con el Estado Nacional y las ONGs Gaia y la Fundación Sol Solidari incentivan el uso de las energías renovables, para favorecer una economía verde y disminuir la deforestación, con la fabricación y venta de hornos solares cuyo uso mejora la calidad del aire en los hogares. [32] Las cocinas solares constituyen otra alternativa de muy bajo costo y muy promisoria. Estos dispositivos permiten cocinar alimentos usando el Sol como fuente de energía. Hay básicamente dos tipos de cocinas solares las de concentración de la radiación a través de espejos y las de cajas u hornos (ver Figura 6). Estos son dispositivos muy económicos, limpios y fáciles de usar. Su limitación es su relativamente poca difusión y tradición. También el hecho de que no son adecuadas para los días sin sol o las noches. Sin embargo, hay muchos programas de varias organizaciones internacionales [28] que están haciendo disponibles estos sistemas en gran parte de India, China, África y Latino América.
- ✓ En Argentina, la Fundación Ecoandina [33], organización civil radicada en la Provincia de Jujuy, busca implementar soluciones solares sustentables. Posee un kit de ahorro solar térmico que cuenta con un colector solar para agua caliente sanitaria de 100 litros y una cocina solar parabólica con capacidad para una olla de hasta 10 litros (8 porciones); ambos equipos poseen una vida útil estimada de 15 años de. Los kits están destinados a viviendas en barrios carentes de red de gas natural y en situación de vulnerabilidad, con el propósito de lograr ahorros energéticos y la no emisión de gases de efecto invernadero producto de la combustión de energías no renovables. Con los equipos solares instalados, se reduce hasta en un 80% el uso de energías fósiles para cocinar e higienizarse, según las experiencias realizadas por Fundación EcoAndina en zonas rurales. Otro proyecto desarrollado por la Fundación son los baños solares (Figura 6). Se trata de baños comunitarios con colectores solares, instalados para calentar el agua hasta los 50°C aproximadamente. El agua queda almacenada en un tanque termoaislado, manteniéndose caliente en los momentos en que no hay sol, lo que permite que pueda ser utilizada por la noche y hasta por la mañana del día siguiente. El edificio se ha construido con criterios solares pasivos para logra caldear el ambiente en el interior de los baños durante el día y evitar el contraste térmico que supondría salir de una ducha con un agua caliente a 40 grados, a un ambiente muy frío en los vestuarios.



Figura 6. A la izquierda, cocina solar de concentración de la radiación por medio de espejos parabólicos. Fundación Ecoandina. A la derecha, exterior del baño solar, con el colector solar ubicado sobre el techo. En techos y paredes orientados al Norte, ventanas abiertas con el fin de captar la radiación solar el mayor tiempo posible durante el día.

- ✓ Global LPG Partnership, organización público-privada que promueve el uso del gas licuado de petróleo especialmente en África, Asia y Latinoamérica brindando financiamiento y asesoramiento. El Gas Licuado de Petróleo (GLP) o gas envasado, es una mezcla de propano y butano, que es un combustible limpio y muy eficiente. Se viene usando exitosamente en todo el mundo desde hace varias décadas. Es una energía moderna y segura que proporciona calor y energía tanto a las zonas urbanas como rurales. El GLP se puede utilizar en cualquier lugar y está disponible sin grandes inversiones de tecnología o infraestructura. Es fácilmente transportable, se usa en todo el mundo y las reservas mundiales podrían abastecer el mercado por muchas décadas. El GLP y la electricidad pueden ser complementos muy adecuados a las cocinas solares.
- ✓ Buscando dar visibilidad e impulsar el mejoramiento de la situación en los sectores y territorios con mayores privaciones, la ONU incorporó en 2015 a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el **Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos**. También la Unión Europea y Unasur, entre otras organizaciones internacionales, y la comunidad científica enfrentan el desafío de contribuir a la reducción de las privaciones energéticas, evitando la adopción de enfoques exclusivamente técnicos e incorporando aspectos culturales y demográficos, para la efectiva apropiación de soluciones. [34] A su vez, las comunidades afectadas responden a los desafíos de múltiples maneras. Surgen nuevas organizaciones y las existentes se reconfiguran multiplicándose los actores participantes-activos en los sistemas energéticos. La remunicipalización de los servicios, la conformación de cooperativas, las inversiones privadas en granjas solares y parques eólicos, la autogeneración o la intención de comprar al vecino, instalaciones de base comunitaria, son algunas de las iniciativas que van avanzando, relocalizando y descentralizando la producción de energía.
- ✓ Las situaciones de pobreza y privación energéticas no quedan confinadas a la diferenciación binaria países del Norte - países del Sur. Por ejemplo, hay poblaciones en climas fríos de países del Sur -como China o Nepal- en condición de pobreza; y poblaciones en climas cálidos de países con altos ingresos como Malta o España, donde la pobreza se asociaría a la falta de refrigeración. Existen poblaciones en países con ingresos intermedios, como en Sudamérica,

donde se ve un mosaico más heterogéneo de situaciones y los Estados hacen frente a problemas de asequibilidad y de acceso a la energía.

Pobreza energética en Argentina

El 98% de los hogares argentinos dispone de acceso a los servicios eléctricos. El 51% de los habitantes están conectados a las redes de gas natural y 45% consumen gas licuado de petróleo. 1,4 millones de personas dependen en el país de la leña para cocinar (INDEC 2010) (Figura 7).

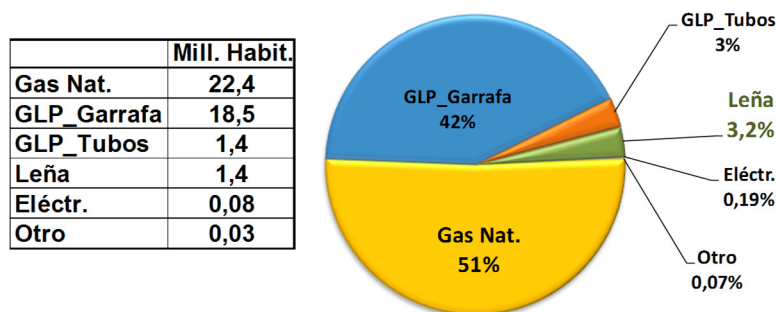


Figura 7: Combustible utilizado para cocinar en Argentina. Los números de la tabla están en millones de habitantes. Fuente: Elaboración propia a partir de INDEC 2010

El sector residencial es responsable del 27% de la energía consumida en el país. El gas distribuido por red aporta 62,5% de la energía consumida en los hogares y la electricidad, 27% [35] (Figura 8).

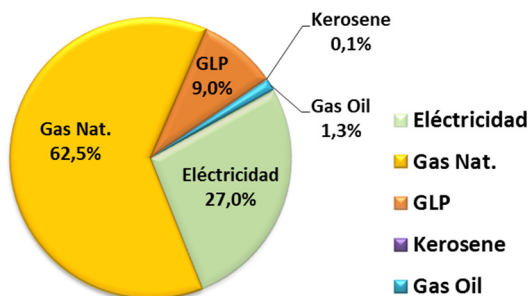


Figura 8: Composición del consumo energético residencial 2015, en Argentina. Fuente: Elaboración a partir de datos del BEN 2015. [35]

Las Provincias del Noreste (NEA) y Noroeste (NOA) presentan los menores indicadores de acceso a servicios energéticos. Santiago del Estero posee la de menor cobertura, con 86% de los hogares servidos. Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones y Salta cuentan con tasas de cobertura entre el 90 y el 95%. Aproximadamente 500.000 personas carecen aún de electricidad, principalmente localizadas en áreas rurales aisladas de difícil acceso y costoso tendido de redes. [36] En la Figura 9 puede verse la distribución de combustible para cocción en las diferentes provincias de Argentina.

La población que tiene acceso al servicio de gas natural [37] lo utiliza, entre otras cosas, como principal combustible para la cocción. Las familias con acceso a gas natural, por lo general lo aprovechan también para el calentamiento de agua sanitaria (ACS) y calefacción. Su uso es mayoritario en las provincias del Norte, Centro y Patagonia. La región Centro del país, con las mayores

densidades de población y presencia de grandes aglomerados urbanos, concentra los mayores consumos de energía. En la Provincia de Buenos Aires (incluyendo el Gran Buenos Aires) la cobertura de la red de gas alcanza el 60%.

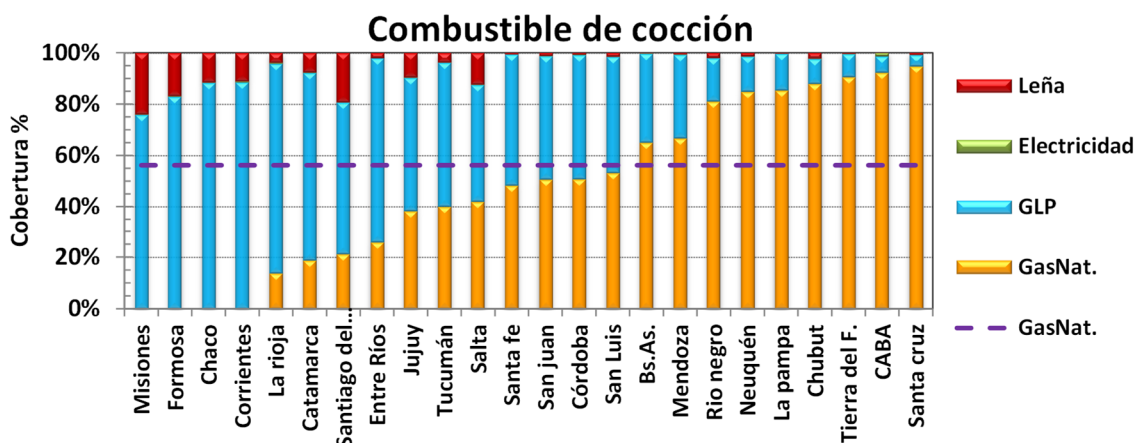


Figura 9: Combustible utilizado para cocinar en las distintas provincias de Argentina. La cobertura de gas natural por redes es del 51% mientras que la de GLP es del 45%. Así podemos decir que casi el 96% de la población en Argentina usa gas para la cocción. Solo las provincias del NEA no tienen acceso al gas natural. Fuente: Elaboración propia a partir de INDEC 2010. [38]

Entre 2001 y 2010, se incrementó en 3,6 millones las personas [37] que accedieron al gas natural, principalmente residentes de las provincias de San Luis, La Pampa, Entre Ríos y San Juan. [36] Solo las provincias del NEA no tienen acceso al gas natural por redes. El 45 % de la población del país usa gas licuado de petróleo, principalmente garrafas de 10 kg o tubo de 45 kg. Los usuarios de gas licuado o GLP son mayoritarios en las provincias del Norte y fundamentalmente del Noreste donde no hay transporte de gas natural. El 3,2% de los residentes del país usa leña o carbón. Estos se ubican fundamentalmente en las provincias del Norte: Salta, Santiago del Estero y Misiones concentraron el 90% de los hogares del país que utilizaron principalmente leña o carbón para cocinar en 2010, ver Figuras 10 y 11. [39]

En Argentina, el Estado no dispone de una forma estandarizada o indicador formal para medir la pobreza energética. La Encuesta Nacional de Gastos de Hogares (ENGHO) no ha relevado hasta la actualidad, información específica sobre ingresos destinados al aprovisionamiento de energía en el hogar. Se prevé que en próximos relevamientos un módulo energético sea incluido en las encuestas, para recabar información sobre equipamiento, consumos, gastos, compras y utilización de la energía en hogares argentinos con el objetivo de construir una línea de base de consumo energético en el sector residencial. [40] Según un índice de pobreza energética (IGPE), elaborado por Durán y Condori de la Universidad Nacional de Salta (2016), a partir de datos del INDEC, la mayor pobreza se manifiesta en los departamentos del Norte, en Salta, Formosa, Santiago del Estero, Misiones y Jujuy. [41]

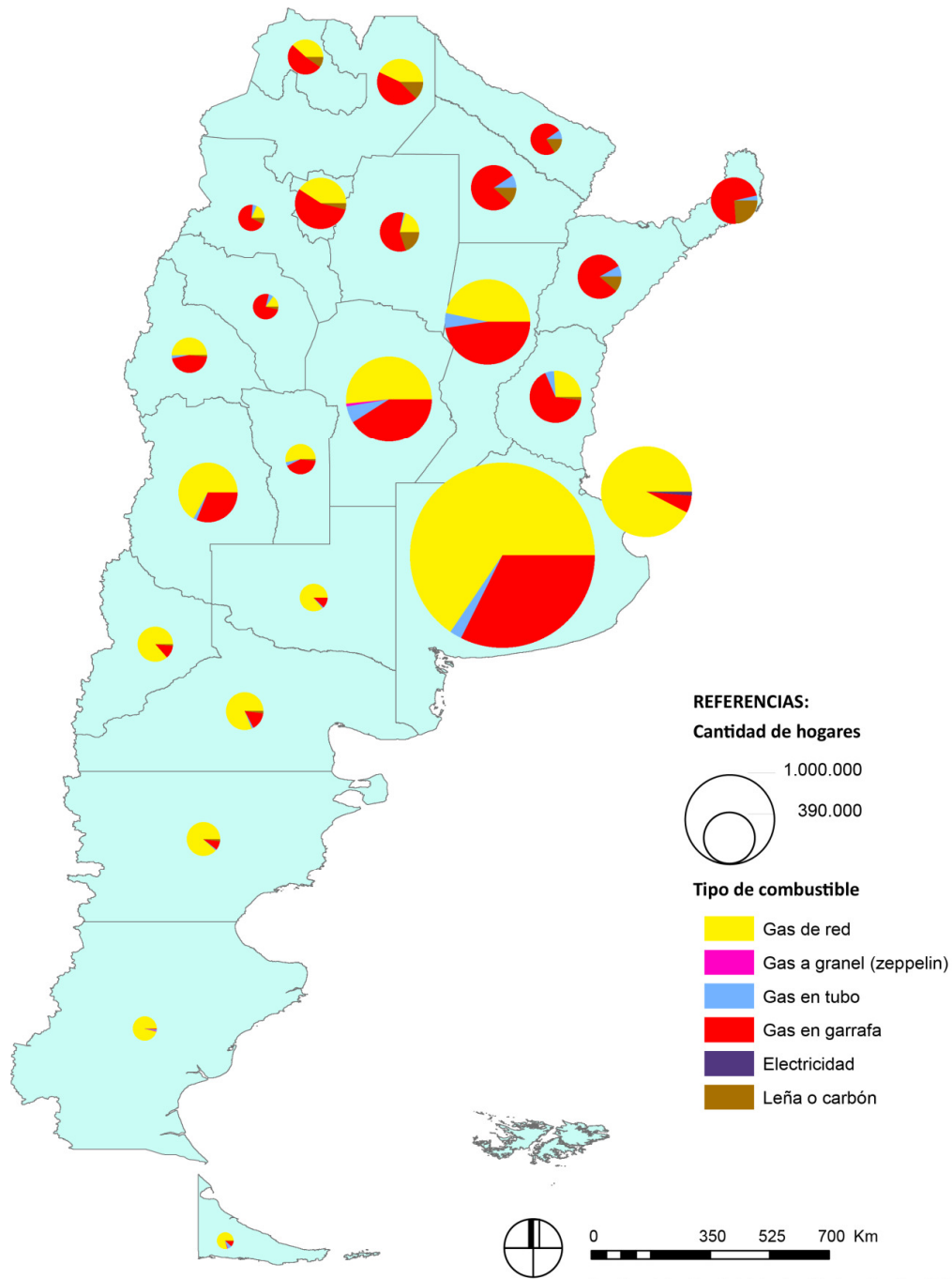


Figura 10: Mapa de composición del consumo: Combustibles usados principalmente para la cocción en Argentina. Elaboración a partir de datos de INDEC.

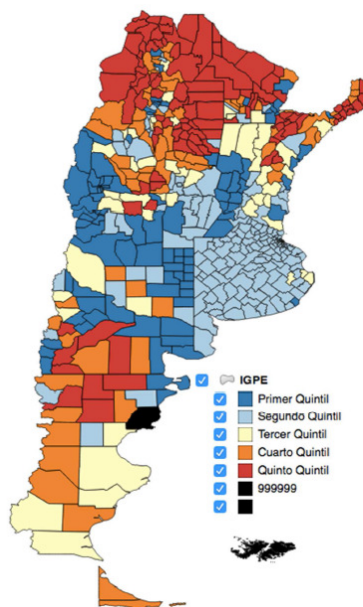


Figura 11: Mapa del Índice General de Pobreza Energética (IGPE), 2010. Fuente: Durán y Condori, 2016. [41]

Los datos sobre pobreza en general, proporcionados por organismos oficiales e instituciones académicas, permitirían comprender la magnitud de la población potencialmente alcanzada, o en riesgo de pobreza energética. En el segundo semestre de 2016, el 30% de los habitantes del país era pobre (8,3 millones de personas) y entre ellos, 6% se encontraba en situación de indigencia (1,6 millones de personas, 4,5% de los hogares). Los mayores niveles de población en situación de pobreza se encontraban en Cuyo (35,7%), Noreste (33%) y Noroeste (31,6%). Los mayores porcentajes de población indigente se registraron en la región pampeana (6,7%), seguida por Gran Buenos Aires (6,4%), Noroeste (5,3%), Noreste (5,1%), Cuyo (4,3%) y la Patagonia (3,3%). [42] Los sectores más pobres del país cocinan con combustibles rudimentarios, carbón o leña y GLP. La figura 12 sugiere esta correlación.

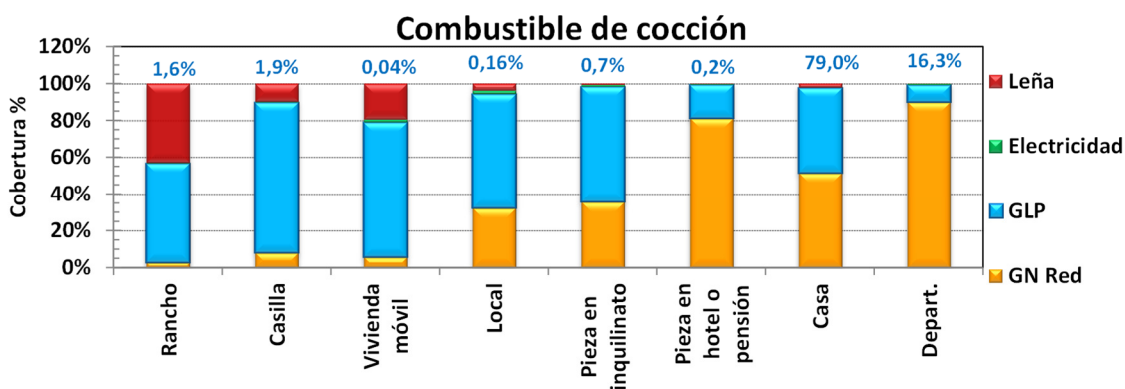


Figura 12: Combustible usado principalmente para cocción, según tipo de vivienda, Argentina. 2010. Los porcentajes sobre las barras indican la proporción de habitantes morando en ese tipo de viviendas en el país. Esta figura muestra una fuerte correlación entre el tipo de vivienda, condición social y combustible usados para cocinar. Los sectores de más bajos recursos son los que más emplean la leña y el gas envasado (GLP). Fuente: INDEC 2010.

A partir de un criterio de definición multidimensional de la pobreza basado en los enfoques de derechos, la Encuesta de la Deuda Social Argentina³ [43] ha determinado que en 2016 la pobreza urbana en la Argentina habría alcanzado al 30% de la población (20% de los hogares). En 2016, al menos una de cada cuatro personas residía en hogares privados de acceso a conexiones básicas, a viviendas dignas que garanticen un mínimo de protección y/o de recursos que provean de acceso a la información. Esto indicaría que $\frac{1}{4}$ de la población del país habita en viviendas con déficits energéticos y/o precariedad constructiva (estructura o materiales que no proveen las funciones básicas de aislamiento hidrófugo, resistencia, delimitación de los espacios, aislación térmica, acústica y protección superior contra las condiciones atmosféricas). [43] Esta situación se profundiza en el caso de zonas de máxima precariedad y vulnerabilidad, como los asentamientos informales. En 2016, había 2.400 asentamientos informales (74,5% asentamientos, 20,3% villas y 5,2% barrios populares informales), donde vivían 650.700 familias (casi 3 millones de personas) con déficit de acceso a servicios básicos y en situación de precariedad habitacional. En los asentamientos, la mayoría de las familias no cuentan con acceso formal a la red de energía eléctrica. [44]

Del total de hogares en Argentina (12 millones), más de medio millón son viviendas de tipo rancho, casilla, piezas en inquilinato, hotel o pensión, locales o viviendas móviles. En este grupo de viviendas de mayor precariedad, los combustibles principalmente utilizados para cocinar son el gas en garrafa (GLP) y la leña o carbón. La proporción del uso de leña es superlativa en los ranchos donde su consumo alcanza al 42% de los hogares (Figura 12).

Iniciativas y proyectos de generación distribuida, de mejoras en el hábitat o su equipamiento, muchos de ellos promoviendo el uso de fuentes renovables son impulsados e implementados desde el Estado y la sociedad civil, para mejorar los distintos servicios energéticos. En las localidades rurales, los equipos solares de calentamiento de agua sanitaria constituyen una importante alternativa.

En la región del Noreste, se registran propuestas de aprovechamiento de biomasa para la cocción: sustitución de los fogones por cocinas mejoradas, donde aprovechar subproductos y residuos (biomasa) derivados de las actividades agropecuarias y forestales, para la producción de energía. La región del Centro alberga la mayor concentración de población viviendo en asentamientos informales, en los grandes aglomerados urbanos. Mejorar las condiciones constructivas del hábitat, redundaría en un mayor confort térmico de las viviendas. Medidas similares serían de suma importancia en la región de la Patagonia, con clima extremo. En el acondicionamiento térmico de las viviendas podría aumentarse el uso de recursos locales, así como el abastecimiento energético a partir de fuentes renovables en programas de vivienda social. Debiera considerarse prioritaria la participación del Estado apoyando y financiando iniciativas en viviendas sociales, establecimientos públicos educativos, comedores comunitarios y centros de salud.

Consumo de energía en el sector residencial

En Argentina el consumo residencial está dominado por los sectores medios y altos, que son los que más demandan energía. Su estudio aquí tiene como objeto conocer las pautas de consumo en general y luego, a partir de este análisis, inferir cuáles serían las necesidades o potenciales demandas de consumo en los sectores de más bajos recursos, en dos escenarios distintos: a) en un escenario tendencial o Business as Usual (BAU) y b) en un escenario incorporando pautas de uso racional y eficiente (UREE).

³ Considera 7 indicadores: 1) alimentación suficiente; 2) cobertura de salud; 3) servicios básicos; 4) vivienda digna; 5) recursos educativos; 6) afiliación al sistema de seguridad social y 7) recursos de información.

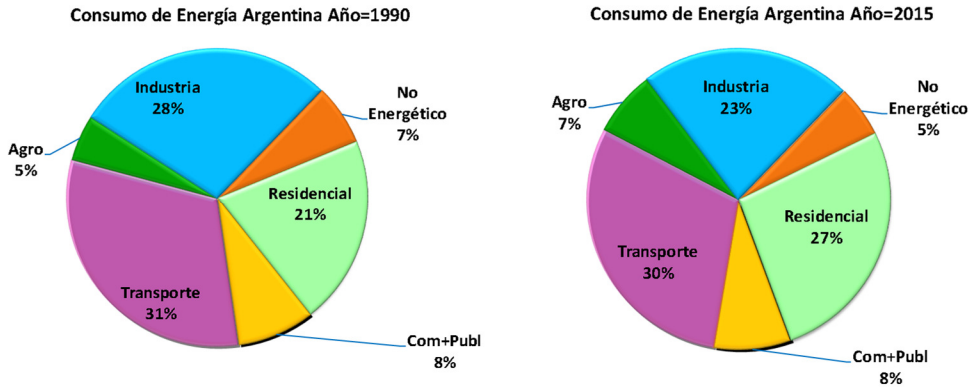


Figura 13. Distribución del consumo final en Argentina. En 1990 (izquierda) la participación del consumo residencial era del 21%, el 2015 (derecha) su participación en el consumo final llegó al 27%. [35]

El consumo residencial en Argentina ha tenido un crecimiento muy acelerado en los últimos años. [45] En el año 1990, esta componente de consumo representaba el 21% del total mientras que para 2015 su participación alcanzó el 27%, ver Figura 13.

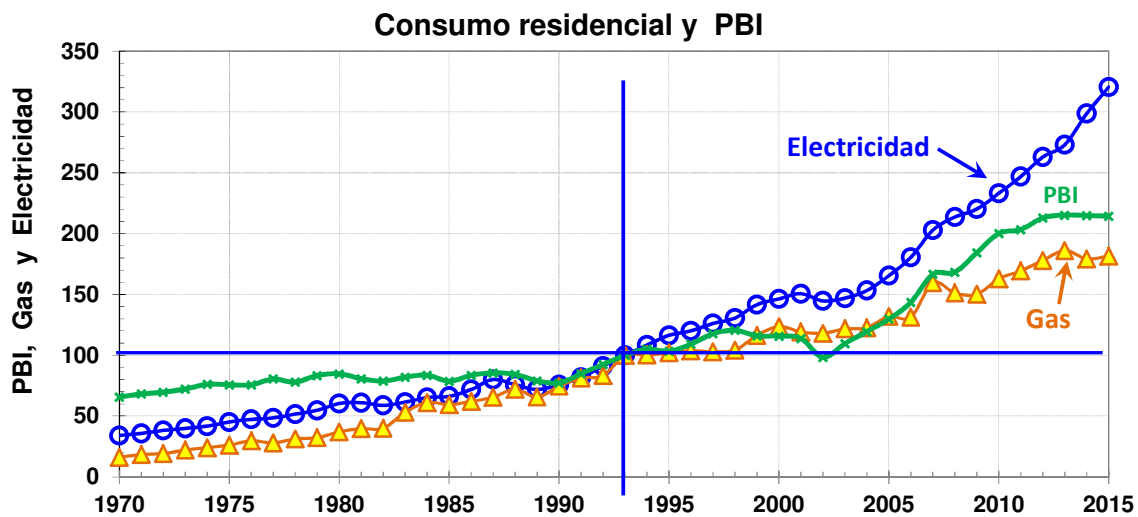


Figura 14. Variación relativa de los consumos residenciales y PBI, tomando como base los valores del año 1993 que se asignan como 100. El PBI está indicado por las cruces verdes, el consumo eléctrico por los círculos azules y el consumo residencial de gas por redes por triángulos amarillos. Como se ve, el consumo eléctrico residencial es la variable que tiene el mayor crecimiento. [35]

Por su parte, si analizamos la evolución en el tiempo de los consumos residenciales tanto eléctricos como de gas natural, como así también la variación del PBI, Figura 14; se observa que el consumo eléctrico residencial es la variable que presenta el mayor crecimiento, duplicándose cada 15 años aproximadamente. El aumento del consumo residencial eléctrico supera tanto la variación del PBI, como el crecimiento del consumo de gas. Otra característica importante de los consumos residenciales, es que son poco elásticos, es decir no varían apreciablemente con los ciclos económicos. Esto se evidencia en la Figura 14, donde se observa que, en los períodos de recesión, los consumos residenciales no disminuyen en la misma magnitud que varía la economía (PBI) y contrastan con los consumos industriales, que sí son fuertemente dependientes de los ciclos económicos. Este hecho se

puede interpretar admitiendo que los usuarios residenciales, en tiempos de recesión, disminuyen la adquisición de nuevos artefactos, pero continúan usando los que ya han adquirido.

Otra característica importante de los consumos residenciales, se refiere a los consumos específicos, esto es: los consumos por usuario⁴ y por unidad de tiempo (día, mes o año). Cuando se comparan los consumos específicos residenciales, tanto eléctricos como de gas natural (GN), como se ilustra en la Figura 15, se observa que, a nivel nacional, el consumo específico de gas natural por redes es un **factor 4** mayor que el consumo eléctrico residencial promedio. En este gráfico, y en lo que sigue, nos referiremos al consumo residencial de gas natural de las regiones Centro y Norte de Argentina, es decir al Norte del Río Colorado. En estas regiones los usuarios tienen un comportamiento similar, en cuanto a su consumo específico y suman el 95% de los usuarios del país. [46] Al Sur del Río Colorado se observa un sobreconsumo, muy posiblemente asociado a los subsidios de la energía. [47]

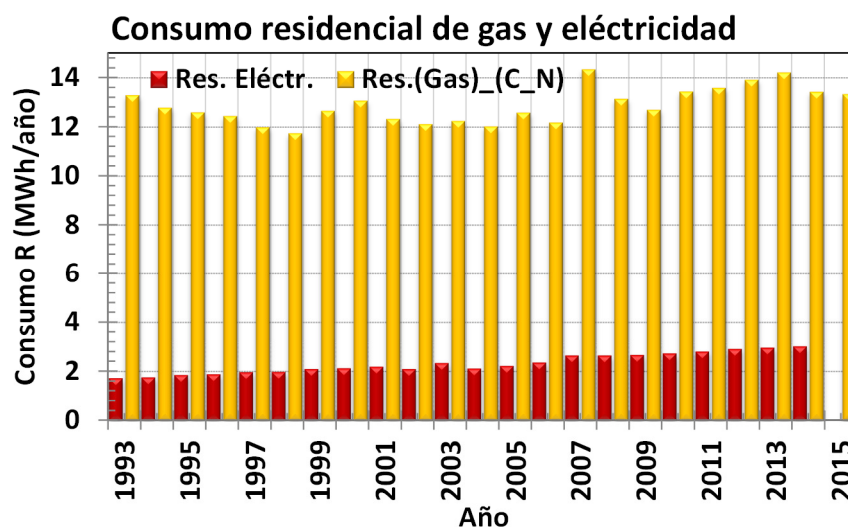


Figura 15. Variación de los consumos específicos residenciales, eléctricos (barras rojas) y gas natural (barras amarillas) de la zona centro norte como función del tiempo. Los consumos medios de gas natural indicados aquí corresponden a la región centro norte de Argentina.

Por otro lado, si se representan los mismos datos de la Figura 15, en escalas distintas, de modo de apreciar mejor su variación en el tiempo, como se ilustra en la Figura 16; se observa que mientras el consumo específico del gas natural creció en la última década en promedio 0,5% anual, el del eléctrico creció en promedio el 3,1% anual.

⁴ Un usuario se refiere a una vivienda conectada a la red. Es decir, un usuario corresponde a un medidor o vivienda. Estadísticamente un medidor abastece de gas a 3,3 personas.

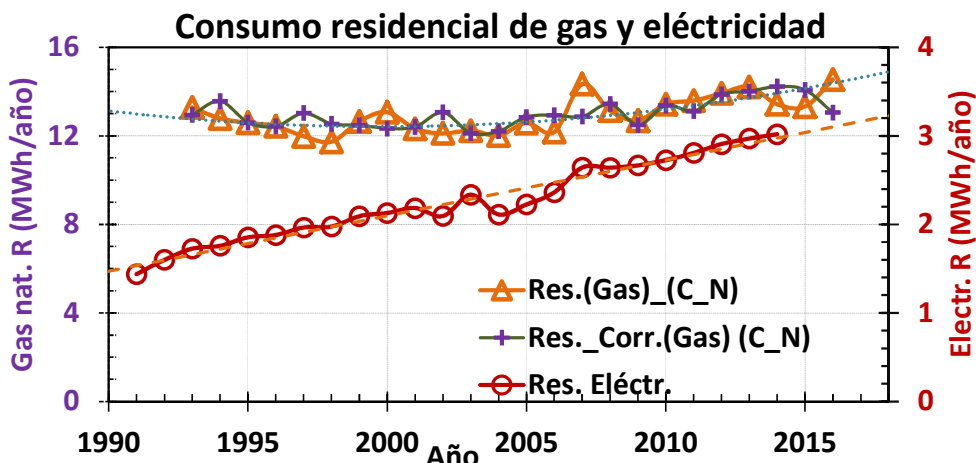


Figura 16. Variación de los consumos específicos residenciales, eléctricos (círculos rojos) referidos al eje vertical derecho y de gas natural (triángulos naranjas) de la zona centro norte como función del tiempo. Dado que el consumo de gas es fuertemente dependiente de la temperatura, cuando se corrigen los consumos específicos por los efectos térmicos se obtiene los consumos corregidos indicados por las cruces violetas. De este gráfico se observa que el crecimiento del consumo específico electro residencial de la última década fue del 3,1%, mientras que el correspondiente de gas natural varió sólo en 0,5% anual en el mismo período.

Estas tendencias, guardan relación con el hecho de que la innovación tecnológica genera constantemente nuevos dispositivos de uso domésticos que en su mayoría son eléctricos, esto conlleva a un incremento muy notable del consumo específico residencial. Esta observación, nos debería incentivar a redoblar los esfuerzos para tener un conjunto de normas y estándares de eficiencia energética que incentiven la mejora de su eficiencia, como por ejemplo el etiquetado de eficiencia energética, con una actualización periódica de no más de dos o tres años.

Consumo residencial de gas

El gas natural constituye el principal componente de la matriz energética nacional, aportando más del 50% de la energía primaria del país. [48] Además, esta componente de consumo se puede seguir, dada la disponibilidad de datos proporcionados por ENARGAS, con estadísticas de los últimos 25 años. [49] Alrededor del 27% del gas se distribuye a través de redes a los usuarios residenciales. La Figura 17 muestra la variación del consumo específico residencial medio de Argentina a lo largo de un año. Los datos mostrados en esta figura son el promedio de los consumos residenciales específicos de los años 2010 al 2015. Los consumos de los meses de verano (enero y diciembre) coinciden con el llamado consumo base, es decir el consumo de gas usado en cocción y calentamiento de agua, área verde en la Figura 17. Esta separación puede realizarse de manera simple, ya que la variación de consumo base es relativamente suave con la temperatura y como veremos puede determinarse bastante bien a partir de los datos de consumo. La abultada joroba amarilla de los meses de invierno, corresponde al consumo de calefacción y en promedio es del orden del 56% ($\pm 4\%$) del consumo residencial de gas. Claramente esta proporción puede cambiar según la rigurosidad de los inviernos.

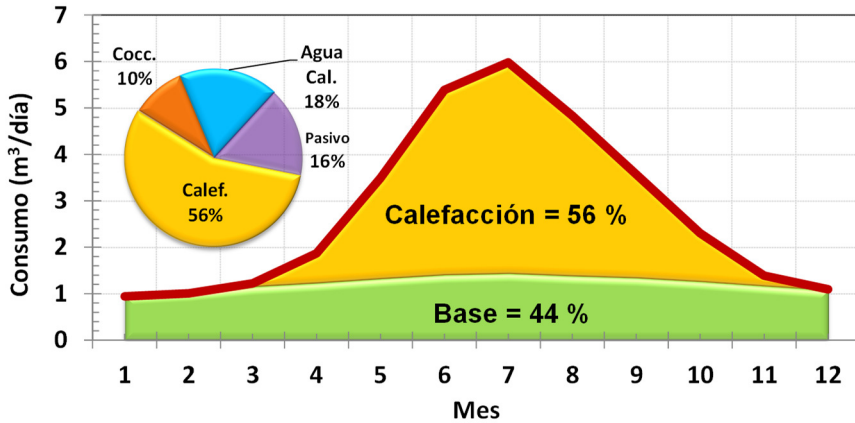


Figura 17. Variación de los consumos específicos residenciales de gas como función de los meses del año. Los datos ilustrados aquí son el promedio de los años 2010 al 2015 para la región centro-norte de Argentina. El diagrama de torta inserto en la parte superior izquierda, muestra cómo se distribuye el consumo de gas residencial entre sus distintos usos. Los consumos pasivos, se refieren al consumo de mantenimiento de termotanque y pilotos de calefones asociado a los sistemas de calentamiento de agua. El consumo de gas usado en calentar agua sanitaria (ACS) es la suma de calentamiento de agua propiamente y los consumos pasivos, es decir es del 34%.

Por su parte, el consumo de cocción puede obtenerse del análisis de los datos de edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales. En este caso, el consumo de las unidades o departamentos individuales, está asociado al consumo de cocción principalmente. Dado que, en el país, hay muchos edificios, cada uno de ellos con decenas de unidades individuales, con estas características, este estudio puede realizarse muy bien, ya que las distribuidoras disponen por lo general del registro de estos consumos por más de una década.

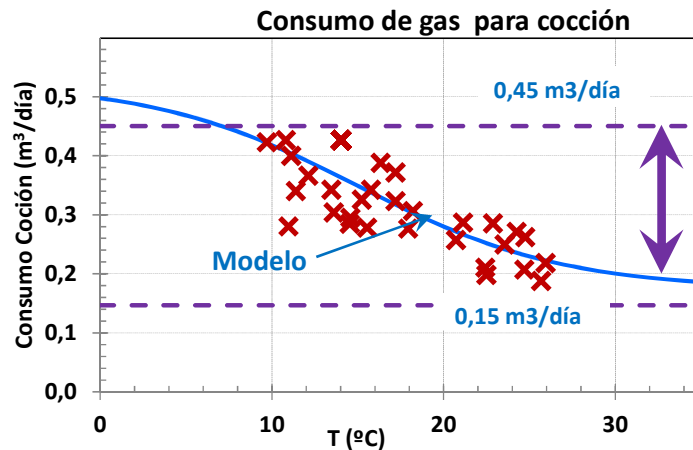


Figura 18. Consumo de gas para cocción. Datos obtenidos de edificios de CABA con servicios centrales. El consumo promedio de gas para cocción es de $0,3 \pm 0,15$ m³/día. Este consumo es consistente con un uso diario de hornallas medianas de 80 min y de 15 min de horno. Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por Metrogas.

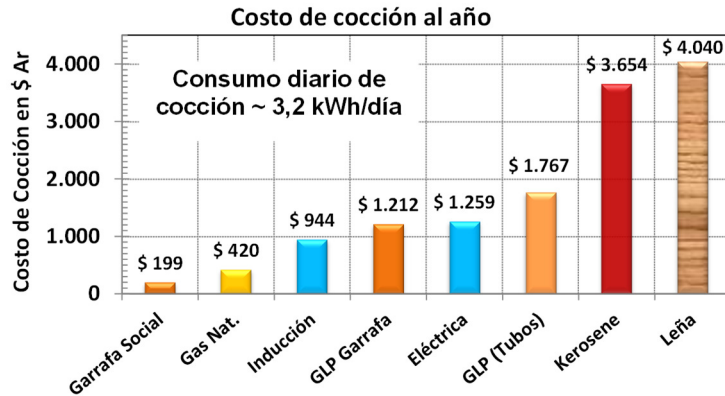


Figura 19. Costo de los combustibles usados para cocinar en Argentina. Los combustibles más caros son los que usan los sectores de menores recursos. Este gráfico muestra la importancia de las garrafas sociales en Argentina. Los usuarios de leña la tienen que recoger ellos mismos.

En la Figura 18 se muestran los consumos en función de la temperatura. Como puede observarse, el consumo para la cocción es también dependiente de la temperatura, aumentado en los días fríos. Este comportamiento refleja la característica de que las personas tendemos a comer comidas más livianas y frías en los días calurosos que en los fríos. Los consumos asociados a la cocción, son aproximadamente similares para todos los sectores sociales. El consumo de $0,30 \pm 0,12 \text{ m}^3/\text{día}$, equivalente a unos $3,2 \text{ kWh}/\text{día}$, para la cocción, puede considerarse representativo de toda la región centro norte, con una variación según la temperatura (Figura 18). Como en promedio hay 3,3 personas por viviendas, el que consumo para cocción por persona en Argentina sería aproximadamente $1 \text{ kWh}/\text{persona.día}$.

En general los combustibles más caros son los que usan los sectores de menores recursos como se ve en la Figura 19. De ella se deduce por un lado la importancia de las garrafas sociales. Por otro lado, dado los costos de la leña, se entiende que las poblaciones de bajos recursos la recogen ellos mismos.

Respecto de la eficiencia relativa de las distintas tecnologías usadas para cocinar, los sistemas tradicionales de cocción a leña utilizados por las poblaciones más vulnerables son los más ineficientes (Figura 20).

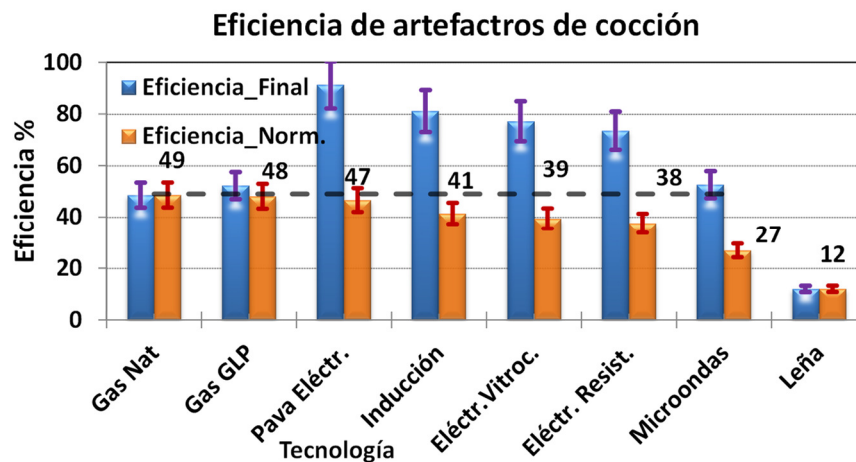


Figura 20. Eficiencia directa (barras azules) y teniendo en cuenta la eficiencia de conversión de gas a electricidad (barras anaranjadas) para las tecnologías de cocción ensayadas. Estas mediciones corresponden a ollas con tapa. Las barras de error indica la dispersión obtenida en las distintas mediciones y variación de formas de utilización

Si al consumo base de la Figura 17, le sustraemos el consumo de cocción se obtiene el consumo para calentamiento de agua (ACS) que se ilustra en la Figura 21. Internacionalmente, el problema del calentamiento de agua ha recibido mucha atención, de hecho, hay varios informes que discuten este problema. [50], [51], [52], [53] En Argentina, casi todos los equipos de calentamiento de agua que se usan tienen importantes consumos pasivos. Estos ocurren las 24 horas del día ya sea que se consuma o no agua caliente. Estos son: la llama piloto en los calefones o el consumo de mantenimiento en los equipos de acumulación de agua caliente o termotanques. Estos últimos tienen un consumo de gas para mantener caliente el agua, que es superior al consumo de los pilotos. Esto se debe a que aún sin consumo de agua, su quemador se enciende periódicamente para mantener el agua caliente. Los consumos pasivos de los pilotos de calefones son del orden de 0,5 m³/día y el de los termotanques varía entre 0,5 a 0,75 m³/día. Obsérvese que estos consumos pasivos son en general mayores que la energía que se precisaría para calentar todo el volumen de agua sanitaria que una familia típica usa en Argentina. Esto corresponde a unos 185 litros por día, equivalente a 56 ± 5 litros/día.persona, desde la temperatura ambiente a la temperatura de confort de unos 42 °C. El consumo de gas para hacer este calentamiento sería de 0,5 m³/día, equivalente a 5,7 kWh/día. Estos valores se muestran en la Figura 21. Obsérvese que para una vivienda tipo, con 3 ocupantes, usando equipos convencionales, el mayor consumo de gas del consumo base es el pasivo.

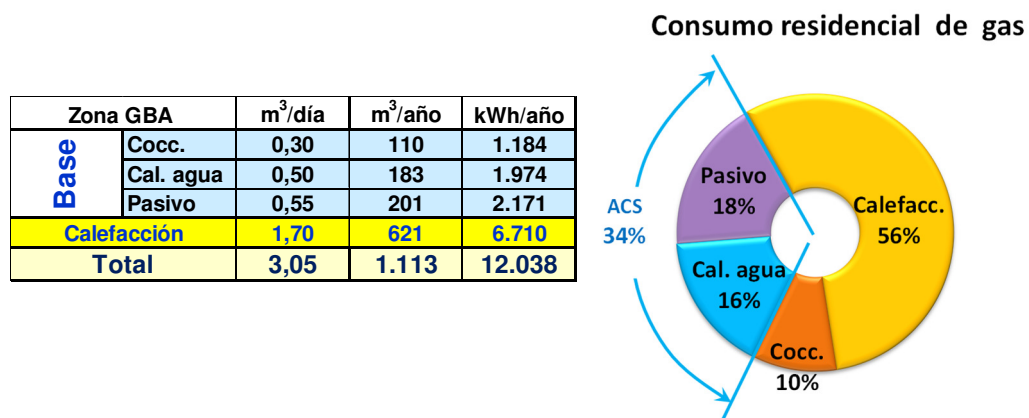


Figura 21. Izquierda, distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios del Gran Buenos Aires (GBA). Derecha, distribución del consumo de gas en el sector residencial en el GBA. El consumo medio para calentar unos 185 litros de agua, equivalente a 56 litros/día/persona, de la temperatura media anual (17°C) a la temperatura de confort, T_c=42°C, es de unos 0,5 m³/día. Si a este consumo agregamos los consumos pasivos, resulta que en el calentamiento de agua emplean unos 1,15 m³/día, equivalente a 12,4 kWh. El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de 1154 m³/año equivale a 12 479 kWh/año.

El calentamiento de agua sanitaria es el segundo consumo en importancia en el sector residencial, y muy posiblemente en el comercial también. En el sector residencial, representa aproximadamente el 33% del total, ese consumo se divide en el consumo de calentar agua propiamente (16%) y el pasivo (18%). Es decir, para el calentamiento de agua sanitaria se emplea casi el 10% de la energía consumida en Argentina. Esta observación se explica en parte por el elevado calor específico del agua, que hace que aumentar su temperatura demande mucha energía.

Un hecho importante de señalar, es que actualmente existe en el mercado local calefones clase A, que tienen encendido electrónico y por lo tanto eliminan el consumo pasivo de los pilotos. Además, tienen un rendimiento de quemador o eficiencia de calentamiento superior al 80%, y su costo no supera en un 15% el de los equipos convencionales o sea aquellos equipos con etiqueta C, D o aún de más baja en eficiencia, según la Norma NAG313. [54] También existen calderas y sistemas de calentamiento de agua de alta eficiencia con condensación de vapores, cuyas eficiencias superan

el 90%. Desde luego, los sistemas solares híbridos con apoyo de calefones modulantes, clase A en eficiencia, pueden reducir los consumos en ACS en factores de 8 ó 9 respecto de los equipos convencionales actuales. [50] Los calefones clase A actuales podrían generar ahorros cercanos al 50% en el calentamiento de agua. Estos equipos ofrecen las mayores potencialidades de ahorro y no son demasiado costosos. [55] En la Figura 22, se ilustran los equipos más usuales de calentamiento de agua en Argentina. Allí se resumen los consumos de energía para calentar 185 litros/día, usando diferentes tecnologías y las posibilidades de ahorro que son muy significativas.

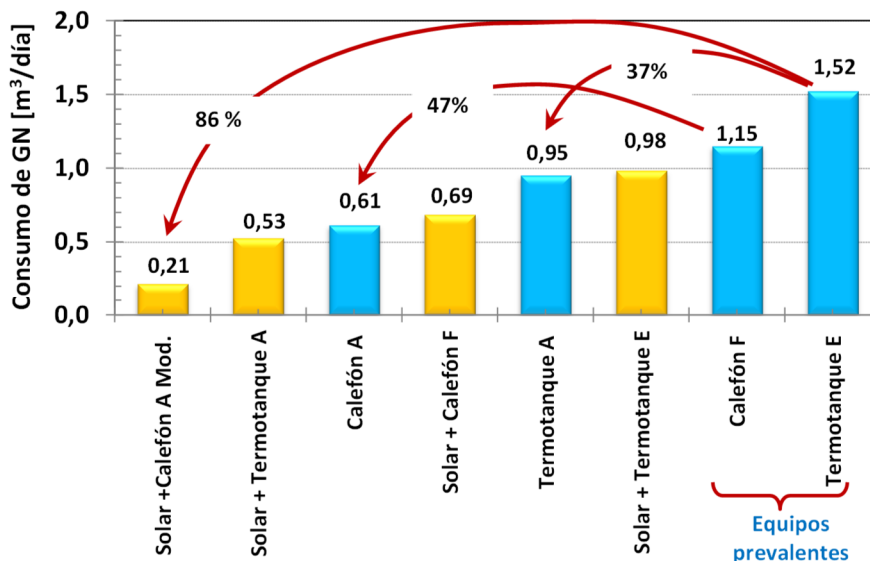


Figura 22. Consumos de gas natural (GN) en el calentamiento de 185 litros/día de agua sanitaria usando distintas tecnologías. La variación del consumo diario en ACS entre los distintos modos es muy notable y está indicado en la barra. Los ahorros que un sistema solar híbrido puede aportar son muy significativos si se utiliza como respaldo un calefón modulante sin piloto, clase A. Asimismo, un calefón clase A, consume menos que un sistema híbrido con termotanque de respaldo.

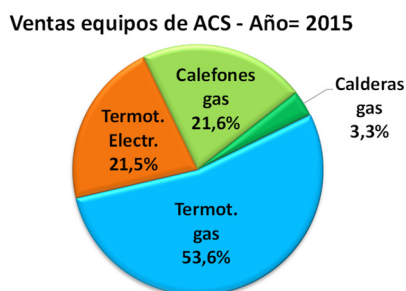


Figura 23. Distribución de la producción de equipos de calentamiento de agua para uso residencial en Argentina para el año 2015. Se ve que los artefactos a gas constituyen 78,4% del total. Fuente CAFAGAS [56]

En Argentina el consumo de energía para calentar agua sanitaria es del orden del 34% de consumo de gas residencial. Varios análisis indican que en promedio en Argentina se consumen unos 56 litro/día y por persona, [50] sin embargo, en los edificios de sectores sociales altos con servicios centrales de agua caliente este consumo es cercano a los 100 litro/día y por persona. En la figura 23 se muestra la distribución de distintos equipos de calentamiento de agua que actualmente se usan en el país.

Energía solar

En el territorio argentino, la radiación solar diaria promedio es de aproximadamente 4 kWh/m² (Figura 24). Por lo tanto, la energía que llegaría a un colector solar de 2,5 m², sería de unos 10 kWh

por día. Esto equivale a 1 m^3 de gas natural, que sería el volumen requerido por una familia para calentar el agua sanitaria que utiliza en un día. Estos valores varían según las zonas. En la región Centro, las mediciones indican que con colectores solares de 2 a 3 m^2 se podría cubrir el 60% de la demanda de agua caliente sanitaria, de un usuario residencial por día. Si los colectores solares se asociaran con sistemas de apoyo eficientes, el consumo diario de gas utilizado para el calentamiento de agua de cada usuario, pasaría de un promedio actual de $1,05 \text{ m}^3/\text{día}$ a $0,21 \text{ m}^3/\text{día}$, lo que equivale a un ahorro del 80%.

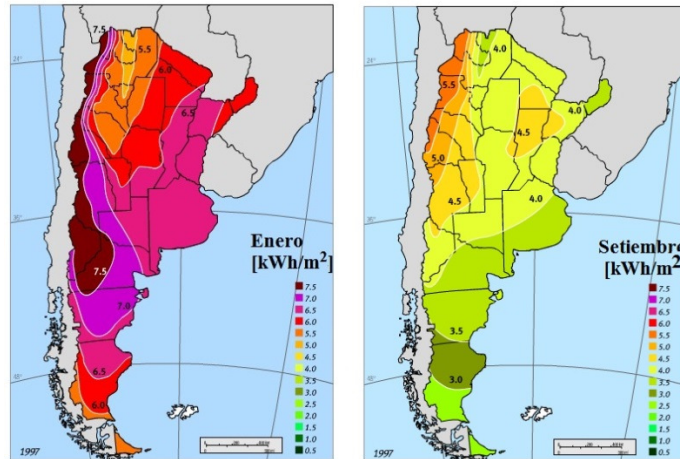


Figura 24. Distribución espacial promedio de la irradiación solar diaria sobre un plano horizontal, para dos meses del año, enero (izquierda) y septiembre (derecha). [57]

Como se ve de la Figura 22, un equipo solar no genera grandes ahorros, si no está asociado a un equipo de apoyo eficiente. Por ejemplo, un equipo solar asociado a un termotanque E - los más comunes en el mercado hasta 2017- consume más que un calefón convencional clase A. El consumo de mantenimiento de un termotanque E ($0,75 \text{ m}^3/\text{día}$) es superior al consumo de gas necesario para calentar unos 200 litros de agua por día ($0,5 \text{ m}^3/\text{día}$), el aporte del equipo solar reduce este último consumo, que es el más pequeño, sin modificar el consumo de mantenimiento que es el mayor.

Además, el costo del calefón A es significativamente inferior al del equipo solar, entre 200 USD a 400 USD. Otra limitación de los termotanque usuales, es que el sistema de calentamiento de agua se activa automáticamente cuando la temperatura del agua está por debajo de una cierta temperatura. De este modo, al final de la noche, es usual que el termotanque caliente el agua, justo antes de la salida del sol, generando un desperdicio de energía. Este consumo pasivo se daría incluso si no se requiere este servicio, como cuando los usuarios están de viaje. El calefón modulante, sin piloto, solo aporta calor al agua en el momento que el usuario lo requiere y si el sol no pudo hacerlo. Es decir, no consume cuando no se usa.

Un sistema de apoyo usual de los equipos solares, son los **termotanques eléctricos**. Esto se debe a que muchas veces la electricidad es más fácilmente accesible que el gas natural o el GLP, como ocurre en el NEA. Una característica crucial que deben tener estos termotanques es que las pérdidas de calor (consumo pasivo) sean lo más pequeñas posibles, equivalentes a un termotanque etiqueta A según la Norma IRAM 62410. Asimismo, es interesante y oportuno mencionar que algunos fabricantes ya cuentan con modelos de termotanques eléctricos A, con sistema inteligente de apoyo solar, que regulan la temperatura de la parte superior del tanque, de modo que solo mantienen caliente una pequeña reserva de agua.

Tanto por razones socio-económicas como ambientales, sería conveniente la intervención del Estado para racionalizar el consumo de gas, promover el desarrollo de la industria nacional y

disminuir las emisiones de gases de efecto de invernadero. Por ello sería necesario un programa, que impulse la producción y adquisición de sistemas solares híbridos. La fabricación local de equipos convencionales eficientes y sistemas solares térmicos contribuiría a generar valor agregado y empleo en la industria, la instalación y el mantenimiento. Hay varios modos de reducir y eficientizar los consumos de energía en el calentamiento de agua sanitaria, además del uso de energía solar térmica. Un plan de incorporación de sistemas solares térmicos, no debe desatender las consideraciones de eficiencia.

Consumo de calefacción

El consumo de calefacción de una vivienda depende tanto de su diseño, las características de su envolvente y de las condiciones climáticas de la zona. Más específicamente, el consumo de calefacción depende de la diferencia entre una temperatura de referencia interior, T_{ref} , y la temperatura media exterior, $T_{media}(i)$ de cada día i . A esta diferencia la llamamos *Deficiencia Grado Día diaria* (DGD_d $(i) = (T_{ref} - T_{media}(i))$). En general se adopta como temperatura de referencia interior, $T_{ref} = 18^{\circ}\text{C}$, que implica suponer que los usuarios en promedio, comienzan a usar la calefacción en forma progresiva cuando la temperatura es inferior a $\approx 18^{\circ}\text{C}$. Se encuentra que el consumo anual destinado a la calefacción resulta proporcional al parámetro:

$$DGD = \sum_{i=1}^{365} (T_{ref} - T_{media}) |_{T_{media} < T_{ref}} \quad (1)$$

conocido como la *Deficiencia Grado Día anual* (DGD) de cada zona. Si se grafica la temperatura media diaria a lo largo de un año, como se ilustra el la Figura 25, la DGD viene dada por el área sombreada. Cuando más grande esta esta área, mayor será el consumo destinado a calefacción.

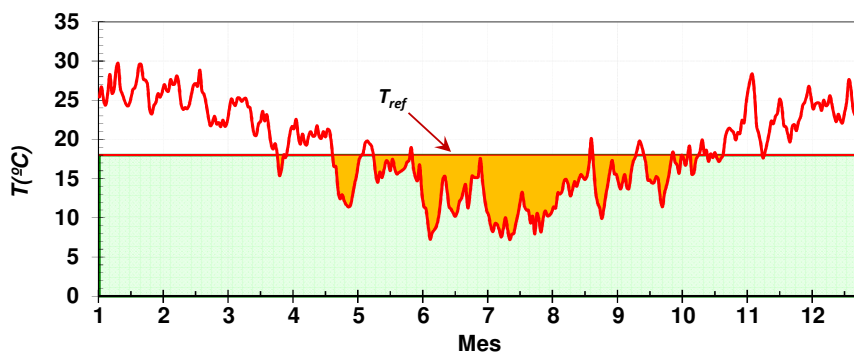


Figura 25 Representación de la temperatura media diaria a lo largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de $T_{ref}=18^{\circ}\text{C}$, la DGD viene dada por el área sombreada de este gráfico.

Hay una relación casi lineal entre los consumos de gas, en particular de los consumos de calefacción y el Déficit Grado Día (DGD) de cada localidad. [47] Esta relación entre consumo de energía para calefacción y DGD ha sido analizada extensivamente en la literatura. [58] [59] Sin embargo, hay algunas desviaciones de esta linealidad, como consecuencia de los niveles socioeconómicos de sus habitantes. Esto se ve claramente en la parte izquierda de la Figura 26, localidades como CABA y Salta tienen DGD muy similares, pero el consumo específico de Salta es menor, seguramente como consecuencia del menor nivel de ingresos de sus habitantes. Por limitaciones económicas frecuentemente las necesidades de calefacción no se cubren adecuadamente.

Tomando la diferencia entre los consumos específicos promedios anuales y los consumos medios de los meses de invierno, podemos obtener para cada localidad los consumos de calefacción. En la Figura 26, se representan estos consumos, base y de calefacción para varias localidades de la región centro-norte. Se observa que los consumos medios totales de CABA son similares a los del GBA.

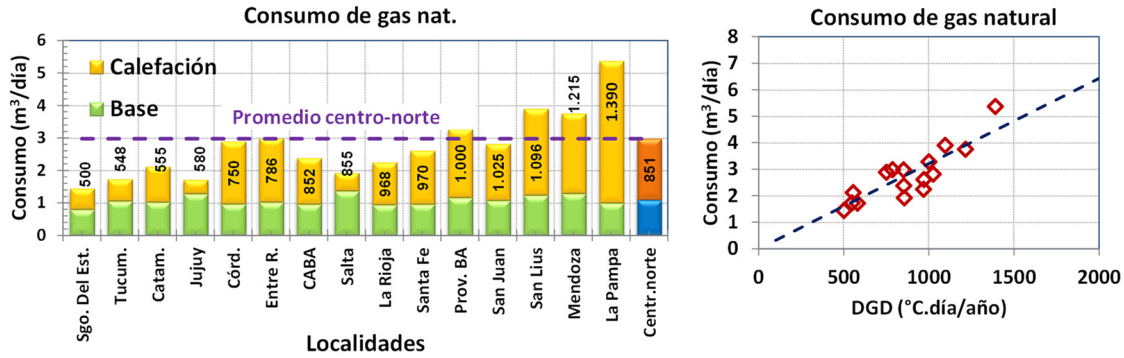


Figura 26. Izquierda, consumo de gas natural en diferentes localidades de la región centro-norte de Argentina. Las barras verdes representan el consumo base y la amarilla el consumo de calefacción. Los números al lado de las barras corresponden al Déficit Grado Día (DGD) de la región. A la derecha, se representa el consumo específico de cada localidad en función del DGD. Como se ve, hay una relación casi lineal entre estas dos cantidades.

Consumo residencial eléctrico

En Argentina, el consumo residencial eléctrico varía en las distintas Provincias, destacándose la Ciudad de Buenos Aires por su nivel superlativo. Esto se aprecia en la figura 27 construida con los valores proporcionados por los Balances energéticos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación [38] y los datos estadísticos de la Ciudad de Buenos Aires, [51] se elaboró la Figura 27.

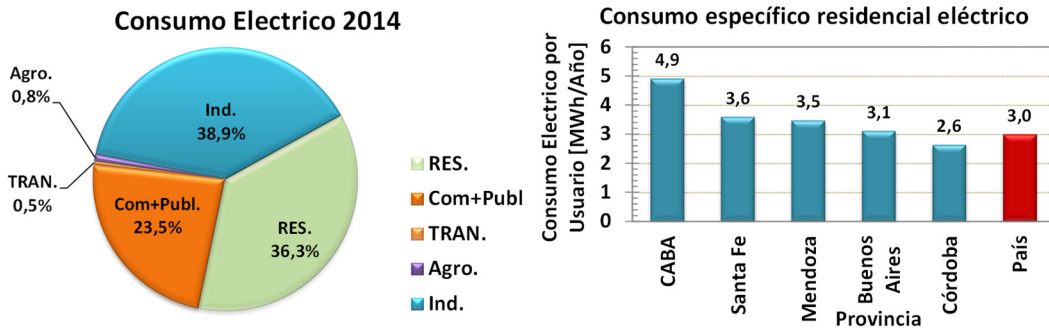


Figura 27. A la izquierda la distribución del consumo eléctrico entre los distintos sectores de consumo. [35] A la derecha se muestran los consumos eléctricos residenciales promedio para las principales ciudades de Argentina. Fuente. [60].

Para analizar la distribución de consumos eléctricos, se realizó un estudio exhaustivo de unas 30 viviendas, pertenecientes a estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y personal del ENARGAS, que participaron voluntariamente. A cada voluntario se lo dotaba de un equipo de medición de potencia y consumo eléctrico. [61] Se solicitaba que en cada casa se realizara una medición de la potencia de consumo de cada artefacto eléctrico disponible y se estimara el tiempo de uso de cada uno de ellos. Luego con estos datos, se ajustaban estos tiempos de uso de modo que el consumo anual fuese consistente con el medido por la factura de electricidad de la distribuidora para esa vivienda.

**Consumo Eléctrico Medio=2740
kWh/año**

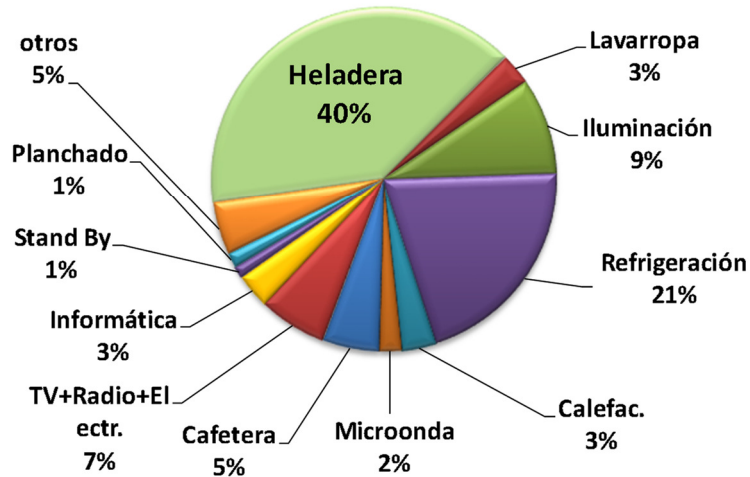


Figura 28. Consumo eléctrico residencial realizado en una muestra de 30 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA. Fuente elaboración propia

En algunos artefactos, como la heladera, se medía el consumo diario a lo largo de todo un día, dado que consumen energía en forma intermitente, con ciclos de funcionamiento y parada del compresor. En el caso del lavarropas, se medía el consumo de todo un ciclo de lavado típico y se estimaban el número de veces que por semana que se realizaba esta operación. En el caso de las lámparas, se dividían en dos grupos, aquellas de uso frecuente y las ocasionales. Para cada grupo se estimaban sus tiempos medios de uso. Con este procedimiento fue posible realizar un gráfico de distribución del consumo eléctrico. En la Figura 28 se muestra el resultado para el conjunto de la muestra analizada.

Como se ve de la Figura 28, el consumo más importante en las viviendas de esta zona es el de las heladeras, representado un 40% del consumo total eléctrico. En segundo lugar, aparece el aire acondicionado con 21% y en tercer lugar la iluminación con 9% del total. Este consumo de iluminación residencial resulta considerablemente inferior a los registrados por otros autores en el pasado, [62] lo cual es comprensible, dado que dicho estudio se realizó en 2006, cuando las lámparas dominantes eran las incandescentes, previo a su prohibición ocurrida en 2010. A comienzos de 2016, cuando se realizó este estudio, las lámparas fluorescentes compactas (LFC) ya cubrían casi el 50% del parque. Dado que las lámparas LFC tiene eficacias luminosas casi un factor 5 respecto de las incandescentes, es natural que el consumo de iluminación sea en 2016 muy inferior al que teníamos en 2006. Si se produjese un reemplazo masivo de lámparas a LED, es previsible que este porcentaje de electricidad dedicado a la iluminación se reduzca a casi la mitad. Asimismo, dado que las lámparas LED actuales (superior a 100 Lúmenes/Watt) son casi el 60% más eficientes que las LFC y casi 5 veces más eficientes que las incandescentes halógenas, el recambio podría significar un 60% de ahorro en iluminación (Figuras 25 y 26) Es decir, el ahorro podría rondar el 5% del consumo total residencial.

Abastecimiento de servicios energéticos en el Norte

En el Norte argentino, las ciudades del Noroeste poseen características socioeconómicas y latitudes similares a las del Noreste, pero las primeras cuentan con muchos años de acceso al gas natural. Esto permite tomarlas de referencia para estimar cuál puede ser el perfil de consumo en las ciudades del NEA. En las representaciones gráficas, el DGD viene dado por el área sombreada de naranja, como se ve en la Figura 25. El correspondiente a la ciudad de Santiago de Estero está graficado en la figura 29.

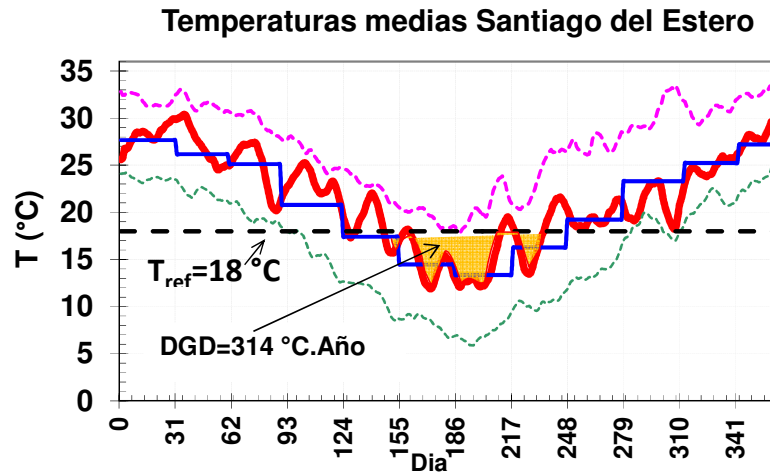


Figura 29. Variación de la temperatura media (curva roja) para la ciudad de Santiago del Estero para el año 2015. La línea horizontal de trazos es la temperatura de referencia, $T_{ref}=18^{\circ}\text{C}$. El área naranja representa el DGD, que para ese año fue de 314°C.año .

Para el caso de la Ciudad de Formosa, la figura 30 muestra situación equivalente en el año 2015. Como se ve la necesidad de calefacción en las localidades del Noreste es mínima.

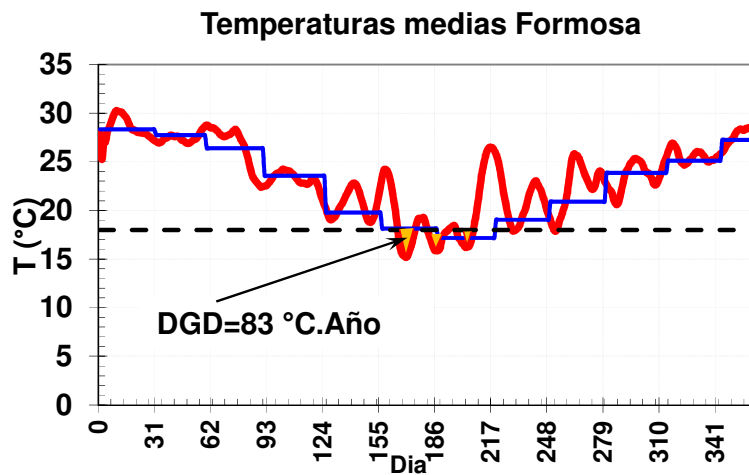


Figura 30. Variación de la temperatura media (curva roja) para la ciudad de Formosa para el año 2015. La línea horizontal de trazos es la temperatura de referencia, $T_{ref}=18^{\circ}\text{C}$. El área naranja representa el DGD, que para este año es de 83°C.año . Nótese que para esta ciudad las necesidades de calefacción son mínimas.

En la Figura 31 se muestra la dependencia de consumo específico diario en función del déficit grado día para varias ciudades del norte argentino. Como se ve la dependencia del consumo, varía

linealmente con el DGD_diario. A partir de esta figura se puede inferir las necesidades de calefacción de la zona centro-norte de Argentina.

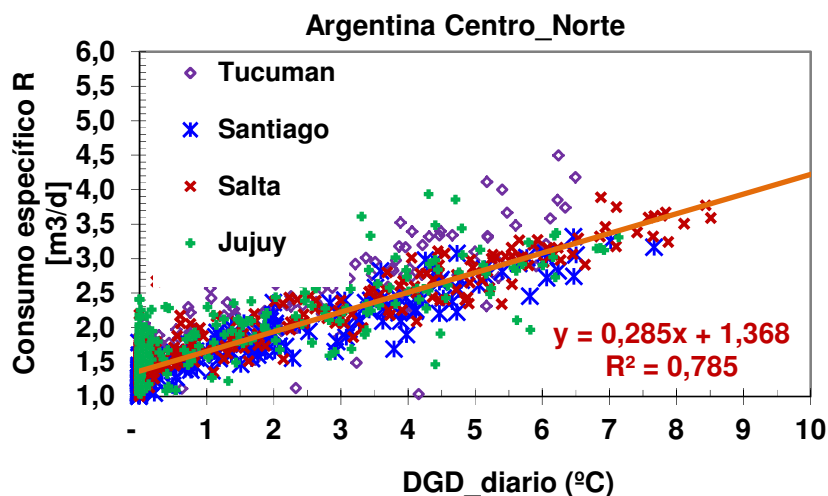


Figura 31. Variación del consumo específico residencial como función DGD_diario. Estos datos resumen la situación en esta zona incluyendo datos de consumo de los últimos 23 años.

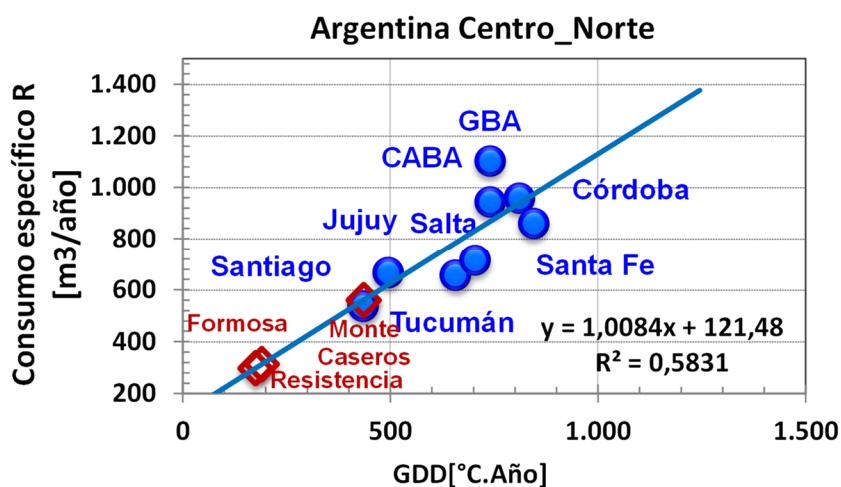


Figura 32. Variación de los consumos específicos residencial anuales como función DGD anual. Los círculos azules son los valores observados para las ciudades que tiene gas natural, indicadas en azul. Los rombos rojos indican las estimaciones anuales de consumo para distintas ciudades de NEA.

Las necesidades de calefacción en la región del NEA son mínimas; en general no exceden de 30 días al año y rara vez las temperaturas están por debajo de 15 °C. Por lo tanto, podemos inferir que las necesidades de consumo de gas en el NEA se centran en el uso de cocción y calentamiento de agua sanitaria (ACS).

El consumo de agua caliente sanitaria (ACS) es el principal consumo de gas, después del de calefacción, por lo tanto, en aquellas regiones que tienen pocas necesidades de calefacción el consumo de energía para ACS es muy importante. El consumo ACS es en general entre 3 a 4 veces superior al de cocción, con los sistemas convencionales.

Limitaciones de los sistemas de acumulación de agua caliente, termotanques, en el NEA. Los sistemas de acumulación de agua caliente, como los termotanques, tienen un consumo de mantenimiento, asociado al consumo de los pilotos y las pérdidas de calor en los tanques,

que es muy importante. Aquél debe ser tenido en cuenta, en particular cuando los consumos son bajos, como se espera que ocurra en el NEA. En la Tabla 1 se indican estos consumos de mantenimiento por día, Q_{M24} , para los termotanques más frecuentes del mercado nacional e internacional. El valor de Q_{M24} , depende críticamente de la aislación térmica del tanque.

	$Q_{M24} [m^3]$	<i>Clase de etiquetado en eficiencia según NAG 314</i>
Equipo 1	0,51	A, B
Equipo 2	0,70	D
Equipo 3	0,75	E

Tabla 1. Resumen de los consumos de mantenimiento para tres termotanques existentes en el mercado nacional e internacional. El tercero es representativo de los termotanques más comunes, prevalentes antes de etiquetado y que aún están en uso en Argentina.

Si se comparan los consumos de gas de un equipo solar, combinado con un calefón modulante A, sin sistema de ahorro de agua (AA), según la Figura 22, tendríamos un consumo diario de unos 0,21 m³/día. Si reemplazamos el calefón modulante A por un termotanque E, el consumo del sistema sería de 1 m³/día, ya que ahora la eficiencia del quemador sería menor que en un calefón A y el consumo de mantenimiento contribuiría con 0,7 m³/día al consumo. De este modo, si usásemos un termotanque asociado al equipo solar, el consumo del conjunto sería superior al consumo de un calefón A solo sin paneles solares. Como se ve en la tabla 1, en este último caso el consumo diario sería de 0,61 m³/día. Es decir, menor y mucho más económico que un equipo solar combinado con un termotanque. Por lo tanto, el equipo solar sería superfluo. Esto es consecuencia que el consumo de mantenimiento de un termotanque es superior al consumo de gas necesario para calentar el agua.

Por lo tanto, la opción de usar sistemas de **calentamiento de agua con termotanque** debe evitarse en el NEA, y sólo ser considerada en condiciones muy especiales, teniendo en cuenta otras consideraciones, distintas a la eficiencia. De hecho, estas mismas consideraciones se aplican a los termotanques eléctricos, ya que las pérdidas de calor en los tanques que, aunque mejores a la de los equipos a gas, tiene todavía un importante consumo de mantenimiento. Un termotanque eléctrico, corriente del mercado local, consume del orden 7,2 kWh/día para calentar los 186 l que consideramos aquí. Si suponemos una eficiencia de conversión de gas en electricidad de 58% (en una central de ciclo combinado) con una eficiencia de transmisión y distribución del 88%, la eficiencia de conversión de gas en electricidad sería de 51%. Por lo tanto, el gas necesario para generar estos 7,2 kWh sería de 1,4 m³/día, similar a utilizar un termotanque común a gas, sin sistema solar. En definitiva, de este análisis surge que los sistemas de acumulación de agua deben evitarse, para sistemas a gas asociados a sistemas solares. Los termotanques eléctricos pueden utilizarse, pero solo los que tengan la mayor eficiencia posible A en el etiquetado y que sean aptos solares. La mejor opción disponible son los calefones modulantes, con eficiencia A en la clasificación de eficiencia de la NAG 312. Esto vale para el gas natural y especialmente para el GLP, que es más costoso. De este modo, la combinación de colectores solares con equipos de apoyo, debería estar limitado a los calefones modulantes A.

Alternativas de provisión de gas en regiones con poblaciones dispersas- NEA

Para entender algunas ventajas de los sistemas híbridos respecto al aprovisionamiento de gas por red, se analiza el servicio de agua caliente sanitaria, en tres localidades del Noreste, cuya atención está prevista en el proyecto del gasoducto GNEA: [63] Para ello analizamos la posibilidad de brindar servicios de gas a tres localidades del NEA, suponiendo que el gasoducto troncal de GNEA pase por estas localidades. Los lugares elegidos fueron:

- **Fontana**, en la provincia de Chaco, con una población de 32.000 personas y 3.656 hogares potencialmente beneficiados en el marco del proyecto GNEA.
- **Las Lomitas**, en la provincia de Formosa, con una población de 12.399 personas y 882 hogares potencialmente beneficiados en el marco del proyecto GNEA.
- **Vera**, en la provincia de Santa Fe, con una población de 20.000 personas y 2.200 hogares potencialmente beneficiados en el marco del proyecto GNEA.

Se analizan dos opciones:

- ✓ **Proyecto A.** La provisión de gas natural por red y equipos de calentamiento de agua convencionales.
- ✓ **Proyecto B.** La provisión de sistemas solares híbridos combinados con equipos a GLP.

En el NEA, factores como baja densidad poblacional, bajo consumo, altas temperaturas y disponibilidad de fuentes de energía renovables, principalmente el recurso solar, hacen que las alternativas de abastecimiento energéticas deban ser evaluadas cuidadosamente. Las consideraciones que se hacen en este análisis se describen a continuación:

Proyecto A. En este caso se considera:

- ✓ La inversión necesaria en la **provisión e instalación de redes de distribución**.
- ✓ El costo de la **instalación interna** de la red domiciliaria incluyendo 2 artefactos gasodomésticos (cocina y calefón).
- ✓ El costo de **adquisición del medidor**.
- ✓ La provisión de Gas Natural sustituye **consumos energéticos en cocción y calentamiento de agua**.
- ✓ No se incluye la tarifa que debería pagarse por la provisión del servicio de Gas Natural en este análisis.

Proyecto B. En este caso se considera:

- ✓ En la región del NEA, el aporte solar al calentamiento de agua es del orden del 80%.
- ✓ La instalación de equipos híbridos se elige de modo de minimizar los consumos pasivos.
- ✓ El resto de los consumos energéticos del hogar, principalmente cocción, continuarán realizándose a través de GLP.
- ✓ Los gastos de adquisición e instalación de los sistemas solares híbridos serán costeados por el Estado.
- ✓ Los costos de operación y mantenimiento de los colectores solares quedan a cargo de los usuarios.

Los resultados de este análisis se muestran en la Figura 33. [63] Se puede observar que la inversión en redes de gas natural por usuario es casi un 500% superior para la localidad de Las Lomitas, 150 % superior para Fontana y 145% para Vera.

Inversión por usuario

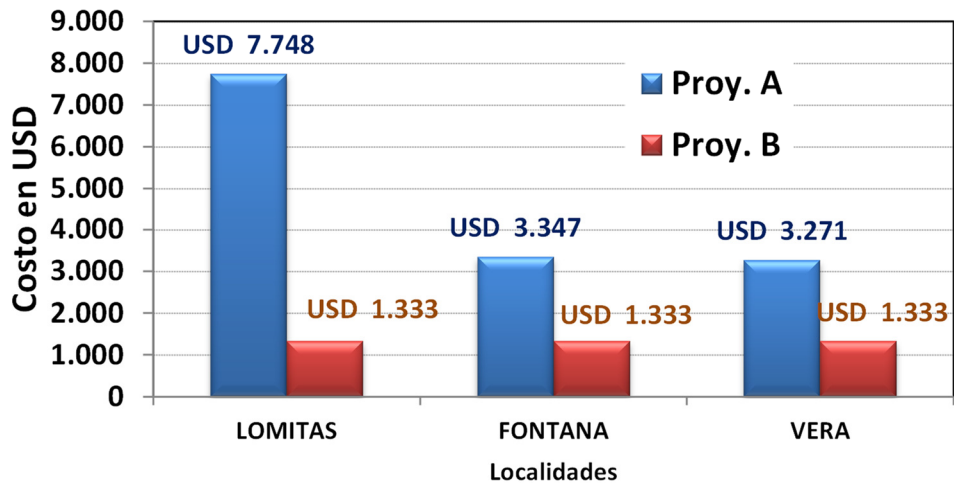


Figura 33. Comparación de las inversiones por usuario en los dos proyectos, expresado en USD.

De este análisis surge que la alternativa menos costosa para llevar servicios energéticos a las localidades analizadas del NEA es la alternativa B, es decir, instalar sistemas eficientes de calentamiento de agua híbridos solar-GLP o solar eléctrico. Utilizando sistemas eficientes disponibles en el mercado local, los consumos de GLP podrían disminuir de 1,3 kg/día a 0,43 kg/día, o sea disminuyendo los consumos en un 66% los consumos medios y concomitantemente las emisiones de gases efecto de invernadero. Esto es suponiendo que no se incluyen medidas de eficiencia para la cocción. Si suponemos que los usuarios usan ollas térmicas u ollas brujas, reducen su consumo de cocción en un 50% el consumo de GLP podría reducirse a un promedio de 0,36 kg/día o sea 11 kg (GLP)/mes. En caso de que el apoyo al calentamiento de agua se hiciese en forma eléctrica con equipos eficientes, y usando ollas brujas, el consumo eléctrico medio sería de 2,3 kWh/día más 0,15 kg (GLP)/día para la cocción. En este caso una garrafa de 10 kg del GLP duraría unos 66 días.

Un elemento no menos importante es la fabricación de equipos solares y sus sistemas de apoyo complementarios, que ya tiene lugar en el país. El sector recibiría un impulso notable, promoviendo una industria generadora de desarrollo económico, inversiones y empleo. En contraposición, el consumo de gas en la opción A se realizaría utilizando gas importado, que además de generar un impacto importante en la balanza comercial del país, trasladaría estos costos a la factura de los mismos usuarios.

Para la implementación de la alternativa B, uso de energía distribuida con medidas de eficiencia energética, sería necesario y deseable entrenar a pobladores de la zona en los oficios de instaladores y de provisión de reparaciones en este tipo de sistemas híbridos de calentamiento de agua. Esta actividad sería una forma adicional de generar empleo y promoción social en las zonas beneficiadas.

Por último, el desarrollo de la tecnología de equipos solares híbridos, tendería a abaratar tanto los equipos como su instalación, lo que generaría un beneficio adicional, no solo a la región del NEA sino al país en su conjunto, ya que, al disponer de equipos más baratos, permitirá a familias de bajos recursos en otras regiones del país acceder a estos beneficios de la energía.

Sostenibilidad y eficiencia energética en el suministro de servicios energéticos

El análisis del aprovisionamiento de servicios energéticos a sectores de bajos recursos indica que la eficiencia juega en estos sectores un rol relativamente más importante que para el resto de la

sociedad. Esto es así por varias razones: a) el alto costo de los combustibles usados, b) las dificultades logísticas asociadas al traslado de los combustibles. En este sentido, los elementos básicos que la provisión de servicios energéticos básicos debería contemplar en los sectores de bajos recursos se describen en la Tabla 2.

Consumo diarios	Consumos		Consumo		Consumo		Elementos a incluir
	BAU	%	Eficiente	%	Eficiente + Solar	%	
	kWh/día		kWh/día		kWh/día		
Cocción	3,2	11%	1,5	10%	1,5	15%	Ollas Brujas
ACS- Convencional	13,5	45%	7	47%			Calefón sin piloto
ACS- Solar Híbrido					2,4	23%	Captador Solar+Calefón modulante
Calefacción Norte	12	40%	6	40%	6	58%	Aislación de la envolvente
Iluminación	1.2	4%	0.4	3%	0.4	4%	Iluminación LED
Total Norte	29,9	100%	14,9	100%	10,3	100%	
Ahorro %			50%		66%		

Tabla 2: Resumen de los consumos por hogares en el Norte de Argentina. En la columna Consumos BAU (Business as Usual) tenemos los consumos tendenciales, tomando como base los consumos observados actualmente. En la columna Consumo Eficiente se consideran aplicadas las medidas de eficiencia que se indican en la última columna. La columna “Eficiente+solar” indica los consumos esperados introduciendo calentamiento de agua con sistemas solares térmicos y equipos de apoyo eficientes.

En las figuras 34 a 36 se presentan gráficamente la distribución de consumos esperados en los tres escenarios descritos en la Tabla2.

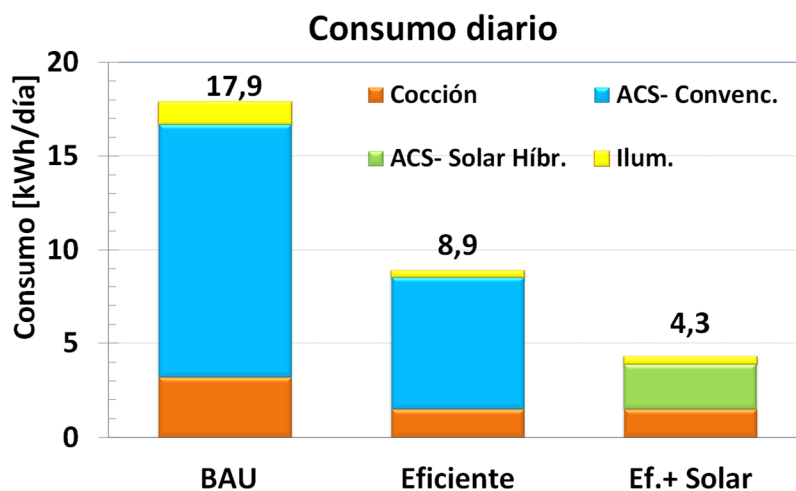


Figura 34 Comparación de los consumos esperados en los tres escenarios descritos en la Tabla 2, sin incluir consumo de calefacción.

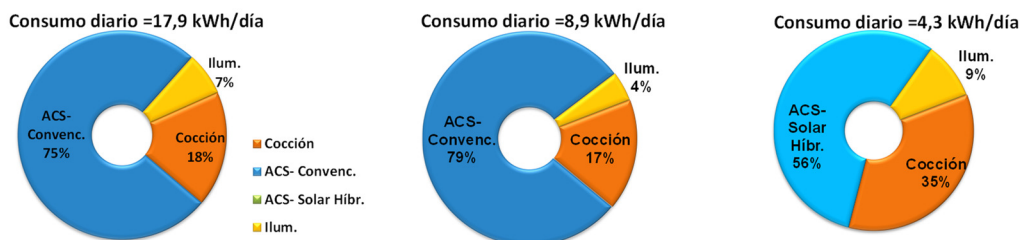


Figura 35. Comparación de los consumos esperados en los tres escenarios descritos en la Tabla 2, sin incluir consumo de calefacción.

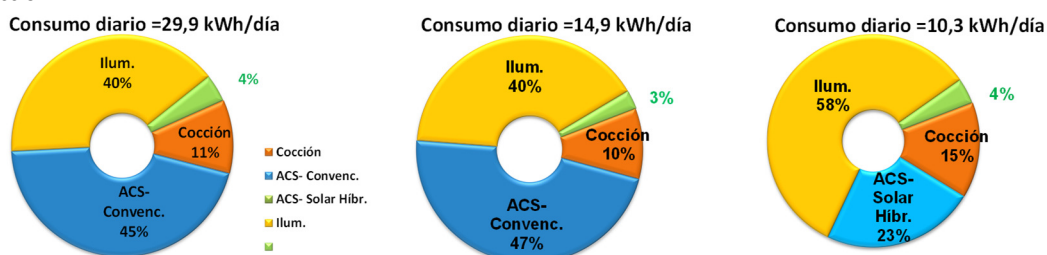


Figura 36. Comparación de los consumos esperados en los tres escenarios descritos en la Tabla 2, incluyendo los consumos de calefacción esperados con los valores promedio del norte de Argentina.

La Tabla 2 y las figuras 34 a 36 muestran que, introduciendo medidas de eficiencia en cocción y calentamiento de agua, es posible reducir los consumos por usuarios en un 50%. Si a este menú agregamos sistemas solares de calentamiento de agua, el consumo puede reducirse en un 66%. Considerando los costos económicos y la logística de provisión de los combustibles, esos ahorros en consumo son muy significativos en el presupuesto y calidad de vida de las poblaciones de bajos recursos.

En ese sentido, algunos elementos importantes a incorporar en las viviendas sociales, serían:

- ✓ Diseños bioambientales adecuados
- ✓ Mejorar en la envolvente de las viviendas, al menos compatibilizándola con lo exigido en la Ley 13059 y el Decreto 1030/2010 de la Provincia de Buenos Aires.
- ✓ Incorporar equipos de calentamiento de agua sanitaria eficientes, Categoría A en el Etiquetado Energético nacional (normas IRAM o NAG 313 y 314).
- ✓ Incorporar sistemas de calentamiento solar térmico donde sea viable su utilización.
- ✓ Incorporar heladeras clase A en etiquetado energético.
- ✓ Incorporar iluminación LED.
- ✓ Incorporar ollas bujas.

Estas mejoras tendrían una incidencia en el costo de las viviendas nuevas de solo un par de puntos porcentuales, pero mejoraría considerablemente la calidad de vida y el presupuesto de las familias de bajos recursos.

Cocinar eficientemente

Los tipos de comidas y el modo de cocción de los alimentos están relacionados con múltiples factores tales como pautas culturales, tradiciones, zona geográfica y clima. Respetando estas características, hay varios aspectos relacionados con la cocción de alimentos que pueden contribuir a que esta tarea se realice en forma más eficiente y con menor gasto para las familias, en particular es posible y deseable:

- ✓ **Reducir los gastos en combustible:** Para ello se puede cambiar de tecnología, por ejemplo, pasar de una cocina a leña o a GLP a una cocina solar, o bien hacer más eficientes los métodos utilizados.
- ✓ **Mejorar la salud y la calidad de vida:** Para evitar las desventajas de cocinar con fuego abierto en el interior de las viviendas -enfermedades, quemaduras, muertes prematuras, etc.- es necesario cambiar el método y/o el combustible utilizado.
- ✓ **Reducir la deforestación:** Es importante que la recolección de leña se realice mediante métodos sostenibles y que las cocinas que utilizan biomasa forestal hagan un uso eficiente de este combustible.
- ✓ **Mejorar la calidad de los nutrientes de los alimentos cocinados:** Cuando la cocción se realiza a temperaturas por debajo de los 100°C se conservan mejor los nutrientes de los alimentos.

A continuación, proponemos 3 alternativas de cocción eficiente:

- 1) **Cocina Solar**
- 2) **Cocina mejorada**
- 3) **Ollas brujas**

Cocina Solar

La cocina solar es un dispositivo que utiliza la energía del sol para cocinar los alimentos a través de la concentración y o acumulación de energía solar. El principio de acumulación consiste en almacenar la energía solar, aprovechando el efecto invernadero en el interior de una caja donde se encuentran los alimentos. Este es el caso del horno solar, que consiste en una caja aislada, con una tapa transparente, en general de vidrio. El principio de concentración es el utilizado en las cocinas parabólicas, donde se redirigen los rayos del sol para que se concentren en un foco, bajo la superficie de la olla. Produce un efecto similar al de una hornalla o una fogata de campamento.

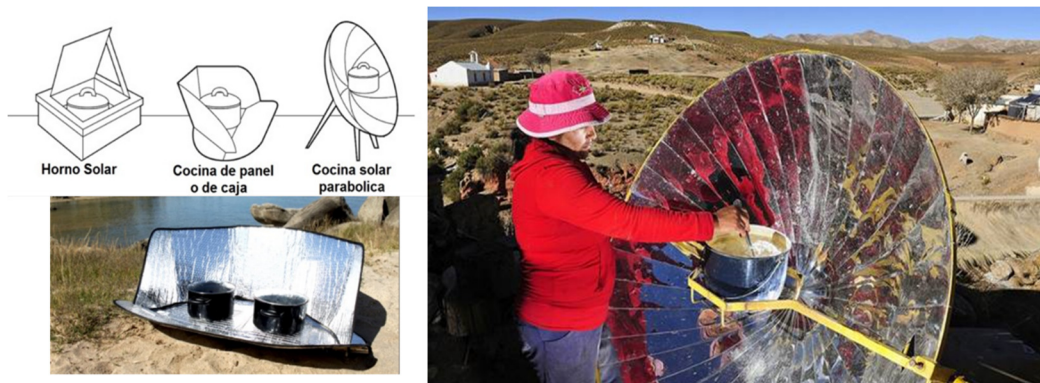


Figura 37. A la izquierda arriba, esquemas de distintos modelos de cocinas solares. A la izquierda abajo, ejemplo de una cocina de panel. A la derecha, una persona cocinando alimentos en una cocina parabólica.

Este tipo de cocinas no producen dióxido de carbono, tienen un bajo costo de fabricación y mantenimiento, pueden fabricarse fácilmente en forma casera o en pequeños talleres, son muy sencillas de usar y en general fáciles de transportar. A la hora de utilizar estas cocinas, hay que considerar que la eficiencia varía según la época del año, el clima, la latitud y la hora del día; que el rendimiento disminuye mucho si el día está nublado; que no es posible cocinar por la noche; que la cocina por concentración solar necesita reorientarse muy seguido y hay que tener cuidado con el reflejo del sol ya que puede dañar la vista y para evitarlo, utilizar lentes de sol. Ver Figura 37.

Cocina Mejorada

Las cocinas mejoradas surgieron para reemplazar al fogón de tres piedras utilizado para cocinar en el interior de las viviendas. Son estructuras de barro, adobe, y algunas partes metálicas como la plancha y la chimenea, esto depende del modelo. Tienen enormes ventajas con respecto al fogón tradicional: *menor contaminación por humo en el interior de la vivienda, reducción del tiempo de cocción de los alimentos, comodidad para cocinar, mayor seguridad e higiene y ahorro de combustible*. Perú, Bolivia y Guatemala, entre otros países han desarrollado programas de difusión de cocinas mejoradas. Ver Figura 38.



Figura 38. Cocina mejorada Malena. Caso de Bolivia. Fuente: Manual de construcción de cocinas mejoradas Malena. Se llaman así porque están diseñadas para un Mejor Aprovechamiento de Leña, Lodo y Arena.

Ollas térmicas u ollas brujas. Cocción de alimentos con calor retenido

Las ollas térmicas, también llamadas "ollas brujas" o "cajas de heno", son utilizadas para completar la cocción de alimentos y economizar energía haciendo uso del calor contenido en el propio alimento. [64] La técnica del calor retenido para cocinar consiste en aprovechar el calor acumulado en los alimentos durante una primera parte de la cocción y luego, en un recipiente aislado térmicamente, terminar su elaboración sin más gasto energético. Este sistema se puede utilizar cuando se requiera realizar una cocción en base húmeda, como al preparar arroz, fideos, guisos, verduras hervidas, sopas o pucheros.

Cuando se cocina un alimento húmedo en una olla con una hornalla o anafe, el proceso se puede separar en dos partes bien diferenciadas: a) el primer proceso de llevar la olla a hervor, que por lo general toma una o dos decenas de minutos, y b) la segunda etapa en que se realiza la cocción de los alimentos que dura entre 0,5 a 3 horas, dependiendo del tipo de alimento que se prepara. En esta segunda etapa, que por lo general es la más larga, la función de la hornalla es entregar calor a la olla, para compensar las pérdidas de calor por convección, conducción, evaporación y radiación de la olla. Usando una olla térmica u olla bruja, se puede suprimir esta segunda etapa del proceso de cocción.

La mayoría de los esquemas son simples de fabricar, aunque actualmente algunos modelos se comercializan. Algunos ejemplos se muestran en las Figura 39 y 40.



Figura 39. Izquierda: Olla Hot Pan. Suiza. Olla metálica que encaja en otra de melanina. Aislante: Aire. Derecha: Olla bruja casera, construida con una caja de EPS de 5 cm de espesor, que se usa para transportar alimentos refrigerados. En el interior tiene una capa de aislación térmica de techos. Hay muchos modos de fabricar artesanalmente una olla bruja. [65] [66]



Figura 40. Izquierda AlsolBox. de Alsol. Caja aislante de polipropileno expandido. Derecha: Olla Dream Pot, diseño Australiano. [67]

Las ollas brujas pueden construirse en diversos materiales, pero todas se caracterizan por su capacidad aislante de la envoltura. [65], [66] Asimismo pueden ser adquiridas listas para usar, en muchas tiendas de Internet, como Amazon, Alibaba, etc. [68], [69] En la Figura 41, se observa la variación de temperatura en el interior de una olla expuesta a la temperatura ambiente “en aire” (línea azul) y en el interior de una olla colocada dentro de una caja térmica u “olla bruja” (línea roja), para la misma olla conteniendo 4,5 litros y 2 litros.

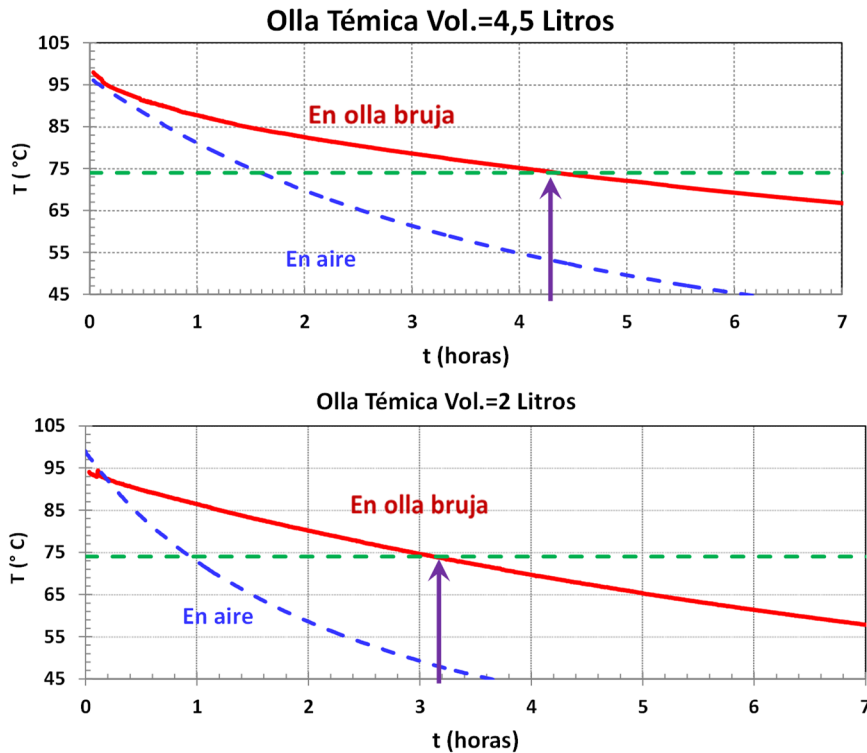


Figura 41. Variación de la temperatura en el interior de una olla de acero inoxidable, medida en un ambiente a 21°C. a) Expuesta a temperatura ambiente “en aire” (línea azul) y b) la misma olla en el interior de una caja térmica u olla bruja. Espesor de las paredes de EPS de la caja térmica 5 cm. Arriba para la olla conteniendo 4,5 litros de agua y abajo para la misma olla con 2 litros de agua. Como se observa en el gráfico, el tiempo que el interior de la olla permanece a temperaturas por encima de la $T_{ref}=74^{\circ}\text{C}$ (línea de trazos verde, que se considera una temperatura apta para cocinar) en la olla de 2 litros es de 3,2 horas y para la misma olla con 4,5 litros es de 4,5 horas. Datos medidos por los autores.

La inercia térmica de la olla, aumenta con la masa, por esta razón, la olla con 4,5 litros mantiene su temperatura por 4,5 horas, mientras que la de 2 litros sólo lo hace por 3,2 horas. [70] De todos modos, en ambos casos, existen gran cantidad de preparaciones que se pueden realizar con una cocción de unas tres horas.

El llamado calor retenido ha recibido una importante atención a principios del siglo XX. En esa época las ollas brujas estaban integradas en las cocinas occidentales, de hecho fueron utilizadas en Europa durante la primera y segunda Guerras Mundiales. [71] Posteriormente, la abundancia energética ha llevado a olvidar esta técnica ancestral de cocción de los alimentos. No obstante esto, hoy retoma un nuevo impulso de la mano de la mayor conciencia ecológica, a la necesidad de llevar soluciones a sectores de bajos recursos y gracias a la variedad y abundancia de los nuevos materiales aislantes.

Otra característica importante de la cocción con calor retenido es el ahorro en agua. Por tratarse de una técnica que no deja escapar el agua en ebullición, sólo una pequeña fracción escapa por evaporación, por lo que puede realizarse la cocción con menos agua. Por ejemplo, para una cantidad de arroz a la que habitualmente ponemos dos tazas de agua, bastaría con una taza y media.

Respecto a la calidad nutritiva de los alimentos preparados con esta técnica hay que tener en cuenta que éstos están sólo unos minutos a máxima temperatura, y luego su elaboración transcurre a temperaturas por debajo de los 100 °C. De esta forma se preservan más los sabores y los nutrientes de los alimentos, por lo que se incrementa la calidad nutricional de éstos, de la misma manera que ocurre con la cocina y el horno solar.

Pueden ocurrir variaciones en el perfil de descenso de la temperatura dependiendo de la masa de alimentos que se encuentre en la olla, como se observa en la Figura 41. [72] En general al aumentar la masa, aumenta la inercia térmica. En el modelo de ollas brujas Dream Pots, [67] Figura 40, hay dos recipientes que encajan uno dentro del otro. Si se necesita cocinar mucha cantidad de alimentos, se usa el recipiente mayor. Si se quiere cocinar poca cantidad, se usa en recipiente más pequeño, inmerso en el mayor, que se carga con agua caliente. Así, con el recipiente más pequeño se tiene una inercia térmica igual a una olla grande, en caso que se requiera mucho tiempo de cocción.

Como los alimentos se cocinan a una temperatura entre 70 y 100 °C mientras la temperatura de la olla se conserve entre estos valores los alimentos se van a cocinar. No importa qué tipo de cocina se use para realizar el calentamiento inicial -gas, electricidad, leña, solar- la olla bruja ayuda a ahorrar combustible, gasto o tiempo necesarios en la cocción, y a su vez disminuye la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los ahorros energéticos pueden ser muy importantes. Si se combinara, por ejemplo, la cocción a través de energía solar con la olla bruja, los ahorros podrían incrementarse considerablemente.

Potencial de ahorro de la olla bruja. Algunos estudios realizados.

Un estudio reciente del Laboratorio de ambiente humano y vivienda- LAHV-INCIHUSA-CONICET en su estudio de la olla bruja [72] llegó a la conclusión de que utilizando esta técnica podría ahorrarse entre 20% y el 50% de la energía utilizada para la cocción.

El Canelo, una ONG de Chile [65] que ha estudiado la cocina bruja y realiza talleres de construcción de la misma, en la Tabla 3, se resumen los ahorros en tiempo de uso de combustibles para preparar distintos platos de comida:

Alimentos a Cocinar	Tiempo en la cocina bruja después del primer hervor	Tiempo de combustible ahorrado
Fideos	30 minutos	10 minutos
Arroz graneado	50 a 60 minutos	20 minutos
Papas cocidas	40 a 60 minutos	30 minutos
Porotos viejos remojados	120 minutos (2 hs.)	40 minutos
Alcachofas	180 minutos (3 hs.)	60 minutos
Mermelada	240 minutos (4 hs.)	90 minutos
Manjar en tarro	300 minutos (5 hs.)	120 minutos

Tabla 3. Ahorro en tiempo de combustible para distintos platos de comida. Elaboración propia en base a datos de Cocina Bruja, El Canelo. [65]

La olla bruja es el concepto de casa pasiva aplicado a la cocina. Los ahorros de energía que produce la Olla Bruja son en promedio del 50%, según un estudio de PCIA The Partnership for Clean Indoor Air (O'Neal, Don 2007).

Las ollas brujas pueden reducir el uso de energía hasta un 70% u 80%. Estos ahorros dependen de varios factores. Dichos factores incluyen los materiales aislantes, el diseño de la olla bruja, el tiempo de cocción requerido del plato, la masa de comida que se encuentre en la olla, de la rapidez con que se lleve la olla de la hornalla a la olla bruja, entre otros.

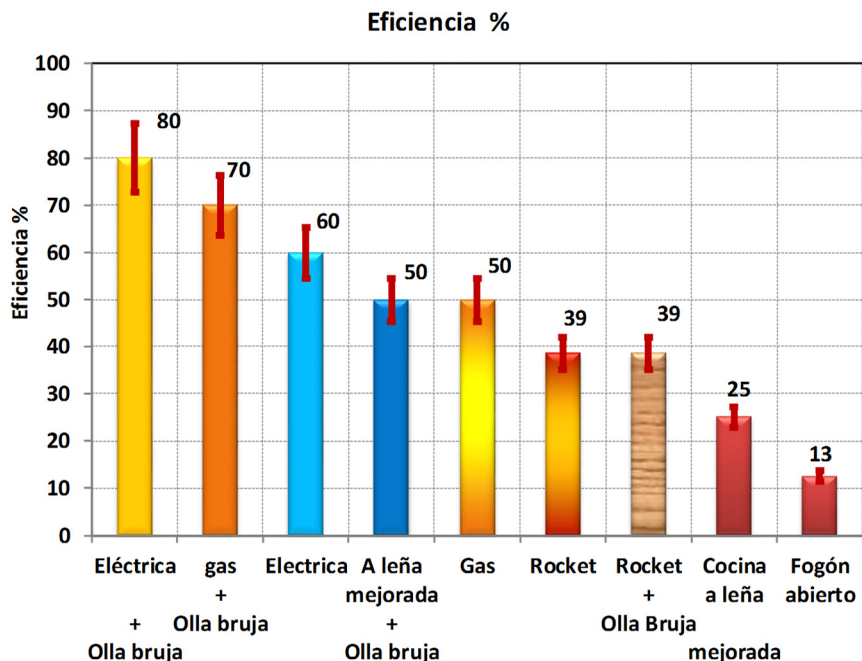


Figura 41. Comparación de la Eficiencia térmica en % para los distintos tipos de cocinas (con y sin el complemento de la olla bruja). Fuente: elaboración propia basado en datos de Low Tech Magazine [64]

Si combinamos una hornalla eléctrica con una olla bruja podemos duplicar su eficiencia térmica. DreamPot es la marca de una olla bruja que se vende en el mercado y es de origen australiano. Según sus fabricantes utilizando este dispositivo los ahorros en energía logrados podrían ser de aproximadamente un 80%, que se ilustran en la Tabla 4.

Comida	Tiempo de cocción en la cocina convencional	Tiempo de cocción en la cocina (utilizando el proceso de cocción térmica con DreamPot)	Tiempo mínimo de cocción en DreamPot	Energía ahorrada utilizando DreamPot
Carne en conserva / cerdo en escabeche	3 horas	20 minutos	3 horas	88%
Carne asada	3 horas	30 minutos	3 horas	83%
Sopas, guisos y curry	1,5 horas	10 minutos	1,5 horas	88%
Arroz	30 minutos	2 minutos	30 minutos	93%
Pierna de cordero	5 horas	15 minutos	5 horas	95%

Tabla 4. Ahorros de combustibles que pueden lograrse con una olla bruja. Fuente: Elaboración propia basada en datos de DreamPot [67]

Conclusiones

Nuestro análisis de abastecimiento de energía en las poblaciones dispersas y de bajos recursos, indica que el costo de los combustibles en estas poblaciones es relativamente más caro y difícil de conseguir, que en los grandes centros urbanos. Asimismo, el uso de la leña, que en el mundo y Latinoamérica es muy prevalente, demanda de un gran esfuerzo físico y social que tiene muchas consecuencias negativas en la salud de las personas que lo usan. Además de generar deforestación y desertificación en los lugares donde esta práctica es habitual. Muchas veces esa deforestación tiene impacto en el desarrollo de muchos animales domésticos que estas personas crían para su propia alimentación. En Argentina, la población que depende de la leña para cocinar es de cerca de 1,4 millones de persona, localizadas principalmente en el norte de Argentina.

En Argentina, hay aproximadamente un 42% de la población que usa como combustible el GLP. De aproximadamente el 30% de la población en condiciones de pobreza, la mayoría emplea GLP y leña para la cocción. Muchas personas en este segmento social carecen o tiene servicios de agua caliente sanitaria deficitaria, algo similar ocurre con la calefacción, luz y otros servicios energéticos. Además, el impacto relativo de los gastos de estas familias en energía es una fracción mucho más elevada que para el resto de la sociedad.

En regiones como el NEA, que carecen de servicios de gas natural por redes, al igual que en muchas poblaciones de bajas densidades, el costo de llevar redes de gas es muy alto. Llegar con las redes a estas localidades, suponiendo la existencia de un gasoducto troncal a algunas decenas de kilómetros de estas localidades, cuesta en el orden de 2500 USD o más. Además de los costos de las instalaciones internas y los artefactos necesarios. A estos gastos, se deben agregar los costos de las facturas de gas, y en muchos casos, como en el NEA, el costo de la importación de gas y su impacto en la balanza comercial del país. Comparativamente, se muestra en este trabajo que llevar estos servicios energéticos de agua caliente y cocción, puede lograrse con una inversión mucho menor. Por otra parte, el gas importado ahorrado puede usarse para abastecer al sector industrial, que es un generador de empleo y no tiene la flexibilidad suficiente para emplear la energía distribuida u otro combustible alternativo.

En ese sentido, el uso racional y eficiente de la energía, combinado con el empleo de la energía solar, tanto para el calentamiento de agua sanitaria, como cocción, abren interesantes posibilidades de mejora de la calidad de vida de muchas personas que actualmente tiene servicios energéticos deficientes. Además, si a estas medidas de eficiencia energética las ampliamos para incluir diseños de viviendas sociales sustentables, mejorando la aislación térmica de sus envolventes, las mejoras en el acondicionamiento térmico, reducirán a la mitad los consumos de calefacción y refrigeración, en muchos lugares, como en el norte del país, minimizarían o harían innecesaria la calefacción artificial. Si además se equipan las viviendas nuevas con sistemas eficientes de calentamiento de agua o sistemas solares, a los que habría que agregar heladeras clase A, iluminación LED y ollas brujas. Los ahorros en el uso de la energía disminuirían significativamente

Estas mejoras tendrían una incidencia en el costo de las viviendas nuevas de solo un par de punto porcentuales, pero mejoraría considerablemente la calidad de vida y el presupuesto de las familias de bajos recursos.

Por lo tanto, se desprende de este estudio la necesidad de considerar incorporar en los futuros programas de desarrollo de vivienda social los siguientes las siguientes pautas de eficiencia:

- ✓ Diseños bioambientales adecuados.
- ✓ Mejorar en la envolvente de las viviendas, al menos compatibilizándola con lo exigido en la Ley 13059 y el Decreto 1030/2010 de la Provincia de Buenos Aires.
- ✓ Incorporar equipos de calentamiento de agua sanitaria eficientes, Categoría A en el Etiquetado Energético nacional (normas IRAM o NAG 313 y 314).
- ✓ Incorporar sistemas de calentamiento solar térmico donde sea viable su utilización.
- ✓ Incorporar heladeras clase A en etiquetado energético.
- ✓ Incorporar iluminación LED.
- ✓ Incorporar ollas bajas entre los componentes de las cocinas.

Agradecemos a la Cámara Argentina de la Construcción el apoyo brindado para realizar este trabajo, en particular los Ingenieros Cecilia Cavedo, Daniel Galilea y Fernando Lago. Asimismo, agradecemos la asistencia brindada por Miranda Noya Gasparett, Sofia Pirolo y Pilar Puente.

Dr. Salvador Gil

Doctor en Física de la Universidad de Washington Seattle - EE.UU. y Licenciado en Física de la Universidad de Tucumán, Argentina. Sus intereses profesionales incluyen la investigación en física experimental, aprendizaje de las ciencias, usos de TICs en la enseñanza de las ciencias y los estudios energéticos. Ha sido investigador del Laboratorio Tandem de la Comisión Nacional de Energía Atómica, de la Universidad de British Columbia Canadá y de la Universidad de Washington, EE.UU. Actualmente es profesor de física de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y director de la carrera de Ing. en Energía.



Dra. Silvana Carrizo

Arquitecta de la Universidad Nacional de La Plata, que obtuvo los Diplomas de Master y de Doctor en geografía, ordenamiento territorial y urbanismo de l'Université Sorbonne Nouvelle Paris 3. A través de proyectos individuales y colectivos, nacionales e internacionales, estudia los cambios en las redes de energía en Argentina y el Cono Sur, las transformaciones territoriales asociadas y los procesos de integración regional.

Dra. Guillermina paula Jacinto

Docteur en Géographie-Aménagement-Urbanisme, MSc en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano Diplome d'Etudes Approfondies. Profesora en Geografía. Investigadora Adjunta del CONICET. Profesora de Geografía Económica y regional [CESAL] Centro de estudios sociales de América Latina - Facultad de Cs. Humanas - [UNICEN] Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Bs.As. -

Mg. Ing. Paola Lorenzo:

Ingeniera Industrial de la Universidad de Buenos Aires. Magister en Energía del CEARE, Universidad de Buenos Aires. Diplomada en Gestión de la Energía por el Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA). Certificada Euro Energy Manager (EUREM). Sistemas de Gestión energética e implementación de las normas ISO 50001:2011 (COPIME). Interesada en la temática de la pobreza energética y cuidado del medio ambiente. Realizó su tesis de Maestría vinculada a estos temas "Pobreza energética. Energía utilizada para cocción de alimentos".



Trabajos citados

- [1] International Energy Agency, « International Energy Agency (IEA),» www.iea.org, 2017. [En línea]. Available: <https://www.iea.org/topics/energypoverity/>. [Último acceso: 22 05 2017].
- [2] Organización Mundial de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» 2016. [En línea]. Available: www.who.org.
- [3] International energy agency, «World energy outlook 2012. Resumen ejecutivo,» OECD. IEA, Paris, 2012.

- [4] M. González-Eguino, «La pobreza energética y sus implicaciones.», *BC3 Working Paper Series 2014-08. Basque Centre for Climate Change (BC3)*, 2014.
- [5] Gravity light, «<https://gravitylight.org> a partir de REEEP: Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership,» [En línea].
- [6] United States Environmental Protection Agency - EPA, «Clean Cookstove Research,» [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/air-research/clean-cookstove-research>. [Último acceso: Julio 2017].
- [7] G. E. R. F. T. S. W. Hutton, Evaluation of the costs and benefits of household energy and health interventions at global and regional levels., Ginebra, 2006.
- [8] R. Wrangham, *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*, London, UK: Profile books, Basic Books, 2009.
- [9] C. Barras, «Transformers: 10 revolutions that made us human,» *New Scientist*, pp. 32-36, 22 Oct. 2014.
- [10] Office of energy efficiency and renewable energy, «Weatherization Assistance Program. Weatherization Works!,» U.S. department of energy, 2017.
- [11] J. Bradshaw, E. Bou-Zeida y R. H. Harris, «Greenhouse gas mitigation benefits and cost-effectiveness of weatherization treatments for low-income, American, urban housingstocks,» *Energy and Buildings 128*, p. 911–920, 2016.
- [12] Practical Action , *Poor People’s Energy Outlook 2014*, Rugby, 2014.
- [13] J. M. Evans, El aporte del diseño en edificios energéticamente eficientes, Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigación Hábitat y Energía, Secretaría de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, 2010.
- [14] E. Mills y E. O. Lawrence, «Why we’re here: The \$230-billion,» de *Light right*, Nice, 2002.
- [15] E. Adkins, S. Eapen, F. Kaluwile, G. Nair y V. Modi, «Off-grid energy services for the poor: Introducing LED lighting in the Millennium Villages Project in Malawi,» *Energy Policy*, 2009.
- [16] B. Sovacool, C. Cooper, M. Bazilian, K. Johnson, D. Zoppo, S. Clarke, J. Eidsness, M. Crafton, T. Velumail y H. Razad, «What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty,» *Energy Policy Volume 42*, p. 715–719, 2012.
- [17] L. Bates, S. Hunt, S. Khennas y N. Sastrawinata, «Expanding Energy Access in Developing Countries: The Role of Mechanical Power,» Practical Action Publishing Ltd, Warwickshire, 2009.
- [18] D. J. L. H. a. E. L. Booth, *Poverty and Transport. A report prepared for the World Bank in collaboration with DFID*, Londres: Overseas Development Institute, 2000.
- [19] 6t-bureau de recherche, «Le vélo à assistance électrique : un nouveau mode métropolitain ?,» 6T, Paris, 2015.
- [20] UNICEF, OMS, «Progress on drinking water and sanitation: 2012 Update,» 2012. [En línea]. Available: www.unicef.org/media/files/JMPreport2012.pdf.
- [21] National Energy Action, Green Group in Europe, «Developing a Social Energy Target in Europe. Proposals for bridging the ‘Energy Divide’ and putting low-income households at the heart of Europe’s energy future,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.nea.org.uk/wp-content/uploads/2015/07/oct-Developing-a-Social-Energy-Target-in-Europe-Email.pdf>.
- [22] F. Bafoil y R. Guyet, «Accès à l’énergie et consommateurs vulnérables : les enjeux de la précarité énergétique en Europe,» 2014. [En línea]. Available: <http://ceriscope.sciences-po.fr/environnement/co>. [Último acceso: 03 05 2017].
- [23] R. Anderson, «Energy bills: Who pays the most in Europe?,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.bbc.com/news/business-25200808>.
- [24] D. Cherel, «European fuel Poverty and Energy Efficiency EPEE Newsletter N° 1,» 2009. [En línea]. Available: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/epee_newsletter_1_en.pdf. [Último acceso: 27 06 2017].
- [25] B. Boardman, «Fuel poverty is different,» *Policy Studies. Volumen 12, N° 4*, 1991.
- [26] S. Bouzarovski y S. Tirado Herrero, «The energy divide: Integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union,» *European Urban and Regional Studies 24 (1)*, p. 2017, 69-86.
- [27] S. Tirado Herrero, L. Jiménez Meneses, J. L. López Fernández, J. Martín García y E. Perero Van Hove, «Pobreza energética en España. Análisis de tendencias,» Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid, 2014.
- [28] Global Energy Statistical Yearbook 2017, «ENARDATA,» <https://yearbook.enerdata.net/>, 2017. [En línea]. Available: <https://yearbook.enerdata.net/electricity/world-electricity-production-statistics.html>.
- [29] I. Baptista, «We live on estimations: Everyday practices of prepaid electricity in Maputo, Mozambique,» 2013. [En línea].

- [30] Coop. Alemana GIZ y EnDev Perú, «El establecimiento del Mercado de Cocinas mejoradas,» *Amaray. Energía y desarrollo para zonas rurales*, nº 11, p. 10 a 13, 2016.
- [31] R. Escobar, P. Gamio, A. Moreno, A. Castro, V. Cordero y U. Vázquez, «Energización rural mediante el uso de energías renovables para fomentar un desarrollo integral y sostenible. Propuestas para alcanzar el acceso universal a la energía en el Perú.,» Bracamonte, Lima, 2016.
- [32] Fundación Sol solidari, [En línea]. Available: <http://www.solidari.org/>.
- [33] Ecoandina, «Ecoandina,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ecoandina.org/>. [Último acceso: 09 09 2017].
- [34] M. Bazilian, P. Nussbaumer, C. Eibs-Singer, A. Brew-Hammond, V. Modi, B. Sovacool, V. Ramana y P.-K. Aqrawi, «Improving Access to Modern Energy Services: Insights from cases studies,» *Jan/Feb. 2012, Vol. 25, Issue 1 1040-6190/\$—see front matter # 2012 Elsevier*, vol. 25, nº 1, pp. 93-114, 2012.
- [35] BALANCES ENERGÉTICOS - MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA, «BALANCES ENERGÉTICOS,» <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>, 2015.
- [36] G. Rabinovich, «Rápida evaluación y análisis de los objetivos del Proyecto Energía Sustentable para Todos en el sector energético de la República Argentina,» PNUD BID, Buenos Aires, 2013.
- [37] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INDEC, «INDEC,» 2 julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.indec.gov.ar>. [Último acceso: 2 julio 2017].
- [38] INDEC, «Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010,» INDEEC Argentina, 2010. [En línea]. Available: http://www.indec.gov.ar/censos_total_pais.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135&t=0&s=0&c=2010. [Último acceso: 2017].
- [39] G. De Bedia y P. Sachi, «Consumo de leña y/o carbón de madera como combustible para la cocción de alimentos en hogares argentinos,» *Publicaciones del INTA*, p. 8, 20 junio 2016.
- [40] Ministerio de Energía y Minería, «<https://www.minem.gob.ar>,» 3 junio 2017. [En línea]. Available: <https://www.minem.gob.ar/prensa/26433/convenio-indec-minem-para-medir-como-se-usa-la-energia-en-los-hogares.html>. [Último acceso: 12 julio 2017].
- [41] R. Durán y M. Condori, «Índice multidimensional de pobreza energético para Argentina: su definición, evaluación y resultados al nivel de departamentos para el año 2010,» *Avances en energías renovables y medio ambiente*, vol. 20, pp. 21-32, 2016.
- [42] INDEC, «Incidencia de la pobreza y la indigencia en 31 aglomerados urbanos. Segundo semestre 2016,» Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires, 2017.
- [43] Observatorio de la Deuda Social Argentina UCA, «<http://www.uca.edu.ar>,» 15 junio 2017. [En línea]. Available: <http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo68/files/2017-Observatorio-Informe-Eradicacion-Pobreza-Prensa.pdf>. [Último acceso: 15 junio 2017].
- [44] TECHO, «TECHO Argentina,» 3 julio 2017. [En línea]. Available: <http://www.techo.org.ar>. [Último acceso: 3 julio 2017].
- [45] R. P. A. F. y S. M. Gatriarena, «PETROTECNIA,» *Revista PETROTECNIA, LVI, P.50-60, Abril 2017*, vol. LVI, nº Abril, pp. 50-60, 2017.
- [46] S. Gil, «Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía,» *Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)*, nº 2, pp. 80-84, Abril 2009.
- [47] S. Gil y R. Prieto, «¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas,» *Petrotecnia*, vol. LIV, nº 6, pp. 81-92, Dic. 2013.
- [48] «Ministerio de Energía y Minería,» [En línea]. Available: <https://www.minem.gob.ar/>. [Último acceso: Julio 2016].
- [49] ENARGAS, «Ente Nacional Regulador del Gas,» 2016. [En línea]. Available: www.enargas.gov.ar.
- [50] R. P. y S. G. L. Iannelli, «Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos.,» *PETROTECNIA, LV, N03, P.586-95, Agosto, 2016*, vol. LV, nº 3, pp. 586-595, 2016.
- [51] «Trends in global water use by sector United Nations Environment Programme (UNEP),» [En línea]. Available: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article43.html>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [52] US Department of Energy, «US Department of Energy, 10 CFR Part 430, Energy Conservation Program: Energy Conservation Standards for Residential Water Heaters, Direct Heating Equipment, and Pool Heaters; Final Rule,» 2010.
- [53] Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada, 2012, «Water Heater Guide Energy Publications, Office of Energy Efficiency Natural Resources Canada, 2012,» 2012.

- [54] Normas Argentinas de Gas NAG 313 de Calefones - ENARGAS 2012, «www.energias.gov.ar,» 2017. [En línea].
- [55] S.Gil, «¿Es posible disminuir nuestras importaciones de gas? Petrotécnica (Revista del IAPG),» *Petrotécnica (Revista del IAPG)*, vol. LV, pp. 82-91, 2014.
- [56] CAFAGAS Cámara Argentina de Fabricantes de Artefactos a Gas - Buenos Aires, «Cominación Privada,» <http://www.cafagas.org.ar/>, 2015.
- [57] H. Grossi Gallegos y R. Righini., «Atlas de energía solar de la República Argentina,» *Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología*, Mayo 2007.
- [58] IRAM, «NORMA ARGENTINA IRAM 11603:1996 y IRAM 1160:2002. Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario,» www.iram.org.ar , Buenos Aires, 1996, 2002.
- [59] Wikipedia, «Heating degree day,» Wikipedia, 2017.
- [60] Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, «Consumo de energía en la Ciudad de Buenos Aires en 2013,» Marzo 2014.
- [61] W. E. M. OWL. [En línea]. Available: https://www.tlc-direct.co.uk/Technical/DataSheets/Owl/CM119_User.pdf.
- [62] C. Tanides, «Manual de Iluminación Eficiente, Efficient Lighting Initiative (ELI),» www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/, Buenos Aires, 2006.
- [63] M. B. C. A. S. C. L. C. J. F. G. L. R. P. S. G. J. Biloni, «SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA EN EL SUMINISTRO DE SERVICIOS,» *ERMA*, p. En Prensa, 2017.
- [64] Low-Tech Magazine, «Low-Tech Magazine, artículo: If We Insulate Our Houses, Why Not Our Cooking Pots?, Posted on July 01, 2014.,» [En línea]. Available: <http://www.lowtechmagazine.com/2014/07/cooking-pot-insulation-key-to-sustainable-cooking.html>. [Último acceso: 2017].
- [65] El Canelo, Corporación El Canelo, Chile. Publicación Cocina bruja. Recuperado el 2 de agosto de 2017 , 2 Agosto 2017. [En línea]. Available: http://www.elcanelo.cl/uploads/1/0/1/8/10185839/cocina_bruja.pdf. [Último acceso: 2017].
- [66] O. Nuñez Martinez, «Cartilla técnica La Cocina bruja,» Proyecto Fondo de Protección Ambiental Gestión Limpia y Sana en el Hogar, [En línea]. Available: <http://docplayer.es/27641433-Proyecto-fondo-de-proteccion-ambiental-gestion-limpia-y-s>. [Último acceso: 2017].
- [67] Dream Pot, «The Official Home of the DreamPot - Australia,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dreampot.com.au/thermal-cooking/energy-efficiency/>. [Último acceso: 2017].
- [68] Amazon, «Amazon,» 2017. [En línea]. Available: www.amazon.com. [Último acceso: 2017].
- [69] Alibaba, «Alibaba,» 2017. [En línea]. Available: https://www.alibaba.com/product-detail/7-0L-238OZ-Large-Stainless-Steel_60576806954.html?s=p.
- [70] D. O'Neal, «Partnership for Clean Indoor Air. Guía para el diseño de cocedoras de calor retenido.,» HELPS Internacional., 2007. [En línea]. Available: <https://pclive.peacecorps.gov/pclive/index.php/pclive-resources/resource-library/601-cookstove>. [Último acceso: 2017].
- [71] Wikipedia, «Thermal Cooking Wikipedia,» [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_cooking. [Último acceso: 2017].
- [72] A. Estévez, «Caja caliente para completar la cocción de alimentos.,» Laboratorio de ambiente humano y vivienda. LAHV-INCIHUSA-CONICET.
- [73] AVEEA, «<http://aavea.org>,» 2017. [En línea]. Available: <http://aavea.org/bolivia-litio-para-celular-notebook-y-bicicleta-electrica/>.