

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CALIDAD TÉRMICA EN VIVIENDAS RURALES DEL NOROESTE DE PATAGONIA

M. Betina Cardoso¹, Lucas Zanovello²

¹Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Argentina. Av. Pioneros Km 2350, CP: 8400

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) zanovello.lucas@inta.gob.ar
Tel. +54 294 444 2676 / 2382 int 210 e-mail: betinacardoso@comahue-conicet.gob.ar

Recibido 14/08/19, aceptado 23/10/19

RESUMEN: Se estudiaron los cambios en el uso de energía debido a un programa que intenta reemplazar la leña por combustibles fósiles en viviendas rurales de la Patagonia argentina, donde se encuentra un suministro limitado de leña y vulnerabilidad social. El estudio se realizó en la comunidad de Laguna Blanca, provincia de Río Negro, ubicada en la estepa patagónica. Las viviendas unifamiliares fueron construidas sin medidas de eficiencia energética, presentando estructuras de concreto reforzado, ladrillos de arcilla cocida, techos de metal y ventanas de vidrio simple. Desde 2014, un programa gubernamental subsidió por completo la recarga de gas licuado de petróleo (GLP) a las comunidades rurales vulnerables, que recibieron un tanque de gas de 200 kg y un calentador de gas en cada hogar. Se observó una disminución esperada en el uso de leña, junto con un consumo muy alto de GLP (alrededor de 650 kWh/m² al año), que puede evaluarse por primera vez debido a la cantidad actual de GLP suministrada. La falta de políticas de eficiencia energética condujo a costos operativos muy altos e impactos ambientales. Con base en las características de las viviendas, hemos encontrado que los subsidios de GLP ahorrados en 2.2 años, devolverían la inversión para un aislamiento térmico que reduciría el 50% el consumo de gas y mejoraría sustancialmente la comodidad.

Palabras clave: biomasa, hogares, transición energética, eficiencia térmica, gas licuado de petróleo.

INTRODUCCIÓN

Modelos de transición energética

Existen avances en los esfuerzos de fomentar procesos de transición energética hacia un uso combinado de combustibles. En un gran número de comunidades rurales en el mundo la leña es la única fuente de energía, y esto conduce a la importancia de estudiar el uso residencial de biomasa en relación a sus problemáticas. A raíz de esto surge una diferenciación donde se clasifican a los usuarios exclusivos, y por otro lado a los usuarios mixtos cuando utilizan más de un tipo de combustible.

Desde la década de los 90' se plantean modelos para explicar la transición energética en el uso residencial de países menos favorecidos económicamente, por ejemplo, el modelo utilizado llamado "La Escalera Energética o Energy Ladder" (Barnes y Floor, 1996). Este modelo supone que las familias abandonan el uso de un combustible por otro de manera que hay un cambio lineal de los combustibles menos eficientes, menos costosos, a más eficientes como son el gas licuado de petróleo (GLP) y la electricidad, y que sólo las familias con mayores ingresos pueden adquirirlos. En este sentido, cuando se asciende económicamente se sustituyen los combustibles tradicionales por los modernos (Smith et al 1994; Barnes y Floor, 1996). Sin embargo, este planteamiento es limitado si se analizan las relaciones dinámicas que ocurren en comunidades rurales de los países considerados en vías de desarrollo (van der Kroon et al., 2013). Existen estudios que sugieren que no hay una fuerte relación entre el tipo de combustible y el nivel de ingresos (Arnold et al., 2006), mencionan que la leña puede ser un recurso importante de energía tanto para familias de zonas rurales como urbanas

(Hiemstra-van der Horst y Hovorka, 2008; Schueftan et al., 2016), aunque el combustible utilizado siempre dependerá del recurso que se encuentre al alcance. Link et al. (2012) y Cardoso et al. (2013) observan que la sustitución de combustibles se favorece en las zonas donde hay desarrollo en las oportunidades de empleo, mercados, escuelas, subsidios, puestos de salud y paradas de autobús, es decir donde hay un cambio en el entorno social, además de económico.

Se han desarrollado otros modelos que proponen que la transición energética no es un proceso lineal y se deben de considerar más factores para poder explicarla. A diferencia del modelo Energy Ladder, se propone el “Multiple Fuel Model” (Masera et al., 2000), este modelo plantea que la transición de combustibles no es lineal, las familias no sustituyen un combustible tradicional por uno moderno necesariamente, sino que adquieren una estrategia de uso de múltiples combustibles en la cual se incorporan nuevos recursos y tecnologías. Estos son integrados a los tradicionales y el consumo de cada combustible está determinado por su disponibilidad, sus características, por el dispositivo de uso final y por los contextos socio-culturales (Masera et al., 2000; Reyes et al., 2015). A esta dinámica también se la conceptualiza como “Fuel Stacking” y es el proceso en que los hogares utilizan diferentes combustibles complementarios al mismo tiempo (van de Kroon et al., 2013).

Antecedentes de eficiencia térmica para el caso estudiado

En Argentina el uso de leña está relacionado con la cocción y calefacción. Sin embargo, el consumo de este recurso no es tan elevado en comparación con otros países como Chile, México, países asiáticos o africanos. Cerca del 60% de la población urbana tiene provisión de gas natural subsidiado, principalmente en las zonas más frías como es la Patagonia. Sin embargo, la falta de aislación térmica adecuada conduce a mantener una temperatura confortable a través de un gran consumo de energía. La demanda energética para calefacción no está determinada sólo por las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior de la vivienda, sino además por la calidad de la aislación térmica en relación al material de las envolventes. A mayor diferencia de temperatura y baja calidad térmica, los consumos de energía para calefacción aumentan. Entonces, en las zonas de climas fríos es necesario aumentar la eficiencia térmica, de manera de utilizar la menor cantidad posible de energía para mantener una temperatura constante, confortable y uniforme dentro de toda la vivienda.

En trabajos previos se encontró que en Argentina la construcción no es sensible al clima, con índices térmicos similares para regiones cálidas y frías, y en todos los casos con consumos específicos muy superiores a los que se obtienen en países con climas similares como Suecia o Canadá, pero donde se implementan medidas de eficiencia energética en las envolventes (González, 2009). En el noroeste de Patagonia donde el clima es frío, puede notarse que tanto los pobladores como los extensionistas o investigadores que trabajan en las zonas rurales, hasta el momento no han mencionado la falta de eficiencia energética (EE) en relación a la baja calidad térmica de las viviendas. Sin embargo, otros estudios enfocados en estimar la EE doméstica en ciudades de la región, han revelado que las necesidades energéticas son reducidas por la implementación de medidas de eficiencia térmica (Schueftan et al., 2016; González, 2014a; 2014b), y la biomasa como combustible puede ser un recurso sustentable si se realiza un manejo de forma sostenible (Lebed, 2003; Reyes et al., 2015).

Si bien la compra de GLP en las ciudades de la Patagonia se subsidia, es menor comparado con el subsidio para el gas natural de red; resultando el GLP 8 veces más costoso por unidad de energía (González, 2013), y la leña sólo se encuentra apenas subsidiada en pequeñas cantidades para sectores rurales aislados, y en algunos periurbanos más vulnerados (Cardoso et al., 2012). En este sentido en el año 2014 comenzó un programa de entrega de GLP en sectores rurales del noroeste de Patagonia, sumado a las instalaciones necesarias para su almacenamiento en cada vivienda y a los dispositivos que utilizan ese combustible en el hogar. El programa de ayuda se originó por varios factores: 1) las consecuencias de la erupción volcánica del Puyehue-Cordón Caulle en 2011, que provocó graves daños a la economía de subsistencia rural; 2) la falta de recursos de biomasa en la región, agravada por la sequía de la última década y por la ceniza volcánica; y 3) políticas de ayuda energética a sectores vulnerables, que ya se aplicaban en entrega de leña a través del programa “Plan Calor”. Sin embargo, no se trabajó sobre la mejora térmica de las viviendas. A través de los programas de gobierno se instalaron dispositivos que consumen GLP, el cual se entrega con 100% de subsidio, con la idea de reemplazar el uso de biomasa, debido a sus costos y escasez. Con estos antecedentes, el objetivo de

este trabajo es analizar la transición energética desde el uso de biomasa al reemplazo directo por combustibles fósiles; y la calidad térmica de las viviendas del paraje rural de Laguna Blanca en el noroeste de Patagonia.

METODOLOGÍA

Caracterización de la región de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Laguna Blanca, ubicada en las últimas estribaciones de la Pre-cordillera de los Andes, de oeste a este. Cuenta con 180 habitantes aproximadamente (40° 43' S y 69° 50' W; 1251 msnm) y se encuentra situada en una región de la estepa arbustiva patagónica que limita con una zona erial (León et al., 1998). El relieve se caracteriza por valles, pantanos y afloramientos rocosos (Figura 1). El clima es predominantemente árido y frío, con precipitaciones anuales de entre 150 y 300 mm, concentradas en otoño e invierno en forma de lluvia y nieve, siendo la temperatura media anual de 8 °C (Bran et al., 2000; Bustos, 2006).



Figura 1: Comunidad de Laguna Blanca en la estepa patagónica.

La actividad económica principal es la cría de cabras y ovejas para la venta de lana y el autoconsumo de carne, llevando adelante una forma de vida de subsistencia, con ingresos monetarios por debajo de la línea de pobreza definida para las ciudades de la región. Asimismo, estas poblaciones deben ajustarse a los parámetros productivos propios de la sociedad de mercado, como son el precio actual de la lana o las formas de comercialización, que en este caso se produce a través de cooperativas regionales. El centro urbano más cercano es el pueblo de Comallo (ca. 2.000 habitantes) a una distancia de 70 km (Figura 2). El acceso a la zona de estudio es dificultoso, contando con una sola línea de transporte público que pasa por el paraje una vez a la semana, y debe enfrentar caminos con bajo mantenimiento, sinuosos, desnivelados y con bordes de rocas sobresalientes.

Las viviendas están construidas preferentemente de ladrillo cocido, en algunos casos de adobe y cuentan con dos o tres ambientes. Las paredes internas están revestidas de un revoque delgado y las exteriores con el ladrillo vista. La Figura 3 muestra una vivienda típica, donde se observa el recipiente para GLP con capacidad de 200 kg para calefacción, y el recipiente menor de 10 kg de GLP usado en la cocina.

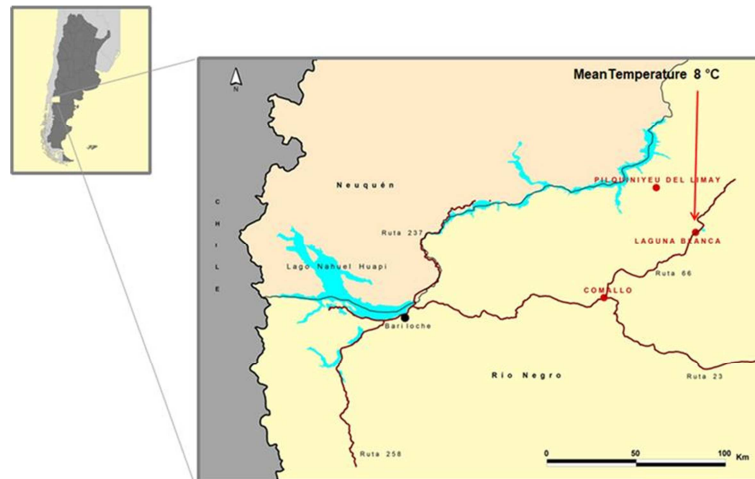


Figura 2: Localización del área de estudio.

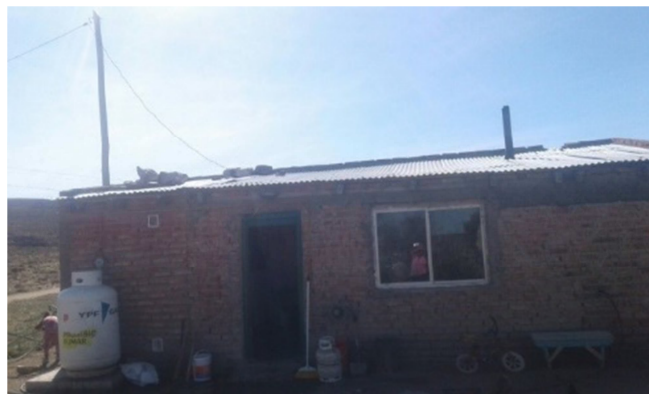


Figura 3: Vivienda típica con un tanque de GLP de 200 Kg.

La mayor parte de las familias posee una vivienda en el paraje y otra en el campo, esto es, el área dispersa donde se encuentra la unidad doméstica de producción, la mantención del ganado y de los pastizales. En las viviendas del paraje habitan los niños y sus madres, debido a que el padre de familia permanece en el campo para el cuidado y crianza de los animales. Las viviendas del campo suelen ser más grandes en tamaño por ser la primera construcción familiar, generalmente heredada. Por otro lado, la vivienda del paraje fue construida por razones de escolaridad de los hijos en tiempos actuales y con ayuda gubernamental en ciertos casos. Hasta el año 2014, las familias dependían exclusivamente del consumo de leña para calefaccionar los ambientes, realizando la recolección de leña generalmente a pie o a caballo (Cardoso et al., 2013).

Recursos energéticos de biomasa

Debido a la economía de subsistencia, el ingreso principal anual se provee a través de la venta de lana de oveja y pelo de cabra, y gran parte de estas ganancias se destinaban a la compra de leña para calefacción. En estudios anteriores (Cardoso et al., 2012) se demostró que el 83 % de las familias de este paraje compraban leña de especies nativas de la región, de árboles exóticos de plantaciones de la zona y leña externa debido a la falta de combustible leñoso en el lugar. En general la leña comprada proviene de otras áreas geográficas alejadas del paraje, pero dentro de Argentina, pertenecientes a los bosques nativos del centro y norte del país. Para agregar valores, esta leña se obtenía por 4 pesos el kg aproximadamente, considerándose “la leña dura”. También se compraba leña más barata proveniente de las podas de manzanos y perales comerciales y cercanos del Valle de Río Negro, a un precio de 2,70 pesos el kg (Tasa de conversión 1 USD = 14 ARS, comienzos del año 2016).

Métodos de colección de datos

La información etnográfica en la región comenzó en el año 2009 (Cardoso et al., 2013), pero los datos para esta investigación sobre la transición energética, el consumo de GLP y la calidad térmica fueron recolectados en 2016. Estudios anteriores en la región han abordado la problemática sobre el uso de

leña como eje principal, intentando relevar los factores que influyen en la recolección y consumo de este recurso en la vida de subsistencia, teniendo en cuenta las características socio-ecológicas (Cardoso et al., 2013; 2015).

La metodología etnográfica se llevó adelante a través de observación participante y entrevistas profundas, teniendo en cuenta la complejidad de esta metodología en el compromiso de la repregunta y reflexión en cada uno de los actos como propone Guber (2004; 2011). Las entrevistas se realizaron en las viviendas del paraje, se orientaron hacia la situación actual sobre el cambio de combustible desde biomasa a GLP, sobre la permanencia en el uso de biomasa y/o sobre las preferencias de la biomasa como fuente de calor. Los resultados se han cuantificado en relación al consumo energético de leña antes del año 2014 y el consumo actual de GLP y la calidad térmica de las viviendas.

Se visitaron 28 hogares. Se realizó una visita a cada familia, y se entrevistó a uno de los integrantes adultos. Para analizar los datos sobre la calidad térmica de las viviendas las preguntas fueron enfocadas a los materiales de construcción, su calidad como aislante térmico y su disposición. Todo esto en relación a las fuentes de provisión de energía calórica, a la eficiencia en el uso de la misma, los costos y la relación con la economía de subsistencia.

RESULTADOS

Uso de biomasa previo a la instalación de GLP

Previo al suministro de GLP para calefaccionar los ambientes en el paraje de Laguna Blanca, ciertos pobladores se trasladaban una distancia de búsqueda promedio de 4 Km cada 3 días para la recolección de leña (Cardoso et al., 2013). Si bien la recolección de leña es una práctica tradicional, para las familias que lo siguen haciendo en el presente se ha vuelto una tarea muy dificultosa, no sólo por la distancia, sino también por la falta del recurso. La leña recogida es de madera principalmente seca y se complementa con madera verde. La mezcla de madera seca y verde es una preferencia en la práctica de los usuarios exclusivos, debido a que permite mayor duración de la llama y el calor, a expensas del menor poder calorífico debido a la humedad del combustible. Este indicio de escasez del recurso leñoso se suma a que en trabajos previos se encontró que el 59 % de la población en Laguna Blanca usaba estiércol vacuno como el principal complemento (Cardoso et al., 2013).

Hasta el año 2014 las viviendas del paraje contaban con una cocina alimentada con una garrafa de 10 kg de GLP que en general tiene una duración de dos meses. En la Figura 4 pueden observarse el consumo de leña en kilogramos por vivienda, mostrando la diferencia estacional, de manera de conocer también el promedio anual estimado en kilogramos (Figura 4a) y en unidades de consumo energético (Figura 4b). Esta medición corresponde a leña recolectada silvestre, más la leña comprada principalmente en los inviernos y el GLP utilizado para la cocina.

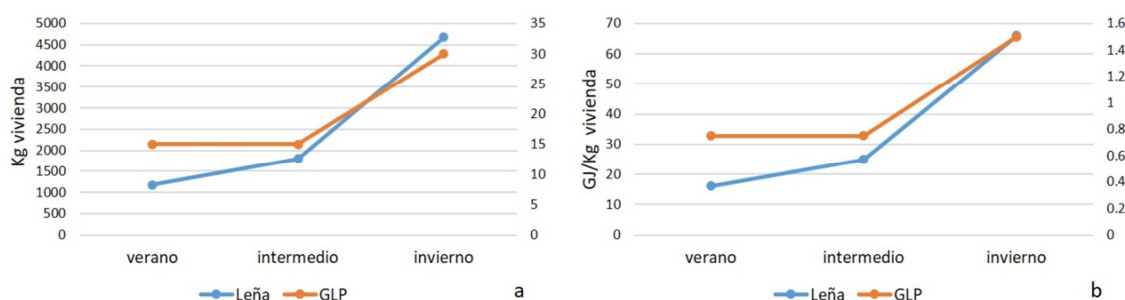


Figura 4: Consumo de leña y GLP antes de la intervención con Gas Licuado de Petróleo. El eje izquierdo corresponde a los datos de leña y el eje derecho a los datos de GLP. a) Consumo en kg de leña y GLP para calefacción y cocción. b) Consumo energético en GJ/Kg de leña y GLP.

Debido a las mediciones y cálculos realizados durante los años en los cuales se ha visitado y trabajado junto a esta comunidad, en ese momento una familia necesitaba en promedio 13 kg de leña por día en la estación estival, la cual se estima permanece durante 3 meses; 20 kg de leña por día teniendo en cuenta una temperatura intermedia con una estimación también de 3 meses, y 26 kg de leña por día en

un invierno prolongado que en este caso consideraremos de 6 meses (Figura 4a). Así, antes del 2014 una familia tenía acceso a 110 GJ/año, 107 provenientes de la leña y 3 GJ provenientes de GLP (Figura 4b).

Se ha documentado que el 83 % de las familias compraban leña en este paraje (Cardoso et al 2013). Sin embargo, resulta difícil calcular la cantidad de dinero destinado a este fin debido a que se compra leña dura, de podas, de los vecinos, y además muchas familias que no cuentan con el ingreso suficiente se abastecen principalmente de la recolección de leña silvestre, aunque ésta escasee. Sin embargo y debido a las dificultades en la homogenización de los datos obtenidos en relación a la compra del recurso, en esta investigación se muestra una estimación del costo de la compra de la leña requerida anualmente y por vivienda. Para ello se tomó como referencia el precio de la leña dura en el 2016 que fue de 4 pesos el kg siendo la madera mayormente requerida, ya que la leña de podas cercanas es temporaria. En este sentido, el abastecimiento de leña para calefacción en una familia durante los 3 meses de verano con un consumo de 13 kg diarios a 4 pesos el kg requería un gasto de 4680 pesos; para los 3 meses de estación intermedia a 20 kg diarios, se gastaban 7200 pesos, y para los 6 meses de temperatura invernal con un consumo de 26 kg por día serían 18.720 pesos. La estimación nos informa que una familia de crianceros rurales en un paraje de ambiente estepario en el noroeste de Patagonia necesitó 32.400 pesos para caleccionarse y 600 pesos correspondientes a 60 kg/año de GLP para cocción. Debido a la actividad agropecuaria independiente, sumada a trabajos realizados para terceros, es difícil estimar el ingreso de una familia en la población estudiada. Sin embargo, podemos comparar este gasto energético con el salario del trabajador rural registrado, que fue de aproximadamente 143.000 pesos/año neto (UATRE, 2017). De esta manera, el gasto energético con el uso de leña, previo a la entrega de GLP subsidiado representaba el 21% de un salario rural neto.

Transición energética: de biomasa a gas licuado de petróleo

A partir del año 2014 las viviendas del paraje cuentan con un estanque de GLP con capacidad de carga de 200 kg. En este sentido, a cada vivienda se le colocó un calefactor de tiro balanceado de 4000 kcal/h de potencia. Si bien el llenado del estanque de gas envasado se encuentra subsidiado en el 100%, los pobladores complementan la calefacción con el uso de leña. El cambio en el uso de combustible de ser usuario exclusivo a ser usuario mixto, en este caso ha beneficiado la economía familiar pero no ha resuelto en realidad la calidad de vida, debido a que no se mantiene una temperatura estable y templada en la vivienda. Si bien las familias optan por concentrar sus actividades en la cocina/comedor, también se ha comprobado que las demás habitaciones no alcanzan una temperatura confortable.

Las superficies de las viviendas son en promedio de 62 m² y la habitan de 3 a 7 personas. Los resultados de las entrevistas muestran que cuando se usa el calefactor de tiro balanceado en invierno, la carga de gas de 200 kg puede mantenerse entre 15 y 30 días según la vivienda, con un promedio de 19 días. En los 3 meses de verano y teniendo en cuenta 3 meses de estación intermedia, la duración de 200 kg de gas es aproximadamente de 30 a 45 días, con 35 días de promedio. Dada la rigurosidad climática, el uso del calefactor en la zona es intensiva en 6 meses del año, y moderada en otros 6 meses. Por lo tanto, podemos estimar un consumo promedio de 1895 kg de GLP en 6 meses de calefacción intensa y 1028 kg de GLP en la otra mitad del año. Este consumo anual estimado resulta de 2923 kg/año de GLP por vivienda, los cuales entregan un poder calorífico bruto de 144 GJ/año para la vivienda del paraje (Figura 5). Si bien las familias no pagan por la recarga de gas, su costo para el programa gubernamental es cercano a \$87690/año-vivienda, teniendo en cuenta el costo de recarga de \$30/kg GLP en 2017. El costo por unidad de energía (GJ) del GLP es más del doble que el de leña (\$609/GJ LPG vs. \$284/GJ leña).

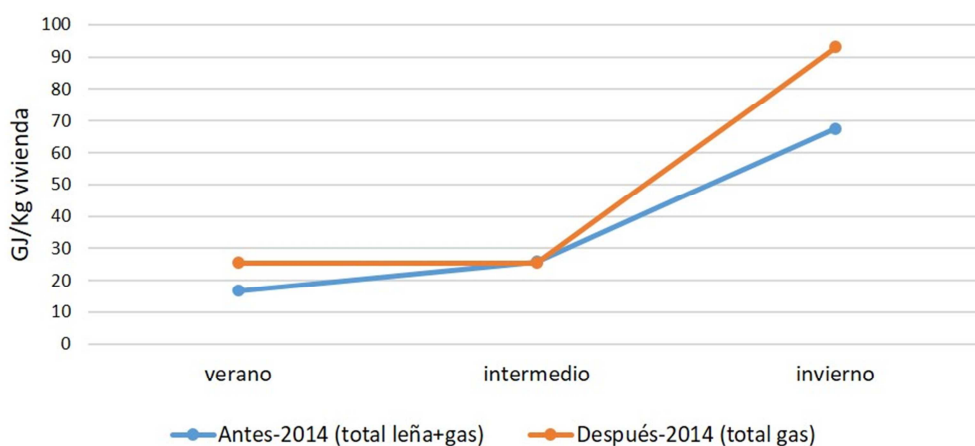


Figura 5: Energía expresada en GJ/Kg requerida en una vivienda del paraje de Laguna Blanca, antes y después de la intervención con GLP.

La transición de combustible también ha afectado la energía total consumida. Antes de 2014, el consumo anual de energía en calefacción era de 110 GJ por hogar, mientras que en 2017 era de 144GJ, lo que representa un aumento del 31%. Por otro lado, en el paraje se encuentra la escuela pública rural, la cual ya recibía suministro de GLP subsidiado en el 100% previo a los programas iniciados en las viviendas en 2014. La escuela utiliza un estanque con una capacidad de carga de 1734 kg y que se consume en dos meses, lo que implica un consumo anual cercano a 427 GJ/año considerando los 10 meses (solo en momento de clases se usa) de funcionamiento de la escuela. Este consumo resulta muy elevado teniendo en cuenta que 40 niños asisten todos los días a tomar el almuerzo, la escuela consta de 3 salas de clases, un comedor y tres habitaciones donde residen los docentes. La escuela tiene ciertas mejoras en la calidad constructiva respecto de las viviendas, pero también carece de aislamiento térmico.

Aislación térmica de las viviendas y eficiencia energética

Considerando la vivienda promedio de 62 m², el requerimiento actual de GLP implica un consumo específico de 645kWh/m²año; mientras que con los consumos de leña previos al programa de subsidios se usaban 479kWh/m²año. En ambos casos el consumo es extremadamente alto, y es consecuencia de la falta de aislación térmica de las viviendas a través de las envolventes, es decir a una carencia en la eficiencia térmica. Por ejemplo, en la ciudad de Bariloche, y en viviendas urbanas con provisión de gas natural, de 100m² y de mejores características constructivas que las informadas aquí, se encontró un promedio cercano a 400kWh/m²año (González et al., 2007). Si bien la vivienda en la ciudad de Bariloche es de mejor calidad general que las viviendas de Laguna Blanca, ambas carecen de aislamiento térmico.

Las viviendas de Laguna Blanca no están adaptadas al clima frío patagónico: no tienen revestimientos, sólo poseen ladrillos cocidos, y stucco del lado interno; las ventanas son de chapa o madera con vidrio simple y presentan serias infiltraciones de aire; las puertas son de madera con grietas y separaciones que facilitan aún más la infiltración de aire en la vivienda; los techos están contruidos con vigas de madera sobre las cuales se coloca una lámina de cartón embreado y por encima se clava el cerramiento del techo, en algunos casos de chapa galvanizada y en otros de enchapado de cartón embreado de forma sinusoidal. La mayor parte de los techos están cubiertos de piedras para evitar la voladura de las chapas por los fuertes vientos; y los pisos son de hormigón liviano. Debido a las propiedades físicas de los distintos materiales y a las técnicas de construcción es que se conoce que en estas condiciones las pérdidas de calor por la envolvente son muy elevadas, especialmente por los techos, sumando las infiltraciones en ventanas y puertas. Como lo demuestran los consumos de energía analizados anteriormente, se necesitan grandes cantidades de combustibles para mantener condiciones de confort higrotérmico, empujando a la familia a calentar sólo una o dos habitaciones en la casa y dando prioridad a la sala de estar y la cocina, donde también se usa la cocina de leña, cuyo uso se sostiene incluso luego del abastecimiento del GLP en el paraje.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que una familia en Laguna Blanca usa una gran cantidad de energía para cubrir su calefacción durante el año. Antes del programa, en 2014, esa cantidad de energía significaba el 21% del ingreso anual por familia. Después del programa, la necesidad de comprar leña disminuye, aunque se observó en las entrevistas que también compran leña para acompañar el calentamiento con GLP debido a la tradición y a aumentar el calor en la casa. Por lo tanto, los valores ofrecidos en las figuras se encuentran probablemente subestimados.

Ventajas y desventajas en la transición energética

Las mejoras que observamos en relación al cambio en el uso de combustible con respecto a la calidad de vida son: que los pobladores no necesitan salir todos los días a recolectar leña, que el calefactor no libera humo dentro de la vivienda y que se observa un beneficio económico en el ámbito privado debido a que los usuarios no necesitan pagar la recarga. Sin embargo, los beneficios podrían ser mayores si se implementaran mejoras en la aislación térmica de las viviendas en todo sentido. Esto se traduciría en un ahorro muy importante en el sector público, quien en este momento paga por el GLP y lo hace a un costo elevado debido a las distancias recorridas, al tipo de gas entregado y a los altos consumos.

Con las medidas de EE sugeridas se ahorraría gran parte de este combustible fósil, los camiones de recarga tendrían que llegar hasta el paraje con menos frecuencia y podrían colocarse más calefactores de menor potencia para una mejor distribución del calor en cada una de las viviendas. Es importante tener en cuenta este último punto, debido a que las familias que poseen varios hijos y de diferentes edades se concentran en la cocina, y entonces el hogar se mantiene debajo de la línea de bienestar básico, debido a que no existen habitaciones confortables para las tareas escolares o los espacios propios de los integrantes.

Como se comentó en la sección anterior, los usuarios utilizan los dos dispositivos, el calefactor y además la cocina a leña para complementar la calefacción del ambiente. Sin embargo, la persistencia en el uso de leña también puede deberse a que la recarga de GLP no es un recurso seguro, sino que genera una dependencia externa creando inseguridades con respecto a la provisión. De esta manera, los pobladores continúan utilizando leña como un recurso requerido debido a su poder calórico y como recurso seguro ante cualquier eventualidad. Así se observa la recurrencia en el uso de leña, y por lo tanto la necesidad de tener en cuenta un modelo mixto de uso de dispositivos y fuentes, de manera de abordar una complementariedad energética (Mäser et al., 2000; Battista et al., 2017).

Ahorro energético

La restauración térmica de estas viviendas para adecuarlas a un nivel moderado de eficiencia energética es simple y se aplica en viviendas de ciudades cercanas. Los materiales son de fabricación nacional y se encuentran en los comercios de la región. En trabajos previos se compararon los costos de una rehabilitación térmica moderada, que permite reducir el consumo de energía en calefacción a la mitad, con los ahorros que implican en combustibles (González, 2009). De la misma forma puede lograrse para las viviendas de Laguna Blanca. Consideramos el revestimiento de las paredes externas con siding de 6mm y aislamiento térmico de Expanded Polyesterene (EPS) de 50 mm de espesor, con soportes de 70 mm donde además se alojan dos cámaras de aire de 10 mm. La mejora de las ventanas es simple realizarlas agregando una segunda ventana situada a 50 mm de separación de la existente, sin alterar las fijaciones de ésta. Para el techo consideramos la intervención desde el lado interno de la casa, agregando aislante entre los tirantes y cerrando en forma de cielorraso con placas de Medium Density Fiberboard (MDF) de 5 mm de espesor. El agregado de 2 capas de EPS de 50 mm entre los tirantes se realiza de forma tal de dejar tres cámaras de aire, una arriba contigua al techado existente, una entre las placas de EPS y la de más abajo contra el cerramiento de MDF. Las cámaras de aire asociadas al EPS aumentan significativamente la eficiencia térmica del compuesto (Juanicó y González, 2017). Las infiltraciones se resuelven con sellados comerciales tipo poliuretano expandido o siliconados. Para la vivienda promedio de 62 m² de Laguna Blanca, el costo total de esta rehabilitación es cercano a \$90000 incluyendo la mano de obra, de los cuales \$50000 corresponden a las paredes, \$30000 al techo, \$5000 a las ventanas, y \$5000 a las infiltraciones. Con esta rehabilitación térmica se

reduciría la energía usada en calefacción a la mitad y aumentaría el confort por homogeneización de la temperatura y aprovechamiento de la masa térmica de los ladrillos y hormigón, los cuales conservan calor en la nueva configuración con aislantes. El ahorro estimado es de 1340 kg GLP por año. Con un costo evitado de \$40000 por año y por vivienda.

El costo de la rehabilitación térmica se recupera en 2,25 años con el ahorro en GLP (para comparar, todos los precios pertenecen a enero de 2018 para reacondicionamiento y combustible).

El programa de subsidios al 100% comenzó en 2014, e incluyó la entrega gratuita de tanques y calefactores. Si además hubiese incluido una rehabilitación térmica moderada de las viviendas, al momento actual todo el gasto se hubiese pagado con las reducciones de consumo, quedando hacia futuro una situación de confort y menor uso de energía que contribuirían a la sostenibilidad del programa.

Subsidios

De acuerdo a esta investigación es posible observar que subsidios aplicados en la instalación y provisión de GLP en Laguna Blanca, son necesarios para sostener la economía y mejorar la calidad de vida de una población en situación de vulnerabilidad energética. Los subsidios al consumo de energía deberían ser una herramienta para beneficiar a los sectores más vulnerables y ocasional de urgencia para la población de bajos ingresos en general, con la posibilidad de reemplazarlo con subsidios orientados a la eficiencia energética. En este caso de estudio el subsidio del sector público asume el costo del 100% para reemplazar la leña. De todos modos, no se resuelve el problema de poder mantener una temperatura interna constante en las viviendas, de manera de contar con ambientes confortables la mayor parte del invierno. Cabe destacar la voluntad del Estado y la inversión significativa que éste realiza. Sin embargo, intentar abordar la temática de manera estructural y promover la eficiencia energética conduciría a menores costos públicos y mayores beneficios a quienes va dirigido el programa.

El paraje de Laguna Blanca también se favorecería con un programa de capacitación en el estudio sobre los materiales de las envolventes, y el trabajo de la aislación térmica en las viviendas, haciendo partícipes a los integrantes locales. Esta iniciativa puede formar parte de políticas públicas las cuales podrían extrapolarse a distintas comunidades de la región.

Importancia de la forestación peridoméstica

Hace dos décadas aproximadamente se han iniciado distintos planes de forestación en la región patagónica, con el fin de crear bosquetes leñeros y además propiciar barreras de viento y mitigar los efectos de la convección (Peralta, 2002; Lebed, 2003; Izquierdo et al., 2009). Sin embargo, las dificultades de acceso a la zona de estudio y la rigurosidad climática provocan la falta de seguimiento de estas tareas. Por otro lado, ciertos productores locales intentan llevar adelante la forestación peridoméstica, con la cual en muchos casos los árboles logran buen crecimiento cuando se los protege del viento en los primeros años y disponen de agua suficiente. El uso de “alamedas” en los peridomicilios patagónicos ha sido documentado en las zonas rurales en el noroeste de Patagonia (Lebed, 2003; Cardoso y Ladio, 2011; Cardoso et al., 2012; 2013).

Desde el punto de vista ambiental y social, las plantaciones domésticas forman parte de la resiliencia ecológica-social porque constituyen un sistema multipropósito. Los beneficios de las plantaciones peridomésticas en relación a la eficiencia térmica de las viviendas son variados: protección, leña de poda, madera para construcción de muebles, residuos combustibles, protección de la fauna, retención del suelo y también evitan las inundaciones por eventos climáticos extremos que en los últimos años han sido muy severos. La elección de la vegetación es importante para determinar el volumen del follaje y el grado de amortiguación de estos fenómenos físicos ambientales. Especies adecuadas tendrían que presentar un crecimiento y desarrollo rápido y es necesario que no requieran demasiada disponibilidad de agua. En este sentido se tendrían que contemplar cuáles son las especies adecuadas y tener en cuenta su comportamiento y sus propiedades fisiológicas. Por todo esto consideramos que la dinamización de la práctica de la forestación debería incrementarse como fuente de biomasa y de mitigación de los efectos climáticos; de manera de contribuir directamente en la eficiencia energética local.

CONCLUSIONES

La transición energética de la leña a una mezcla de GLP y leña observada en el paraje de Laguna Blanca, contribuyó a mejorar la calidad de vida, siendo también parte de un proceso de ayuda social a un sector vulnerable que redujo rápidamente su gasto en combustibles para calefacción. Sin embargo, la transición al GLP totalmente se vio afectada por la falta de eficiencia energética en las viviendas y ha aumentado la energía consumida en la calefacción. Se observó que incluso con la provisión de GLP, los hogares mantienen el uso tradicional de las estufas de leña, debido a su alto poder calórico y a la falta de eficiencia térmica.

Si las viviendas tuvieran un buen aislamiento térmico, el estado podría promover un programa en el que se proporcione GLP y leña para complementar con dos combustibles, uno fósil y uno renovable, colocando calentadores, pero también dejando la estufa de leña tradicional en las zonas rurales. De esta manera, colabora con el “fuel stacking” como en la mayoría de las áreas rurales del mundo donde los habitantes usan varios combustibles simultáneamente, de acuerdo con la disponibilidad, los dispositivos adquiridos y la seguridad de obtener los combustibles junto con las tradiciones y los significados culturales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a los habitantes del paraje de Laguna Blanca por su amabilidad, por compartir sus conocimientos con nosotros y por su hospitalidad. Este trabajo fue posible por el apoyo del proyecto de la Universidad Nacional del Comahue PIN I B191 “Medioambiente y sociedad: peligros naturales y vulnerabilidad en poblaciones de Patagonia Andina”, y por el proyecto CONICET PIP 0048 “Uso eficiente de energía y aprovechamiento del recurso solar en la Patagonia Andina”.

REFERENCIAS

- Battista E, Justianovich S, Ocampo F, y L. Zanovello. (2017). Usos energéticos de la agricultura familiar pampeana: una caracterización para pensar políticas de acceso a la energía en el ámbito agrario. Acta de la XL Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente 5, 95-104.
- Barnes D. F. y Floor W. M. (1996). Rural energy in developing countries: a challenge for economic development. Annual Review of Energy and the Environment. 21, 497-530.
- Bustos J. C. (2006). Características climáticas del campo, Anexo Pilcaniyeu (Río Negro). Comunicación Técnica N° 25, Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Bran D., Ayesa J. y Lopez C. (2000). Regiones Ecológicas de Río Negro I. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Cardoso, M. B., Ladio, A. H. y Lozada, M. (2012). The use of firewood in a Mapuche community in a semiarid region of Patagonia, Argentina. Biomass and Bioenergy 4, 155-164.
- Cardoso, M. B., Ladio, A. H. y Lozada, M. (2013). Fuelwood consumption patterns and resilience in two rural communities of the northwest Patagonian steppe, Argentina. Journal of Arid Environments. 98, 146-152.
- Cardoso, M. B. y Ladio, A. H. (2011). Forestación peridoméstica en Patagonia y conocimiento ecológico tradicional: un estudio de caso. Sitientibus, Série Ciências Biológicas. 11 (2), 321-327.
- Cardoso, M. B., Ladio, A. H., Dutrus, S. y Lozada, M. (2015). Preference and calorific value of fuelwood species in rural populations in northwestern Patagonia. Biomass and Bioenergy 81, 514-520.
- Hiemstra-van der Horst, G. y Hovorka, A. J. (2008). Reassessing the “energy ladder”: Household energy use in Maun, Botswana. Energy Policy, 36 (9), 3333-3344.
- González, A. D. (2014a). Casas confortables con mínimo uso de energía: estudio de casos prácticos para Argentina y Chile. San Carlos de Bariloche. 133 pp.

- González, A. D. (2014b). La importancia de la construcción eficiente en la Patagonia. Desde la Patagonia: Difundiendo Saberes. 11 (18), 38-45.
- González A. D. (2013). Management of disaster risks derived from very large fuel subsidies to natural gas in Argentina. In: Leal W, editor. Climate Change and Disaster Risk Management, Part 3. Berlin: Springer-Verlag. 463-473.
- González, A. D. (2009). Energy subsidies in Argentina lead to inequalities and low thermal efficiency, *Energies*. 3, 769-788.
- González, A. D., Carlsson-Kanyama, A., Crivelli, E. S. y Gortari, S. (2007). Residential energy use in one-family households with natural gas provision in a city of the Patagonian Andean region. *Energy Policy* 35(4), 2141-2150.
- Guber, R. (2001). La etnografía. Método, campo y reflexividad. Enciclopedia Latinoamericana de Sociocultura y Comunicación, Norma, Bogotá, Colombia, 1ª edición, 146 p.
- Guber, R. (2004). El salvaje metropolitano. Reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo. Paidós. Serie de Estudios de Comunicación, Buenos Aires, Argentina, 1ª edición, 220 pp.
- Juanicó, L. E. y González, A. D. (2017). Thermal efficiency of natural gas balanced-flue space heaters: measurements for commercial devices. *Energy Buildings* 40 (6), 1067–1073.
- Leon, R. J. C., Bran, D., Collantes, C. Paruelo, J. M. y Soriano, A. (1998). Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra-andina. *Ecología Austral* 8, 125-144.
- Reyes, R., Nelson, H., Navarro, F. y Retes, R. (2015). The firewood dilemma: human health in a broader context of well-being in Chile. *Energy for Sustainable Development*, 28, 75-87.
- Schueftan, A., Sommerhof, J. y González, A. D. (2016). Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development* 33, 26-35.
- Izquierdo, I., Velasco, V. y Nasif, A. (2009). Montes leñeros y cortinas de reparo en la Región Sur de Río Negro. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Arnold, J. E. M., Köhlin, G. y Persson, R. (2006). Woodfuels, livelihoods and policy interventions: Changing perspectives. *World development*. 34 (3), 596-611.
- Lebed, O. G. (2003). Cultivo de plantas en la estepa. Patagonia - Argentina. Ente para el desarrollo de la Región y Línea Sur de la provincia de Río Negro, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Link, C. F., Axinn, W. G. y Guimire, D. G. (2012). Household energy consumption: Community context and the fuelwood transition. *Social Science Research*, 41 (3), 598-611.
- Masera, O. R., Saatkamp, B. D. y Kammen, D. M. (2000). From linear fuel switching to multiple cooking strategies: a critique and alternative to the energy ladder model. *World development*, 28(12), 2083-2103.
- Peralta, C. (2002). Experiencias de Desarrollo Rural. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Van der Kroon, B., Brouwer, R., Pieter van Beukering, J. H. (2013). The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 504-513.
- UATRE [en línea]. Dirección URL: <<https://www.uatre.org.ar/home.aspx>> [consulta: 1 octubre de 2018].

ENERGY TRANSITION AND THERMAL QUALITY IN RURAL HOUSEHOLDS IN NORTHWESTERN PATAGONIA

ABSTRACT Changes in energy use were studied due to a program that attempts to replace firewood with fossil fuels in rural households in Patagonia Argentina, where there is social vulnerability and a limited supply of firewood. We focus on the community of Laguna Blanca, province of Río Negro, located in the Patagonian steppe. The households are single-family homes that were built without energy efficiency measures, presenting reinforced concrete structures, baked clay bricks, metal roofs and simple glass windows. Since 2014, a government program completely subsidized the recharge of liquefied petroleum gas (LPG) to vulnerable rural communities, which received a 200 kg gas tank and a gas heater in each household. An expected decrease in the use of firewood was observed, together

with a very high consumption of LPG (around 650 kWh/m² per year), which can be evaluated for the first time due to the current amount of LPG supplied. The lack of energy efficiency policies led to very high operating costs and environmental impacts. Based on the characteristics of the homes, we have found that LPG subsidies saved in 2.2 years would return the investment for thermal insulation that would reduce gas consumption by 50% and substantially improve comfort.

Keywords: biomass, households, energy transition, energy efficiency, LPG.