

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD



BES | N° 15 | AÑO 8
DICIEMBRE 2022

ISSN: 0719-7136

Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de Los Lagos: fuerte presión sobre bosques que crecen en suelos frágiles

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

Informes BES | Número 15 | Año 08 | DIC. 2022

Producción y diagramación: Stephanie Hauyon, Diseñadora Gráfica

Editor general: René Reyes, Ingeniero Forestal (Ph.D), Investigador Instituto Forestal

Comité editor: Christian Malebrán Ulloa, Profesional Unidad de Biocombustibles, División de Combustibles y Nuevos Energéticos, Ministerio de Energía.

Colaboradores: Jennifer Romero y Manuel Soler (fotografías).

Foto de portada: flor del ulmo (*Eucryphia cordifolia*).

UNA PUBLICACIÓN:



OCDM | OBSERVATORIO DE
LOS COMBUSTIBLES
DERIVADOS DE LA
MADERA



Instituto Forestal

Sucre 2397 Ñuñoa,
Santiago, Chile
Fono. +56 2 23669115

www.infor.cl

ISSN: 0719-7136

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Reyes, R., Sanhueza, R., Schueftan, A., 2022. Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de Los Lagos: fuerte presión sobre bosques que crecen en suelos frágiles. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 8. N° 15. Diciembre 2022. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 35.

Índice

03 RESUMEN

04 INTRODUCCIÓN

05 MÉTODOS

27 DISCUSIÓN

33 AGRADECIMIENTOS

34 REFERENCIAS

Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de Los Lagos: fuerte presión sobre bosques que crecen en suelos frágiles

René Reyes¹, Rafael Sanhueza¹ y Alejandra Schueftan^{1,2}

¹ Instituto Forestal, Fundo Teja Norte sin número, Valdivia, Chile

² Instituto de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Artes, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

RESUMEN

A partir de encuestas aplicadas el año 2020, se analizó el consumo final de energía del sector residencial de la región de Los Lagos. En total, la región consumió 7.575 gigawatt-hora/año, el 85% del cual se destinó a calefacción (principalmente leña). El consumo regional de leña se estimó en 2.490.333 m³ sólidos/año (60% urbano y 40% rural), lo que dista bastante de estimaciones previas. Sin considerar a los edificios de departamentos, el 87% de las viviendas urbanas y el 99% de las viviendas rurales consumen leña. En áreas urbanas, el consumo promedio fue de 8,1 m³ sólidos/año, mientras que en áreas rurales de 11,5 m³ sólidos/año (considerando solo viviendas que consumen leña). El 27% del consumo regional de leña ocurre en la provincia de Osorno, el 43% en la provincia de Llanquihue, el 27% en la provincia de Chiloé y el 3% en la provincia de Palena. El bosque nativo es la principal fuente de abastecimiento de leña en las provincias de Llanquihue, Chiloé y Palena, siendo especialmente crítico el impacto del mercado de la leña sobre los bosques de tepú (*Tepualia stipularis*) y sobre aquellos que crecen en suelos *ñadi*. En las ciudades de Puerto Montt y Osorno se observa un fuerte desacople entre crecimiento demográfico y consumo de leña, debido a una mayor diversificación del menú energético de las familias. Los planes de descontaminación atmosférica junto con una serie de cambios sociales, demográficos, y de infraestructura, están acelerando procesos de transición energética en la región.

Palabras clave | leña, pellet, transición energética, tepú, degradación de bosques, región de Los Lagos.



Almacenamiento de leña en ciudades pequeñas.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a distintas estimaciones (INFOR, 1994; Gómez-Lobo et al., 2006; CDT, 2015), la región de Los Lagos presenta el mayor consumo de leña a nivel nacional, lo que se debe a una serie de factores: a) un clima lluvioso y frío que determina una alta demanda de energía para calefacción, b) un aumento significativo de la población urbana durante las últimas décadas, c) una fuerte penetración de la leña, incluso en hogares de altos ingresos, y d) una alta disponibilidad de biomasa forestal, especialmente aquella que proviene de bosques nativos.

La leña es la principal fuente de energía de la región de Los Lagos, siendo mucho más importante que

la electricidad y los combustibles derivados del petróleo. A pesar de esto, el Estado no cuenta con un sistema que permita monitorear su consumo, ni el impacto que éste tiene sobre los ecosistemas. Este vacío de información dificulta el diseño e implementación de programas que permitan regular adecuadamente el mercado de la leña y sus externalidades. A este respecto, un caso crítico es lo que ocurre con los *tepuales*, que están siendo devastados para satisfacer la demanda urbana de leña (Bannister, 2018).

En los últimos 30 años se han realizado tres estimaciones sobre el consumo regional de leña,

siendo la última aquella realizada por CDT (2015), quienes estimaron un consumo anual de 1.994.533 m³ sólidos. Sin embargo, las cifras generadas por CDT (2015) han mostrado divergencias importantes con estudios posteriores realizados por INFOR en las regiones del Maule y Araucanía (Reyes et al., 2018; Reyes et al., 2020). En ese marco, este documento representa un esfuerzo conjunto entre el Ministerio de Energía y el Instituto Forestal para obtener cifras representativas de la enorme diversidad que alberga la región de Los Lagos, y analizar procesos de transición energética.

En el sector residencial, el consumo de leña se estimó en base a un

muestreo aleatorio simple aplicado en cuatro estratos, siguiendo un gradiente demográfico asociado al tamaño de las urbanizaciones (Ábalos, 1997): ciudades mayores (Puerto Montt y Osorno), ciudades intermedias (Puerto Varas, Calbuco, Ancud, Castro y Quellón), ciudades pequeñas y viviendas rurales. En el caso del sector rural, las encuestas se distribuyeron proporcionalmente al tamaño de dos subsectores: explotaciones con tierra y explotaciones sin tierra (villas y caseríos que no alcanzan a ser consideradas áreas urbanas) (INE, 2019). El muestreo se llevó a cabo a pesar de la pandemia, tomando todas las medidas sanitarias recomendadas por el Ministerio de Salud, durante el otoño y primavera del 2020.

2. MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La región de Los Lagos se encuentra entre los 40°13' y 44°03' latitud sur, y es una de las dieciséis regiones administrativas de Chile. La región tiene una superficie de 48.583,6 km² y está dividida en cinco unidades fisiográficas: Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia, Cordillera de Los Andes y Archipiélago de Chiloé. Las planicies litorales tienen poco desarrollo en la región, siendo especialmente relevantes en la provincia de Llanquihue, mientras que la depresión intermedia desaparece desde Puerto Montt al sur, dando paso al mar interior de Chiloé y fiordos australes.

La región de Los Lagos limita por el norte con la región de Los Ríos, por el sur con la región de Aysén, por el este con Argentina y por el oeste con el Océano Pacífico. Esta región presenta un clima templado lluvioso, con temperaturas que varían en rangos moderados, suavizadas por la presencia de grandes masas de agua. La pluviometría aumenta de mar a cordillera, con valores que oscilan, según la zona, entre los 1.600 mm/año a 2.500 mm/año, con precipitaciones durante casi todo el año (GORE Los Lagos, 2020).

El 58% de la región está cubierta por bosque nativo, el 23% por praderas y matorrales, el 2% por plantaciones forestales (principalmente de eucalipto), y el 17% restante por otros usos del suelo (CONAF, 2014). Los bosques nativos son los grandes proveedores de biomasa para energía y otras actividades. A diferencia de las regiones que se encuentran hacia el norte, esta región presenta una cobertura mucho menor de plantaciones forestales, y una actividad agrícola más acotada, que se orienta básicamente a la producción de papas, cultivos forrajeros y algunos cereales.

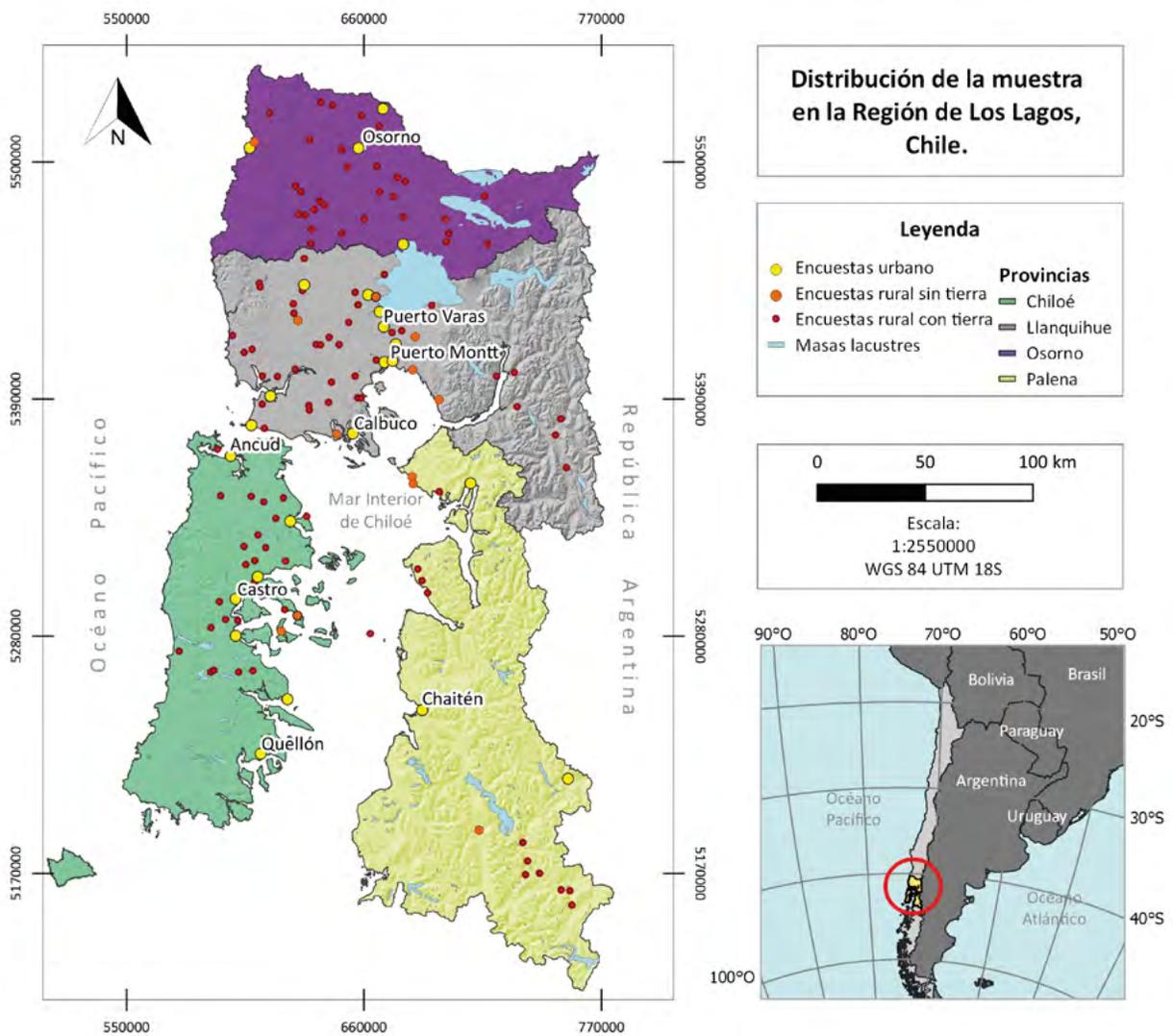
La región de Los Lagos tiene una población de 828.708, de los cuales el 74% corresponde a población urbana y el 26% a población rural (INE, 2017). La ciudad de Puerto Montt es la capital regional, con una población de 220.085 personas, la cual ha ido formando una conurbación con el poblado de Alerce, proceso de expansión urbana que va a terminar conectándola además con la ciudad de Puerto Varas. La región de Los Lagos está dividida en cuatro provincias (Figura



La ganadería impide una adecuada regeneración del bosque nativo.

1): Osorno (234.122 habitantes), Llanquihue (408.052 habitantes), Chiloé (168.185 habitantes) y Palena (18.349 habitantes) (INE, 2017), las cuales presentan características muy distintas. La provincia de Osorno se caracteriza por su paisaje “tipo parque” (valle central), compuesto por praderas y árboles dispersos, en los cuales se crían animales para la producción de carne y leche. Hacia el sur adquieren gran importancia la pesca, la acuicultura y los procesos industriales asociados, así como también el turismo.

Figura 1. Área de estudio



Fuente: elaboración propia en base a BCN (2018).

2.2. Estimación del consumo de leña y otros biocombustibles sólidos

En el caso del sector residencial urbano y rural se aplicaron encuestas presenciales para estimar el consumo de leña y otras fuentes de energía. La encuesta consideró una serie de aspectos: a) antecedentes generales (ubicación del punto de muestreo), b) características del tomador de decisión, c) características de la vivienda, d) composición del consumo final de energía (todas las fuentes de energía de la vivienda), e) ingreso familiar, f) patrones de consumo a través del tiempo (todas las fuentes de energía de la vivienda), g) características del consumo de leña y h) preferencias del tomador de decisión.

2.2.1. Sector residencial urbano

Dado que los patrones de consumo de leña y otros biocombustibles sólidos cambian en la medida que aumenta el tamaño de la

urbanización (Ábalos, 1997), en el sector residencial urbano se realizó un muestreo estratificado. Los estratos definidos fueron los siguientes (INE, 2019):

- Ciudades mayores (entre 100 y 500 mil habitantes): Conurbación Puerto Montt-Alerce (incluye La Vara) y ciudad de Osorno.
- Ciudades grandes (entre 40 y 100 mil habitantes): no hay.
- Ciudades intermedias (entre 15 y 40 mil habitantes): Puerto Varas (incluye Mirador de Puerto Varas), Calbuco, Ancud, Castro y Quellón.
- Ciudades pequeñas (menos de 15 mil habitantes). San Pablo, Bahía Mansa-Maicolpi, Puerto Octay, Purranque, Corte Alto, Entrelagos, Río Negro, Llanquihue, Los Pellines, Frutillar, Nueva Braunau, Fresia, Los Muermos, Maullín, Carelmapu, Dalcahue, Chonchi, Achao, Quemchi, Queilen, Curaco de Velez, Hornopirén, Futaleufú, Chaitén y Palena.

La población objetivo correspondió a las viviendas habitadas según el último Censo de Población y Vivienda 2017 (INE, 2017). Para cada estrato se estimó un tamaño muestral a partir de la siguiente ecuación (Krejcie y Morgan, 1970):

$$n = \frac{(np \times p \times (1-p))}{((np-1) \times 2 \left(\frac{B}{C}\right) + p \times (1-p))} \quad (1)$$

Donde,

n= viviendas a encuestar

np= total de viviendas habitadas

p= proporción de la muestra (50%)

B= margen de error (10%)

C= valor crítico para distribución normal con nivel de confianza de 95% (1,96)

El tamaño de la muestra fluctuó entre 100 y 120 viviendas (Cuadro 1), en cada estrato. Debido a la



Leña, gas licuado y electricidad en una vivienda rural de la provincia de Llanquihue

alta dispersión que resultaba de distribuir la muestra en ciudades pequeñas, se seleccionaron aleatoriamente algunas de ellas para concentrar el muestreo. Las

ciudades seleccionadas fueron las siguientes: San Pablo, Puerto Octay, Bahía Mansa-Maicolpi, Llanquihue, Los Pellines, Fresia, Maullín, Carelmapu, Dalcahue,

Chonchi, Quemchi, Queilén, Curaco de Vélez, Hornopirén, Futaleufú y Chaitén.

Cuadro 1

Distribución de la muestra en la región de Los Lagos

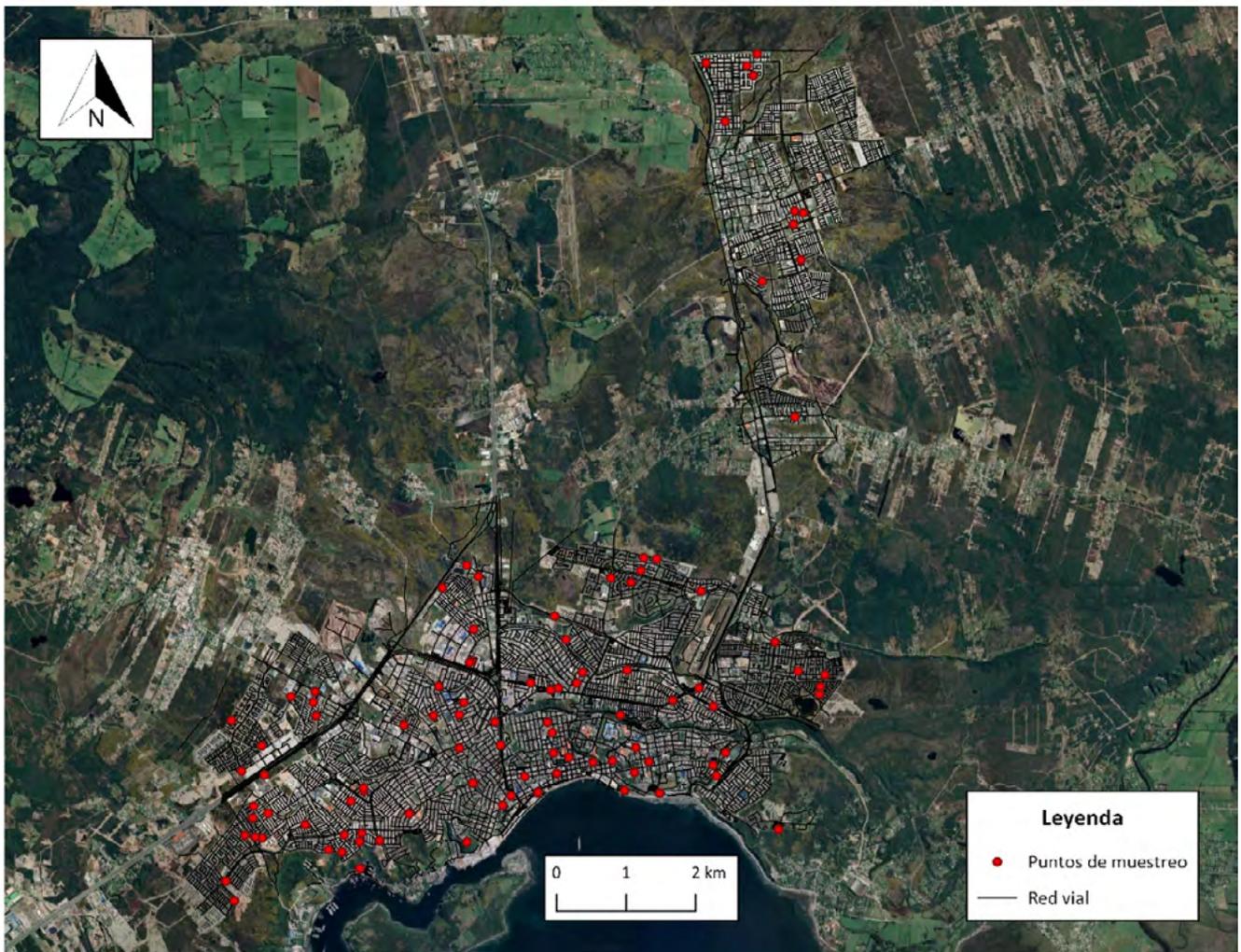
Ciudades mayores		Ciudades intermedias		Ciudades pequeñas		Rural	
Ciudad	n	Ciudad	n	Ciudad	n	Comuna	n
Puerto Montt	120	Puerto Varas	28	San Pablo	9	Ancud	5
Osorno	100	Calbuco	15	Puerto Octay	4	Calbuco	3
		Ancud	27	Bahía Mansa	2	Chaitén	2
		Castro	33	Llanquihue	27	Chonchi	11
		Quellón	17	Los Pellines	2	Cochamó	6
				Fresia	14	Dalcahue	8
				Maullín	7	Fresia	6
				Carelmapu	5	Frutillar	1
				Dalcahue	14	Hualaihue	9
				Chonchi	11	Llanquihue	4
				Quemchi	5	Los Muermos	12
				Queilén	4	Maullín	5
				Curaco de Vélez	2	Osorno	5
				Hornopirén	7	Palena	7
				Futaleufú	4	Puerto Montt	25
				Chaitén	3	Puerto Octay	4
						Puerto Varas	4
						Purranque	3
						Puyehue	1
						Quemchi	3
						Quinchao	2
						Río Negro	7
						San Juan de la Costa	5
						San Pablo	4
TOTAL	220		120		120		142

La muestra se distribuyó en las ciudades de manera proporcional a su tamaño relativo. Es decir, si en el estrato de ciudades intermedias Puerto Varas concentra el 23% de las viviendas, se levantaron también el 23% de las encuestas correspondientes a este estrato.

Para ubicar los puntos de muestreo en terreno se utilizó el software QGIS 3.0, con el cual se generaron polígonos de cada ciudad, para luego mediante el algoritmo *Random Points Along Line* marcarlos sobre una capa de red vial (Figura 2). Cuando las viviendas seleccionadas estaban

deshabitadas o cuando las personas no quisieron participar, se sortearon nuevos puntos de muestreo en su reemplazo. La expansión del consumo de leña, pellet y carbón vegetal no consideró a los edificios de departamentos, donde el consumo de estos combustibles es marginal.

Figura 2.
Distribución de la muestra en la ciudad de Puerto Montt.



Fuente: elaboración propia en base a Google (s.f).

Lámpara a kerosene
utilizada antes de que
llegara la electricidad



2.2.2. Sector residencial rural

El tamaño de la muestra fue de 142 encuestas, estimado en base a la ecuación (1). Ésta se distribuyó de forma proporcional entre viviendas rurales con tierra y viviendas rurales sin tierra, utilizando como referencia el estudio publicado por INE (2019). Las viviendas sin tierra corresponden a pequeñas villas, aldeas o caseríos que no alcanzan a ser consideradas áreas urbanas.

En el sector rural con tierra se aplicaron 104 encuestas, las cuales fueron ubicadas en el territorio de forma aleatoria, utilizando el algoritmo *Random Points Inside Polygon* de QGIS 3.0. El polígono que se utilizó para esto no consideró lagos, ríos, alta montaña y otros sectores donde no habita población rural. En el caso del sector rural sin tierra se aplicaron 38 encuestas, las cuales se distribuyeron de forma proporcional al tamaño

de las villas, aldeas y caseríos seleccionados a partir del último Censo de Población y Vivienda (INE, 2017), siguiendo el mismo procedimiento utilizado en el sector urbano. En ambos casos se sortearon puntos de muestreo adicionales para reemplazar aquellos en los que no fuese posible aplicar la encuesta debido a falta de interés o ausencia de moradores.

Las encuestas aplicadas en el sector urbano y rural utilizaron el mismo procedimiento. El encuestador se dirigió a los puntos de muestreo sorteados, cada uno de los cuales tenía asociado un ID (código de cinco dígitos). En terreno, el encuestador seleccionó la casa más cercana al punto de muestreo y preguntó por el principal tomador de decisiones de la vivienda (jefe(a) de hogar). Al inicio de la conversación, el encuestador se presentó, explicó el estudio (alcance y objetivos) y entregó una copia de la carta en la cual se explican los derechos del encuestado (anonimato y protección de la información). Este procedimiento aseguró una participación informada y consentida. En caso de que los tomadores de decisión no estuviesen en casa o decidieran no participar en el estudio, la vivienda fue reemplazada por otra contigua (primera prioridad al lado derecho de la vivienda seleccionada y segunda prioridad al lado izquierdo). En áreas rurales, se reemplazó por la vivienda más próxima.

2.3. Consumo de energía en el sector residencial

La encuesta incluyó un set de preguntas orientadas a caracterizar el consumo final de energía de la vivienda, para todos los usos (calefacción, cocina, agua caliente sanitaria, iluminación y uso de electrodomésticos) y fuentes de energía, exceptuando

transporte (gasolina o Diésel para vehículos): gas licuado, gas natural, pellet, kerosene, gasolina, diésel, carbón vegetal, electricidad (de red), energía solar y energía eólica. Los factores utilizados para la transformación de unidades fueron los siguientes:

$$L_i = V_{ij} \left(\frac{m^3 \text{estéreo}}{\text{año}} \right) \times 0,64 \left(\frac{m^3 \text{sólido}}{m^3 \text{estéreo}} \right) \times 730 \left(\frac{\text{kilo}}{m^3 \text{sólido}} \right) \times 3,88 \left(\frac{kWh}{\text{kilo}} \right) \quad (2)$$

$$G_i = V_{ij} \left(\frac{\text{kilo}}{\text{año}} \right) \times 14,06 \left(\frac{kWh}{\text{kilo}} \right) \quad (3)$$

$$K_i = V_{ij} \left(\frac{\text{litro}}{\text{año}} \right) \times 10,45 \left(\frac{kWh}{\text{litro}} \right) \quad (4)$$

$$O_i = V_{ij} \left(\frac{\text{litro}}{\text{año}} \right) \times 9,66 \left(\frac{kWh}{\text{litro}} \right) \quad (5)$$

$$D_i = V_{ij} \left(\frac{\text{litro}}{\text{año}} \right) \times 10,70 \left(\frac{kWh}{\text{litro}} \right) \quad (6)$$

$$E_i = V_{ij} \left(\frac{\text{peso}}{\text{año}} \right) / CV \left(\frac{\text{peso}}{kWh} \right) \quad (7)$$

$$C_i = V_{ij} \left(\frac{\text{saco}}{\text{año}} \right) \times 18 \left(\frac{\text{kilo}}{\text{saco}} \right) \times 8,0 \left(\frac{kWh}{\text{kilo}} \right) \quad (8)$$

$$P_i = V_{ij} \left(\frac{\text{kilo}}{\text{año}} \right) \times 4,8 \left(\frac{kWh}{\text{kilo}} \right) \quad (9)$$

Donde,

- Li = consumo de leña de la vivienda i (kWh/año)
- Gi = consumo de gas licuado de la vivienda i (kWh/año)
- Ki = consumo de kerosene de la vivienda i (kWh/año)
- Oi = consumo de gasolina de la vivienda i (kWh/año)
- Di = consumo de Diésel de la vivienda i (kWh/año)
- Ei = consumo de electricidad de la vivienda i (kWh/año)
- Ci = consumo de carbón vegetal de la vivienda i (kWh/año)
- Pi = consumo de pellets de la vivienda i (kWh/año)
- Vij = consumo del combustible j en la vivienda i (unidad/año)
- CV = precio del kilowatt-hora incluyendo cargos fijos (pesos/kWh)

Gasolina y Diésel solo se contabilizaron cuando eran utilizados en la producción de energía eléctrica (generadores). Esta información permitió analizar la importancia relativa de los combustibles y sus niveles de penetración y consumo en las distintas localidades, entre otros aspectos.



3. RESULTADOS

Producción de leña
picada en áreas rurales de
la provincia de Chiloé.

3.1. Características demográficas, socioeconómicas y de las viviendas

El 52% de las personas que respondieron la encuesta fueron hombres y el 48% mujeres. En áreas rurales y ciudades pequeñas predominaron los hombres (casi 60% de los casos), mientras que en ciudades intermedias y grandes la situación fue más equilibrada, siendo más frecuentes las mujeres (53% de los casos).

Los encuestados promediaron 53 años de edad (desviación estándar de 15 años), aunque existen diferencias significativas entre ciudades. En Puerto Montt, las personas que respondieron la encuesta promediaron 47 años, mientras que en Osorno 58 años. En ciudades intermedias promediaron 52 años, mientras que en ciudades pequeñas y áreas rurales 55 años.

La escolaridad promedio de los encuestados fue de 11 años, con una desviación estándar de 5 años. La ciudad de Puerto Montt muestra los mayores niveles de escolaridad, con

un promedio de 13 años, le siguen la ciudad de Osorno y ciudades intermedias con 12 años, las ciudades pequeñas con 10 años, y finalmente el sector rural con una escolaridad promedio de 9 años.

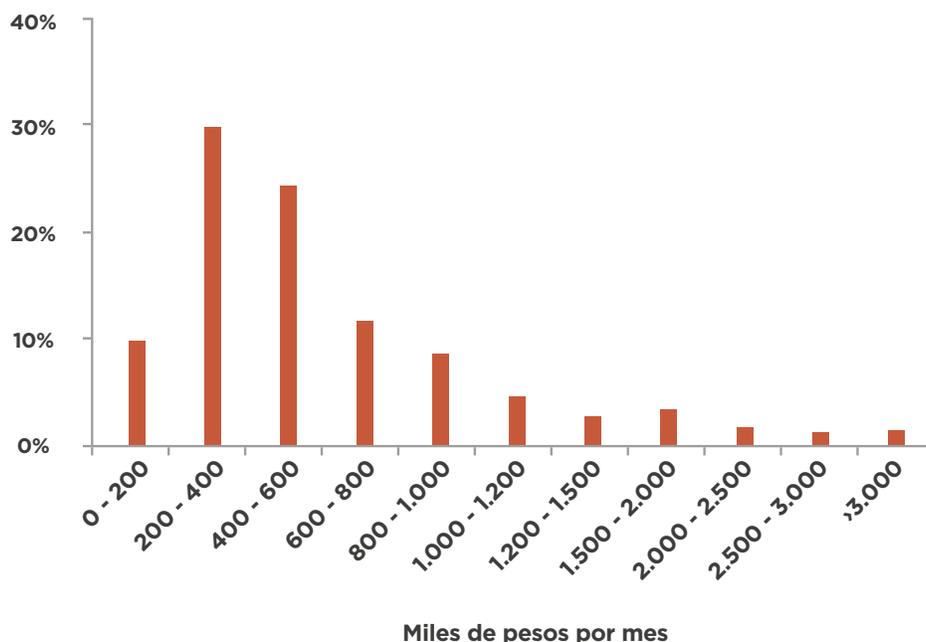
El 60% de las viviendas fueron construidas antes del año 2000 y el 40% restante después. Sin embargo, en la ciudad de Puerto Montt la proporción de viviendas nuevas (posteriores al 2000) es del 52%, siendo el único estrato que presenta una mayor proporción de este tipo de viviendas. En Osorno, el 73% de las viviendas son anteriores al 2000, porcentaje que fluctúa entre 56% y 64% en ciudades intermedias, pequeñas y áreas rurales.

El tamaño medio de las viviendas fue de 88 m² (desviación estándar 43 m²) y son habitadas por un promedio de 3,3 personas (desviación estándar de 1,6 personas), aunque las viviendas

tienden a ser más grandes en ciudades pequeñas e intermedias, donde los sitios son más amplios.

La Figura 3 muestra el gasto familiar declarado por el encuestado, en miles de pesos por mes, observándose que el 65% gastó menos de \$600.000 mensuales. El gasto familiar es una variable “proxy” del ingreso familiar, que normalmente es más difícil de obtener a través de encuestas. En ciudades grandes e intermedias, el 52% de las familias gastan menos de \$600.000 mensuales, lo que implica ingresos más altos que en ciudades pequeñas y áreas rurales, donde el 78% y 89% de las familias no alcanzan a superar este umbral, respectivamente. Esto implica que gran parte de las familias de la región gastan, como máximo, \$200.000 por persona al mes para satisfacer todas sus necesidades: salud, educación, alimentación, vivienda y transporte, entre otras.

Figura 3
Histograma de frecuencias del gasto familiar declarado



Fuente: elaboración propia.

3.2. Consumo de leña en la región de Los Lagos

3.2.1. Sector residencial urbano y rural

El consumo total de leña en el sector residencial, incluyendo viviendas urbanas y rurales, es de 2.490.333 m³ sólidos/año (error estándar 6%), de los cuales 1.504.706 m³ sólidos/año se consumen en el sector urbano y 985.626 m³ sólidos/año en el sector rural. Sin considerar a los edificios de departamentos, el 87% de las viviendas urbanas y el 99% de las viviendas rurales consumen leña. En áreas urbanas,

el consumo promedio es de 8,1 m³ sólidos/año (error estándar 7%), mientras que en áreas rurales aumenta a 11,5 m³ sólidos/año (error estándar 4%).

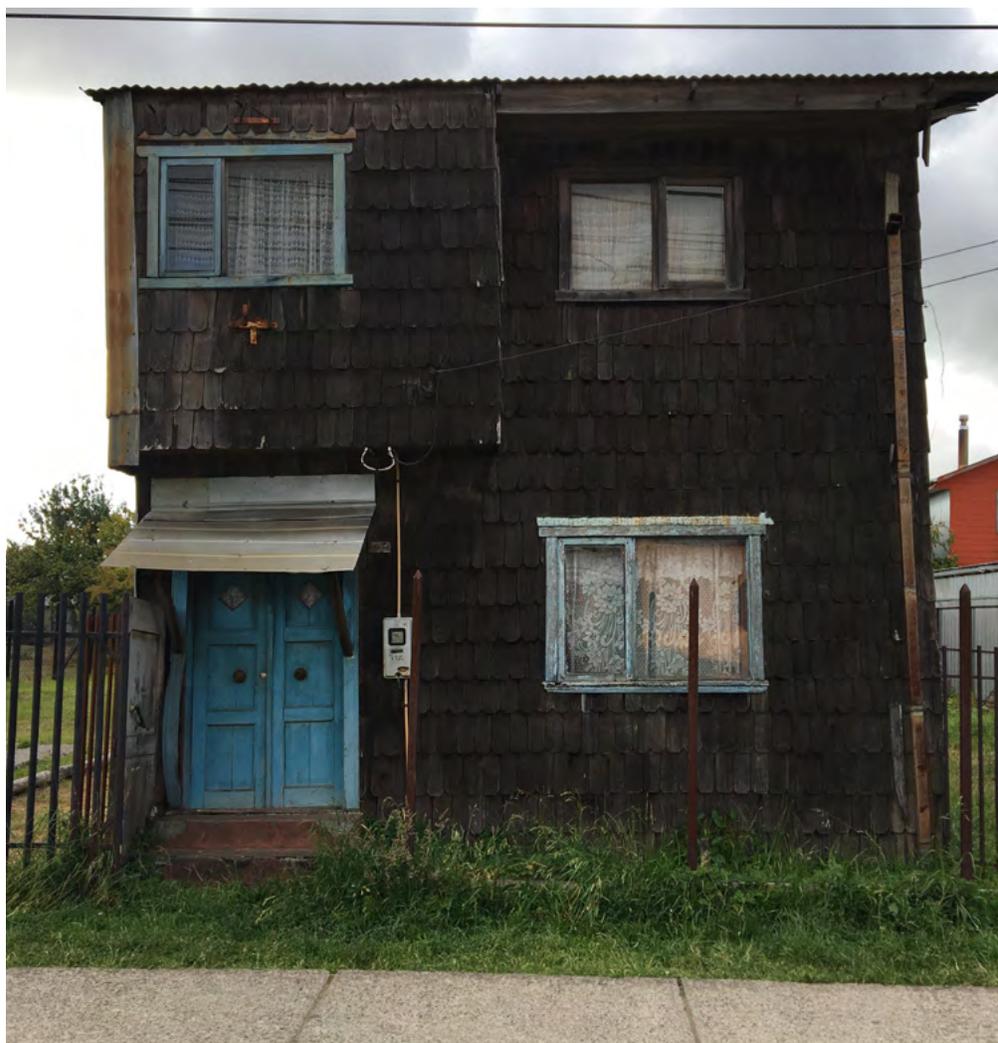
El 27% del consumo regional de leña ocurre en la provincia de Osorno, el 43% en la provincia de Llanquihue, el 27% en la provincia de Chiloé y el 3% en la provincia de Palena. El Cuadro 2 muestra el detalle de la penetración urbana

y rural, el consumo por vivienda y el consumo total de leña, por provincia, junto con los intervalos de confianza respectivos. El error de estas estimaciones es del 6%. Por otra parte, el 8% de las viviendas urbanas de la región consumen pellet, a un promedio de 1.534 kilos/año (error estándar 16%), mientras que en áreas rurales no se registra un consumo significativo. El 29% del consumo regional de pellet ocurre en la

provincia de Osorno, el 68% en la provincia de Llanquihue, el 3% en la provincia de Chiloé y el 0% en la provincia de Palena. En la ciudad de Puerto Montt se consumen 14.110 toneladas/año (error estándar 12%), en la ciudad de Osorno 7.700 toneladas/año (error estándar 18%) y en las ciudades de Puerto Varas, Calbuco, Ancud, Castro y Quellón 4.809 toneladas/año (error estándar 21%).

Además, el 8% de las viviendas urbanas consumen carbón vegetal a un promedio de 36 kilos/año (error estándar 20%), mientras que en áreas rurales no se registra un consumo significativo. El consumo total de carbón vegetal alcanza las 600 toneladas/año, las cuales se utilizan básicamente en Puerto Montt y Osorno. En la ciudad de Puerto Montt se consumen 461 toneladas/año y en la ciudad de Osorno 139 toneladas/año.

Casa con tejuelas,
típica de la región de
Los Lagos.



Cuadro 2

Penetración y consumo de leña por provincia

Provincia	Penetración (%) ¹		Consumo (m ³ sól/viv/año)		Consumo urbano e intervalo de confianza al 95% (m ³ sól/año)			Consumo rural e intervalo de confianza al 95% (m ³ sól/año)		
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Promedio	Min	Max	Promedio	Min	Max
Osorno	80%	99%	7,6	11,5	435.910	372.245	499.575	227.275	207.397	247.153
Llanquihue	90%	99%	7,5	11,5	667.846	583.004	752.689	408.475	372.749	444.201
Chiloé	86%	99%	9,4	11,5	359.243	311.101	407.385	305.190	278.497	331.882
Palena	97%	99%	9,9	11,5	41.707	35.185	48.229	44.687	40.779	48.596
Total	91%	99%	8,1	11,5	1.504.706	1.301.534	1.707.879	985.626	899.421	1.071.831

¹ Sin considerar a los edificios de departamentos.

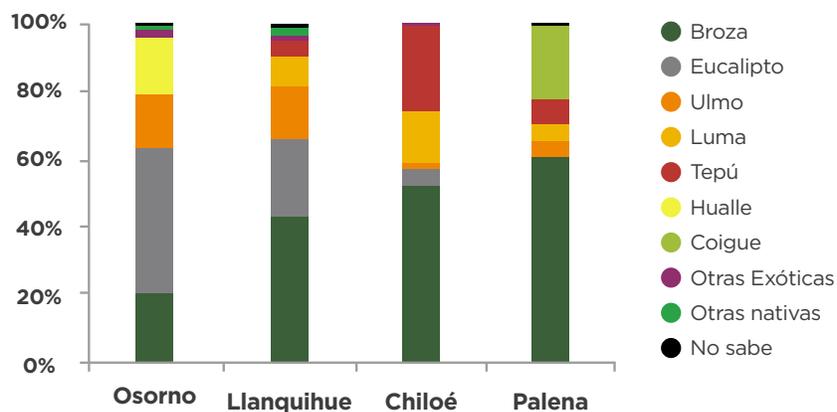
El 40% de la leña que se consume en la región de Los Lagos corresponde a broza, el 23% a eucalipto (*Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus*), el 11% a ulmo (*Eucryphia cordifolia*), el 9% a tepú (*Tepualia stipularis*), el 8% a luma (*Amomyrtus luma*), el 6% a roble (*Nothofagus obliqua*), el 1% a pino (*Pinus radiata*), el 1% a coigüe (*Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus nitida*) y el 1% no fue identificado. Sin embargo, la composición de especies cambia fuertemente a lo largo de la región.

En la provincia de Osorno, eucalipto, broza, roble y ulmo son

las especies más relevantes, con el 43%, 21%, 17% y 15% del volumen total de leña, respectivamente (Figura 4). La importancia de la broza, que corresponde a una mezcla de especies nativas, como mañío, arrayán, canelo, entre otras, aumenta desde la provincia de Osorno al sur, llegando a representar el 61% del volumen en la provincia de Palena.

Los cuadros 3 y 4 muestran la composición del consumo de leña por comuna en los sectores residencial urbano y rural, respectivamente.

Figura 4
Composición del consumo de leña por provincia



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3

Consumo y composición del consumo de leña por comuna en el sector residencial urbano de la región de Los Lagos (m³ sólidos/año)

Provincia	Comuna	Hualle	Coigue	Ulmo	Luma	Tepú	Broza	Euca	Pino	Otras exóti.	No sabe	Total	%
Llanquihue	Puerto Montt	8.709	-	65.314	60.960	43.543	121.920	134.983	-	-	-	435.428	65
	Calbuco	-	-	1.559	1.559	1.559	38.459	8.835	-	-	-	51.972	8
	Cochamó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Fresia	617	-	3.906	1.644	-	8.531	4.933	308	-	617	20.555	3
	Frutillar	1.144	-	7.246	3.051	-	15.828	9.153	572	-	1.144	38.139	6
	Los Muermos	682	-	4.322	1.820	-	9.439	5.459	341	-	682	22.745	3
	Llanquihue	1.053	-	6.671	2.809	-	14.571	8.426	527	-	1.053	35.110	5
	Mauñín	556	-	3.523	1.483	-	7.694	4.449	278	-	556	18.540	3
	Puerto Varas	230	-	18.421	1.178	566	21.651	1.837	1.246	-	230	45.357	7
Subtotal	12.991	-	110.961	74.504	45.668	238.092	178.076	3.272	-	4.282	667.846	100	
Chiloé	Castro	-	-	2.411	19.287	53.039	43.395	1.205	-	1.205	-	120.543	34
	Ancud	-	-	1.946	15.572	42.822	35.036	973	-	973	-	97.323	27
	Chonchi	98	-	588	3.236	5.491	10.198	-	-	-	-	19.611	5
	Curaco Velez	23	-	136	748	1.269	2.357	-	-	-	-	4.532	1
	Dalcahue	124	-	743	4.088	6.937	12.882	-	-	-	-	24.774	7
	Puqueldón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Queilén	42	-	254	1.396	2.369	4.400	-	-	-	-	8.462	2
	Quellón	-	-	1.248	9.981	27.447	22.457	624	-	624	-	62.380	17
	Quemchi	50	-	298	1.639	2.782	5.167	-	-	-	-	9.936	3
	Quinchao	58	-	350	1.928	3.271	6.075	-	-	-	-	11.682	3
Subtotal	395	-	7.975	57.874	145.428	141.967	2.802	-	2.802	-	359.243	100	
Osorno	Osorno	64.277	-	86.266	-	-	27.064	152.234	6.766	1.691	-	338.298	78
	Puerto Octay	2.072	-	-	159	-	691	1.965	425	-	-	5.312	1
	Purranque	15.559	-	-	1.197	-	5.186	14.761	3.191	-	-	39.894	9
	Puyehue	5.516	-	-	424	-	1.839	5.233	1.131	-	-	14.143	3
	Río Negro	7.917	-	-	609	-	2.639	7.511	1.624	-	-	20.299	5
	Sn Juan Costa	1.629	-	-	125	-	543	1.545	334	-	-	4.177	1
	San Pablo	5.377	-	-	414	-	1.792	5.102	1.103	-	-	13.788	3
	Subtotal	102.345	-	86.266	2.928	-	39.753	188.350	14.575	1.691	-	435.910	100
Palena	Chaitén	-	2.356	736	515	1.031	2.577	-	-	-	147	7.364	18
	Futaleufú	-	3.351	1.047	733	1.466	3.665	-	-	-	209	10.473	25
	Hualaihué	-	5.573	1.742	1.219	2.438	6.095	-	-	-	348	17.416	42
	Palena	-	2.066	645	452	904	2.259	-	-	-	129	6.455	15
	Subtotal	-	13.346	4.171	2.919	5.839	14.597	-	-	-	834	41.707	100
Total	115.731	13.346	209.373	138.226	196.934	434.410	369.229	17.847	4.494	5.116	1.504.706		
%	8	1	14	9	13	29	25	1	0	0	100		

Cuadro 4

Consumo y composición del consumo de leña por comuna en el sector residencial rural de la región de Los Lagos (m³ sólidos/año)

Provincia	Comuna	Hualle	Coigue	Ulmo	Luma	Tepú	Broza	Euca	Pino	Otras exóti.	No sabe	Total	%
Llanquihue	Puerto Montt	2.305	1.153	14.983	5.763	2.305	64.543	18.441	2.305	-	3.458	115.256	28
	Calbuco	1.553	777	10.097	3.883	1.553	43.494	12.427	1.553	-	2.330	77.668	19
	Cochamó	414	207	2.694	1.036	414	11.604	3.316	414	-	622	20.722	5
	Fresia	464	232	3.016	1.160	464	12.993	3.712	464	-	696	23.202	6
	Frutillar	495	247	3.216	1.237	495	13.852	3.958	495	-	742	24.736	6
	Los Muermos	828	414	5.384	2.071	828	23.194	6.627	828	-	1.243	41.417	10
	Llanquihue	294	147	1.910	735	294	8.227	2.351	294	-	441	14.691	4
	Mauullín	712	356	4.630	1.781	712	19.943	5.698	712	-	1.068	35.612	9
	Puerto Varas	1.103	552	7.172	2.758	1.103	30.895	8.827	1.103	-	1.655	55.170	14
	Subtotal	8.169	4.085	53.102	20.424	8.169	228.746	65.356	8.169	-	12.254	408.475	100
Chiloé	Castro	-	-	475	6.650	3.325	31.823	4.750	475	-	-	47.497	16
	Ancud	-	-	542	7.594	3.797	36.341	5.424	542	-	-	54.240	18
	Chonchi	-	-	421	5.891	2.945	28.192	4.208	421	-	-	42.078	14
	Curaco Velez	-	-	116	1.631	815	7.804	1.165	116	-	-	11.647	4
	Dalcahue	-	-	296	4.142	2.071	19.824	2.959	296	-	-	29.587	10
	Puqueldón	-	-	169	2.361	1.180	11.297	1.686	169	-	-	16.862	6
	Queilén	-	-	137	1.912	956	9.149	1.366	137	-	-	13.655	4
	Quellón	-	-	424	5.929	2.965	28.375	4.235	424	-	-	42.350	14
	Quemchi	-	-	263	3.676	1.838	17.593	2.626	263	-	-	26.258	9
	Quinchao	-	-	210	2.942	1.471	14.080	2.101	210	-	-	21.014	7
Subtotal	-	-	3.052	42.727	21.363	204.477	30.519	3.052	-	-	305.190	100	
Osorno	Osorno	2.323	-	3.485	1.452	-	24.975	24.684	-	-	1.162	58.081	26
	Puerto Octay	1.201	-	1.802	751	-	12.914	12.764	-	-	601	30.034	13
	Purranque	1.026	-	1.539	641	-	11.032	10.904	-	-	513	25.656	11
	Puyehue	1.122	-	1.683	701	-	12.058	11.918	-	-	561	28.042	12
	Río Negro	1.208	-	1.812	755	-	12.985	12.834	-	-	604	30.198	13
	Sn Juan Costa	1.213	-	1.819	758	-	13.039	12.887	-	-	606	30.323	13
	San Pablo	998	-	1.497	624	-	10.725	10.600	-	-	499	24.942	11
	Subtotal	9.091	-	13.636	5.682	-	97.728	96.592	-	-	4.545	227.275	100
Palena	Chaitén	-	1.543	-	351	281	11.857	-	-	-	-	14.032	31
	Futaleufú	-	432	-	98	78	3.316	-	-	-	-	3.924	9
	Hualaihué	-	2.610	-	593	475	20.051	-	-	-	-	23.729	53
	Palena	-	330	-	75	60	2.537	-	-	-	-	3.003	7
	Subtotal	-	4.916	-	1.117	894	37.761	-	-	-	-	44.687	100
Total	17.260	9.000	69.790	69.949	30.427	568.712	192.467	11.221	-	16.800	985.626		
%	2	1	7	7	3	58	20	1	0	2	100		

El 76% de la leña que se consume en el sector residencial se compra y el 24% restante se recolecta o recibe de regalo. La recolección es especialmente importante en el sector residencial rural, donde representa el 55% del volumen, mientras que en el sector residencial urbano alcanza solo al 4%. La leña que se compra implica un gasto anual de 129 millones de dólares¹, mientras que la leña que se recolecta o recibe de regalo evita un gasto de 39 millones de dólares.

En 2019, el precio promedio de la leña varió entre \$7.000 y \$10.000 por vara, y entre \$23.000 y \$35.000 por metro cúbico estéreo², dependiendo de la especie y el lugar donde

se comercializa. Las especies más caras fueron tepú, luma y ulmo, y las más baratas pino (principalmente desechos de aserradero), eucalipto y broza. El precio de la leña tiende a ser mayor en torno a la ciudad de Puerto Montt y en las principales áreas urbanas ubicadas al norte de la Isla de Chiloé, y disminuye hacia áreas rurales y la provincia de Osorno (Figura 5).

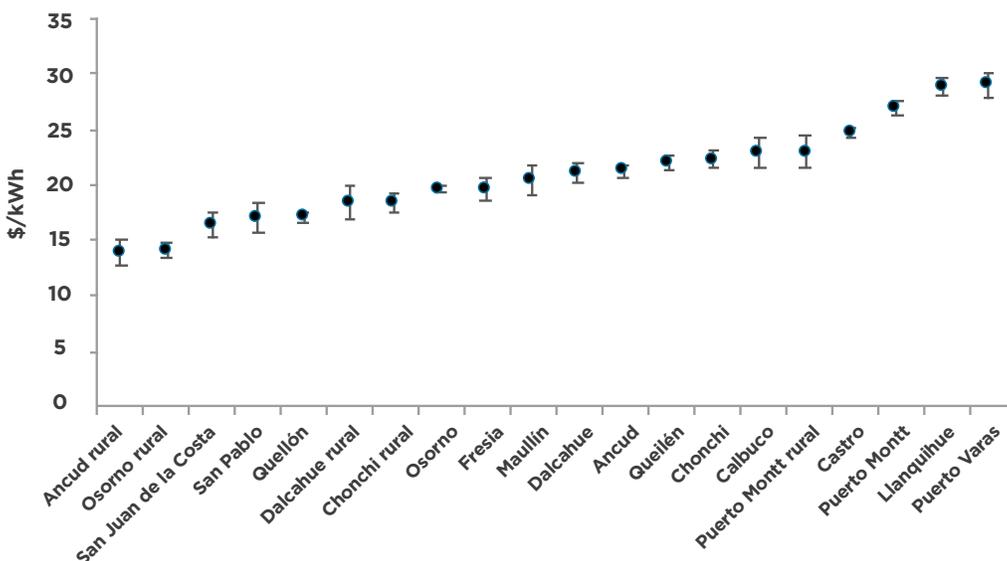
Por otra parte, la región cuenta con 363.496 calefactores y cocinas que utilizan leña y pellet (intervalo de confianza= 339.505 y 387.487 equipos), de los cuales 169.593 corresponden a cocinas a leña, 160.572 a estufas de combustión lenta (con y sin templador), 14.772 a estufas a

pellet y 18.559 a otros equipos (estufas hechizas, salamandras, chimeneas y calderas). El Cuadro 5 muestra la cantidad de equipos por comuna.

El 65% de los equipos se encuentran en áreas urbanas y el 35% en áreas rurales. La provincia de Llanquihue concentra el 46% de ellos, Osorno el 27%, Chiloé el 24% y Palena el 3%. La Figura 6 muestra la composición de los equipos existentes en los sectores residencial urbano y rural, a escala provincial.

En la provincia de Osorno, gran parte de las cocinas y calefactores a leña y pellet se encuentran instalados en la comuna de Osorno (77% del total

Figura 5
Precio de la leña en distintas localidades (promedio y error estándar)



Fuente: elaboración propia.

¹ 1 US\$= 750 pesos chilenos.
² Todos los precios son sin IVA.

urbano y 26% del total rural). Le sigue en importancia la comuna de Purranque, con el 11% del total urbano y el 11% del total rural de la provincia. El resto de los equipos de distribuyen homogéneamente en las demás comunas.

En la provincia de Llanquihue, los equipos se concentran en la comuna de Puerto Montt (65% del total urbano y 28% del total rural). Le siguen en importancia la comuna de Puerto Varas, con el 8% del total urbano y el 14% del total rural, y la comuna de Calbuco, con el 6% del total urbano y el 19% del total rural. El resto de los equipos se distribuyen en las demás comunas, aunque la comuna de Cochamó muestra una concentración significativamente menor.

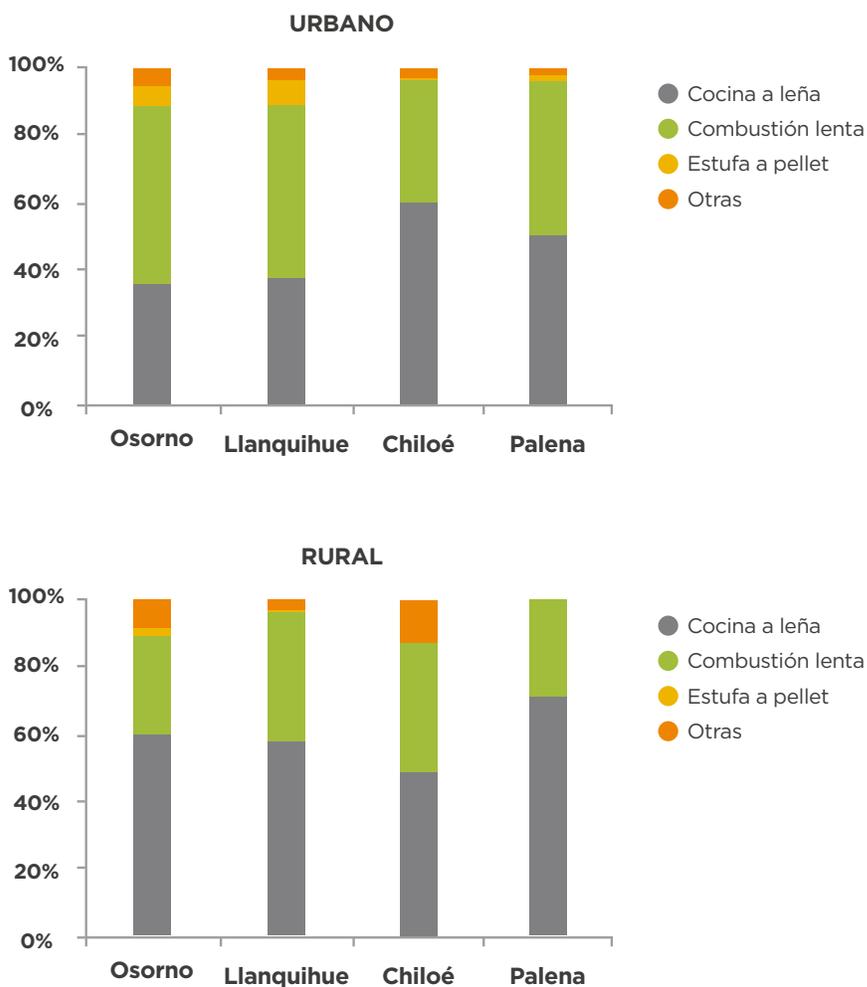
En la provincia de Chiloé, los equipos se concentran en las comunas de Castro y Ancud, en las cuales están instalados el 33% y el 27% del total urbano y el 16% y el 18% del total rural, respectivamente. Le siguen en importancia la comuna de Quellón, con el 17% del total urbano y el 14% del total rural, y las comunas de Dalcahue y Chonchi con el 7% y 6% del total urbano y el 10% y 14% del total rural, respectivamente. Los demás equipos se distribuyen en el resto del archipiélago, con una concentración menor en las comunas de Puqueldón y Curaco de Vélez.

El 62% de todos los equipos instalados en las provincias de Chiloé y Palena corresponden a tecnologías de baja eficiencia,

como cocinas a leña, salamandras y estufas hechas. Esto cae al 49% en la provincia de Osorno y al 47% en la provincia de Llanquihue. A nivel de ciudades específicas, la situación más crítica se observa en Castro y Ancud, en las cuales casi dos tercios de los equipos instalados

corresponden a tecnologías ineficientes. Por el contrario, en Puerto Varas y Puerto Montt casi dos tercios de los equipos instalados corresponden a tecnologías más eficientes (aunque no necesariamente más limpias).

Figura 6
Equipos instalados en viviendas urbanas y rurales, por provincia.



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5

Cantidad y tipo de calefactores a leña y pellet por comuna en áreas urbanas y rurales de la región de Los Lagos.

Provincia	Comuna	Cocina	Com. lenta ¹	E. pellet	Otros ²	Total Urbano	%	Cocina	Com. lenta	E. pellet	Otros	Total Rural	%
Llanquihue	Puerto Montt	22.725	41.221	6.309	2.927	73.182	65	8.747	5.985	153	460	15.346	28
	Calbuco	2.537	3.280	371	-	6.188	6	5.895	4.033	103	310	10.341	19
	Cochamó	-	-	-	-	-	0	1.573	1.076	28	83	2.759	5
	Fresia	1.936	1.443	-	141	3.520	3	1.761	1.205	31	93	3.089	6
	Frutillar	3.592	2.677	-	261	6.530	6	1.877	1.285	33	99	3.294	6
	Los Muermos	2.142	1.597	-	156	3.895	3	3.143	2.151	55	165	5.515	10
	Llanquihue	3.306	2.465	-	240	6.012	5	1.115	763	20	59	1.956	4
	Mauullín	1.746	1.302	-	127	3.174	3	2.703	1.849	47	142	4.742	9
	Puerto Varas	3.527	3.913	1.708	296	9.444	8	4.187	2.865	73	220	7.346	14
	Subtotal	41.510	57.897	8.389	4.149	111.945	100	31.001	21.211	544	1.632	54.388	100
Chiloé	Castro	9.437	5.662	157	472	15.728	33	3.169	2.458	-	841	6.468	16
	Ancud	7.619	4.571	127	381	12.698	27	3.619	2.807	-	960	7.386	18
	Chonchi	1.591	955	53	53	2.652	6	2.808	2.177	-	745	5.730	14
	Curaco Velez	368	221	12	12	613	1	777	603	-	206	1.586	4
	Dalcahue	2.010	1.206	67	67	3.350	7	1.974	1.531	-	524	4.029	10
	Puqueldón	-	-	-	-	-	0	1.125	873	-	298	2.296	6
	Queilén	686	412	23	23	1.144	2	911	707	-	242	1.859	4
	Quellón	4.883	2.930	81	244	8.139	17	2.826	2.191	-	750	5.767	14
	Quemchi	806	484	27	27	1.343	3	1.752	1.359	-	465	3.576	9
	Quinchao	948	569	32	32	1.580	3	1.402	1.087	-	372	2.862	7
Subtotal	28.348	17.009	579	1.311	47.246	100	20.364	15.792	-	5.403	41.559	100	
Osorno	Osorno	17.078	29.005	4.608	3.524	54.214	77	4.139	2.001	138	621	6.899	26
	Puerto Octay	473	428	-	-	901	1	2.140	1.035	71	321	3.567	13
	Purranque	3.552	3.213	-	-	6.765	10	1.828	884	61	274	3.047	11
	Puyehue	1.259	1.139	-	-	2.398	3	1.999	966	67	300	3.331	12
	Río Negro	1.807	1.635	-	-	3.442	5	2.152	1.040	72	323	3.587	13
	Sn Juan Costa	372	336	-	-	708	1	2.161	1.045	72	324	3.602	13
	San Pablo	1.228	1.111	-	-	2.338	3	1.778	859	59	267	2.963	11
	Subtotal	25.768	36.867	4.608	3.524	70.767	100	16.198	7.829	540	2.430	26.997	100
Palena	Chaitén	503	444	20	20	987	18	1.116	456	-	-	1.571	31
	Futaleufú	716	632	28	28	1.404	25	312	127	-	-	439	9
	Hualaihué	1.191	1.051	47	47	2.335	42	1.887	771	-	-	2.657	53
	Palena	441	389	17	17	865	15	239	98	-	-	336	7
	Subtotal	2.852	2.516	112	112	5.591	100	3.553	1.451	-	-	5.004	100
Total		98.477	114.289	13.688	9.095	235.549		71.115	46.284	1.084	9.464	127.947	
%		41,8	48,5	5,8	3,9	100,0		55,6	36,2	0,8	7,4	100,0	

¹ Estufas de combustión lenta con o sin templador.

² Salamandras, chimeneas, calderas y estufas hechas.

Las principales vías de abastecimiento de leña en la región de Los Lagos son el abastecimiento directo del productor (el productor lleva la leña a clientes conocidos y previamente contactados), a través de la cual se transa el 35% del volumen regional de leña, y el abastecimiento a través de intermediarios o revendedores no-trazables (35% del volumen). Le siguen en importancia la recolección o autoabastecimiento con el 18%, la compra en el campo (8%) y la compra en locales de venta urbanos o picadurías (4%). En ciudades grandes e intermedias la principal vía de comercialización son los intermediarios no-trazables. Sin embargo, la importancia de los intermediarios disminuye en ciudades pequeñas y áreas rurales donde prima el vínculo directo entre productor y consumidor. Los locales de venta urbanos o picadurías solo tienen relevancia en ciudades grandes, donde es común además la venta de leña en saco. Por el contrario, la recolección o autoabastecimiento es más común en áreas rurales. El abastecimiento directo del productor es la principal vía de abastecimiento de leña en la provincia de Palena (ciudades de Hornopirén, Chaitén, Futaleufú y Palena), la cual es utilizada por el 67% de los encuestados. El 14% recolecta o se autoabastece, el 10% compra la leña en el campo y la transporta a la ciudad (normalmente en camioneta o camión pequeño), y solo el 9% compra a intermediarios (Figura 7).

En la provincia de Chiloé, el 44% de las viviendas urbanas se abastece del productor, el 43% compra a intermediarios, el 7% compra en el campo, el 4% recolecta o se autoabastece y el 1% compra en locales de venta urbanos. En la provincia de Llanquihue comienzan a ser más relevantes los intermediarios, con el 42% de las menciones, el 35% se abastece del productor, el 11% compra en locales de venta urbanos o picadurías, el 6% va a comprar al campo y el 6% recolecta o se autoabastece. En la provincia de Osorno, el 56% de los hogares compra a intermediarios, el 25% se abastece del productor, el 9% va a comprar al campo, el 6% compra en picadurías y el 4% recolecta o se autoabastece.

Como se observa, existe un gradiente en las vías de comercialización de leña desde la provincia de Palena en el extremo sur de la región, donde la población urbana es más escasa, hasta la provincia de Osorno en el extremo norte, en el cual los intermediarios van tomando importancia, mientras se debilita el vínculo entre el productor y el consumidor.

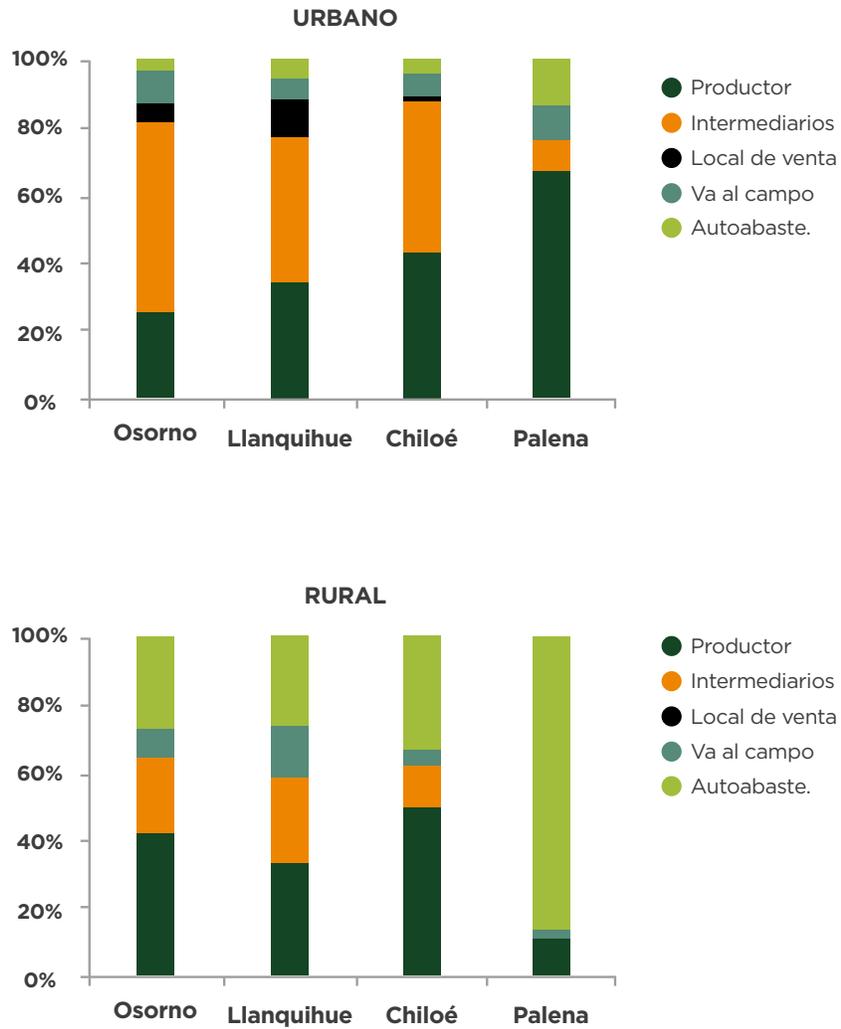
En lo que respecta al abastecimiento en áreas rurales, en la provincia de Palena el 88% de las personas encuestadas recolectan o se autoabastecen de leña, porcentaje que cae al 33% en Chiloé, al 28% en Osorno y al 26% en Llanquihue. Le sigue en importancia la compra directa al productor, normalmente a vecinos

que producen leña, la que utilizan el 11% de los hogares rurales en la provincia de Palena, el 50% en la provincia de Chiloé, el 34% en la provincia de Llanquihue y el 42% en la provincia de Osorno. En general, los intermediarios son menos relevantes en el sector rural, aunque en las provincias de Osorno y Llanquihue abastecen al 22% y 26% de los casos, respectivamente.

La confianza es uno de los principales factores que incide en la compra de leña, debido a los altos niveles de informalidad que caracterizan a este sector. A nivel regional, el 55% de las personas que compran leña en áreas urbanas y rurales tratan de comprarle siempre al mismo proveedor, debido a la calidad de la leña que obtienen, al cumplimiento con las entregas, y la confianza en volúmenes y especies.

En ciudades grandes, el 65% de las personas que compran leña tratan de mantener a sus proveedores, lo que disminuye en ciudades intermedias, pequeñas y en áreas rurales. En estas últimas, solo el 33% de quienes compran leña se esfuerzan por comprarle al mismo proveedor. Esto es un indicador indirecto de desconfianza o incertidumbre, derivado probablemente de malas experiencias, pues esforzarse por mantener a un mismo proveedor refleja una mayor percepción de riesgo en la compra de este producto. Esto puede derivar en la decisión de reemplazar la leña por otra fuente de energía.

Figura 7
Abastecimiento de leña en viviendas urbanas y rurales, por provincia.



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, el 51% de los consumidores de leña estarían dispuestos a reemplazar esta fuente de energía por otra, en la medida que el costo se mantenga. Las razones más frecuentes fueron: incomodidad, suciedad, contaminación y espacio de almacenamiento, mientras que aquellos que no reemplazarían la leña (49% restante) destacan la calidad e intensidad del calor que produce, su precio y la posibilidad de cocinar y calentar agua al mismo tiempo.

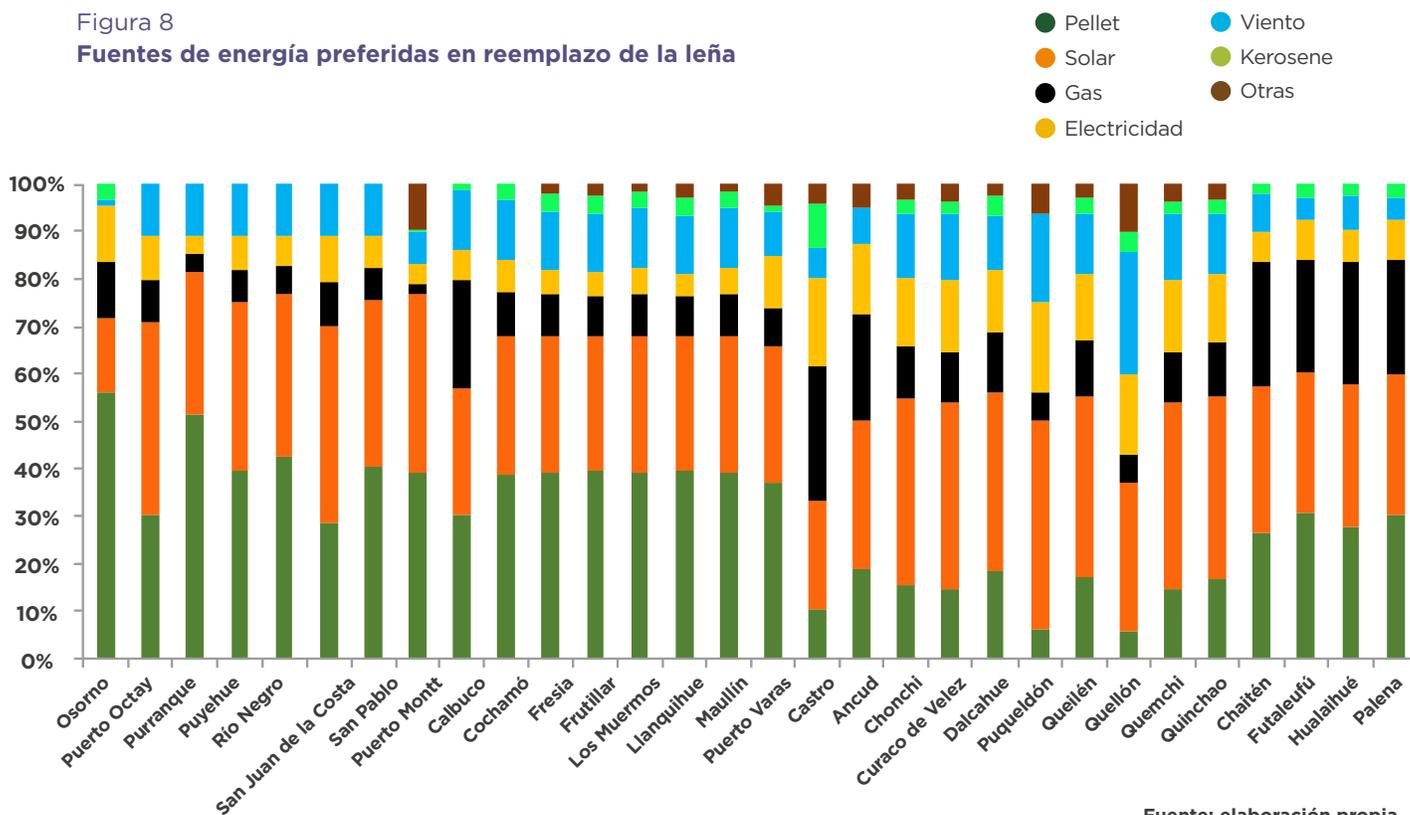
En la ciudad de Puerto Montt, el 72% de las personas que consumen leña estarían dispuestos a reemplazarla, lo que

alcanzó el 56% en Osorno, el 50% en ciudades intermedias, el 46% en ciudades pequeñas, y el 37% en áreas rurales (proporciones decrecientes en el gradiente urbano-rural). A nivel regional, las fuentes de energía preferidas por las personas que estaban dispuestas a cambiar la leña por otro combustible fueron el pellet (32% de las menciones), la energía solar (30%), el gas (12%), la energía eólica (9%), la electricidad (9%) y otras (7%).

A nivel provincial y comunal se observaron diferencias. En general, en las comunas que conforman las provincias de Osorno y Llanquihue, más de

dos tercios de los encuestados reemplazarían la leña por pellet y energía solar, a excepción de las comunas de Calbuco y Puerto Varas donde se observó un mayor interés por el gas licuado y la electricidad, respectivamente. La relevancia del pellet como alternativa a la leña disminuyó en la provincia de Chiloé, donde hubo un mayor interés por la energía solar, el gas licuado (especialmente en el caso de las comunas de Ancud y Castro), la electricidad y la energía eólica. En el caso de la provincia de Palena, las personas estarían dispuestas a reemplazar la leña por pellet, energía solar o gas licuado (Figura 8).

Figura 8
Fuentes de energía preferidas en reemplazo de la leña



Fuente: elaboración propia.



Paisaje tipo parque, con robles aislados, en la provincia de Osorno.

3.3. Consumo final de energía en el sector residencial

En 2019, el consumo final de energía³ en el sector residencial (urbano y rural) de la región de Los Lagos fue de 7.575 gigawatt-hora/año (intervalo de confianza entre 6.469 y 8.681 gigawatt-hora), el 85% de la cual se destinó a calefacción. La comuna de Puerto Montt consumió el 25% de esa energía, seguida por las comunas de Osorno (17%), Castro (6,5%), Ancud (5,8%), Calbuco (4,7%) y Puerto Varas (4,5%). El resto de las comunas de la

región consumieron el 37% del total. En el sector residencial urbano, el consumo final de energía fue de 4.967 gigawatt-hora/año, el 82% de los cuales se utilizaron en calefacción. El 75% de esa energía provino de la leña, el 12% del gas (licuado y de red), el 9% de la electricidad, el 2,5% del pellet y el 1,5% del kerosene. En promedio, las viviendas urbanas de la región consumieron 23.250 kWh/vivienda/año (Cuadro 6).

En el sector residencial rural, el consumo final de energía fue de 2.608 gigawatt-hora/año, el 92% de los cuales se utilizaron en calefacción. El 89% de esa energía provino de la leña, el 6% del gas licuado y el 5% de la electricidad. En promedio, las viviendas rurales de la región consumieron 31.305 kWh/vivienda/año (Cuadro 7).

³ El consumo final de energía del sector residencial no considera transporte.

Cuadro 6

Consumo y composición del consumo de energía por comuna en el sector residencial urbano de la región de Los Lagos (GWh/año)

Provincia	Comuna	Gas	Leña	Pellet	Kerosene	Carbón vegetal	Electricidad	Total	%
Llanquihue	Puerto Montt	217	1.101	68	31	4	166	1.586	67
	Calbuco	14	126	-	2	-	11	153	7
	Cochamó	-	-	-	-	-	-	-	0
	Fresia	7	51	-	0	-	5	64	3
	Frutillar	13	95	-	1	-	10	118	5
	Los Muermos	8	56	-	0	-	6	71	3
	Llanquihue	12	87	-	1	-	9	109	5
	Mauñín	6	46	-	0	-	5	58	2
	Puerto Varas	37	110	19	7	-	23	196	8
	Subtotal		315	1.672	86	43	4	235	2.355
Chiloé	Castro	30	302	2	5	-	25	364	34
	Ancud	24	244	2	4	-	20	294	27
	Chonchi	5	48	-	1	-	4	58	5
	Curaco Velez	1	11	-	0	-	1	13	1
	Dalcahue	6	60	-	1	-	5	73	7
	Puqueldón	-	-	-	-	-	-	-	0
	Queilén	2	21	-	0	-	2	25	2
	Quellón	16	156	1	2	-	13	188	17
	Quemchi	3	24	-	0	-	2	29	3
	Quinchao	3	28	-	0	-	2	34	3
Subtotal		91	895	4	14	-	76	1.079	100
Osorno	Osorno	146	821	37	19	1	108	1.132	80
	Puerto Octay	2	12	-	0	-	1	15	1
	Purranque	13	92	-	1	-	9	115	8
	Puyehue	5	33	-	0	-	3	41	3
	Río Negro	7	47	-	0	-	5	59	4
	Sn Juan Costa	1	10	-	0	-	1	12	1
	San Pablo	4	32	-	0	-	3	40	3
	Subtotal		177	1.046	37	21	1	131	1.414
Palena	Chaitén	2	18	-	-	-	1	21	18
	Futaleufú	3	25	-	-	-	2	30	25
	Hualaihué	4	42	-	-	-	3	49	42
	Palena	2	16	-	-	-	1	18	15
	Subtotal		10	101	-	-	-	7	118
Total		594	3.714	128	79	5	448	4.967	
%		12	75	3	2	0	9	100	

Cuadro 7

Consumo y composición del consumo de energía por comuna en el sector residencial rural de la región de Los Lagos

Provincia	Comuna	Gas	Leña	Pellet	Kerosene	Carbón vegetal	Electricidad	Total	%
Llanquihue	Puerto Montt	16	273	-	-	-	15	304	28
	Calbuco	11	182	-	-	-	10	203	19
	Cochamó	3	49	-	-	-	3	54	5
	Fresia	3	55	-	-	-	3	61	6
	Frutillar	3	58	-	-	-	3	65	6
	Los Muermos	6	97	-	-	-	5	108	10
	Llanquihue	2	35	-	-	-	2	39	4
	Mauilín	5	84	-	-	-	5	94	9
	Puerto Varas	8	130	-	-	-	7	145	13
	Subtotal		57	962	-	-	-	54	1.073
Chiloé	Castro	8	110	-	0	-	7	125	16
	Ancud	9	126	-	0	-	8	143	18
	Chonchi	7	98	-	0	-	6	112	14
	Curaco Velez	2	27	-	0	-	2	31	4
	Dalcahue	5	69	-	0	-	4	78	10
	Puqueldón	3	39	-	0	-	3	45	6
	Queilén	2	32	-	0	-	2	36	4
	Quellón	7	99	-	0	-	6	112	14
	Quemchi	4	61	-	0	-	4	69	9
	Quinchao	3	49	-	0	-	3	55	7
Subtotal		49	711	-	2	-	46	807	100
Osorno	Osorno	8	136	-	-	-	8	152	26
	Puerto Octay	4	71	-	-	-	4	79	13
	Purranque	4	60	-	-	-	3	67	11
	Puyehue	4	66	-	-	-	4	73	12
	Río Negro	4	71	-	-	-	4	79	13
	Sn Juan Costa	4	71	-	-	-	4	80	13
	San Pablo	3	58	-	-	-	3	65	11
Subtotal		32	534	-	-	-	30	596	100
Palena	Chaitén	2	38	-	-	-	2	41	31
	Futaleufú	1	10	-	-	-	0	11	9
	Hualaihué	3	65	-	-	-	3	71	53
	Palena	0	8	-	-	-	0	9	7
	Subtotal		6	121	-	-	-	5	132
Total		144	2.327	-	2	-	135	2.608	
%		6	89	0	0	0	5	100	

El consumo de energía para calefacción, medido en kilowatt-hora por metro cuadrado de vivienda, aumenta en áreas rurales, donde es muy común el uso de calefactores de baja eficiencia, en las zonas más frías de la región, como también en viviendas más pequeñas. El tamaño de la vivienda suele estar asociado al ingreso de las familias y a la calidad constructiva de las mismas, por lo tanto, mientras más pequeña es la vivienda mayor es su demanda proporcional de energía para calefacción.

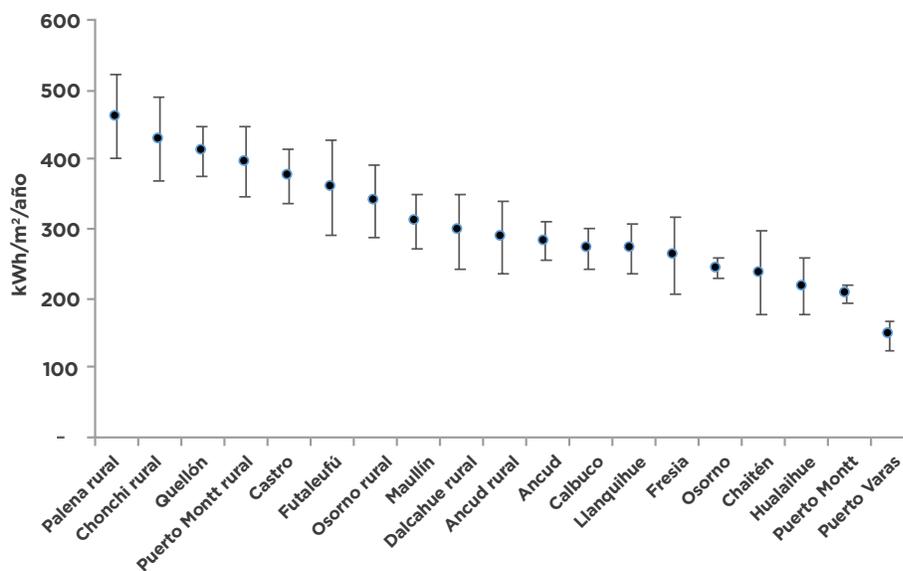
En la región de Los Lagos, las viviendas rurales ubicadas en la provincia de Palena son las que presentan el mayor consumo de energía para calefacción, con 462 kWh/m²/año. Le siguen otras áreas rurales de las provincias de Chiloé y Llanquihue, así como también las ciudades de Futaleufú, Quellón, y Castro. Por el contrario, la ciudad de Puerto Varas es la que mostró el menor consumo de energía para calefacción, alcanzando los 145 kWh/m²/año (Figura 9).

Cuando se comparan viviendas que consumen leña con aquellas que no lo hacen, se observa que el consumo de energía para calefacción es significativamente diferente. En las ciudades de Puerto Montt, Osorno y Puerto Varas, el consumo de energía para calefacción de las viviendas que no consumen leña fluctuó entre 71 y 75 kWh/m²/año, mientras que aquellas que sin consumen leña utilizaron entre 182 y 259 kWh/m²/año.

4. DISCUSIÓN

En los últimos 30 años se han realizado cuatro estudios sobre el consumo de leña en la región de Los

Figura 9
Consumo de energía para calefacción, ajustado por tamaño de la vivienda (promedio y error estándar)



Fuente: elaboración propia.

Lagos⁴. El primero de ellos, elaborado por INFOR (1994) a partir de encuestas aplicadas en 1992, estimó un consumo residencial de leña de 1.352.375 m³ sólidos. Posteriormente, Gómez-Lobo et al. (2006), en base a encuestas aplicadas en 2003, estimaron un consumo de 1.584.262 m³ sólidos. Finalmente, en 2014, CDT (2015) estimó un consumo residencial de leña de 1.994.533 m³ sólidos. Los resultados obtenidos en este estudio muestran un consumo residencial de leña de 2.490.333 m³ sólidos, a los cuales habría que agregar 259.594 m³ sólidos que se utilizan en los sectores comercial, público e industrial, aunque 120.000 m³ sólidos corresponderían a

desechos de aserraderos (INFOR, 2020).

Si bien, entre 1992 y 2019 el consumo residencial de leña aumentó un 79%, el número total de viviendas de la región lo hizo en un 116%, lo que muestra un incipiente desacople entre demanda de leña y crecimiento demográfico (Figura 10). Uno de los factores que incide en este proceso es el aumento de los edificios de departamentos, especialmente en las ciudades de Puerto Montt y Osorno, en los cuales casi no hay consumo de leña. Otro factor relevante es el proceso de transición energética que se observa en varias ciudades de Chile, que implica avanzar desde

⁴ Se consideran los actuales límites de la región de Los Lagos, lo que implica excluir a la ex-provincia de Valdivia, hoy región de Los Ríos.

una matriz energética leña-céntrica hacia una más diversificada, en la cual pellet, gas licuado, kerosene, y electricidad tienen una mayor participación.

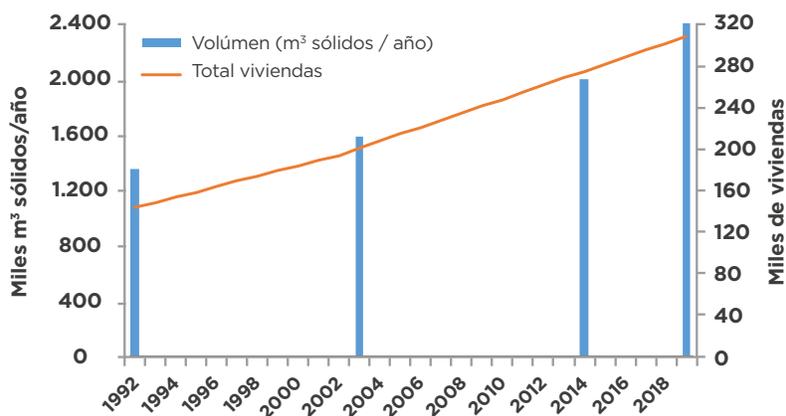
La leña ha sido por décadas el principal combustible utilizado en el sector residencial de la región de Los Lagos, aunque su uso como fuente de energía para cocinar ha ido perdiendo importancia con los años, al ser desplazado por gas licuado (INE, 1992; 2017). Si bien, estudios previos muestran que kerosene, gas licuado y electricidad también se emplean para calefacción, éstos tienden a utilizarse como complemento a la leña (Reyes, 2017). Este estudio, sin embargo, muestra una transición “poco convencional”, en el cual la leña está siendo reemplazada total o parcialmente por pellet. Esta fuente de energía es relevante en muchos países del mundo, y su uso ha implicado el reemplazo de combustibles fósiles. El pellet se considera una fuente de energía renovable y limpia, aunque este último aspecto genera controversia, puesto que su impacto depende de la procedencia de la materia prima y de cómo se produzca y comercialice (Magelli et al., 2009). Esta visión del pellet como un combustible amigable con el medio ambiente también queda de manifiesto en este estudio, ya que la mayor parte de las personas encuestadas lo asocia con descontaminación y como una alternativa energética sustentable.

Uno de los aspectos más críticos del mercado de la leña en esta región es su impacto sobre los bosques, especialmente sobre aquellos que crecen en suelos frágiles y de baja productividad, como los *tepuales*.



Madero-carril para la extracción de leña en suelos pantanosos.

Figura 10
Consumo de leña en la región de Los Lagos entre 1992 y 2019



Fuente: elaboración propia en base a INE (1992; 2002; 2017), INFOR (1994), Gómez-Lobo et al. (2006) y CDT (2015)

Sanzana (2012), Bannister (2018) y otros autores han descrito la destrucción de estos bosques en la Isla de Chiloé, debido a la alta demanda de la leña de tepú (145.428 m³ sólidos anuales), la que es muy apetecida por los consumidores urbanos dado su alto poder calorífico. Los *tepuales* se cortan a tala rasa, sin consideraciones silvícolas ni ambientales, y terminan convertidos en matorrales, áreas desprovistas de vegetación o, en el mejor de los casos, en renovales de canelo o mirtáceas (Sanzana, 2012; Bannister, 2018).

El deterioro de los bosques de tepú es alarmante en la provincia de Chiloé, pero también lo es en algunas zonas de las provincias de Llanquihue y Palena, sin que existan políticas ni programas que permitan abordar esta situación. En una situación similar, aunque menos crítica que tepú, se encuentran luma y ulmo, especialmente en las comunas costeras de la provincia de Llanquihue. La sobreexplotación del ulmo, especie que sostiene buena parte de la producción de miel de la región, fue reportada por Reyes (2000) y ha resultado en una menor disponibilidad de esta especie.

Una situación distinta se observa en la provincia de Osorno, donde existe una alta disponibilidad de plantaciones de eucalipto que satisfacen una parte importante de la demanda de leña, así como también de renovales de roble que crecen en sitios de alta productividad, y bosques siempreverdes en la Cordillera de la Costa y en la Precordillera Andina.

El estado crítico de los bosques nativos en las provincias de Llanquihue y Chiloé es consecuencia de décadas de sobreexplotación y deterioro producto de malas decisiones políticas, como lo fue la exportación de astillas nativas entre 1989 y 2001, y que significó una fuerte descapitalización (pérdida de volumen) de los bosques nativos. Durante ese periodo, 22 millones de metros cúbicos sólidos de madera nativa fueron extraídos para producir astillas, sin exigencias ambientales de ningún tipo (Lara et al., 2019). Esto afectó especialmente a los bosques nativos de las comunas de Puerto Montt, Calbuco, Maullín, Los Muermos y Fresia (Reyes, 2000), parte de los cuales crecen sobre suelos frágiles y de baja productividad (suelos *ñadi*). La recuperación de estos bosques ha sido lenta, debido a la mala calidad de sitio, pero también a que los factores que promueven su deterioro persisten. Por un lado, la alta carga ganadera de los predios impide una adecuada regeneración de los bosques, y por otro la extracción insustentable de leña nativa sigue siendo un factor relevante. De acuerdo a Reyes (2021), la Región de Los Lagos presenta una serie de características que estarían facilitando la pérdida y degradación de bosque nativo: a) alta informalidad en la tenencia de la tierra (la incertidumbre exacerba el uso insustentable de los recursos naturales), b) alta fragmentación de la propiedad de la tierra, y c) bajos niveles de escolaridad de los tomadores de decisión, entre otros. Es fundamental que las autoridades regionales tomen nota de esta situación y actúen, a través de programas tendientes a diversificar

la oferta de leña, especialmente a partir de plantaciones de rápido crecimiento, como también del manejo de renovales nativos en suelos de alta productividad, como pueden ser los renovales de canelo (*Drimys winteri*) y mirtáceas. Sin embargo, esto no va a ser suficiente para sostener la enorme demanda de leña de Puerto Montt y otras ciudades, en dos provincias (Llanquihue y Chiloé) que están viendo un aumento importante de su población debido a procesos migratorios, como consecuencia de la pandemia y otros procesos sociales y ambientales (cambio climático) (Barberis, 2022; Latorre, 2022). Por esta razón, en estas provincias, más que en ninguna otra, es importante acelerar la transición hacia el pellet y otras fuentes de energía, como también invertir en el reacondicionamiento térmico de viviendas (Schueftan y González, 2013). Al respecto, nefastos han sido los quiebres de stock en el mercado del pellet, pues debilitan dicha transición, al generar incertidumbre entre los consumidores.

4.1. Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la ciudad de Puerto Montt, capital de la región de Los Lagos

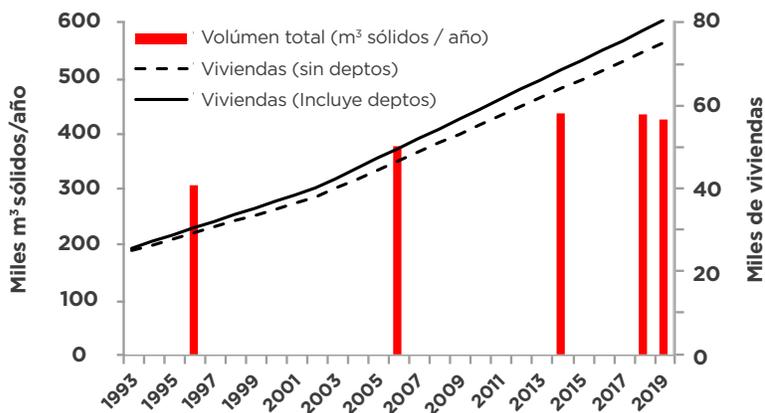
En 1996, Reyes (2000) estimó un consumo de leña de 305 mil m³ sólidos/año, volumen que alcanzó los 506 mil m³ sólidos en 2014 (CDT, 2015)⁵ y 454 mil m³ sólidos en 2018 (SICAM, 2019). Los resultados de este estudio muestran un consumo de leña de 423.115 m³ sólidos, lo que implica una disminución con respecto a la estimación anterior (Figura 11).

⁵ Estimado a partir de las encuestas realizadas por CDT (2015) en la ciudad de Puerto Montt.

La ciudad de Puerto Montt ha visto cambios demográficos, sociales y ambientales muy profundos en las últimas décadas.

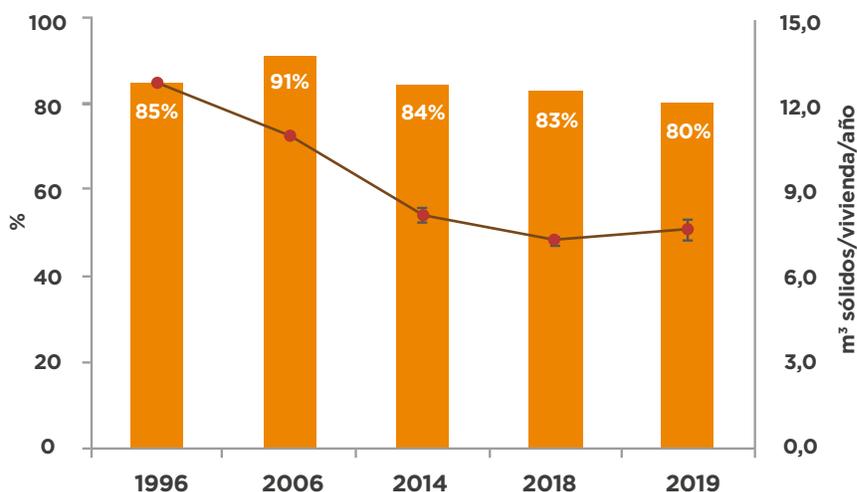
1. Por un lado, la cantidad de viviendas se triplicó entre 1992 y 2017, pasando de 24.000 a 75.000 unidades (INE 1992; 2017).
2. La proporción de viviendas que consumen leña pasó del 85% en 1996, al 83% en 2018 (SICAM, 2019) y al 80% en 2019⁶ (Figura 12).
3. En los 90s, y con anterioridad, las familias de menores ingresos utilizaban desechos forestales para calefacción y cocina, los cuales obtenían gratis en aserraderos (uso de tambores, estufas hechizas y fogones abiertos). Algo similar observó Murua *et al.* (1993) en la ciudad de Valdivia. Con los años, y en la medida que disminuyó la pobreza extrema, el consumo de desechos forestales se redujo, aumentando la proporción de viviendas que tuvieron acceso a leña.
4. A partir de 2014, la proporción de viviendas que consumen leña cayó debido a un aumento explosivo en el consumo de pellet. Esto es muy claro en ciudades grandes, pero lo es menos en ciudades intermedias y pequeñas, y se debe en buena medida a la implementación de políticas de descontaminación atmosférica (recambio de calefactores, campañas educativas y restricción del consumo de leña), aunque también se debe a un mayor

Figura 11
Desacople entre consumo de leña y crecimiento de la ciudad de Puerto Montt entre 1996 y 2019



Fuente: elaboración propia en base a INE (1992; 2002; 2017), Reyes (2000), Gómez-Lobo et al. (2006), CDT (2015) y SICAM (2019).

Figura 12
Penetración y consumo de leña por vivienda (promedio y error estándar) en Puerto Montt entre 1996 y 2019



Fuente: elaboración propia en base a Reyes (2000), Gómez-Lobo et al. (2006), CDT (2015) y SICAM (2019).

⁶ Estos valores de penetración no consideran a los edificios de departamentos, cuya importancia con respecto al total de viviendas en la ciudad ha ido en aumento desde 1996.

poder adquisitivo de las familias y a cambio de hábitos (menos familias cocinan con leña).

- Entre 1996 y 2019 se observó además una disminución en el consumo de leña por vivienda, reducción que alcanza los 0,22 m³/vivienda/año (considerando sólo a las viviendas que consumen leña). Esto se debe a mejoras tecnológicas (calefactores más eficientes), viviendas de mejor calidad (aislación térmica) y a otros factores (uso de la vivienda, inviernos más cortos, etc.). Una reducción similar se observó en la ciudad de Valdivia durante el periodo 1991 - 2014 (0,21 m³/vivienda/año) (Reyes, 2017).

Estaquilla) y Maullín (Reyes, 2000), cuya superficie de bosque nativo ha disminuido significativamente desde entonces. En estas comunas, así como en otras de la provincia de Llanquihue, se han establecido miles de hectáreas de plantaciones de eucalipto para la exportación de chips, parte de las cuales se utilizan para abastecer el mercado de la leña.

En 1996, Reyes (2000) observó que gran parte del Tepú provenía de las comunas de Calbuco, Maullín, Puerto Montt y Puerto Varas, siendo producida a partir de talas rasas realizadas sobre suelos *ñadi*. Dicho sistema de producción,

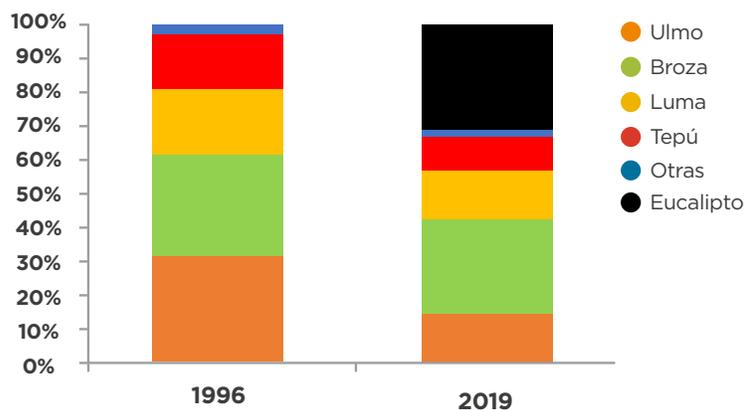
altamente destructivo, estaba asociado a la habilitación de terrenos agrícolas, muchos de los cuales se plantaron con eucalipto. Actualmente, el abastecimiento de esta especie proviene de otras comunas de la región, entre las cuales destacan Hornopirén y la provincia de Chiloé. Esta última ya figuraba como una de las zonas de abastecimiento de leña para Puerto Montt en 2006 (12% del volumen de acuerdo a Neira e Iturriaga, 2007).

En 1996, la principal vía de comercialización de la leña utilizada en Puerto Montt era el abastecimiento directo del producto, a través de la cual se movía el 32% del volumen.

En 1996, el 100% de la leña que se consumía en la ciudad de Puerto Montt correspondía a maderas nativas. Ulmo satisfacía el 32% de la demanda de leña, seguido por broza (mezcla de especies nativas) con el 30%, luma con el 19% y tepú con el 16%. En 2019, en cambio, el 69% de la leña correspondía a especies nativas y el 31% a eucalipto, siendo broza (28%) la leña nativa más relevante (Figura 13).

Eucalipto cubrió buena parte del aumento en el consumo de leña que se produjo entre 1996 y 2019 (131.000 m³/año), mientras que broza lo hizo en tan solo 25.000 m³/año (Figura 14). Los volúmenes de luma y tepú, por su parte, se mantienen estables, y el consumo de ulmo se redujo en 35.000 m³/año. En 1996, ulmo provenía en buena medida de las comunas de Los Muermos (ej.

Figura 13
Consumo de leña por especie en la ciudad de Puerto Montt, 1996 y 2019



Fuente: elaboración propia en base a Reyes (2000).

La compra en el campo también era relevante (22%), mientras que los intermediarios (locales de venta urbanos y camiones distribuidores) movían el 44% del volumen (Reyes, 2000). Veintitrés años después, los intermediarios se han transformado en la principal vía de comercialización, con el 55% del volumen, seguido por el abastecimiento directo desde el productor (34%), mientras que la compra en el campo se redujo al 7%. La Figura 15 muestra los cambios producidos en los volúmenes que se mueven a través de distintas vías de comercialización, observándose que el volumen comercializado por locales de venta urbanos se mantuvo constante, mientras cae la compra en el campo y aumenta la importancia de los camiones distribuidores. La leña que proviene directamente del productor también aumentó, pero en menor medida.

Figura 14
Cambios en el volumen de leña por especie en Puerto Montt entre 1996 y 2019

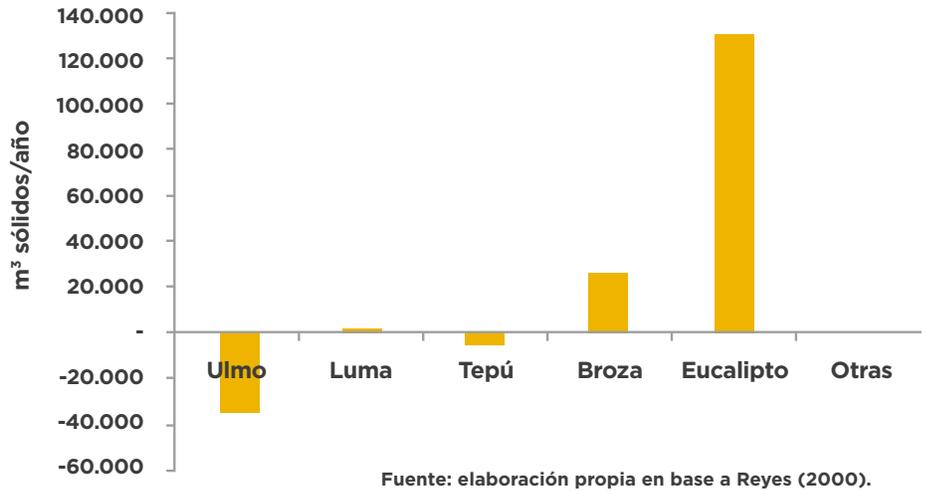
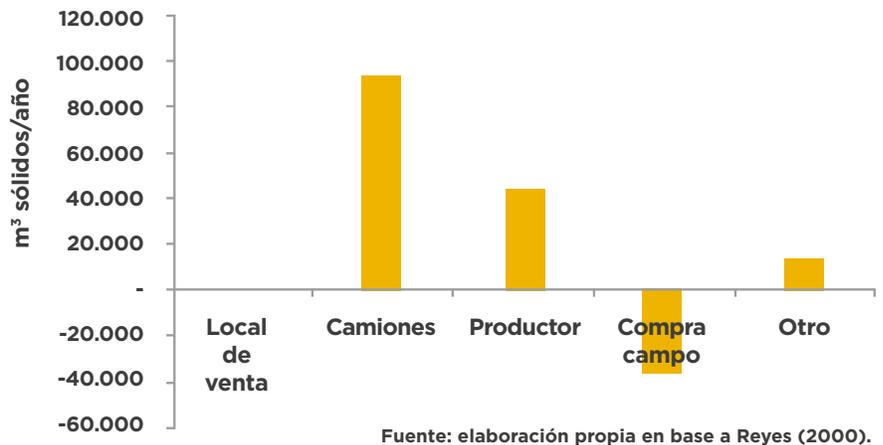


Figura 15
Cambios en el volumen de leña que se mueve a través de distintas vías de comercialización en Puerto Montt entre 1996 y 2019





Casona alemana en la comuna de Fresia

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Hisham Zerriffi de la Facultad de Cs. Forestales de la Universidad de British Columbia y a los miembros del comité científico por sus valiosos comentarios y sugerencias. Finalmente, y con especial cariño, queremos agradecer a las familias que nos recibieron en sus hogares y tuvieron la paciencia y amabilidad de responder la encuesta.

REFERENCIAS

- Ábalos, M., 1997.** Estimación del consumo de leña en las regiones V, IX y X. Tesis para optar al título de ingeniería forestal. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. 129 p.
- Bannister, J., 2018.** Tepuales. Tesoro de Chiloé y la Patagonia Insular. Instituto Forestal, Chile. p. 74. doi.org/10.52904/20.500.12220/27284
- Barberis, L., 2022.** Vivienda transitoria en contexto de migración climática. Puerto Montt como último destino. Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título de Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía. Santiago, Chile. 26 p.
- BCN (Biblioteca del Congreso Nacional). 2018.** Mapas vectoriales. División provincial: polígonos de las provincias de Chile. Disponible en https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales/index_html
- CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción). 2015.** Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Informe final. Estudio encargado por el Ministerio de Energía. Bases de datos no publicadas.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). 2014.** Monitoreo de cambios, corrección cartográfica y actualización del catastro de recursos vegetacionales nativos de la región de Los Lagos. Disponible en biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/2339
- Gómez-Lobo, A., Lima, J.L., Hill, C., Meneses, M., 2006.** Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile. Informe Final preparado para la Comisión Nacional de Energía de Chile. Centro Micro Datos, Departamento de Economía, Universidad de Chile. Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-50791_informe_final.pdf.
- Google. s.f.** Vista aérea de la ciudad de Puerto Montt, Chile. Recuperado el 15 de diciembre de 2022.
- GORE Los Lagos. 2020.** Región de Los Lagos. Información de la región. Disponible en www.goreloslagos.cl/region_lagos/antecedentes_region.html
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 1992.** Censo de Población y Vivienda 1992. Resultados región de Aysén. Disponible en https://redatam-ine.ine.cl/redbin/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CENSO_1992&lang=esp
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2017.** Censo de Población y Vivienda 2017. Resultados región de Aysén. Disponible en <http://www.censo2017.cl/proceso-censal-resultados-preliminares/>
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2019.** Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos 2019. Disponible en https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_AI_Cs_2019.pdf
- INFOR (Instituto Forestal). 1994.** Evaluación del consumo de leña en Chile 1992. Informe técnico N° 130. Santiago, Chile, 56 p.
- INFOR (Instituto Forestal). 2020.** Subproductos madereros de la industria del aserrío 2020. Boletín Estadístico N°175. doi.org/10.52904/20.500.12220/30335
- Krejcie, R., Morgan, D., 1970.** Determining sample size for research activities. Educational and psychological measurement 30, 607-610. doi.org/10.1177/001316447003000308
- Lara, A., Urrutia-Jalabert, R., Reyes, R., González, M., Miranda, A., Altamirano, A., Zamorano, C., 2019.** Bosques Nativos. Capítulo 3. En: Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2019. Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile. Colección Sociedad Estado y Políticas Públicas, Maval Impresiones, Santiago, Chile, pp. 171-215.
- Latorre, C., 2022.** Migración por amenidad: Nuevos asentamientos en zonas rurales en la comuna de Puerto Varas a partir de las parcelas de agrado. Trabajo Final para optar al grado de Magíster en Análisis Geográfico. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 78 p.
- Magelli, F., Boucher, K., Bi, H.T., Melin, S., Bonoli, A., 2009.** An environmental impact assessment of exported wood pellets from Canada to Europe. Biomass and Bioenergy 33(3), 434-441. doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.016.
- Murúa, R., Miranda, J., Ramírez, C., 1993.** Necesidad de una Política de Bosques para Leña. Ambiente y Desarrollo 9(9): 75-80.

Neira, E., Iturriaga, C., 2009.

Utilización residencial de leña como combustible en la ciudad de Puerto Montt. *Bosque Nativo* 43, 3-8.

Reyes, R., 2000.

Caracterización de los sistemas de producción y comercialización de leña para la ciudad de Puerto Montt, X Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile. 150 p.

Reyes, R., 2017.

Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región de Los Ríos, periodo 1991-2014. En: *Informes Técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 3. Nº 6.* Instituto Forestal, Chile. 20 p.

Reyes, R., Sagardía, R., Schueftan, A., 2018.

Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región del Maule. En: *Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 4. Nº 8.* Instituto Forestal, Chile. 24 p.

Reyes, R., Sanhueza, R., Schueftan, A. 2020.

Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de la Araucanía. Nuevas cifras y tendencias. En: *Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 6. Nº 12.* Instituto Forestal, Chile. 23 p.

Reyes, R., 2021.

Promotores socioeconómicos de la pérdida y degradación del bosque nativo en Chile. Santiago de Chile, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://doi.org/10.4060/cb0839es>

Sanzana, J., 2012.

Silvicultura en bosques dominados principalmente por Tepú (*Tepualia stipularis*). *Bosque Nativo* 51, 25-29.

Schueftan, A., González, A., 2013.

Reduction of firewood consumption by households in south-central Chile associated with energy efficiency programs. *Energy Policy* 63, 823-833. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.097

SICAM, 2019.

Informe de resultado. Encuesta de caracterización residencial en relación al consumo de leña y sus artefactos de combustión, comunas de Puerto Montt y Puerto Varas, año 2019. Ministerio de Medio Ambiente. 84 p.

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

N° 15 | DIC. 2022

Proyecto apoyado por

