Licitación Pública ID 614795-1-LE26

Informe Final "CATASTRO DE ARTEFACTOS A LEÑA INSTALADOS"

Versión Corregida

Mandante: SUBSECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

Informe Preparado por Dinámica Costera E.I.R.L.

02 de Octubre 2026

Dinámica
Costera

Equipo Consultor:

Jefe de Proyecto y Consultor Senior: Manuel Contreras López. Licenciado en Matemáticas, Ingeniero de Ejecución en Informática, Magíster en Estadística, Diplomado en Restauración Ecológica, Diplomado en Ingeniería Marítima, Diplomado en Gestión del Conocimiento.

Coordinadora de Proyecto y Analista: Galicia Prida Bahamondes. Geógrafa de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Diplomada en Verificación de Cuantificación y Reducción de Emisiones GEI de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Consultora Senior: Yisset C. Rabeiro Rodríguez. Licenciada en Geografía por la Universidad de La Habana-Cuba, MSc. en Oceanografía por la Universidad de Valparaíso en conjunto con la Pontificia Universidad de Valparaíso.

Profesional de Apoyo Levantamiento Terreno: Ángel Pizarro Vega. Geógrafo y Licenciado en geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Diplomado en Sistemas de Información geográfica en Biodiversidad.

Profesional de Apoyo Levantamiento Terreno: Sebastián Chacana Concha. Geógrafo y Licenciado en geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Diplomado en Geoinformación y Percepción Remota PUCV.

Profesional de Apoyo Levantamiento Terreno: Bárbara Romero Guzmán. Geógrafa de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Profesional de Apoyo Levantamiento Terreno: Álvaro Astudillo Saavedra. Geógrafo, Licenciado en Geografía de la pontificia Universidad de Valparaíso.

Especialista Energía: Francisco Arenas Proaño. Ingeniero Civil Electrónico, Máster of Science en Sistemas Energéticos Sustentables, Diplomado en Gestión Energética Local, Diplomado en Plan de Acción de Cambio Climático, Consultor Energético parte del Programa de la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Especialista Procesos Participativos: Maureen Serey San Martín. Socióloga la Universidad de Playa Ancha y Diplomada en Investigación cualitativa para estudios sociales de la PUC.

Entrevistadora: Camila Alarcón Pizarro. Socióloga de la Universidad de Playa de Ancha.

Diseñador Gráfico: Néstor Gutiérrez Navarro. Diseñador Gráfico, Diplomado en Pedagogía en Educación Superior.

Periodista: César Pacheco Silva. Periodista, Magíster en Comunicación y Periodismo, Magíster en Docencia para la Educación Superior.

Índice

1 INTRODUCCIÓN 8
2 OBJETIVOS 8
3 METODOLOGÍA 9
3.1 Levantamiento información en terreno 9
3.1.1 Diseño Muestral 11
3.1.2 Metodología Estadística 12
3.1.2.1 Distribución Encuestas por Comuna 13
3.1.2.2 Cantidad de Campañas a terreno Requeridas 14
3.1.3 Encuesta 14
3.1.4 Campañas de Terreno 18
3.2 Generar, sistematizar y georreferenciar un catastro consolidado de artefactos 25
3.2.1 Integración y sistematización de datos 25
3.2.2 Clasificación y análisis preliminar de los artefactos 26
3.2.3 Georreferenciación de artefactos 27
3.2.4 Identificación de artefactos de alto impacto 30
3.2.5 Catastro consolidado y reporte técnico 30
3.3 Actividad 4: Presentación de los resultados del estudio 31
4 GESTIÓN DEL PROYECTO 32
4.1 Actividad 1: Reunión de inicio y presentación del plan de trabajo 32
4.2 Terrenos aplicación de encuestas 32
4.3 Progreso de la Consultoría 34
5 RESULTADOS 35
5.1 Actividad 2: Levantamiento información en terreno 35
5.1.1 Diseño Muestral 35
5.1.2 Metodología Estadística 40
5.1.3 Encuesta 40
5.1.4 Campañas de Terreno 42
5.2 Actividad 3: generar, sistematizar y georreferenciar un catastro consolidado de artefactos. 48
5.2.1 Integración y sistematización de datos 48
5.2.2 Análisis por comuna 48
5.2.2.1 Comuna de Quillota 48
5.2.2.1.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Quillota 49

5.2.2.1.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota 58

5.2.2.1.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota 60

5.2.2.1.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota 62

5.2.2.1.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota 64

5.2.2.1.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota 77

5.2.2.1.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Quillota 83

5.2.2.1.8 Principales hallazgos de la comuna de Quillota 97

5.2.2.2 Comuna de La Calera 98

5.2.2.2.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera 98

5.2.2.2.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de La Calera 107

5.2.2.2.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera 110

5.2.2.2.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera 112

5.2.2.2.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera 114

5.2.2.2.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera 126

5.2.2.2.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestas según tipo de sector en la comuna de La Calera 132

5.2.2.2.8 Principales hallazgos de la comuna de La Calera 143

5.2.2.3 Comuna de Nogales 145

5.2.2.3.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Nogales 145

5.2.2.3.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales 154

5.2.2.3.3 Condiciones de eficiencia térmica de la vivienda encuestadas en la comuna de Nogales 157

5.2.2.3.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales 159

5.2.2.3.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales 161

5.2.2.3.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales 171

5.2.2.3.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Nogales 177

5.2.2.3.8 Principales hallazgos de la comuna de Nogales 190

5.2.2.4 Comuna de Hijuelas 192

5.2.2.4.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas 192

5.2.2.4.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas 201

5.2.2.4.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas 203

5.2.2.4.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas 205

5.2.2.4.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas 207

5.2.2.4.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas 220

5.2.2.4.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Hijuelas 226

5.2.2.4.8 Principales hallazgos de la comuna de Hijuelas 240

5.2.2.5 Comuna de Panquehue 242

5.2.2.5.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Panquehue 242

5.2.2.5.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Panquehue 249

5.2.2.5.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue 252

5.2.2.5.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue 254

5.2.2.5.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue 256

5.2.2.5.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue 266

5.2.2.5.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Panquehue 271

5.2.2.5.8 Principales hallazgos de la comuna de Panquehue 283

5.2.2.6 Comuna de Catemu 286

5.2.2.6.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Catemu 286
5.2.2.6.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Catemu 294
5.2.2.6.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu 296
5.2.2.6.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu 298
5.2.2.6.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu. 300
5.2.2.6.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu. 309
5.2.2.6.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestas según tipo de sector en la comuna de Catemu 313
5.2.2.6.8 Principales hallazgos de la comuna de Catemu 326
5.2.2.7 Comuna de La Cruz 328
5.2.2.7.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de La Cruz 328
5.2.2.7.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de La Cruz. 336
5.2.2.7.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz. 339
5.2.2.7.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz 341
5.2.2.7.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz 343
5.2.2.7.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz. 352
5.2.2.7.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Cruz 357
5.2.2.7.8 Principales hallazgos de la comuna de La Cruz 369
5.2.2.8 Comuna de Llay Llay 372
5.2.2.8.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Llay Llay 372
5.2.2.8.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Llay Llay. 380
5.2.2.8.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay 382
5.2.2.8.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay 384

5.2.2.8.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay. 386
5.2.2.8.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay. 394
5.2.2.8.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Llay Llay. 397
5.2.2.8.8 Principales hallazgos de la comuna de Llay Llay 409
5.2.3 Clasificación y análisis de los artefactos 412
5.2.3.1 Análisis general de las comunas 412
5.3 Estudio de emisiones de los artefactos a leña en las comunas del área de estudio 424
5.3.1 Estimación de emisiones Quillota 428
5.3.2 Estimación de emisiones comuna La Calera 430
5.3.3 Estimación de emisiones comuna de La Cruz 433
5.3.4 Estimación de emisiones comuna Nogales 435
5.3.5 Estimación de emisiones comuna Hijuelas 437
5.3.6 Estimación de emisiones comuna Catemu 440
5.3.7 Estimación de emisiones comuna Llay Llay 442
5.3.8 Estimación de emisiones comuna Panquehue 444
5.4 Georreferenciación de artefactos 447
5.4.1 Identificación de artefactos de alto impacto 456
5.4.2 Estimación de emisiones artefactos de alto impacto 461
5.4.3 Catastro consolidado y reporte técnico 466
5.4.3.1 Reporte técnico Comuna Quillota 466
5.4.3.1.1 Introducción 466
5.4.3.1.2 Metodología 467
5.4.3.1.3 Resultados 469
5.4.3.2 Reporte técnico Comuna La Calera 473
5.4.3.2.1 Introducción 473
5.4.3.2.2 Metodología 474
5.4.3.2.3 Resultados 476
5.4.3.3 Reporte técnico Comuna La Cruz 480
5.4.3.3.1 Introducción 480
5.4.3.3.2 Metodología 481
5.4.3.3.3 Resultados 483
5.4.3.4 Reporte técnico Comuna Nogales 487
5.4.3.4.1 Introducción 487

5.4.3.4.2 Metodología 488
5.4.3.4.3 Resultados 490
5.4.3.5 Reporte técnico Comuna Hijuelas 494
5.4.3.5.1 Introducción 494
5.4.3.5.2 Metodología 495
5.4.3.5.3 Resultados 497
5.4.3.6 Reporte técnico Comuna Catemu 501
5.4.3.6.1 Introducción 501
5.4.3.6.2 Metodología 502
5.4.3.6.3 Resultados 504
5.4.3.7 Reporte técnico Comuna Llay Llay 508
5.4.3.7.1 Introducción 508
5.4.3.7.2 Metodología 509
5.4.3.7.3 Resultados 511
5.4.3.8 Reporte técnico Comuna Panquehue 515
5.4.3.8.1 Introducción 515
5.4.3.8.2 Metodología 516
5.4.3.8.3 Resultados 518
6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 522
7 Bibliografía 529

1 INTRODUCCIÓN

La Subsecretaría del Medio Ambiente, contrató por licitación pública a Dinámica Costera los servicios para realizar el "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. 18/ 2023" (Licitación Pública ID Nº 614795-1-LE26). El presente informe final reporta todas las actividades realizadas durante los seis meses de desarrollo de ésta consultoría, y que han consistido en:

- Realización de una reunión inicial para la presentación del equipo consultor asignado a este trabajo y la revisión, ajustes al plan de trabajo y cronograma de actividades propuesto.
- Diseño y tamaño muestral que represente adecuadamente las viviendas urbanas y rurales de las 8 comunas de la zona sujeta al plan (Calera, Catemu, Hijuelas, La Cruz, Llay Llay, Nogales, Panquehue, y Quillota); detallar la metodología estadística de análisis y procesamiento de información levantada, y los medios de verificación de su ejecución; diseño y propuesta de la encuesta a ser aplicada.
- Integración, sistematización y análisis de la información de los artefactos. Clasificación y análisis preliminar de los artefactos.
- Georreferenciación de artefactos.
- Identificación de artefactos de alto impacto.
- Catastro consolidado y reporte técnico.
- Realización de una presentación de cada uno de los informes elaborados por el equipo consultor. Como producto adicional, realización de un webinar de difusión de los principales resultados y conclusiones durante el desarrollo de la consultoría.

2 OBJETIVOS

El objetivo general de esta consultoría es realizar un catastro de artefactos a leña instalados en viviendas ubicadas en la provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la región de Valparaíso, para el cumplimiento a lo establecido en el artículo 47 del PPDA, mediante la ejecución de jornadas de levantamiento de información en terreno. Para dar cumplimiento al objetivo general, se cuenta con los siguientes tres objetivos específicos:

OE1: Desarrollar, en terreno y para las zonas de interés, un levantamiento de información relativo a los tipos artefactos a leña existentes y las tecnologías asociadas a su uso. Dicho levantamiento deberá realizase r a escala comunal, diferenciando el sector residencial urbano del sector residencial rural.

OE2: Generar, sistematizar y georreferenciar un catastro consolidado de artefactos a leña instalado en las zonas de interés, mediante el procesamiento digital de la información levantada en terreno y su estructuración en una base de datos representativa de los distintos tipos de calefactores presentes en la zona sujeta al plan. Así mismo deberá elaborar y una proyección, a nivel comunal, de la cantidad de artefactos a leña para un horizonte de 10 años.

OE3: Presentación de los resultados del estudio a la Contraparte técnica.

3 METODOLOGÍA

3.1 Levantamiento información en terreno

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (INE 2025), las ocho comunas del área de estudio poseen un poco más de cien mil viviendas, de las cuales el 19,6% se emplazan en áreas rurales y el 80,4% en áreas urbanas (Tabla 1).

Tabla 1: Total de viviendas por comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

Comuna	Urbano	Rural	Total
Calera	18.612	1.015	19.627
Catemu	3.169	2.434	5.603
Hijuelas	4.966	2.408	7.374
La cruz	8.533	1.325	9.858
Llay Llay	6.891	3.543	10.434
Nogales	6.597	1.797	8.394
Panquehue	980	1.882	2.862
Quillota	31.693	5.506	37.199
Total viviendas	81.441	19.910	101.351

Fuente: INE (2025).

En el Censo de Población y Vivienda del año 2024, también se consultó por la existencia de artefactos utilizados para cocina y calefacción, junto con su fuente de combustible (leña, pellet, carbón y otras fuentes). En particular, se identifican (INE 2025):

- Hogares con energía o combustible para cocinar: gas
- Hogares con energía o combustible para cocinar: parafina o petróleo
- Hogares con energía o combustible para cocinar: leña
- Hogares con energía o combustible para cocinar: pellet
- Hogares con energía o combustible para cocinar: carbón
- Hogares con energía o combustible para cocinar: electricidad
- Hogares con energía o combustible para cocinar: energía solar
- Hogares con energía o combustible para cocinar: no utiliza fuente de energía
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: gas
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: parafina o petróleo
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: leña
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: pellet
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: carbón
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: electricidad
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: otra
- Hogares con energía o combustible para calefaccionar: no utiliza fuente de energía

Tomando en consideración aquellos hogares cuya energía o combustible para cocinar y/o calefacción es leña, pellet o carbón, se concluye la existencia de 17.611 viviendas con dichas fuentes de combustible (17,4% del total de viviendas de las ocho comunas del área de estudio, Tabla 2), distribuyéndose en un 32,1% de las viviendas emplazadas en áreas rurales con artefactos con las fuentes de combustible de interés (leña, pellet y/o carbón) y un 13,8% en zonas urbanas (Tabla 1y Tabla 2).

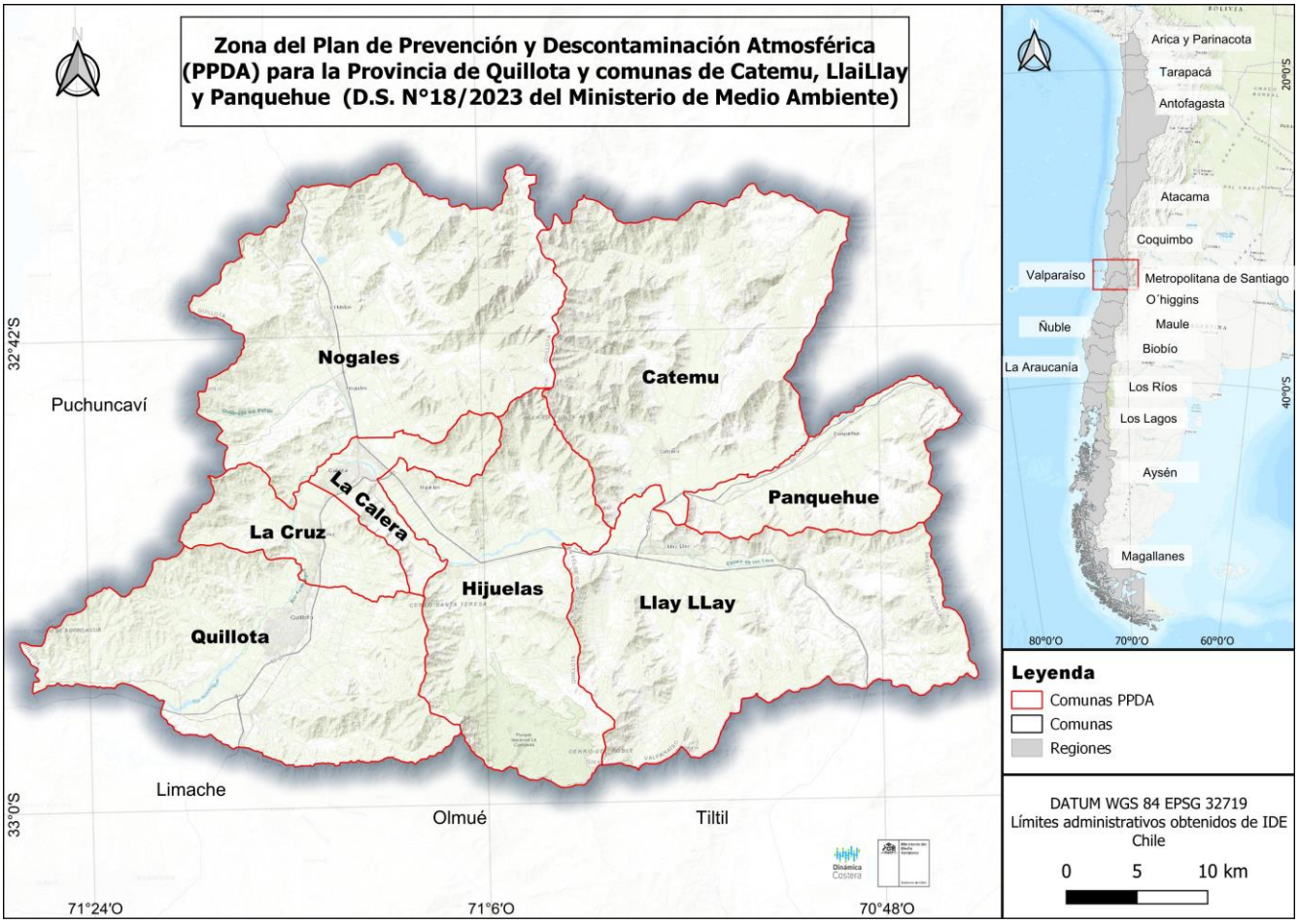
Tabla 2: Total de viviendas con artefactos por comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

Comuna	Urbano	Rural	Total
CALERA	2.267	302	2.569
CATEMU	869	946	1.815
HIJUELAS	1.154	714	1.868
LA CRUZ	1.209	422	1.631
LLAY LLAY	1.089	1.070	2.159
NOGALES	1.367	695	2.062
PANQUEHUE	327	682	1.009
QUILLOTA	2.933	1.565	4.498
Total viviendas	1.1215	6.396	17.611

Fuente: INE (2025).

Tomando estas consideraciones, se propone un diseño muestral y un análisis de la información basado en un muestreo estratificado que se describe a continuación.

Figura 1. Cartografía del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Diseño Muestral

Debido a las limitaciones de tiempo y recursos, no es factible realizar este catastro vía un censo sobre las cien mil viviendas existentes en las ocho comunas del área de estudio. Es por esto que propone realizar un muestreo sobre la población. Para conseguir resultados aceptables en un muestreo aleatorio simple, se requiere consultar al menos al 5% de la población (unas 5.000 viviendas). Aun así, esto no garantiza que las 5.000 viviendas muestreadas sean representativas de la población objetivo: viviendas de las ocho comunas en estudio, con artefactos de leña.

Cuando se seleccionan aleatoriamente a representantes de una población, sus características pueden o no estar presentes en la muestra en las mismas proporciones que en la población. En el caso que preocupa a esta consultoría se tratada de viviendas con artefactos a leña. La estratificación asegura la representatividad de esas características (Creswel *et al.* 2003), y además permite reducir el tamaño de las muestras necesarias para obtener resultados con un nivel aceptable de confiabilidad (Saénz & Tamez 2014), mejorando los resultados al comparar con el uso de un muestreo aleatorio simple, u otra técnica similar, como el muestreo factorial, por desfase, homogéneo, entre otros (Rodríguez 1996, Angarita 2024, Vivanco 2005). Sin embargo, el diseño muestral estatificado requiere para su aplicación conocer información relevante de la población, como por ejemplo la probabilidad de encontrar un representante de cada segmento (estrato) de la población (Saénz & Tamez 2014). En este caso, sería conocer ¿Cuál es la probabilidad de que una vivienda cuente con un aparato a leña?

Afortunadamente, en el marco del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (INE 2025), varias de las preguntas se orientaron a caracterizar el tipo de combustible utilizado por los habitantes de una vivienda para cocinar y calefacción. Esta información se encuentra segmentada a nivel de manzanas censales para preservar el principio del secreto estadístico (Masciadri 2018). Sin embargo, es suficiente para calcular las probabilidades requeridas por el diseño muestral estratificado.

Por lo anteriormente expuesto, se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 3).

Tabla 3: Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Calera	61	11	4	0	1	0	2.047	287	24	2	86	1	44	1
Catemu	21	46	0	0	0	1	819	879	5	6	1	3	23	11
Hijuelas	42	31	0	1	0	0	1.050	661	20	7	24	8	18	6
La Cruz	17	18	0	0	0	0	1.132	385	35	12	6	1	19	6
Llay-Llay	22	62	0	1	0	0	1.003	982	7	5	19	8	38	12
Nogales	34	41	1	0	0	0	1.261	642	5	3	52	7	14	2
Panquehue	4	17	0	0	0	0	316	643	3	2	0	2	4	18
Quillota	49	54	1	0	1	0	2.712	1.447	73	41	30	10	67	13
Total viviendas	250	280	6	2	2	1	10.340	5.926	172	78	218	40	227	69

Fuente: INE (2025).

A continuación, se muestra el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

3.1.2 Metodología Estadística

El análisis propuesto, se orienta a caracterizar por comuna y área (urbano/rural), aquellas viviendas que posean artefactos de leña, los siguientes aspectos:

- Composición del grupo familiar
- Tipo de artefacto a leña (cocinas, salamandras, calefactores, etc.) y año estimado de instalación
- Estado del artefacto.
- Uso, modo de operación y patrones de consumo del artefacto a leña, incluyendo tipo de combustible, estacionalidad, costos y uso del tiraje.
- Tipo y origen de la leña utilizada.
- Patrones de consumo de energía y combustibles (tipos de combustible, estacionalidad de uso, costos).

- Tipos y disponibilidad de artefactos utilizados (cocinas, salamandras, calefactores, etc.).
- Percepción de los usuarios respecto a los sistemas de calefacción.

Para lograr esto, se requiere levantar información tanto de la distribución espacial de viviendas con artefactos de combustible a leña (tales como: localización georreferenciada (WayPoint registrado en un GPS), Comuna/localidad, Área Urbano / Rural, dirección), caracterización de los habitantes de la vivienda, características de la vivienda y parámetros caracterización artefacto de calefacción.

Para ello, se requiere aplicar un instrumento que permita obtener como mínimo, la siguiente información:

- Identificación del hogar y datos del grupo familiar (número de integrantes, niños, adultos mayores y enfermedades).
- Identificación del tipo de artefacto a leña (cocinas, salamandras, calefactores, etc.) y año estimado de instalación
- Estado del artefacto.
- Uso, modo de operación y patrones de consumo del artefacto a leña, incluyendo tipo de combustible, estacionalidad, costos y uso del tiraje.
- Tipo y origen de la leña utilizada.
- Patrones de consumo de energía y combustibles (tipos de combustible, estacionalidad de uso, costos).
- Tipos y disponibilidad de artefactos utilizados (cocinas, salamandras, calefactores, etc.).
- Percepción de los usuarios respecto a los sistemas de calefacción.

3.1.2.1 Distribución Encuestas por Comuna

A partir de los cálculos realizados en la Tabla 3, se concluye que para mantener una precisión del 10% y un nivel de confianza del 95%, se necesita encuestar al menos 592 viviendas, de las cuales 239 deben ser encuestadas en zonas urbanas (40,4%) y 353 en zonas rurales (59,6%). El detalle por comuna, diferenciando el mínimo de muestras pro sector urbano y rural, se presenta en la Tabla 4

Tabla 4: Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
CALERA	0,12	0,88	0,3	0,7	20,7	41,16	21	43	64
CATEMU	0,27	0,73	0,39	0,61	38,63	46,63	39	48	87
HIJUELAS	0,23	0,77	0,3	0,7	34,71	41,16	35	42	77
LA CRUZ	0,14	0,86	0,32	0,68	23,6	42,65	24	44	68
LLAY LLAY	0,16	0,84	0,3	0,7	26,34	41,16	26	42	68
NOGALES	0,21	0,79	0,39	0,61	32,52	46,63	33	48	81
PANQUEHUE	0,33	0,67	0,36	0,64	43,33	45,16	45	46	91
QUILLOTA	0,09	0,91	0,28	0,72	16,05	39,51	16	40	56
						Total	**239**	**353**	**592**

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2.2 Cantidad de Campañas a terreno Requeridas

Para estimar la cantidad de campañas a terreno requeridas, se debe tener en cuenta varios factores de incertidumbre, como la disponibilidad de los moradores en responder a la encuesta (lo que puede variar según el día, la hora, y muchos otros factores o imponderables de los cuales no se tiene control; Montes 2000), la separación de las viviendas (viviendas en áreas urbanas son más rápidas de encuestar que viviendas en áreas rurales; Montes 2000) y la proporción real de viviendas con artefactos a leña (si escasas viviendas cuentan con artefactos a leña, el tiempo requerido para encontrar una vivienda con artefacto, dispuesta a responder la encuesta, será mayor).

Además, se debe considerar el número de encuestadores en un día de terreno, la rapidez con que pueden levantar una encuesta, entre otros factores.

Asumiendo una tasa de éxito del 20% al visitar las viviendas, se estima que se requiere consultar en al menos 3000 viviendas por la aplicación de la encuesta, para asegurar el éxito de 592 encuestas válidas. Esto significa que un grupo de trabajo de 3 encuestadores, debe visitar un mínimo de 100 viviendas en un día (33 viviendas cada uno), para conseguir un estimado de 20 encuestas válidamente contestadas. Para alcanzar el número de casi 600 encuestas requerido, se necesita realizar al menos 30 campañas (las que pueden distribuirse en 3 días a la semana).

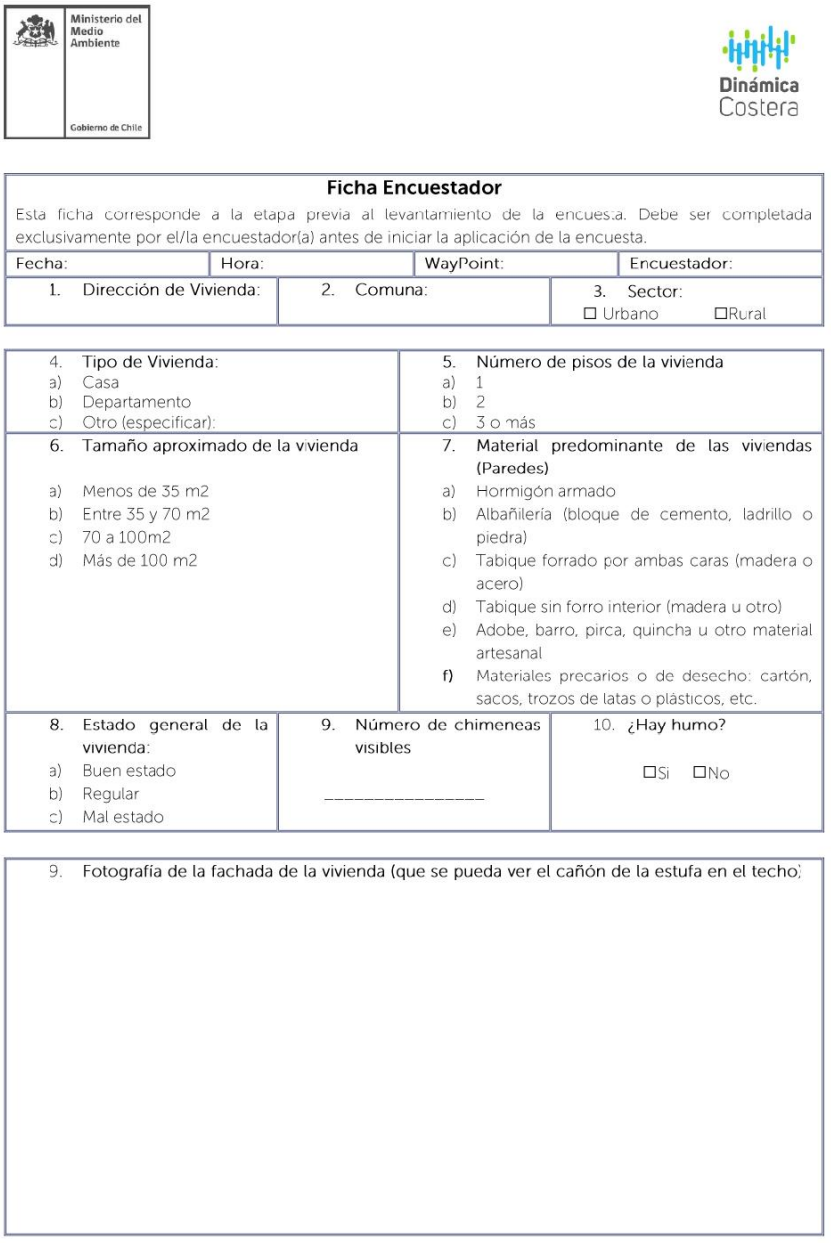
3.1.3 Encuesta

La Encuesta fue el resultado de una propuesta inicial realizada por Dinámica Costera, considerando aspectos como priorización y organización de las preguntas, diseño gráfico de la encuesta, entre otros. Para ello se presentó y discutió con la contraparte diversas versiones de la encuesta en reuniones desarrolladas durante el mes de abril (ver secciones 10.1.6 a 10.1.8, en "Anexo A: Respaldo Reuniones"). Además, las preguntas de las encuestas fueron presentadas a los profesionales de diferentes municipios, con el fin de recoger sus impresiones sobre el instrumento. La totalidad de las observaciones fueron incorporadas a la versión final de la encuesta y la contraparte otorgó el visto bueno en los primeros días de mayo 2026.

La encuesta se encuentra estructurada en dos instrumentos. El primero corresponde a la ficha del encuestador (Figura 2), la cual es completada por el encuestador antes de acercarse a la vivienda. Este instrumento permite registrar antecedentes generales, tales como la fecha y hora de la visita, dirección, comuna, waypoint (coordenada geográfica), nombre del encuestador, sector y características de la vivienda. Asimismo, contempla el registro de información sobre la visibilidad del ducto del artefacto de calefacción y la presencia de emisiones visibles de humo. Como parte del levantamiento de información, también se incorpora una fotografía de la vivienda para respaldar el registro.

Esta ficha es completada desde la calle, un lugar público, por lo que no existen restricciones de datos sensibles para su aplicación, ni se requiere la gestión de consentimientos para llenarla.

Figura 2. Ficha del encuestador



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Dinámica Costera

Ficha Encuestador

Esta ficha corresponde a la etapa previa al levantamiento de la encuesta. Debe ser completada exclusivamente por el/la encuestador(a) antes de iniciar la aplicación de la encuesta.

Fecha:	Hora:	WayPoint:	Encuestador:

1. Dirección de Vivienda:	2. Comuna:	3. Sector: ☐ Urbano ☐Rural

4. Tipo de Vivienda: a) Casa b) Departamento c) Otro (especificar):	5. Número de pisos de la vivienda a) 1 b) 2 c) 3 o más
6. Tamaño aproximado de la vivienda a) Menos de 35 m2 b) Entre 35 y 70 m2 c) 70 a 100m2 d) Más de 100 m2	7. Material predominante de las viviendas (Paredes) a) Hormigón armado b) Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra) c) Tabique forrado por ambas caras (madera o acero) d) Tabique sin forro interior (madera u otro) e) Adobe, barro, pirca, quincha u otro material artesanal f) Materiales precarios o de desecho: cartón, sacos, trozos de latas o plásticos, etc.

8. Estado general de la vivienda: a) Buen estado b) Regular c) Mal estado	9. Número de chimeneas visibles _____	10. ¿Hay humo? ☐Si ☐No

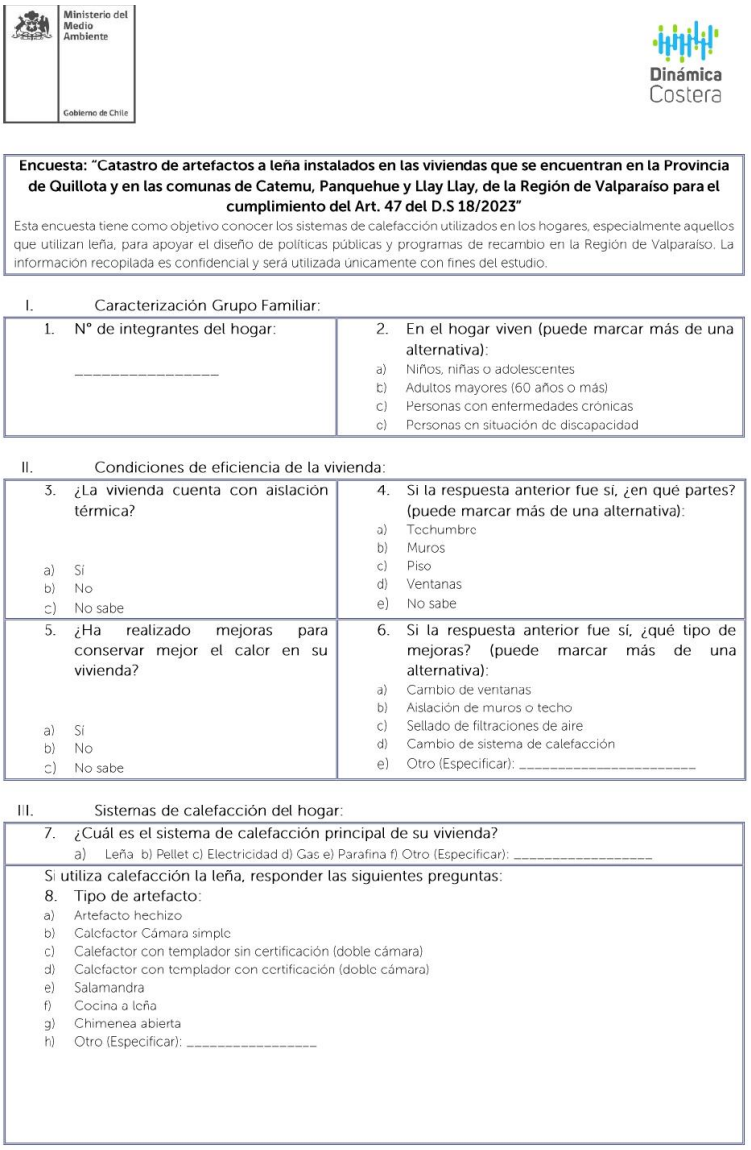
9. Fotografía de la fachada de la vivienda (que se pueda ver el cañón de la estufa en el techo)

Fuente: Elaboración propia.

El segundo instrumento corresponde a la encuesta (Figura 3 y Figura 4), la cual está compuesta por 22 preguntas organizadas en cuatro secciones. La primera sección aborda la caracterización del grupo familiar; la segunda, las condiciones de eficiencia energética de la vivienda; la tercera, el sistema de calefacción del hogar; y la cuarta, los combustibles utilizados y sus costos. Esta estructura permite recopilar información sobre las características de los hogares, las condiciones de las viviendas y los hábitos de calefacción y consumo de combustibles, información necesaria para el desarrollo del estudio.

Debido a la existencia de datos sensibles, y la necesaria participación de un integrante de los habitantes de la vivienda, se requiere un consentimiento informado para su aplicación. Por este motivo, los encuestadores al solicitar la aplicación de la encuesta, muestran una carta de presentación y explican antes de solicitar el llenado de respuestas, su objetivo, el carácter anónimo y resguardo de datos sensibles, entre otras dudas que puedan surgir al encuestado.

Figura 3. Hoja 1 de la Encuesta.



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Dinámica Costera

Encuesta: "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso para el cumplimiento del Art. 47 del D.S 18/2023"

Esta encuesta tiene como objetivo conocer los sistemas de calefacción utilizados en los hogares, especialmente aquellos que utilizan leña, para apoyar el diseño de políticas públicas y programas de recambio en la Región de Valparaíso. La información recopilada es confidencial y será utilizada únicamente con fines del estudio.

I. Caracterización Grupo Familiar:

1. N° de integrantes del hogar:

_____

2. En el hogar viven (puede marcar más de una alternativa):
   a) Niños, niñas o adolescentes
   b) Adultos mayores (60 años o más)
   c) Personas con enfermedades crónicas
   c) Personas en situación de discapacidad

II. Condiciones de eficiencia de la vivienda:

3. ¿La vivienda cuenta con aislación térmica?
   a) Sí
   b) No
   c) No sabe

4. Si la respuesta anterior fue sí, ¿en qué partes? (puede marcar más de una alternativa):
   a) Techumbre
   b) Muros
   c) Piso
   d) Ventanas
   e) No sabe

5. ¿Ha realizado mejoras para conservar mejor el calor en su vivienda?
   a) Sí
   b) No
   c) No sabe

6. Si la respuesta anterior fue sí, ¿qué tipo de mejoras? (puede marcar más de una alternativa):
   a) Cambio de ventanas
   b) Aislación de muros o techo
   c) Sellado de filtraciones de aire
   d) Cambio de sistema de calefacción
   e) Otro (Especificar): _____

III. Sistemas de calefacción del hogar:

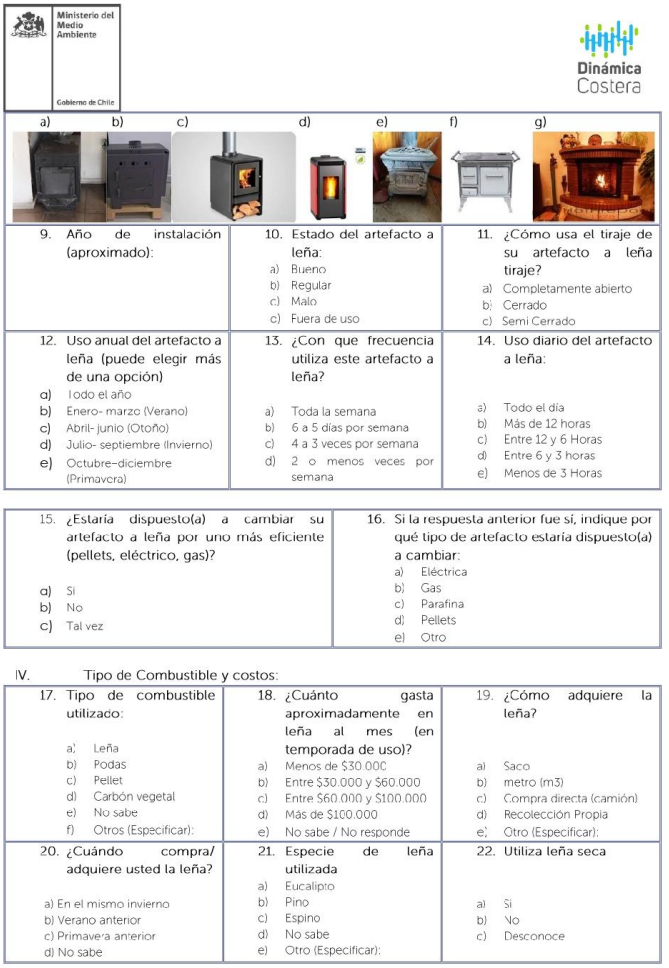
7. ¿Cuál es el sistema de calefacción principal de su vivienda?
   a) Leña b) Pellet c) Electricidad d) Gas e) Parafina f) Otro (Especificar): _____

Si utiliza calefacción la leña, responder las siguientes preguntas:

8. Tipo de artefacto:
   a) Artefacto hechizo
   b) Calefactor Cámara simple
   c) Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)
   d) Calefactor con templador con certificación (doble cámara)
   e) Salamandra
   f) Cocina a leña
   g) Chimenea abierta
   h) Otro (Especificar): _____

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Hoja 2 de la Encuesta



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Dinámica Costera

a) b) c) d) e) f) g)

9. Año de instalación (aproximado):

10. Estado del artefacto a leña:
a) Bueno
b) Regular
c) Malo
c) Fuera de uso

11. ¿Cómo usa el tiraje de su artefacto a leña tiraje?
a) Completamente abierto
b) Cerrado
c) Semi Cerrado

12. Uso anual del artefacto a leña (puede elegir más de una opción)
a) Todo el año
b) Enero- marzo (Verano)
c) Abril- junio (Otoño)
d) Julio- septiembre (Invierno)
e) Octubre-diciembre (Primavera)

13. ¿Con que frecuencia utiliza este artefacto a leña?
a) Toda la semana
b) 6 a 5 días por semana
c) 4 a 3 veces por semana
d) 2 o menos veces por semana

14. Uso diario del artefacto a leña:
a) Todo el día
b) Más de 12 horas
c) Entre 12 y 6 Horas
d) Entre 6 y 3 horas
e) Menos de 3 Horas

15. ¿Estaría dispuesto(a) a cambiar su artefacto a leña por uno más eficiente (pellets, eléctrico, gas)?
a) Si
b) No
c) Tal vez

16. Si la respuesta anterior fue sí, indique por qué tipo de artefacto estaría dispuesto(a) a cambiar:
a) Eléctrica
b) Gas
c) Parafina
d) Pellets
e) Otro

IV. Tipo de Combustible y costos:

17. Tipo de combustible utilizado:
a) Leña
b) Podas
c) Pellet
d) Carbón vegetal
e) No sabe
f) Otros (Especificar):

18. ¿Cuánto gasta aproximadamente en leña al mes (en temporada de uso)?
a) Menos de $30.000
b) Entre $30.000 y $60.000
c) Entre $60.000 y $100.000
d) Más de $100.000
e) No sabe / No responde

19. ¿Cómo adquiere la leña?
a) Saco
b) metro (m3)
c) Compra directa (camión)
d) Recolección Propia
e) Otro (Especificar):

20. ¿Cuándo compra/ adquiere usted la leña?
a) En el mismo invierno
b) Verano anterior
c) Primavera anterior
d) No sabe

21. Especie de leña utilizada
a) Eucalipto
b) Pino
c) Espino
d) No sabe
e) Otro (Especificar):

22. Utiliza leña seca
a) Si
b) No
c) Desconoce

Fuente: Elaboración propia.

La primera sección (sección I) correspondiente a la caracterización del grupo familiar (Figura 3) está compuesta por dos preguntas. La primera corresponde al número de integrantes del hogar y la segunda busca identificar la presencia de grupos prioritarios dentro de la vivienda, tales como niños, niñas y adolescentes, personas mayores de 60 años, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad.

La información recopilada en esta sección es relevante para conocer el tamaño y la composición de los hogares que podrían ser beneficiarios del programa de recambio de calefactores, permitiendo identificar la presencia de grupos con mayor vulnerabilidad frente a la contaminación atmosférica.

La sección II, corresponde a la condición de la vivienda (Figura 3), está compuesta por cuatro preguntas orientadas a caracterizar las condiciones de eficiencia térmica de la vivienda. En primer lugar, se consulta si la vivienda cuenta con aislación térmica; en caso de que la respuesta sea si, se realiza una pregunta complementaria para identificar el tipo de aislación existente. Posteriormente, se pregunta si se han efectuado mejoras en la vivienda para conservar el calor y, de ser así, se solicita especificar cuáles han sido dichas intervenciones.

La información recopilada en esta sección permite evaluar las condiciones de confort térmico de las viviendas y conocer las medidas de eficiencia energética implementadas por los hogares, antecedentes relevantes para el análisis del uso de sistemas de calefacción y la eventual implementación del programa de recambio de calefactores.

La Sección III. Sistema de calefacción de la vivienda del hogar, está orientada a recopilar información sobre el sistema de calefacción utilizado por el hogar y las características del artefacto a leña. En primer lugar, se consulta cuál es el sistema principal de calefacción de la vivienda. Posteriormente, en caso de que el hogar utilice leña, se recopilan antecedentes sobre el tipo de artefacto, el año de instalación, el estado de conservación del equipo y la forma en que se utiliza el tiraje durante su funcionamiento.

Asimismo, esta sección incorpora preguntas relacionadas con la frecuencia de uso del artefacto, considerando su utilización a nivel anual, semanal y diario. La información obtenida permite caracterizar el uso de los sistemas de calefacción residencial y estimar la intensidad de utilización de los artefactos a leña, antecedentes fundamentales para el diseño e implementación del programa de recambio de calefactores.

Luego en la pregunta 15 y 16 (Figura 4) se consulta a las personas encuestadas si estarían dispuestas a recambio su artefacto a leña. En caso de que la respuesta sea si, se les pregunta por el tipo de sistema de calefacción al que les gustaría postular como recambio. La información recopilada mediante estas preguntas permite conocer la disposición de los hogares a participar en un eventual programa de recambio de calefactores, así como identificar las tecnologías de calefacción de mayor preferencia entre los potenciales beneficiarios. Estos antecedentes constituyen un insumo relevante para la postulación e implementación del programa.

Por último, la sección IV, se pregunta sobre combustibles y costos (Figura 4) está orientada a caracterizar el consumo de leña y tipo de combustible. En esta sección se consulta por el tipo de combustible utilizado para calefacción, el gasto mensual destinado a la compra de leña, la forma y la época del año en que esta es adquirida, la especie de leña utilizada y si corresponde a leña seca.

La información recopilada permite estimar el gasto que realizan los hogares en combustible para calefacción, identificar las modalidades de adquisición de la leña y conocer las prácticas de consumo asociadas a su uso. Estos antecedentes son relevantes para comprender los patrones de consumo de leña y apoyar la planificación de futuras medidas vinculadas al programa de recambio de calefactores y a la gestión de la calidad del aire.

3.1.4 Campañas de Terreno

El diseño de las campañas de terreno, se realizó de acuerdo a lo definido el diseño muestra (Tabla 4), que permitió calcular la cantidad del número de encuestas mínimo para las ocho comunas y tanto para el área urbana y rural.

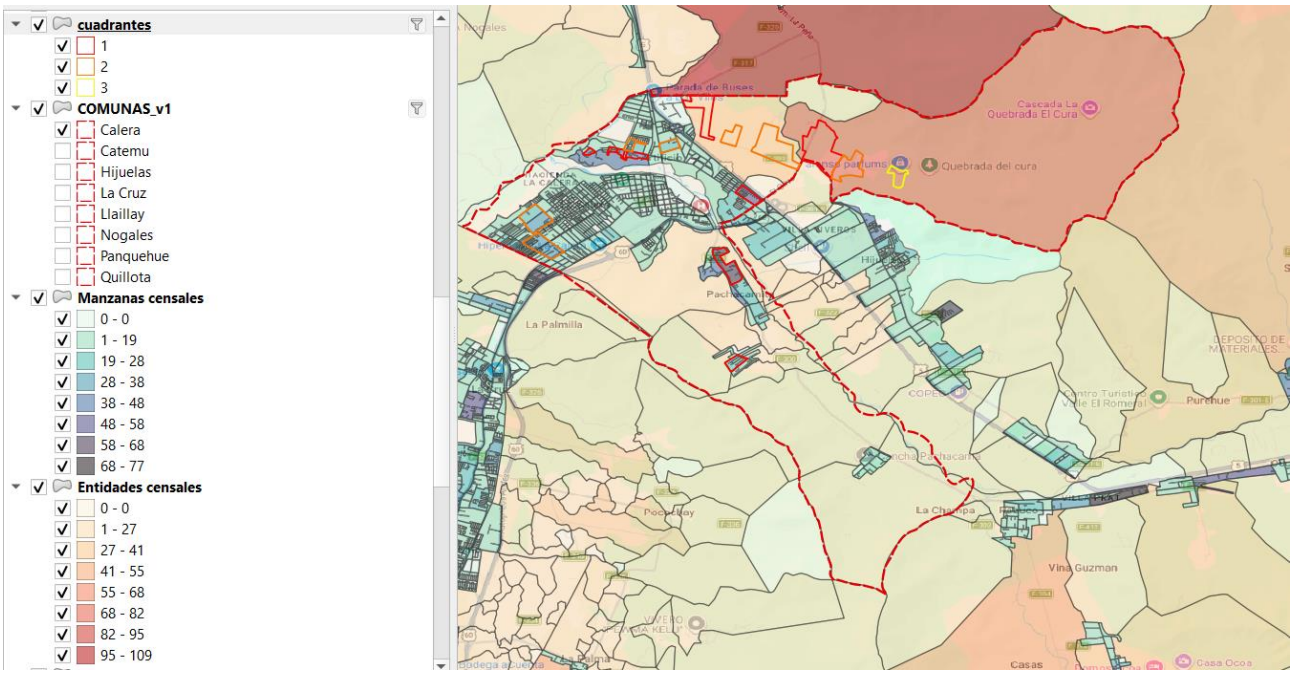
Posteriormente, para el diseño de las campañas de terreno, en primer lugar, se identificaron los sectores con mayores artefactos a leña, a partir de las manzanas y entidades censales, dichos datos están disponibles del CENSO 2024 (INE 2025).

Una vez recopilados estos datos, se procedió a su visualización y categorización en el QGIS, lo que permitió identificar manzanas y entidades con mayor concentración de estufas a leña. A partir de ello, se definieron los cuadrantes prioritarios en los cuales se aplicarán las encuestas.

Con el fin de lograr una adecuada representación espacial para cada comuna del área de estudio, se seleccionaron cuadrantes distribuidos a lo largo de cada comuna, evitando la concentración en un solo sector (Figura 5).

Los cuadrantes fueron clasificados en tres niveles de prioridad: 1,2 y 3. La prioridad 1 corresponde aquellas manzanas y entidades censales con mayor presencia de artefactos. En caso de no lograr completar el número mínimo de encuestas requeridas en estos cuadrantes, se avanzará a los cuadrantes de prioridad 2 y, posteriormente, a los de prioridad 3.

Figura 5. Ejemplo de definición de cuadrantes en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

De manera paralela, y con el fin de asegurar el éxito en las campañas de terreno, se estableció una coordinación previa con las municipalidades de las comunas involucradas. Esta coordinación permitió que el departamento y/o unidad de cada municipalidad encargado de la participación ciudadana informe a la comunidad sobre la aplicación de la encuesta y disminuir eventuales rechazos a su aplicación. Se diseñaron infografías y afiches para apoyar esta difusión (Figura 6).

Figura 6: Afiches confeccionados para la difusión de la encuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Dado que el proceso de levantamiento en terreno se extendió durante los meses de julio y agosto, fue necesario elaborar nuevos afiches para apoyar la difusión de las actividades, los cuales se presentan en la Figura 7.

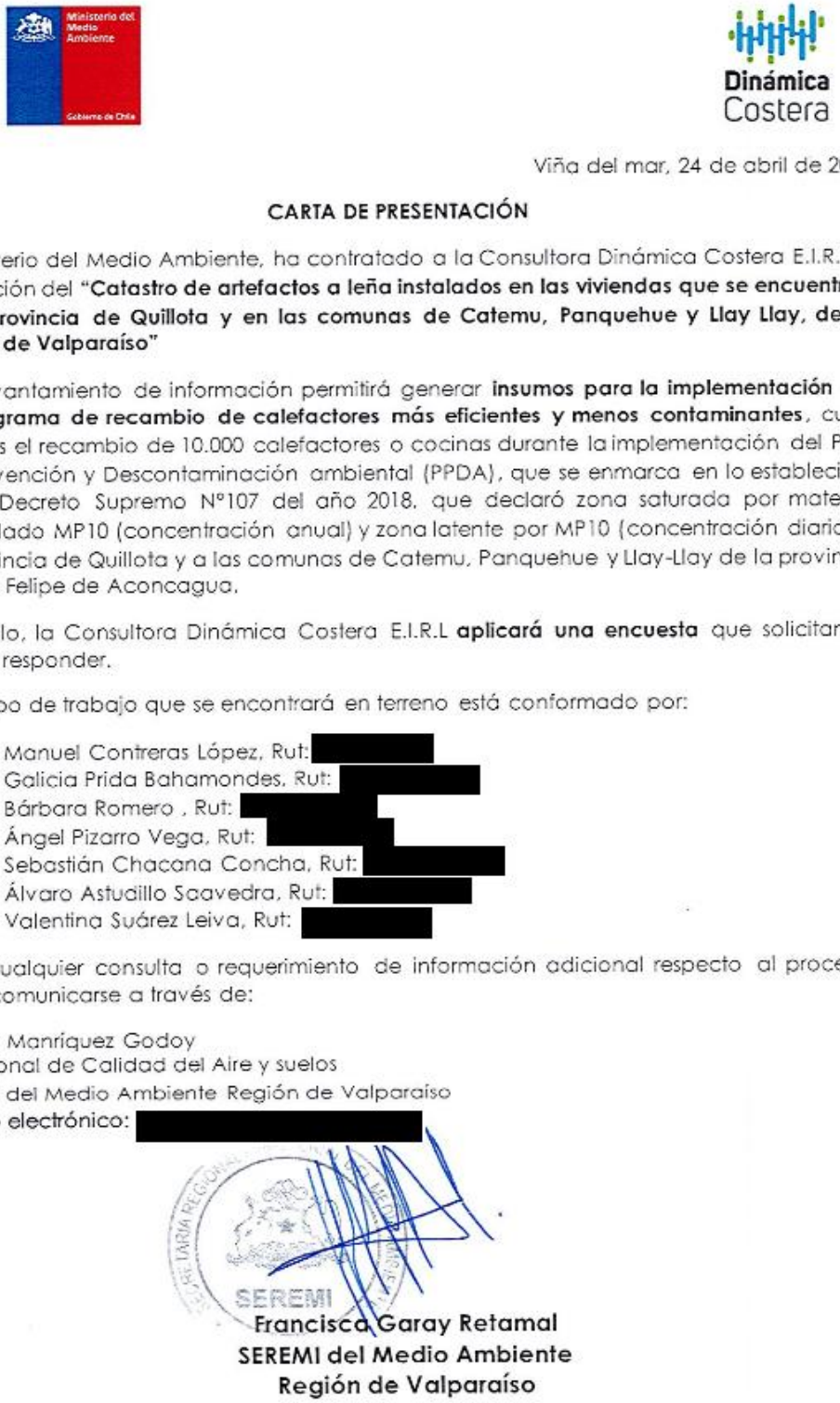
Figura 7. Afiches confeccionados para la difusión de la encuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, para que los encuestadores puedan identificarse adecuadamente, se solicitó además a la SEREMI de Valparaíso una carta de presentación de la actividad (Figura 8).

Figura 8. Carta de presentación.



Viña del mar, 24 de abril de 2026

CARTA DE PRESENTACIÓN

El Ministerio del Medio Ambiente, ha contratado a la Consultora Dinámica Costera E.I.R.L la realización del **"Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso"**

Este levantamiento de información permitirá generar **insumos para la implementación de un programa de recambio de calefactores más eficientes y menos contaminantes**, cuya meta es el recambio de 10.000 calefactores o cocinas durante la implementación del Plan de Prevención y Descontaminación ambiental (PPDA), que se enmarca en lo establecido por el Decreto Supremo N°107 del año 2018, que declaró zona saturada por material particulado MP10 (concentración anual) y zona latente por MP10 (concentración diaria) a la provincia de Quillota y a las comunas de Catemu, Panquehue y Llay-Llay de la provincia de San Felipe de Aconcagua.

Para ello, la Consultora Dinámica Costera E.I.R.L **aplicará una encuesta** que solicitamos pueda responder.

El equipo de trabajo que se encontrará en terreno está conformado por:

- Manuel Contreras López, Rut: [redacted]
- Galicia Prida Bahamondes, Rut: [redacted]
- Bárbara Romero , Rut: [redacted]
- Ángel Pizarro Vega, Rut: [redacted]
- Sebastián Chacana Concha, Rut: [redacted]
- Álvaro Astudillo Saavedra, Rut: [redacted]
- Valentina Suárez Leiva, Rut: [redacted]

Ante cualquier consulta o requerimiento de información adicional respecto al proceso, favor comunicarse a través de:

Valeria Manríquez Godoy
Profesional de Calidad del Aire y suelos
SEREMI del Medio Ambiente Región de Valparaíso
Correo electrónico: [redacted]

SEREMI
Francisca Garay Retamal
SEREMI del Medio Ambiente
Región de Valparaíso

Fuente: SEREMI MMA Región de Valparaíso.

Las campañas de terreno se programaron de acuerdo al cronograma presentado en la Tabla 6. Dicho cronograma considera la planificación secuencial de las actividades, comenzando con el trabajo de gabinete y continuando posteriormente con las actividades de levantamiento de información en terreno, teniendo en cuenta el esfuerzo de 3 encuestadores por día de terreno y la distribución de viviendas a encuestar por comuna en sectores urbanos y rurales (estimados en la Tabla 5).

Tabla 5: Estimación número de días de campañas de terreno para levantar mínimo de encuestas establecidas.

Comuna	Número de campañas (días) estimados en el sector Urbano	Número de campañas (días) estimados en el sector Rural	Total de días de campaña	Total de semanas de campaña
Quillota	1	2	3	1
La Calera	2	3	5	2
La Cruz	2	2	4	1
Nogales	1	2	3	1
Hijuelas	2	2	4	1
Panquehue	4	3	7	2
Catemu	3	3	6	2
Llay Llay	1	2	3	1

Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de las campañas fue definida considerando criterios logísticos y de eficiencia en el trabajo de campo. En primer lugar, se iniciará el levantamiento de información en las comunas pertenecientes a la provincia de Quillota, priorizando aquellas que presentan mayor cantidad de viviendas. Posteriormente, se continuarán con las comunas de la provincia de San Felipe de Aconcagua, manteniendo la misma lógica de priorización.

Durante cada semana se destinarán entre tres a cuatro días para el levantamiento de información en terreno. Sin embargo, debido a que se deben realizar terrenos separados en sectores urbanos y rurales, el número efectivo de campañas (días) requeridos con respecto a la estimación teórica de 30 campañas, sube a 37. Por último, para asegurar que se cumple efectivamente con los mínimos calculados para cada sector urbano / rural por comuna, se procura levantar un 10% adicional de encuestas en cada comuna. Todo esto se traduce en un total estimado de entre 41 a 44 días de trabajo de campo. Este número de jornadas podrá variar dependiendo del avance en la aplicación de las encuestas., lo que se observa en la Tabla 10, en la sección 1.5 ("Terrenos aplicación de encuestas").

Tabla 6: Propuesta de cronograma de campañas de terreno a las 8 comunas.

Actividades	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trabajo de escritorio															
Quillota															
La Calera															
La Cruz															
Nogales															
Hijuelas															
Panquehue															
Catemu															
Llay Llay															
Cierre de Encuestas															

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Generar, sistematizar y georreferenciar un catastro consolidado de artefactos

3.2.1 Integración y sistematización de datos

Una vez finalizada la campaña de terreno en las ocho comunas incluidas en el área del plan, la información recopilada fue procesada, sistematizada y analizada con el objetivo de obtener resultados consistentes y comparables. Para ello, se realizaron los siguientes procedimientos:

1. El primer lugar, todas las encuestas aplicadas en terreno fueron digitalizadas/escaneadas, con el fin de contar con el respaldo digital de las encuestas. Estos archivos fueron organizados y almacenados en carpetas diferenciadas por comuna, lo que permitió facilitar la revisión de dichos documentos.
2. Posteriormente, la información contenida en las encuestas fue traspasada a una planilla Excel. En esta base de datos se incorporaron los metadatos asociados a cada encuesta, tales como: Way Point (WP) de la vivienda, n° de encuesta, fecha de aplicación, nombre o código del encuestador, N° de integrantes, N° de pisos de la vivienda, estimación del tamaño de la vivienda (metros cuadrados), materialidad de la vivienda, tipología y estado de la vivienda, año o fecha de instalación del artefacto, origen de leña utilizada, patrones de consumo de energía y combustibles, percepción de los usuarios respecto a los sistemas de calefacción, sector (urbano o rural), comuna, dirección, entre otros antecedentes recopilados en la encuesta. De esta manera, se sistematizará la totalidad de la información levantada en terreno.
3. Una vez completado el proceso de digitalización y validación de la base de datos, se procedió al análisis de información. Para ello, se elaboraron tablas de resumen, gráficos y cuadros comparativos que permiten visualizar los resultados obtenidos, considerando distintos niveles de análisis, tales como, área urbana y rural, por comuna y para el total del área de estudio.
4. Adicionalmente, la planilla Excel con la información de las encuestas, fue vinculada con los Way Point (WP) registrados para cada vivienda encuestada, lo que permite disponer de la información de manera georreferenciada y facilitar su posterior análisis espacial.
5. Finalmente, se elaboró un manual metodológico que describe en detalle el procedimiento utilizado para el procesamiento, sistematización y análisis de la información. Este Manual incluye la explicación de la estructura de la base de datos en Excel, los criterios utilizados para la obtención de los resultados y la interpretación de estos, con el propósito de asegurar que la información pueda ser utilizada, comprendida y actualizada adecuadamente en futuras instancias.

La información recopilada fue sistematizada y analizada mediante herramientas de procesamiento y análisis de datos en planillas Excel (Figura 9), permitiendo la elaboración de tablas de frecuencia, porcentajes y gráficos descriptivos, facilitando la identificación de tendencias y patrones dentro de las respuestas obtenidas.

Figura 9. Base de Datos de Excel de La Calera.

Fecha	N° Encuesta	Dirección vivienda	Sector	Tipo de vivienda	Número de pisos de la vivienda	Tamaño aproximado de la vivienda	Material predominante de la vivienda	Estado general de la vivienda	N° Chimeneas	Humo visible
08-05-2026	1	Avenida 21 de mayo # 2020	Urbano	Casa	2	70 a 100 metros cuadrado	Hormigón armado	Buen estado	1	no
08-05-2026	2	El Tabo SN	Urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	3	El Quisco #2032	Urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	4	El Quisco #1976	Urbano	Casa	2	70 a 100 metros cuadrado	Hormigón armado	Buen estado	1	no
08-05-2026	5	El Quisco #1977	urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	6	El Quisco #42	Urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Hormigón armado	Buen estado	1	no
08-05-2026	7	Cajón guerra	Urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	8	El Tabo #1927	urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	abique Forrado por ambas caras (madera o acero	Buen estado	1	no
08-05-2026	9	Avenida 21 de mayo #2006	Urbano	Casa	2	más de 100 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	10	El Libertador SN	Urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	11	Libertad #1871	Urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	12	Pasaje 1 #2034	Urbano	Casa	2	70 a 100 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	13	Pasaje 3 #493	Urbano	Casa	2	70 a 100 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
08-05-2026	14	Libertad #445	Urbano	Casa	2	más de 100 metros cuadrado	adobe, barro, pirca,quincha u otro material artesan	Regular	1	no
11-05-2026	15	Pasaje dos # 57	Urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	16	Pasaje dos #79	Urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Hormigón armado	Buen estado	1	no
11-05-2026	17	Pasaje dos #727	Urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	abique Forrado por ambas caras (madera o acero	Buen estado	1	no
11-05-2026	18	Pasaje dos #738	urbano	casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	19	Pasaje dos #762	urbano	Casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	20	Calle 3 #87	urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	21	Calle 3 #83	urbano	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	22	Irma Vega #1593 A	Rural	Casa	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	23	Irma Vega #1593B	Rural	casa	1	Entre 35 y 70 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	24	Calle Principal #43	Rural	casa	2	70 a 100 metros cuadrado	Albañilería (bloque de cemento, ladrillo o piedra)	Buen estado	1	no
11-05-2026	25	F-300 #1494B	Rural	no responde	2	Entre 35 y 70 metros cuadrado	abique Forrado por ambas caras (madera o acero	Buen estado	1	no

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo de las variables levantadas, considerando las distintas dimensiones abordadas en el instrumento de encuesta, tales como:

- Características habitacionales y constructivas.
- Composición sociodemográfica de los hogares.
- Condiciones de eficiencia térmica.
- Sistemas de calefacción utilizados y uso de combustibles.
- Tipos de combustibles y costos.

Para las variables con respuestas múltiples, el análisis fue realizado considerando el número de menciones registradas, permitiendo representar adecuadamente la diversidad de prácticas, tecnologías o alternativas declaradas por las personas encuestadas, por lo que en algunos casos los totales pueden superar el número total de viviendas participantes.

Asimismo, los resultados fueron interpretados considerando la relación existente entre las condiciones constructivas de las viviendas, los hábitos de calefacción, las prácticas de abastecimiento de combustible y los requerimientos energéticos de los hogares. Este análisis permitió identificar aspectos relevantes asociados al confort térmico, eficiencia energética, consumo residencial de combustibles y posibles brechas u oportunidades de mejora.

Finalmente, la información fue organizada y presentada mediante tablas, figuras y análisis narrativos, permitiendo generar una caracterización integral de las viviendas encuestadas y entregar antecedentes técnicos para la formulación de futuras acciones relacionadas con eficiencia energética y calefacción residencial.

3.2.2 Clasificación y análisis preliminar de los artefactos

Una vez procesada y sistematizada la información obtenida durante el levantamiento en terreno, se procedió a la clasificación y análisis preliminar de los artefactos de calefacción identificados en las viviendas encuestadas en las ocho comunas.

En primer lugar, los artefactos registrados fueron clasificados según su tipología, considerando categorías tales como salamandra, estufa a leña (Con cámara simple o con templador), cocina a leña, Estufa a pellet, hechizo, chimenea, entre otro artefacto. Esta clasificación permitió ordenar la información y facilitar su posterior análisis.

Se realizaron análisis con variables complementarias asociadas a los artefactos, tales como el año o fecha de instalación, estado del equipo, tipo de combustible utilizado, periodo del año que lo utiliza. Este análisis permitió identificar tendencias generales respecto al uso de sistemas de calefacción en las viviendas del área de estudio.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron sintetizados mediante tablas, cuadros y gráficos comparativos, los cuales permiten identificar similitudes y/o diferencias entre comunas y entre áreas urbanas y rurales, generando una caracterización del uso de artefactos de calefacción.

3.2.3 Georreferenciación de artefactos

Se sistematizó, representó y analizó la información espacial del proyecto, a partir de la construcción de un Geopackage (.gpkg)1 de QGIS, que es un software de licencia abierta, lo que permite el acceso de información sin la necesidad de contar con licencia previa. Así, se cumple con los requerimientos establecidos por el MMA sobre los metadatos del SIG (Anexo E: Metadatos).

En primera instancia, se establecieron las características técnicas básicas para la construcción de las capas vectoriales y ráster que componen el Geopackage, las cuales se señalan a continuación:

- Sistema de Coordenadas: Geográficas (latitud y longitud).
- Datum: WGS 84/ UTM zone 19S o 18S según corresponda
- Metadatos: Elaborados en base a Norma ISO 19.115.
- Escala: Según sea requerida en cada área de trabajo.
- Las georreferenciaciones de los artefactos se entregan en formato KMZ y geoJSON.

A partir de estas consideraciones, la información fue sistematizada manteniendo un lenguaje común, lo que permite su interacción con otras bases de datos, independientes del software de análisis espacial que se utilice. En tanto, para la elaboración de los archivos digitales que conforman el Geopackage, se consideraron para la elaboración de los respectivos metadatos (Tabla 7), los elementos mínimos requerido en la Norma ISO 19.115.

Tabla 7: Formato del diccionario de datos a elaborar para cada nueva cobertura.

Nombre del Campo	Significado del atributo
Título	
Autor	Se refiere a la institución que ha elaborado la información
Palabras claves	Se refiere a la clasificación del metadato (palabras desagregadas de los conceptos que dispone el CEDOC del ministerio)
Descripción	Breve resumen del recurso en cuestión
Editor	Se refiere a la institución que ha elaborado la información
Créditos	Se refiere a la organización que haya contribuido intelectualmente a la creación del recurso
Fecha	Se refiere a la fecha en que finalizó la elaboración del recurso
Tipo de recurso	Se refiere al tipo de recurso en este caso (base de datos, mapas)

[1] Base de datos que contiene la información georreferenciada del proyecto y está asociada a la elaboración de la cartografía que se genere durante la consultoría.

Nombre del Campo	Significado del atributo
Formato	PDF
Fuente	Fuentes relevantes de la información en caso de ser muchas se usará "ver referencias en el recurso"
Idioma	Español
Información de agregación	Para asociar el recurso con otro que lo complemente
Cobertura	Se refiere al lugar, región o país que se asocia con el contenido del recurso
Restricciones	A consignar
Descripción	Imagen asociada al recurso de la ficha de metadatos

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior y una vez ingresados las capas de información al Geopackage, cada capa de información vectorial contiene en su interior una tabla de atributos con toda la información recibida, adaptada y/o levantada. La información entregada por la contraparte o adquirida por fuentes externas fue adaptada según los fines de la consultoría, es decir, se suprimió información que no sea considerada en el desarrollo de los distintos objetivos, y se sumaron nuevos datos dentro de las mismas capas. Con relación a las nuevas capas generadas durante el proyecto, las tablas de atributos contienen los elementos mostrados en la Tabla 8 para su identificación.

Tabla 8: Estructura base de la tabla de atributos.

ID	Número identificador para cada elemento.
Shape*	Tipo de capa vectorial (punto, polígono o línea)
Point X	Longitud del punto (cuando corresponda)
Point Y	Latitud del punto (cuando corresponda)

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a los mapas generados con las coberturas entregadas por la contraparte como aquellas generadas por el equipo consultor, estos fueron elaborados a partir del formato editable QGZ de QGIS y entregados en formato KMZ. A través de la entrega de estos archivos los futuros usuarios podrán realizar ediciones o nuevas composiciones de acuerdo con sus necesidades. Las capas utilizadas en los respectivos archivos editables se encuentran vinculadas directamente al Geopackage, por lo cual, con sólo abrir el archivo y vincular esta base de datos espaciales se comienzan a vincular igualmente las capas. En cuanto a cada archivo QGZ generado, se entregó un catálogo que contiene cada una de las coberturas que lo componen, tal y como se indica en la Tabla 9 en formato Excel. De esta forma es posible, sin necesidad de abrir el proyecto, identificar qué capas se están utilizando, además de la escala y el alcance territorial.

Tabla 9: Catálogo de información entregable para cada proyecto. QGZ.

Catálogo Proyecto .QGZ	Nombre del archivo .QGZ	Corresponde al nombre que tiene el archivo .QGZ que genera el mapa asociado al cual se hace referencia.
	Nombre de la cobertura (.shp) & año de creación	Corresponde al nombre de la cobertura a la cual se hace mención en la construcción del .QGZ
	Nombre	Corresponde al nombre de fantasía que posee la cobertura a la cual se hace mención en la construcción del .QGZ.
	Fuente	Corresponde al organismo que facilita y/o elabora la capa de información a la cual se hace referencia.
	Escala	Corresponde a la escala de elaboración de la capa a la cual se hace referencia.
	Alcance territorial	Corresponde al tipo de unidad territorial analizada: nacional, regional, comunal
	Código del alcance territorial	Códigos oficialmente utilizados por cada comuna o región, según corresponda.

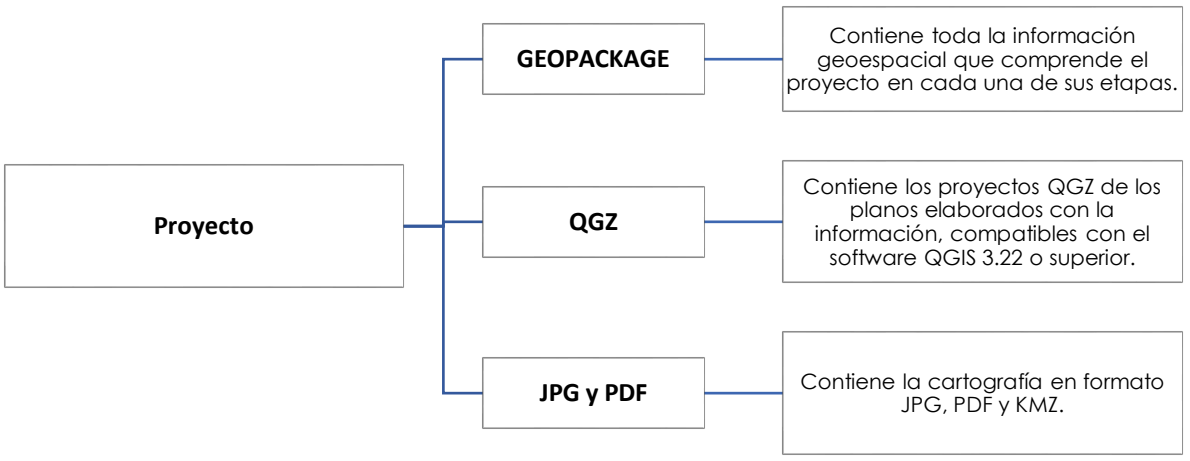
Fuente: Elaboración propia.

Con la información contenida en el Geopackage se elaboró la cartografía oficial para cada fase del proyecto, con objeto de georreferenciar todos los componentes necesarios. La construcción de la cartografía se realizó en base a una planilla tamaño A0 y escala de salida estándar.

La información inicial fue recopilada de las bases de datos existentes en los diversos servicios que fueron consultados y los resultados complementarios fueron elaborados por el equipo consultor.

Finalmente, se presenta el siguiente esquema que presenta el flujo de información del SIG (Figura 10) a través de la consultoría desde que se colectan los datos hasta que se genera la cartografía final del proyecto.

Figura 10: Flujo de información del SIG del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Identificación de artefactos de alto impacto

Para la detección e identificación de los artefactos de alto impacto, es decir, aquellos que generan mayores emisiones de contaminantes atmosféricos, tales como, hechizos, chimeneas abiertas, artefactos de cámara simple, salamandras, entre otros; es fueron georreferenciados utilizando los Way Point (WP) registrados mediante GPS durante el levantamiento en terreno.

Cada WP contiene dentro de sus atributos la información obtenida de las encuestas aplicadas a las viviendas, lo que permite realizar consultas y filtros según distintas variables, tales como tipo de artefacto, comuna, área urbana o rural, antigüedad del equipo, tipo de combustible utilizado.

A partir de esta información se generó una capa vectorial específica que contiene únicamente los artefactos clasificados como de alto impacto, lo que permite elaborar una cartografía con la distribución espacial de estos artefactos en el área de estudio.

Finalmente, los resultados obtenidos de este análisis fueron representados por mapas temáticos, tablas y gráficos que permiten identificar y caracterizar la distribución territorial de los artefactos de alto impacto; lo que facilitará la detección de posibles áreas prioritarias para la aplicación del recambio de calefactores.

3.2.5 Catastro consolidado y reporte técnico

Una vez finalizadas las etapas de levantamiento, procesamiento y análisis de la información, se procedió a la elaboración del catastro consolidado de artefactos de calefacción identificados en las viviendas del área de estudio.

Este catastro integra la totalidad de la información recopilada durante el proceso de encuestas, incorporando los antecedentes sistematizados en la base de datos junto con su correspondiente georreferenciación. De esta manera, se dispone de un registro estructurado que permita identificar la distribución de los distintos tipos de artefactos por comuna, sector urbano y rural.

Asimismo, se elaboró un reporte técnico para cada una de las 8 comunas, que presenta de manera sintética los principales resultados del estudio. Estos documentos incluyen la descripción del objetivo del estudio y de la metodología utilizada, detallando las etapas del trabajo de gabinete, campañas de terreno, procesamiento y sistematización de las encuestas, así como el proceso de georreferenciación de la información levantada.

En la sección de los resultados se presenta la clasificación de los artefactos identificados, considerando su distribución por sector urbano y rural, por comuna y para el total del área de estudio. Toda información obtenida de las encuestas, fueron cruzadas para obtener diferentes variables que influyen en las emisiones. Asimismo, la información recopilada a través de las encuestas fue analizada mediante el cruce de variables relevantes que permitan identificar factores asociados al uso de los distintos artefactos de calefacción y las emisiones que generan.

Los resultados fueron representados mediante gráficos, tablas y cartografía, permitiendo la facilitación de la interpretación de la información obtenida. Finalmente, cada reporte técnico incluye las principales conclusiones del estudio para la comuna en particular.

3.3 Actividad 4: Presentación de los resultados del estudio

Se realizó una reunión de presentación de cada uno de los informes entregados a la contraparte técnica. La Primera reunión de presentación correspondió a la entrega del Informe de Avance, en el cual se expuso el detalle del proceso de levantamiento de información, procesamiento y sistematización de las encuestas realizadas aplicadas en las ocho comunas.

La segunda reunión correspondió a la presentación del Informe Final, donde se expuso el desarrollo completo de los objetivos y actividades comprendidas en la consultoría, incluyendo los resultados obtenidos, el análisis de la información, la cartografía elaborada y las conclusiones del estudio.

Finalmente, se programó y realizó un webinar dirigido a los profesionales de las 8 municipalidades de las comunas involucradas. Este webinar contó con la presencia de la SEREMI de Medio Ambiente de la Región de Valparaíso, y se presentaron los principales resultados de la consultoría.

4 GESTIÓN DEL PROYECTO

4.1 Actividad 1: Reunión de inicio y presentación del plan de trabajo

A través del Jefe de Proyecto y la Coordinadora del Proyecto, se ha sostenido una comunicación permanente con la contraparte. Esto se materializó con una reunión inicial y una coordinación quincenal con la contraparte. En el "Anexo A: Respaldo Reuniones" (sección 10.1) se encuentran las actas de cada una de las reuniones realizadas. En la reunión inicial se realizaron las siguientes actividades:

- Presentar los profesionales del equipo consultor y la contraparte.
- Revisar los objetivos, alcances y metodología.
- Revisar las fechas y calendarizar reuniones de coordinación, entrega de informes, talleres, terrenos y productos.
- Concordar mecanismos de comunicación.
- Identificar eventuales insumos para la consultoría.

Las reuniones de coordinación quincenal con la contraparte, tienen como propósito reportar los avances y atender diferentes aspectos que se presenten durante el desarrollo de la consultoría.

Se fijaron además reuniones con cada uno de los municipios involucrados. Las actas de estas reuniones, también se encuentran en el "Anexo B: Respaldo Reuniones" (sección 8.2).

4.2 Terrenos aplicación de encuestas

En la Tabla 10 se presenta el detalle de las campañas de aplicación de encuestas realizadas hasta el 12 de junio de 2026, información que permite dar cuenta del avance del trabajo en terreno y de la cobertura alcanzada durante el proceso de levantamiento de información.

Tabla 10. Tabla resumen de todas las campañas realizadas hasta el 12 de junio.

N	Fecha	Comuna	Nº Encuestas Aplicadas	Encuestadores	Observación
1	24-04-2026	Quillota	14	Bárbara Romero, Valentina Suárez, Ángel Pizarro, Galicia Prida	Área urbana
2	28-04-2026	Quillota	6	Sebastián Chacana, Bárbara, Galicia Prida	Área urbana y rural
3	29-04-2026	Quillota	10	Bárbara Romero, Valentina Suárez, Sebastián Chacana, Galicia Prida	Área urbana - rural
4	30-04-2026	Quillota	10	Bárbara Romero, Sebastián Chacana, Galicia Prida	Área rural
5	05-05-2026	Quillota	16	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Área rural + Hito comunicacional
6	08-05-2026	Quillota	9	Galicia Prida, Ángel Pizarro, Sebastián Chacana	Área urbana - rural
7	08-05-2026	La Calera	14	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Sebastián Chacana	Área urbana
8	11-05-2026	La Calera	23	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Sebastián Chacana-Bárbara, Bárbara Romero	Área urbana y área rural
9	15-05-2026	La Calera	7	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Valentina Suárez	Área rural

N	Fecha	Comuna	Nº Encuestas Aplicadas	Encuestadores	Observación
10	19-05-2026	La Calera	18	Galicia Prida, Sebastián Chacana, Bárbara Romero	Área rural y urbana
11	20-05-2026	La Calera	11	Galicia Prida - Álvaro Astudillo	Área rural
12	22-05-2026	La Calera	6	Galicia Prida	Área rural
13	22-05-2026	La Cruz	7	Galicia Prida	Área urbana
14	25-05-2026	La Cruz	13	Galicia Prida-Sebastián Chacana	Área urbana
15	26-05-2026	La Cruz	12	Galicia Prida - Bárbara Romero	Área urbana y rural
16	27-05-2026	La Cruz	14	Galicia Prida - Bárbara Romero	Área urbana y rural
17	28-05-2026	La Cruz	15	Galicia Prida	Área urbana y rural
18	09-06-2026	La Cruz	6	Galicia Prida-Bárbara Romero- Ángel Pizarro	Área rural
19	29-05-2026	Nogales	26	Galicia Prida -Álvaro Astudillo	Área urbana y rural
20	05-06-2026	Nogales	23	Galicia Prida-Valentina Suarez	Área urbana
21	09-06-2026	Nogales	20	Galicia Prida - Bárbara Romero - Ángel Pizarro	Área urbana y rural
22	11-06-2026	Nogales	28	Galicia Prida - Bárbara Romero-Sebastián Chacana	Área rural
23	12-06-2026	Hijuelas	22	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Ángel Pizarro	Área urbana. En Anexo se cuentan 24 encuestas, pero una corresponde a un artefacto fuera de uso y un artefacto a pellet
24	23-06-2026	La Cruz	3	Galicia Prida	Área rural
25	09-07-2026	Hijuelas	22	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Ángel Pizarro	Área urbana
26	14-07-2026	Hijuelas	13	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Área rural
27	15-07-2026	Hijuelas	24	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Área rural
28	22-07-2026	Hijuelas	10	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Área rural
29	22-07-2026	Catemu	17	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Área rural
30	23-07-2026	La Cruz	5	Galicia Prida	Área rural
31	03-08-2026	Catemu	34	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Ángel Pizarro – Sebastián Chacana	Área rural
32	04-08-2026	Llay Llay	56	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Ángel Pizarro – Sebastián Chacana	Área rural y urbana
33	05-08-2026	Llay Llay	26	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Sebastián Chacana	Área rural y urbana
34	05-08-2026	Panquehue	17	Ángel Pizarro- Camila Pizarro	Área rural
35	05-08-2026	Catemu	33	Galicia Prida - Álvaro Astudillo – Sebastián Chacana- Ángel Pizarro- Camila Pizarro	Área urbana
36	06-08-2026	Panquehue	52	Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro- Camila Pizarro	Área urbana y rural
37	07-08-2027	Panquehue	38	Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro- Camila Pizarro	Área urbana
38	07-08-2027	Catemu	14	Galicia Prida	Área urbana

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Progreso de la Consultoría

En la carta Gantt de la Tabla 11 muestra el avance de las actividades realizadas y la secuencia de cada una de ellas en el plazo establecido como duración del proyecto (6 meses, diseño en 24 semanas con propósito de ilustración de avances). Se cumplió con todas las actividades programadas en la semana 22 de la consultoría.

Tabla 11: Carta Gantt de la consultoría. En celeste se señalan las actividades ya finalizadas. Identificaciones profesionales: Manuel Contreras López (MCL), Galicia Prida Bahamondes (GPB), Yisset Rabeiro Rodríguez (YRR), Ángel Pizarro Vega (APV), Francisco Arenas Proaño (FAP), Maureen Serey San Martin (MSSM), Camila Alarcón Pizarro (CAP),

Actividades	Iniciales Profesional Responsable(s)	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24
1. Actividad 1 Comunicación Permanente con la contraparte																									
1.1 Reunión Inicial	MCL																								
1.2 Reuniones de Coordinación mensual	MCL																								
1.3 Elaboración Actas Reuniones	GPB																								
2 Actividad 2																									
2.1 Diseño Muestral	MCL																								
2.2 Metodología Estadística	MCL																								
2.3 Encuesta	MSSM, CAP																								
2.4 Campañas de Terreno	FAP																								
3 Actividad 3																									
3.1 Integración y sistematización de datos	GPB																								
3.2 Clasificación y análisis preliminar de los artefactos	FAP																								
3.3 Georreferenciación de artefactos	YRR																								
3.4 Identificación de artefactos de alto impacto	GPB																								
3.5 Catastro consolidado y reporte técnico	APV																								
4 Actividad 4																									
4.1 Presentación de los resultados del estudio	MCL																								

Fuente: Elaboración propia.

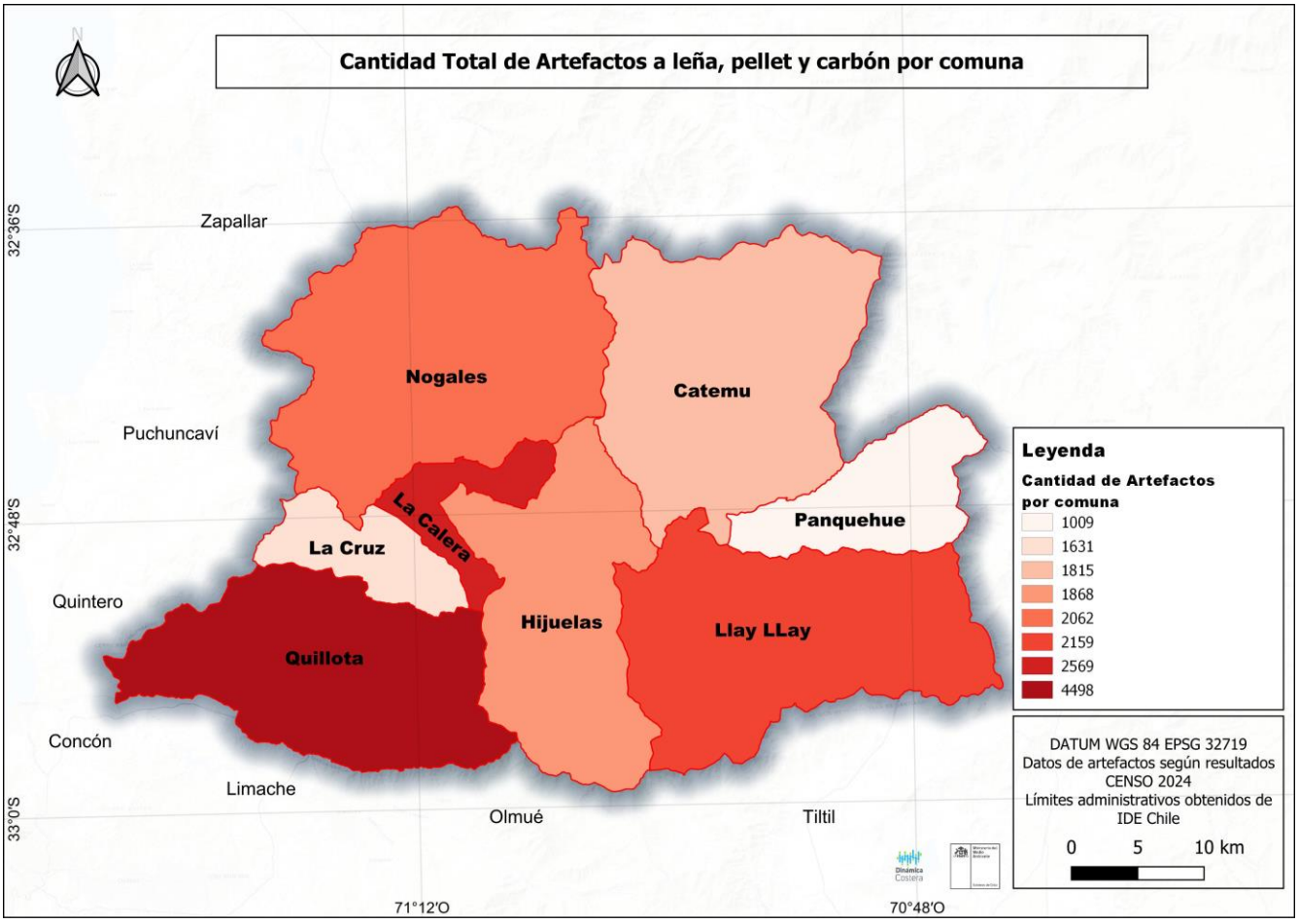
5 RESULTADOS

5.1 Actividad 2: Levantamiento información en terreno

5.1.1 Diseño Muestral

En la Figura 11 presenta la distribución de los artefactos de calefacción a leña, pellet y carbón en las comunas que forman parte del área de estudio.

Figura 11. Distribución de artefactos en el área de estudio

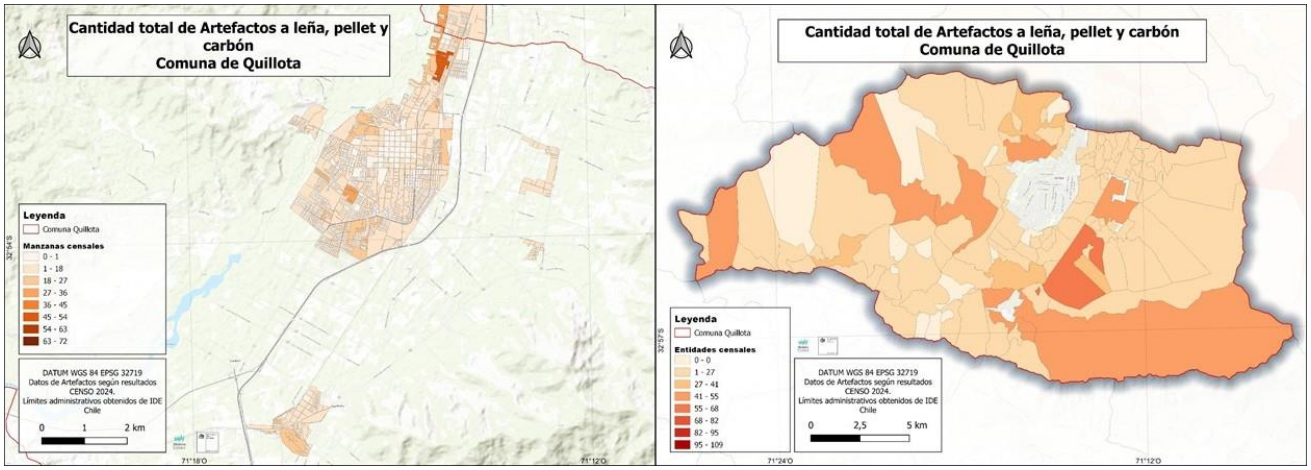


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2024 (INE 2025), de las 37.199 viviendas que se encuentran en la comuna de Quillota, solo 4.498 tienen artefactos de leña, pellet y/o carbón para cocinar o calefacción (Figura 12, Figura 11, Tabla 2). Proporcionalmente las viviendas con este tipo de artefactos se encuentran mayoritariamente en el área de rural de comuna (28,4% de las viviendas rurales tienen un artefacto de leña, mientras que sólo el 9,3% de las viviendas urbanas tienen). Por este motivo, los esfuerzos para levantar encuestas se concentran en la zona rural de la comuna. Así, aun cuando la comuna tiene 31.693 viviendas en la zona urbana, cómo sólo 2.933 de ellas tienen artefactos a leña, se requieren aplicar 16 encuestas en viviendas urbanas para caracterizar adecuadamente

viviendas que cuenten con artefactos a leña (siempre que cuenten con artefactos). Por otro lado, como de las 5.506 viviendas rurales de la comuna, 1.565 cuentan con artefactos a leña, se requieren levantar 40 encuestas en zonas rurales (Tabla 4). La Figura 12 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

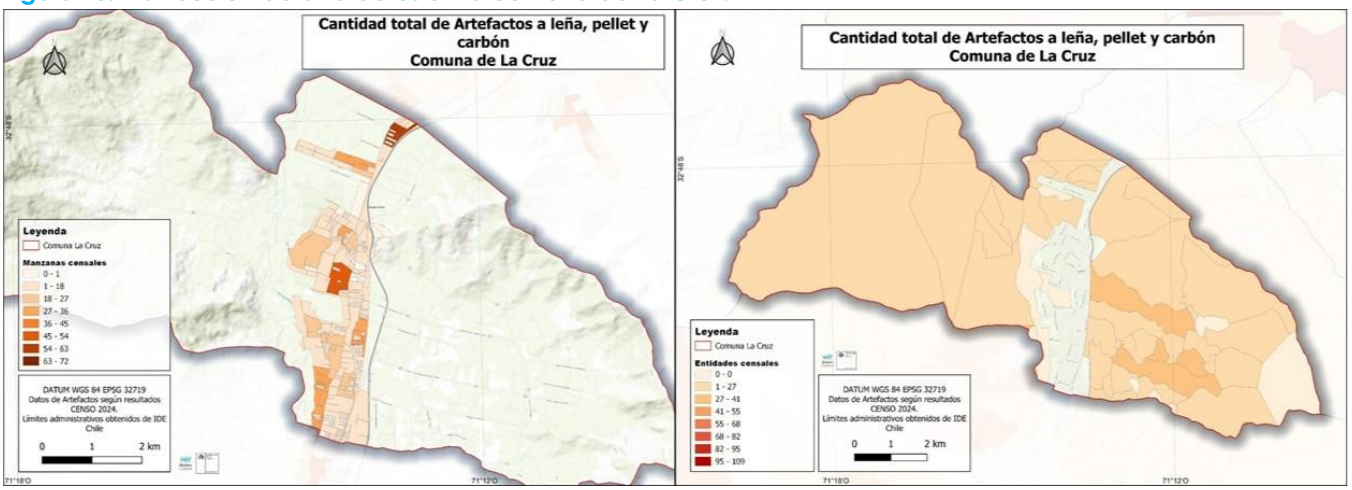
Figura 12: Distribución de artefactos en la comuna de Quillota.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

De forma similar, y nuevamente de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2024 (INE 2025), de las 9.858 viviendas que se encuentran en la comuna de La Cruz, 1.613 tienen artefactos de leña, pellet y/o carbón para cocinar o calefacción (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 14,2% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo que requiere aplicar 24 encuestas Tabla 4); mientras que el 31,8% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere un mínimo de 44 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 13 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

Figura 13: Distribución de artefactos en la comuna de La Cruz.

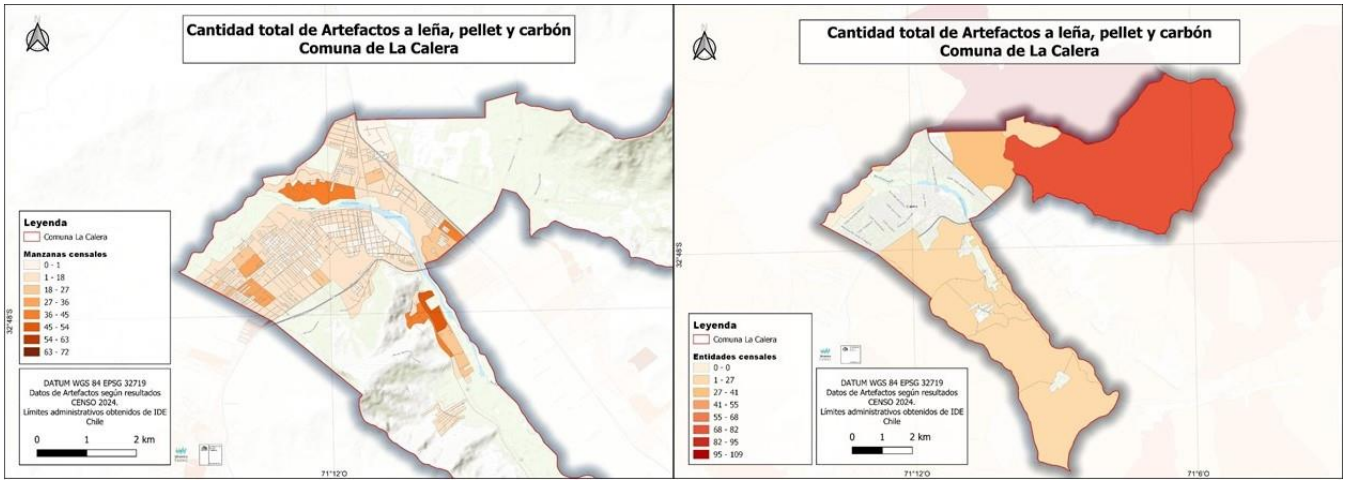


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

En el caso de la comuna de La Calera, de las 19.627 viviendas que se encuentran en la comuna, 2.569 tienen artefactos de leña, pellet y/o carbón para cocinar o calefacción (Figura 14, Figura 11, Tabla 2).

En La Calera, el 12,2% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo que requiere aplicar un mínimo de 21 encuestas (Tabla 4); mientras que el 28,8% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere la aplicación de 43 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos. La Figura 14 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

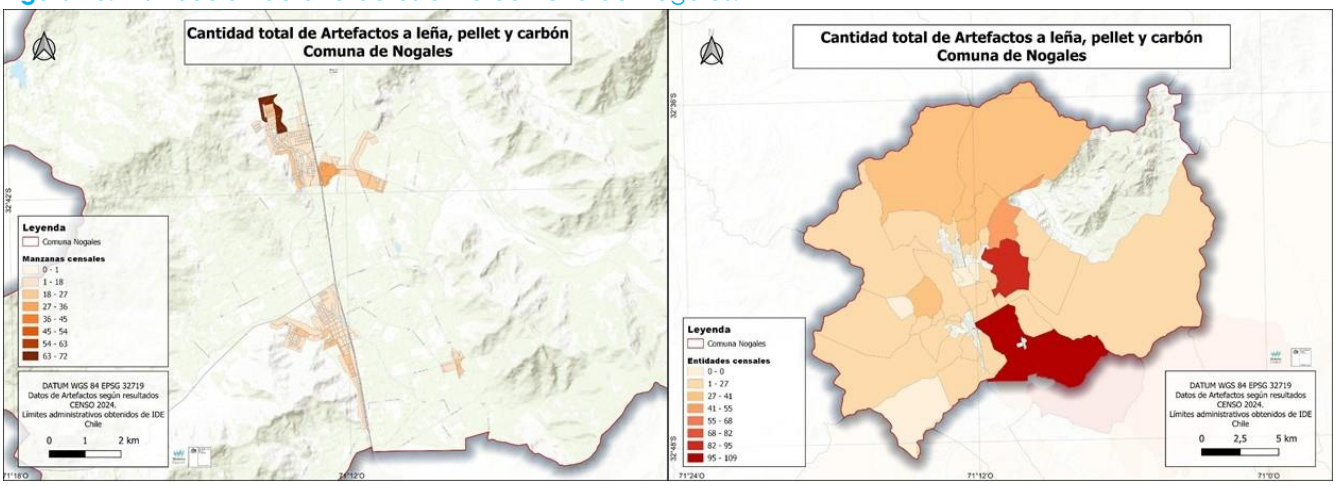
Figura 14: Distribución de artefactos en la comuna de La Calera.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

En el caso de la comuna de Nogales, de las 8.394 viviendas que se encuentran en la comuna, 2.062 tienen artefactos (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 20,7% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo que requiere aplicar 33 encuestas (Tabla 4); mientras que el 38,7% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere un mínimo de 48 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 15 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

Figura 15: Distribución de artefactos en la comuna de Nogales.

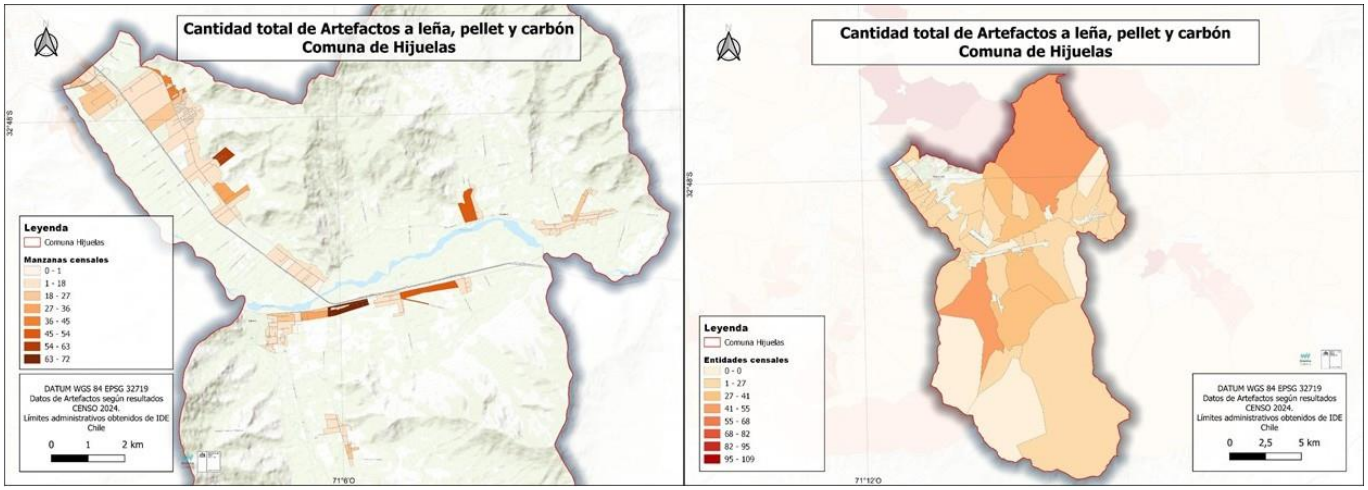


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

Para la comuna de Hijuelas, de las 7.374 viviendas que se encuentran en la comuna, 1.868 tienen artefactos (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 23,2% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo

que requiere aplicar 35 encuestas (Tabla 4); mientras que el 29,7% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere un mínimo de 42 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 16 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

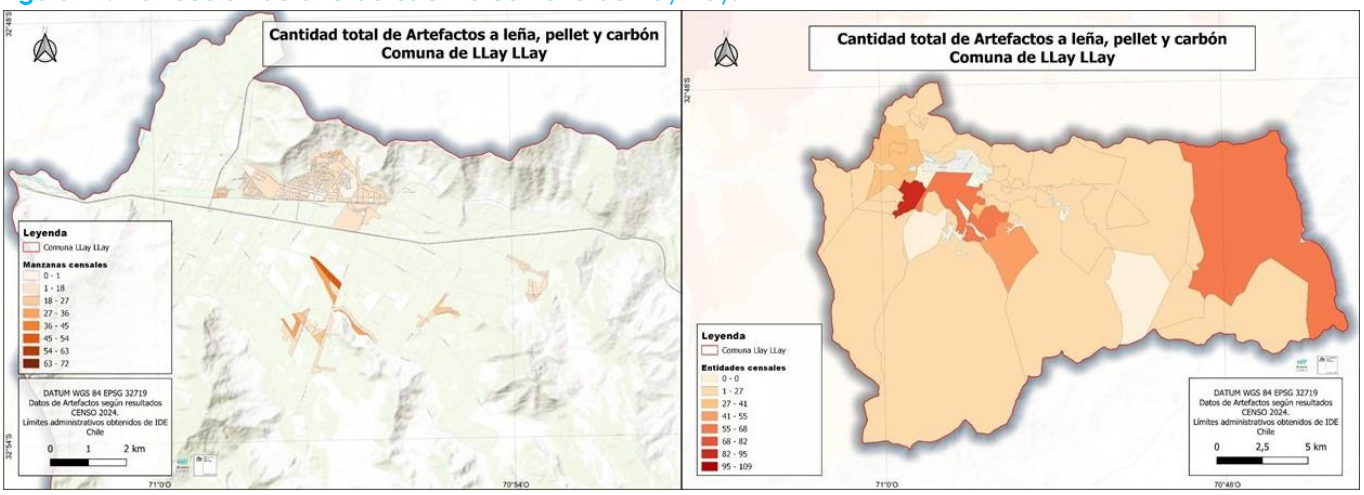
Figura 16: Distribución de artefactos en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

En el caso de la comuna de Llay Llay, de las 10.434 viviendas que se encuentran en la comuna, 2.159 tienen artefactos (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 15,8% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo que requiere aplicar 26 encuestas (Tabla 4); mientras que el 30,2% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, necesitando un mínimo de 42 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 17 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

Figura 17: Distribución de artefactos en la comuna de Llay Llay.

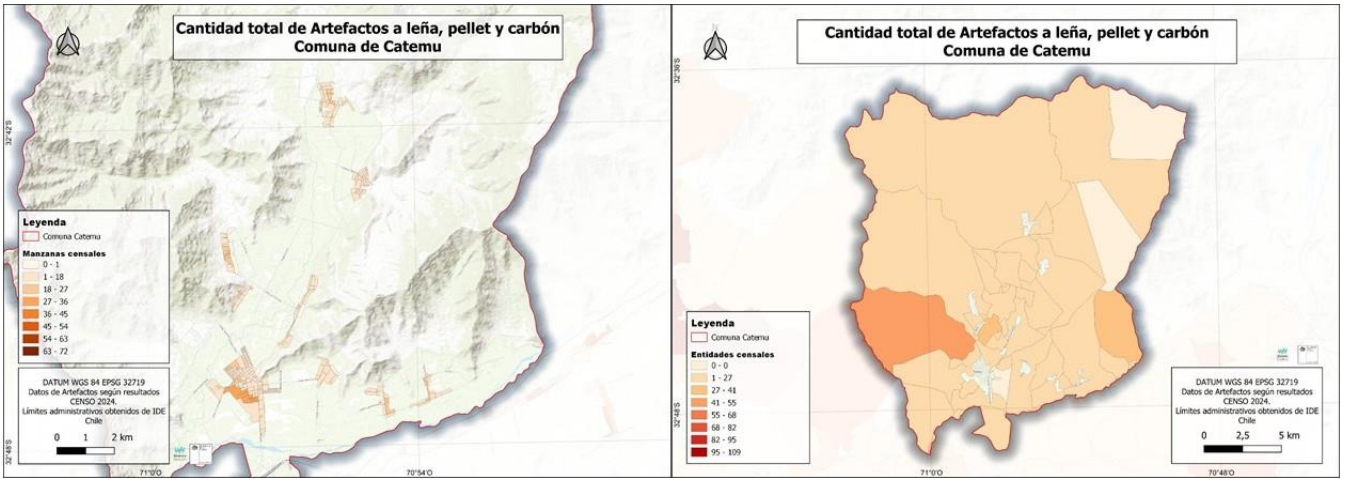


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

Para la comuna de Catemu, de las 5.603 viviendas que se encuentran en la comuna, 1.815 tienen artefactos (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 27,4% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo

que requiere aplicar 39 encuestas (Tabla 4); mientras que el 38,9% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere la aplicación de 48 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 18 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

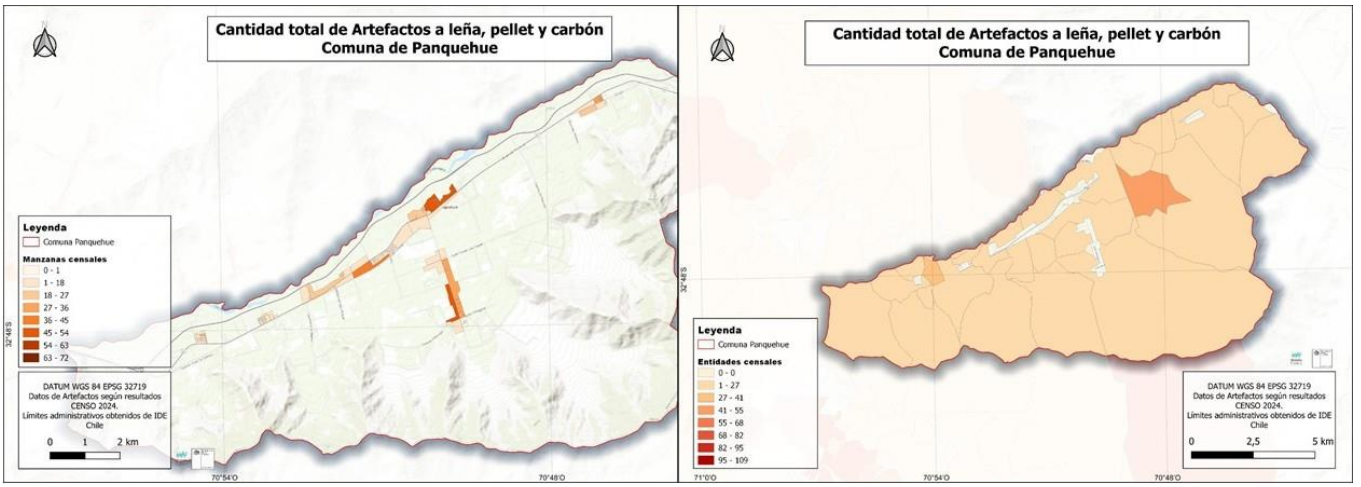
Figura 18: Distribución de artefactos en la comuna de Catemu.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

Por último, en el caso de la comuna de Panquehue, de las 2.862 viviendas que se encuentran en la comuna, 1.009 tienen artefactos (Figura 11, Tabla 2). En este caso, el 33,4% de las viviendas urbanas tienen un artefacto, lo que requiere aplicar 45 encuestas (Tabla 4); mientras que el 36,2% de las viviendas rurales tienen un artefacto a leña, lo que requiere un mínimo de 46 encuestas para caracterizar adecuadamente viviendas que cuenten con artefactos (siempre que cuenten con artefactos). La Figura 19 fue utilizada para definir los cuadrantes donde fueron aplicadas dichas encuestas.

Figura 19: Distribución de artefactos en la comuna de Panquehue.



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2024.

5.1.2 Metodología Estadística

Al momento de cierre de este informe se ha aplicado la metodología estadística propuesta para el análisis a las encuestas levantadas en las ocho comunas parte del área de estudio. Todas las respuestas fueron tabuladas. Los datos nominales fueron ilustrados con gráficos de torta, mientras que los datos ordinales o cuantitativos fueron ilustrados con histogramas.

5.1.3 Encuesta

Al momento de cierre de este informe, se han aplicado un total de 695 encuestas, las que se han realizado en las comunas de Quillota, La Calera, La Cruz, Nogales, Hijuelas, Catemu, Llay Llay y Panquehue. En respaldo de estas encuestas se encuentra en el "Anexo D: Respaldo Encuestas Aplicadas" (sección 8.4).

En la Tabla 12, se presenta la comparación entre el número de encuestas definido en el diseño muestral y las encuestas efectivamente realizadas en terreno. Se observa que, en las comunas de Quillota, La Calera, Nogales, Hijuelas, Catemu, Panquehue y Llay Llay, la cantidad de encuestas aplicadas superó el número establecido en el diseño muestral. En el caso de la comuna de La Cruz, el diseño muestral establecía la realización de 68 encuestas, en terreno se aplicaron 75 encuestas, superando así el número total requerido. No obstante, no fue posible alcanzar el número establecido para el área rural, para la cual contemplaban 44, de las que finalmente se realizaron 38.

Para la delimitación de las áreas urbana y rural de la comuna de La Cruz, considerando que esta no cuenta con un PRC, se utilizó como referencia la información censal del Censo 2024. De esta manera, se consideraron como área urbana la totalidad de las manzanas censales clasificadas como urbanas, mientras que las entidades censales fueron utilizadas para delimitar el área rural.

La extensión del área rural de la comuna y sus características territoriales, asociadas principalmente a viviendas emplazadas en parcelas, dificultaron el cumplimiento de la cantidad de encuestas definida para este sector. Esta situación fue evidenciada durante el levantamiento en terreno, debido a la dispersión de las viviendas y a las dificultades de acceso. Para compensar parcialmente esta diferencia, se realizó un número mayor de encuestas en el área urbana, alcanzándose un total comunal superior al establecido en el diseño muestral.

Tabla 12. Resumen de encuestas realizadas en área urbana y rural.

Comuna	Urbano encuestas	Urbano Muestra	Rural Encuestas	Rural Muestra	Total encuestas	Total Muestra	% Avance Urbano	% Avance Rural	Total
Quillota	24	16	41	40	65	56	150%	103%	116%
La Calera	30	21	48	43	78	64	143%	112%	122%
La Cruz	37	24	38	44	75	68	154%	86%	110%
Nogales	44	33	53	48	97	81	133%	110%	120%
Hijuelas	46	35	47	42	93	77	131%	112%	121%
Catemu	47	39	51	48	98	87	121%	106%	113%
Panquehue	54	45	53	46	107	91	120%	115%	118%
Llay Llay	32	26	50	42	82	68	123%	119%	121%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se presenta el número de fichas del encuestador registradas sin una encuesta asociada, en comparación con el total de encuestas realizadas en cada comuna. Estas fichas corresponden a viviendas en las que se completó el registro previo del encuestador, pero en las que finalmente no fue posible aplicar la encuesta.

Con el propósito de optimizar el trabajo en terreno y evitar un número elevado de fichas sin encuesta asociada, el registro de la ficha del encuestador no se realizó exclusivamente antes del contacto con la vivienda. En algunos casos, esta fue completada previamente a la aplicación de la encuesta, mientras que en otros se registró una vez confirmada la disposición de los residentes a participar, manteniendo el procedimiento de levantamiento de información y reduciendo la generación de registros sin encuesta.

Tabla 13. Resumen de fichas realizadas en comparación a las encuestas.

Comuna	Encuestadas realizadas	Fichas sin encuesta	Porcentaje
Quillota	65	36	55%
La Calera	78	34	44%
Nogales	97	11	11%
Hijuelas	93	15	16%
La Cruz	75	41	55%
Panquehue	107	16	15%
Catemu	98	9	9%
Llay Llay	82	29	35%

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Campañas de Terreno

Al momento de cierre de este informe se han realizado un total de 38 campañas de terreno (los respaldos de realización de estas campañas de encuentran en el "Anexo C: Respaldo Terrenos", sección 10.3), las que han abarcado las comunas de Quillota, La Calera, La Cruz, Nogales e Hijuelas (Figura 20).

Figura 20. Ejemplo del levantamiento de información en terreno y registro fotográfico de una vivienda con ducto visible.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 14 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de Quillota. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron seis visitas a terreno en la comuna de Quillota para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 14. Campañas en terreno en la comuna la Quillota.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Lugar (referencia)	Observaciones
24-04-2026	Viernes	11:00 -19:00	Quillota	Galicia Prida	Bárbara Romero, Valentina Suárez, Ángel Pizarro, Galicia Prida	Av. 21 de mayo/ Calle Los Lúcumos	Área urbana
28-04-2026	Martes	14:00 -19:00	Quillota	Galicia Prida	Sebastián Chacana, Bárbara, Galicia Prida	San Pedro	Área urbana y rural
29-04-2026	Miércoles	11:00-19:00	Quillota	Galicia Prida	Bárbara Romero, Valentina Suárez, Sebastián Chacana, Galicia Prida	Calles 18 de septiembre y Chacabuco. Área rural, sector calle Balmaceda, La Capilla	Área urbana - rural
30-04-2026	Jueves	11:00-19:00	Quillota	Galicia Prida	Bárbara Romero, Sebastián Chacana, Galicia Prida	Sector Los Acacios, Cercano a Facultad de Agronomía PUCV. Sector de San Isidro	Área rural
05-05-2026	Martes	14:00-19:00	Quillota	Galicia Prida	Galicia Prida-Ángel Pizarro	Colmo y Boco	Área rural + Hito comunicacional
08-05-2026	Viernes	11:00 -15:00	Quillota	Galicia Prida	Galicia Prida, Ángel Pizarro, Sebastián Chacana	Av. Juan Bautista - Cerca de San Pedro	Área urbana - rural

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de La Calera. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron seis visitas a terreno en la comuna de La Calera para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 15. Campañas en terreno en la comuna La Calera.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
08-05-2026	Viernes	15:00-19:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Sebastián Chacana	Av. Bernardo O´Higgins, calle Libertad, Chañaral, San Miguel, Manuel Córdoba	Área urbana

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
11-05-2026	Lunes	11:00 - 19:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Sebastián Chacana-Bárbara, Bárbara Romero	José Joaquín Godoy (cerca del complejo deportivo "Sopraval"), Las Américas, Pasaje Juan Godoy, Primero de Mayo), Camilo Henríquez, Sector Pachacamita	Área urbana y área rural
15-05-2026	Viernes	15:00 - 19:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida-Ángel Pizarro-Valentina Suárez	Calle Sta Herminia, Las Mercedes, Camino La Peña, F-309	Área rural
19-05-2026	Martes	11:00 - 18:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida, Sebastián Chacana, Bárbara Romero	Pachacamita - Almirante La Torre	Área rural y urbana
20-05-2026	Miércoles	12:00 - 18:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo	Calle Sta Herminia, Las Mercedes, Camino La Peña, F-309	Área rural
22-05-2026	Viernes	11:00 - 13:00	La Calera	Galicia Prida	Galicia Prida	Sector Pachacama	Área rural

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de La Cruz. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron ocho visitas a terreno en la comuna de La Cruz para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral.

Tabla 16. Campañas en terreno en la comuna La Cruz.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
22-05-2026	Viernes	14:00 - 16:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida	Calle dos y uno	Área urbana
25-05-2026	Lunes	15:00 - 18:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida-Sebastián Chacana	Av. 21 Mayo, Calama, José María Caro, Francisco Bilbao, Caracoles, Bilbao	Área urbana
26-05-2026	Martes	11:00 - 17:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida - Bárbara Romero	Sector Pocochay, Av. 21 Mayo, Condominio Lq Hacienda, Carlos Morales, Av. Santa Cruz	Área urbana y rural
27-05-2026	Miércoles	11:00 - 17:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida - Bárbara Romero	José Santos Molina, Av. Los Olivos, Sector Lo Rojas	Área urbana y rural
28-05-2026	Jueves	11:00 - 17:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida	Sector Pocochay, La Herradura	Área urbana y rural

09-06-2026	Martes	16:00 - 18:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida-Bárbara Romero-Ángel Pizarro	Sector Pocochay, José Santos Molina	Área rural
23-06-2026	Martes	15:00 - 17:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida	Sector Pocochay	Área rural
23-07-2026	Jueves	12:00 - 15:00	La Cruz	Galicia Prida	Galicia Prida	Sector Lo Rojas	Área rural

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de Nogales. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron cuatro visitas a terreno en la comuna de Nogales para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 17. Campañas en terreno en la comuna Nogales.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
29-05-2026	Viernes	10:00 - 16:00	Nogales	Galicia Prida	Galicia Prida – Álvaro Astudillo	Sector La Peña, General Velásquez	Área urbana y rural
05-06-2026	Viernes	11:00 - 16:00	Nogales	Galicia Prida	Galicia Prida-Valentina Suarez	Fundación San José de la Dehesa, Los Cerezos (sector urbano del Melón)	Área urbana
09-06-2026	Martes	11:00 - 16:00	Nogales	Galicia Prida	Galicia Prida - Bárbara Romero - Ángel Pizarro	Pedro Felix Vicuña. F-320	Área urbana y rural
11-06-2026	Jueves	10:00 - 17:00	Nogales	Galicia Prida	Galicia Prida - Bárbara Romero-Sebastián Chacana	Camino La Peña, Sector La Peña, sector el Rosario	Área rural

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de hijuelas. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron cinco visitas a terreno en la comuna de Hijuelas para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 18. Campañas en terreno en la comuna de Hijuelas.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
12-06-2026	Viernes	12:00 - 17:00	Hijuelas	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro	F-321, Eduardo Meins	Área urbana
09-07-2026	Jueves	11:00 - 17:00	Hijuelas	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro	Unión Americana, Villa viveros, F-327	Área urbana
14-07-2026	Martes	14:00 -18:00	Hijuelas	Galicia Prida	Galicia Prida- Ángel Pizarro	Sector Ocoa	Área rural
15-07-2026	Miércoles	10:30 - 18:00	Hijuelas	Galicia Prida	Galicia Prida- Ángel Pizarro	Sector La Febre - Ocoa	Área rural
22-07-2026	Miércoles	10:30 - 12:00	Hijuelas	Galicia Prida	Galicia Prida- Ángel Pizarro	Sector La Sombra	Área rural

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de Catemu. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron cuatro visitas a terreno en la comuna de Catemu para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 19. Campañas en terreno en la comuna de Catemu.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
22-07-2026	Miércoles	13:00 - 17:00	Catemu	Galicia Prida	Galicia Prida- Ángel Pizarro	El Cobre	Sector rural
03-08-2026	Lunes	11:30 - 16:30	Catemu	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro - Sebastián Chacana	El nilhue, Santa Margarita	Sector rural
05-08-2026	Miércoles	15:30 - 18:00	Catemu	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro - Sebastián Chacana - Camila Pizarro	Área urbana	Sector urbano
07-08-2026	Viernes	11:00 - 16:30	Catemu	Galicia Prida	Galicia Prida	Área urbana	Sector urbano

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de Llay Llay. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones

correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron dos visitas a terreno en la comuna de Llay Llay para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 20. Campañas en terreno en la comuna de Llay Llay.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
04-08-2026	Martes	11:30 - 18:00	Llay Llay	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Ángel Pizarro - Sebastián Chacana	Área urbana y sector porvenir	Se realizaron dos grupos de trabajo para abarcar mayor área.
05-08-2026	Miércoles	10:00 - 14:00	Llay Llay	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo- Sebastián Chacana	Áre urbana y sector las palmas	Se realizaron dos grupos de trabajo para abarcar mayor área.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21 se presenta la programación de las campañas de terreno realizadas en la comuna de Panquehue. En ella se detallan las fechas y horarios en que se efectuaron las actividades, el responsable de terreno, el equipo de encuestadores asignado, los sectores visitados y las observaciones correspondientes. Esta planificación permitió organizar el levantamiento de información en sectores urbanos y rurales de la comuna.

En total, se realizaron tres visitas a terreno en la comuna de Panquehue para la aplicación de las encuestas, las que permitieron cubrir el número de encuestas del diseño muestral, tanto en áreas urbanas como rurales.

Tabla 21. Campañas en terreno en la comuna de Panquehue.

Fecha	Día	Horario	Comuna	Responsable terreno	Encuestadores	Sector (referencia)	Observaciones
05-08-2026	Miércoles	10:30 - 14:00	Panquehue	Galicia Prida	Ángel Pizarro - Camila Pizarro	Sector El Escorial	Área rural
06-08-2026	Jueves	11:00 - 17:00	Panquehue	Galicia Prida	Galicia Prida - Álvaro Astudillo-Ángel Pizarro - Camila Pizarro	Sector El Palomar - viña Errázuriz -sector urbano	Área urbana y rural
07-08-2026	Viernes	14:00 -16:30	Panquehue	Galicia Prida	Álvaro Astudillo-Ángel Pizarro - Camila Pizarro	Sector urbano	Área urbana y rural

Fuente: Elaboración propia

5.2 Actividad 3: generar, sistematizar y georreferenciar un catastro consolidado de artefactos

5.2.1 Integración y sistematización de datos

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de encuestas en las viviendas del área de provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la región de Valparaíso (Tabla 22). El análisis considera variables a asociadas a las características de las viviendas, tipologías de artefactos de calefacción, patrones de uso y tipo de combustibles utilizados.

Los resultados se presentan diferenciados por comuna, permitiendo identificar tendencias, similitudes y diferencias territoriales en relación con el uso de artefactos a leña dentro del área de estudio.

Tabla 22. Distribución de viviendas encuestadas según comunas encuestadas de la provincia de Quillota.

Comuna	Cantidad de viviendas encuestadas
Quillota	65
La Calera	78
La Cruz	75
Nogales	97
Hijuelas	93
Catemu	98
Llay LLay	82
Panquehue	107

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Análisis por comuna

A continuación, se presenta el análisis de las ocho comunas donde se aplicaron encuestas.

5.2.2.1 Comuna de Quillota

El trabajo de campo realizado en la comuna de Quillota contempló un enfoque de recolección de datos mixto, aplicado tanto en sectores urbanos como rurales. Esta estrategia combinó la inspección física en terreno con la recolección de antecedentes declarados, orientada a caracterizar las condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas, así como los patrones de consumo energético residencial de la comuna.

En primer lugar, se aplicó una ficha de observación directa en un total de 101 viviendas. Este instrumento permitió catastrar de forma estandarizada las variables habitacionales y constructivas de los inmuebles, así como la presencia visible de sistemas de calefacción y artefactos de combustión mediante la inspección del entorno exterior de las edificaciones.

Complementariamente, en 65 de las viviendas catastradas se aplicó una encuesta a residentes mayores de edad. Mediante esta herramienta se levantó información declarada respecto al tipo de artefactos utilizados, los combustibles empleados, los costos asociados y las prácticas socioculturales vinculadas al uso de la energía en el hogar.

La integración de ambas fuentes de información otorgó un respaldo metodológico sólido al estudio. Por un lado, la caracterización física objetivó las condiciones materiales de la edificación, mientras que los datos declarados por los habitantes permitieron profundizar en la dinámica del consumo energético residencial de la comuna.

5.2.2.1.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Quillota.

Esta sección analiza las condiciones habitacionales y constructivas de la muestra a partir exclusivamente de la información visual y observable registrada en las fichas de las 101 viviendas catastradas en la comuna de Quillota (Tabla 23).

El análisis abarca variables de localización territorial, tipología residencial, tamaño, número de pisos, materialidad predominante, estado general de conservación y elementos visibles vinculados a sistemas de calefacción y combustión (tales como presencia de chimeneas o descargas de humo).

Estos antecedentes permiten establecer una línea base sobre las características físicas del parque habitacional evaluado y analizar su relación con las condiciones de habitabilidad, la eficiencia térmica y las necesidades de calefacción en la comuna.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

Esta variable identifica la distribución territorial de las viviendas, aspecto fundamental para reconocer posibles diferencias en las condiciones habitacionales, patrones de calefacción y uso de combustibles.

Tabla 23. Distribución de las viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Quillota.

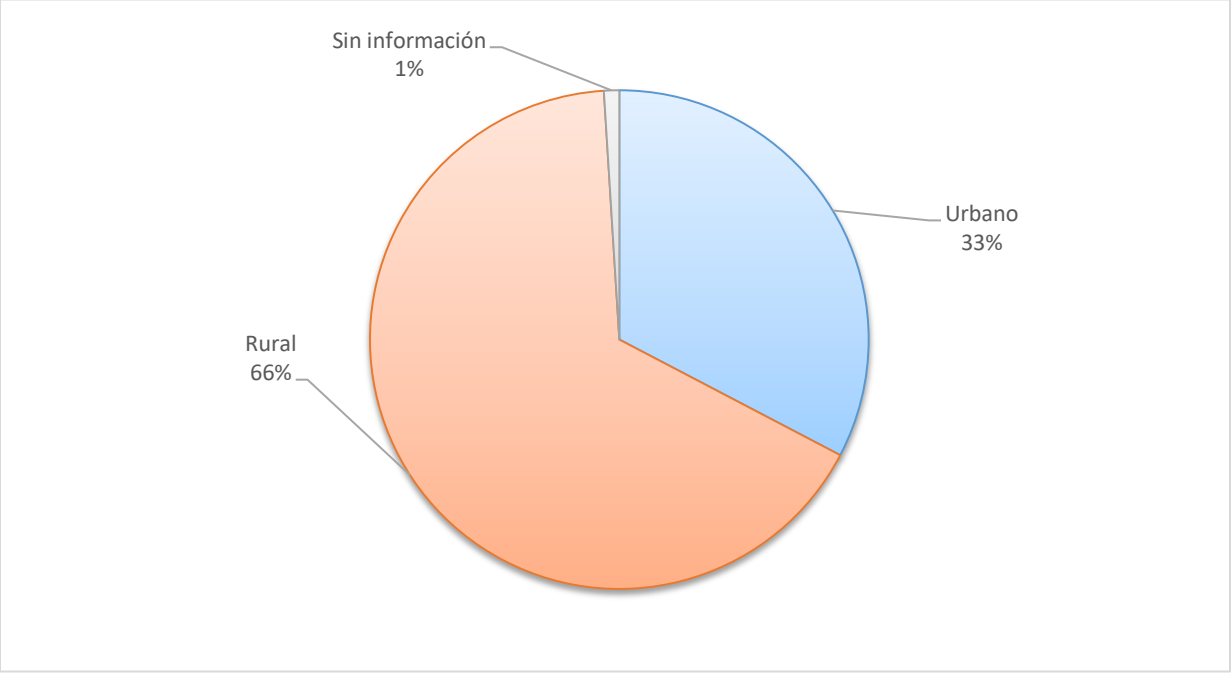
Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	33	33%
Rural	67	66%
Sin información	1	1%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23 y Figura 21 se observa una mayor representación de inmuebles en sectores rurales, los cuales concentran el 66% de la muestra (67 casos), mientras que el área urbana representa un 33% (33 casos) y un 1% no registra información.

La predominancia de viviendas ubicadas en sectores rurales constituye un antecedente relevante para interpretar los resultados del diagnóstico energético, considerando que estos sectores suelen presentar patrones de abastecimiento y consumo distintos a los observados en áreas urbanas. En particular, pueden favorecer el uso de biomasa (leña), el autoabastecimiento de combustible y prácticas de almacenamiento propias del contexto rural.

Figura 21. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La siguiente variable caracteriza la muestra según el tipo de vivienda predominante entre las unidades registradas.

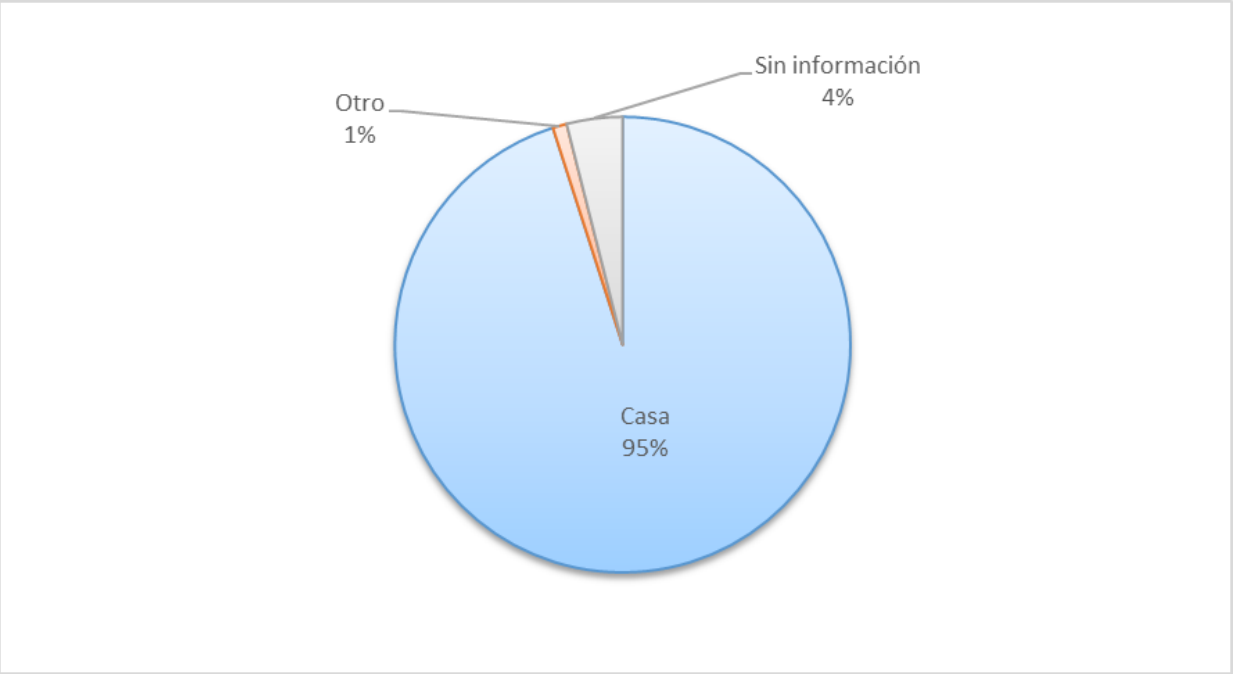
Tabla 24. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de Quillota.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	96	95%
Otro	1	1%
Sin información	4	4%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Figura 22 y Tabla 24, existe una clara predominancia de la tipología casa, representando el 95% de los inmuebles (96 casos). El 1% corresponde a la categoría Otro (específicamente un almacén acondicionado como vivienda), mientras que un 4% no registró información. No se identificaron departamentos.

Figura 22. Distribución porcentual de las viviendas fichadas según tipo de vivienda en comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de pisos de la vivienda:**

Esta variable permite identificar la configuración volumétrica de las viviendas fichadas, aspecto que puede influir en las necesidades de calefacción y en las condiciones de conservación térmica de la vivienda.

Tabla 25. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Quillota.

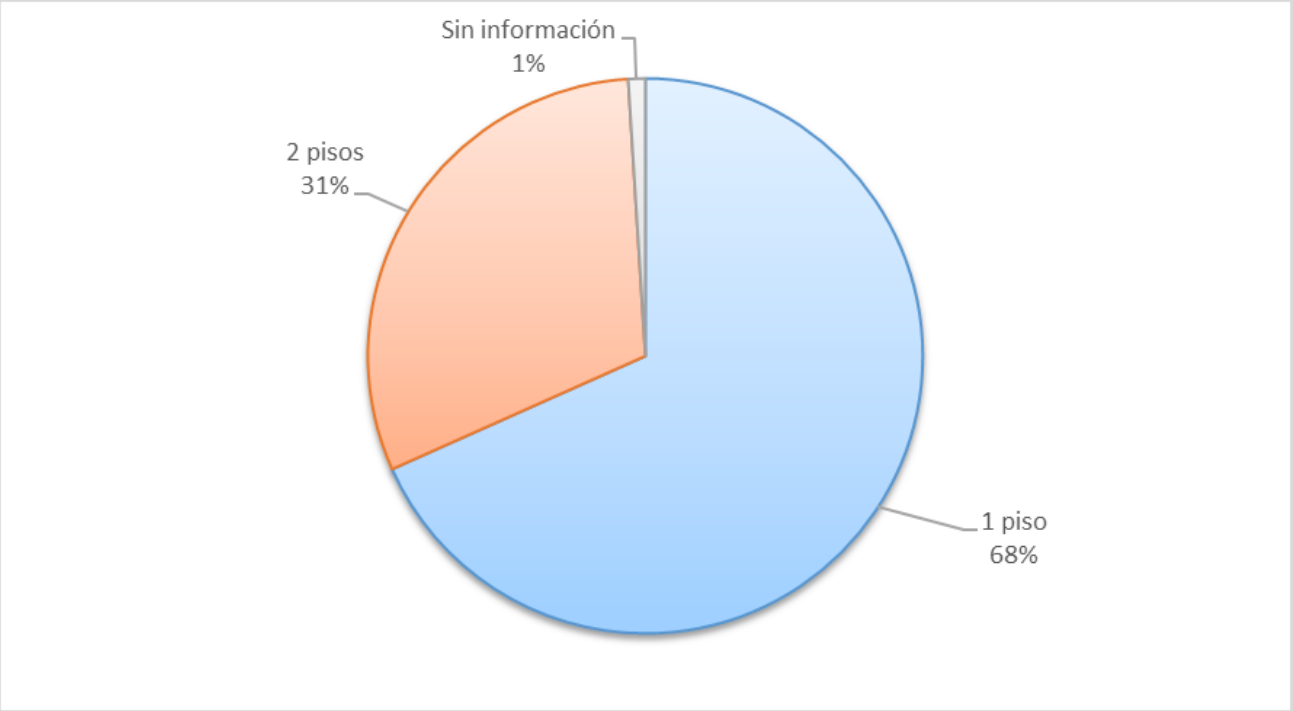
Número de pisos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	69	68%
2	31	31%
Sin información	1	1%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al número de pisos de las viviendas fichadas (Tabla 25), se observa un predominio de viviendas de un piso, las cuales representan el 68% de la muestra (69 viviendas). Por su parte, las viviendas de dos pisos corresponden al 31% (31 viviendas), mientras que un 1% no registró información para esta variable. Asimismo, no se identificaron viviendas de tres o más pisos dentro de la muestra encuestada (Figura 23).

Los resultados evidencian una configuración habitacional predominantemente de baja altura, característica frecuente tanto en sectores rurales como en áreas urbanas de menor densidad.

Figura 23. Distribución porcentual de las viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño de la vivienda:**

Esta variable permite estimar la superficie aproximada de las viviendas fichadas a partir de la información registrada durante el levantamiento en terreno, permitiendo reconocer posibles diferencias asociadas a las necesidades de calefacción y al consumo energético de los hogares.

Tabla 26. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Quillota.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m^2	2	2%
Entre 35 y 70 m^2	63	62%
Entre 70 y 100 m^2	29	29%
Más de 100 m^2	7	7%
Total	**101**	**100%**

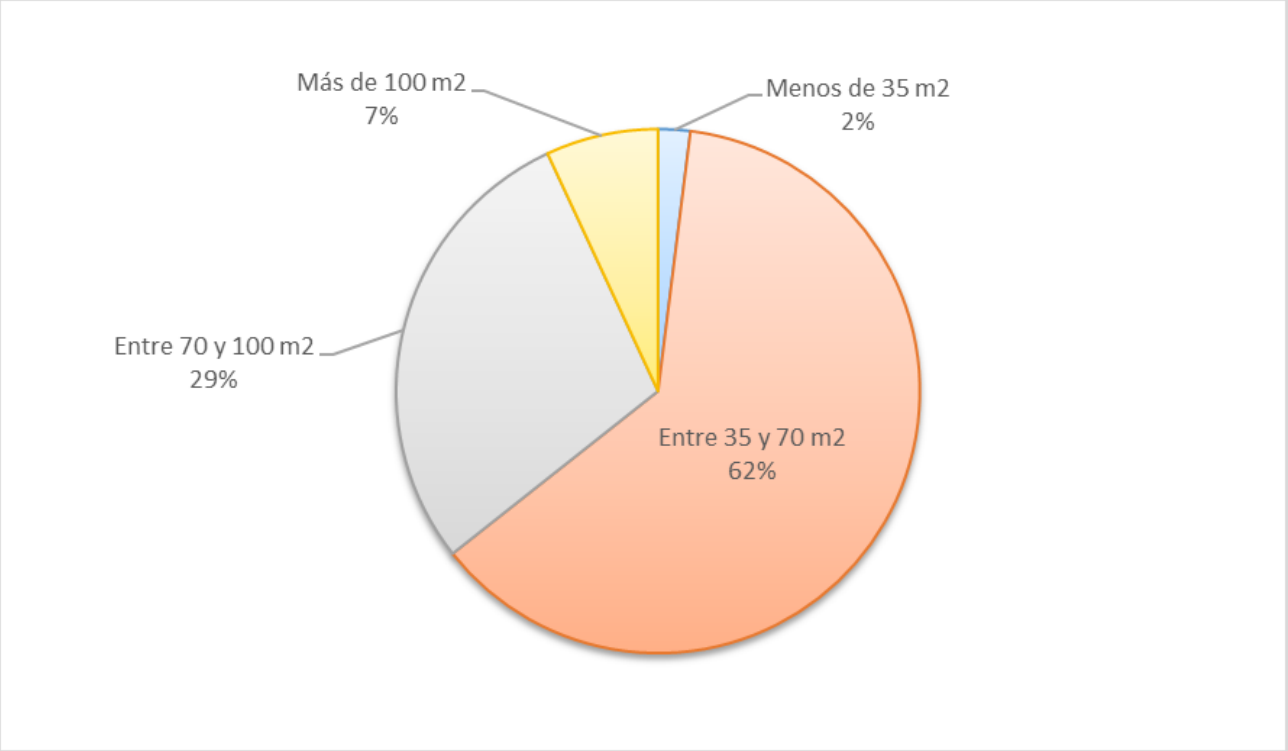
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 se observa que la mayor parte de las viviendas fichadas corresponde a superficies entre 35 y 70 m^2, categoría que representa el 62% de la muestra (63 viviendas). En segundo lugar, un 29% de las viviendas presenta superficies entre 70 y 100 m^2 (29 viviendas). Por su parte, las viviendas de más de 100 m^2 representan un 7% de la muestra (7 viviendas), mientras que aquellas menores a 35 m^2 corresponden al 2% (2 viviendas (Figura 24).

Se evidencia que la mayoría de las viviendas presentan un tamaño intermedio dentro de la muestra. Esta característica puede influir en los requerimientos de calefacción y en el consumo energético de

los hogares, considerando que la superficie de la vivienda constituye un factor relevante en las necesidades de acondicionamiento térmico interior.

Figura 24. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

El análisis de la materialidad predominante de las viviendas hace referencia a sus principales características constructivas y a los materiales observables utilizados en su construcción, los cuales pueden influir en el comportamiento térmico y la eficiencia energética de las viviendas.

Tabla 27. Distribución de materialidad predominante de las viviendas fichadas de la comuna de Quillota.

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	10	10%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	66	65%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	17	17%
Tabique sin forro interior (madero u otro)	4	4%
Sin información	3	3%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

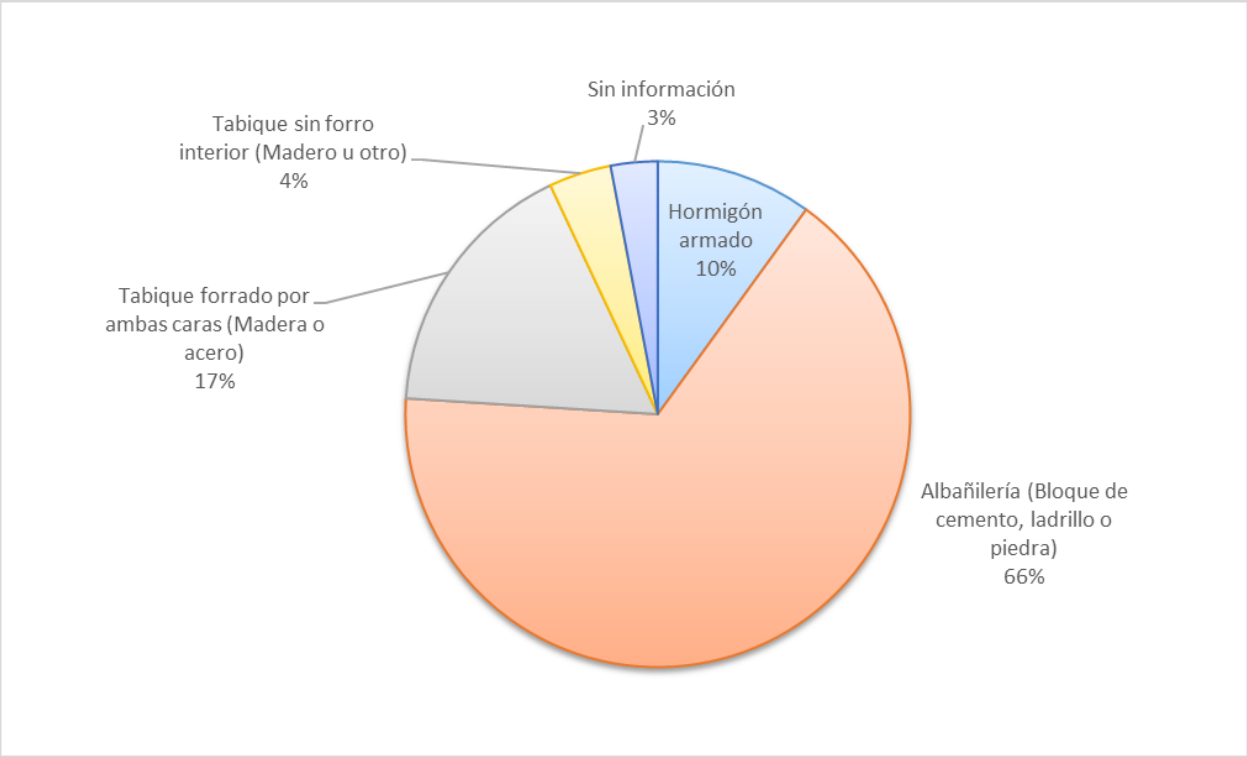
La materialidad de las viviendas fichadas (Tabla 27) evidencia un predominio de construcciones de albañilería, correspondientes al 65% de la muestra (66 viviendas). En segundo lugar, se encuentran las viviendas construidas con tabique forrado por ambas caras, ya sea de madera o acero, las cuales representan un 17% de la muestra (17 viviendas). Por su parte, las construcciones de hormigón armado

corresponden al 10% (10 viviendas), mientras que las viviendas con tabique sin forro interior representan un 4% (4 viviendas). Finalmente, un 3% de las fichas no registró información sobre la variable (3 casos).

Asimismo, no se registraron viviendas construidas con adobe, materiales artesanales u otras materialidades de carácter precario dentro de la muestra encuestada.

De este modo, los resultados muestran (Figura 25) un predominio de materialidades constructivas consolidadas. No obstante, la materialidad por sí sola no permite determinar las condiciones de aislación térmica de las viviendas, por lo que estos resultados deben interpretarse en conjunto con otras variables.

Figura 25. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La siguiente variable registra las condiciones generales de conservación de las viviendas fichadas, considerando aspectos asociados a su mantenimiento, habitabilidad y estado constructivo, de acuerdo con la percepción registrada durante el levantamiento de información.

Tabla 28. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna Quillota.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	86	85%
Regular estado	13	13%

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Sin información	2	2%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

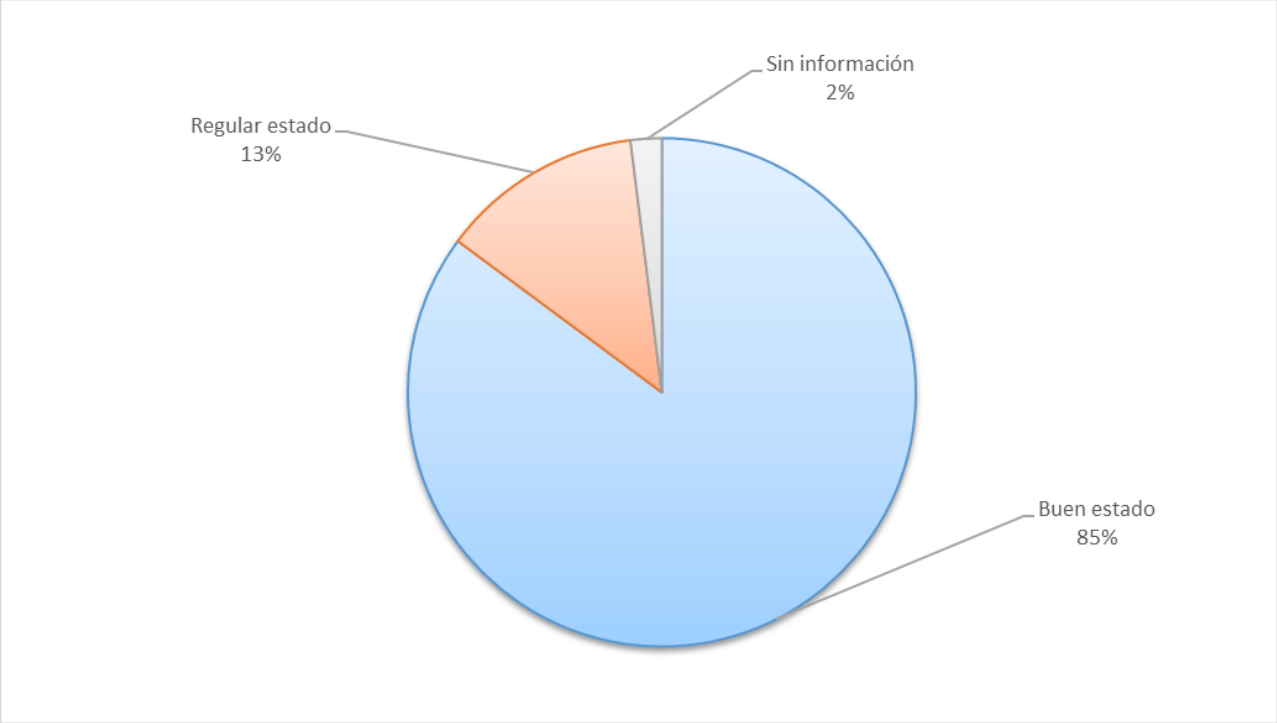
En la Tabla 28 se observa un predominio de viviendas clasificadas en buen estado, categoría que representa el 85% de la muestra encuestada (86 viviendas). Por su parte, un 13% de las viviendas fue clasificado en estado regular (13 viviendas), mientras que un 2% no entregó respuesta para esta variable (2 casos). Por último, no se registraron viviendas percibidas en mal estado dentro de la muestra analizada.

Cabe destacar que esta clasificación corresponde a una apreciación general registrada durante el levantamiento de información y no constituye una evaluación técnica o estructural de las viviendas.

De esta forma, los resultados evidencian (Figura 26) condiciones habitacionales mayoritariamente favorables dentro de la muestra analizada. El estado general de conservación constituye un aspecto relevante para el análisis de las condiciones térmicas y de habitabilidad, considerando que deficiencias constructivas o de mantención pueden influir en la pérdida de calor y en los requerimientos de calefacción de los hogares.

Asimismo, el reducido porcentaje de viviendas clasificadas en regular estado podría indicar la existencia de un grupo acotado de hogares con posibles requerimientos de mejoramiento habitacional o acondicionamiento térmico.

Figura 26. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según apreciación registrada durante el levantamiento de información en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas o ductos de gases visibles desde el exterior de las viviendas fichadas, información que puede relacionarse con la presencia de sistemas de calefacción o combustión que requieren evacuación de gases y emisiones hacia el exterior (Tabla 29).

Tabla 29. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Quillota.

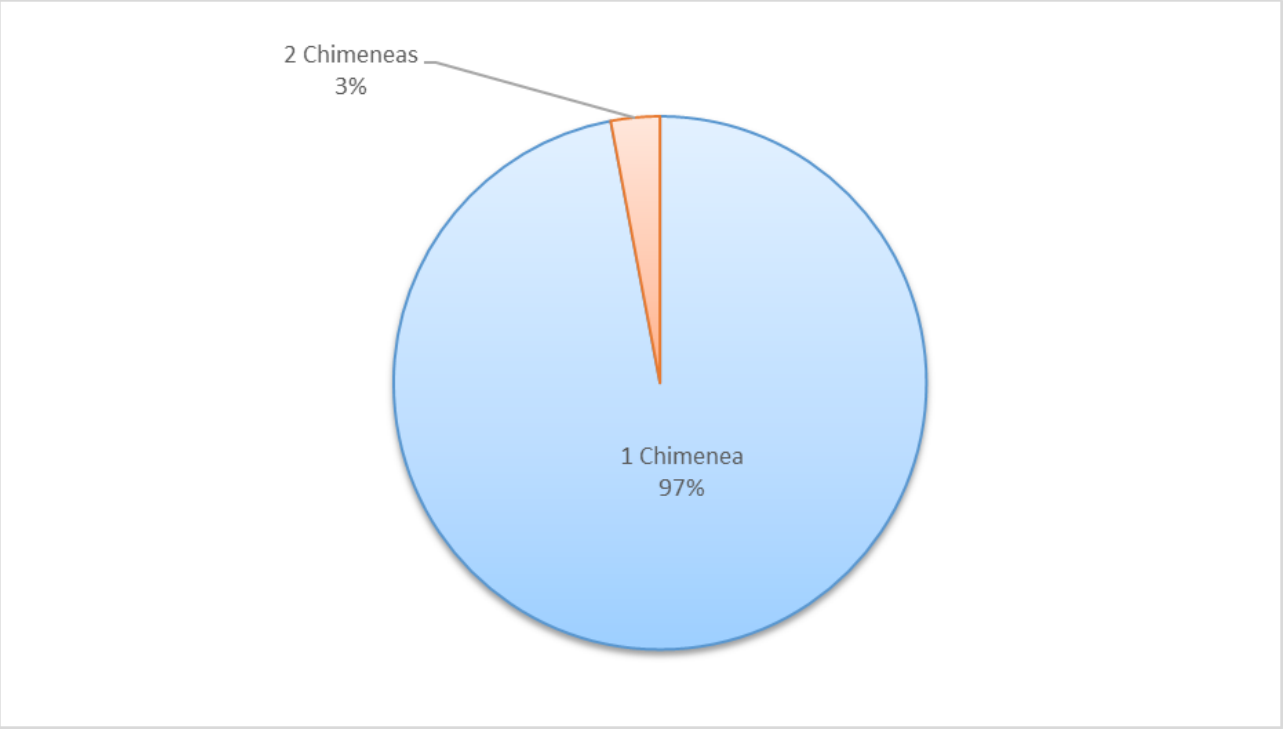
N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	98	97%
2	3	3%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Se distingue (Figura 27) un predominio de viviendas que presentan una sola chimenea visible, condición reportada en el 97% de la muestra encuestada (98 viviendas). Por otra parte, tres viviendas (3%) registraron la presencia de 2 chimeneas visibles. Asimismo, no se identificaron viviendas con tres o más chimeneas dentro de la muestra realizada.

La presencia de chimeneas visibles constituye un indicador de la existencia de sistemas de calefacción o combustión que requieren evacuación de emisiones. Sin embargo, esta variable no permite determinar por sí sola el tipo de artefacto utilizado, el combustible empleado ni la cantidad de sistemas de calefacción presentes en cada vivienda, por lo que su interpretación debe complementarse con la información declarada por los hogares.

Figura 27. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La siguiente variable (Tabla 30) permite identificar la presencia de emisiones visibles de humo asociadas a las viviendas fichadas, a partir de la observación realizada durante el levantamiento de información en terreno.

Tabla 30. Distribución de la presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de Quillota.

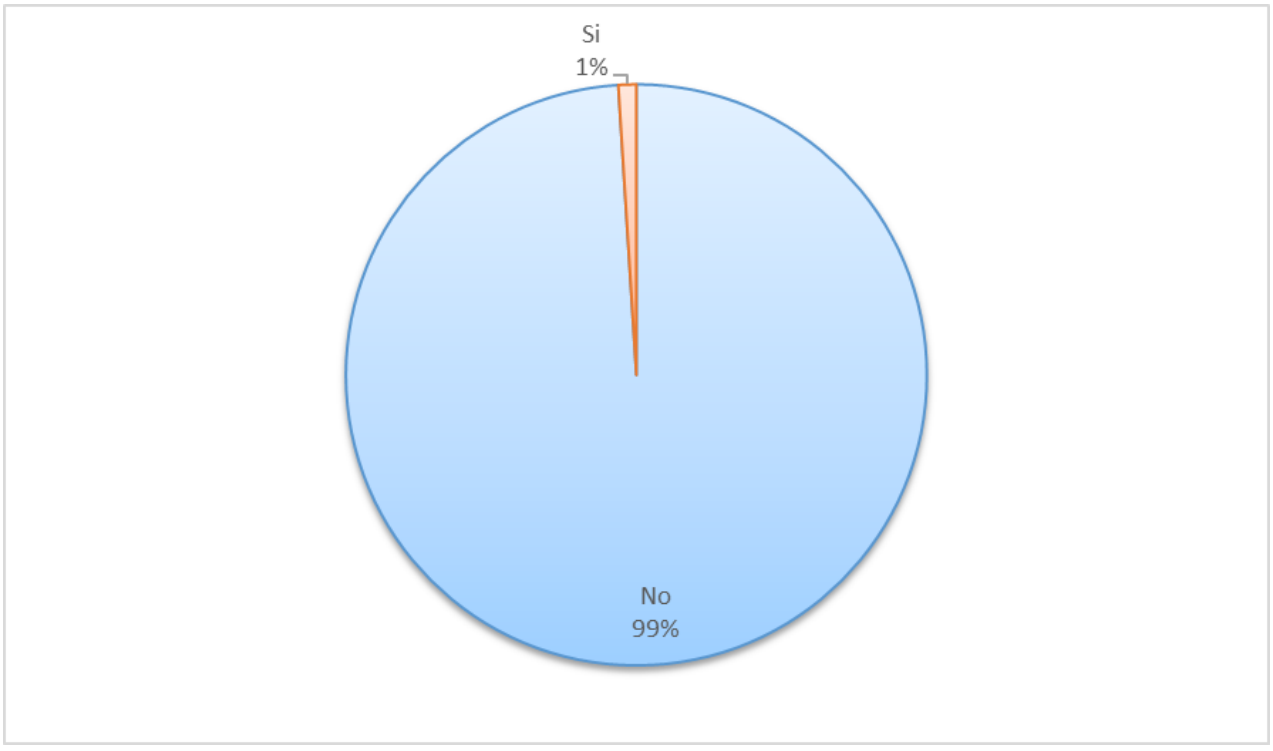
Presencia de humo visible en las viviendas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	100	99%
Si	1	1%
Total	**101**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución evidencia que el 99% de las viviendas fichadas (100 casos) no presentó emisiones visibles de humo al momento del registro, identificándose solo un caso positivo (1%). Estos resultados muestran una baja presencia de emisiones visibles durante el momento específico en que se realizó la observación (Figura 28)

Cabe señalar que esta variable corresponde a una observación puntual realizada durante el trabajo de campo, por lo que refleja únicamente las condiciones existentes al momento de la visita. En consecuencia, la ausencia de humo visible no implica necesariamente que las viviendas no generen emisiones durante otros períodos de uso de los sistemas de calefacción.

Figura 28. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas según presencia de humo visible en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.1.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota

Esta sección analiza la información declarada por 65 hogares de la comuna de Quillota, los cuales provienen del grupo total de 101 viviendas catastradas en terreno.

El objetivo es caracterizar la estructura de estos hogares evaluando variables como el tamaño del grupo familiar, la composición etaria y la presencia de población vulnerable. Este análisis complementa el diagnóstico físico previo y permite identificar cómo las dinámicas sociodemográficas inciden en las necesidades de calefacción, las condiciones de habitabilidad y los patrones de consumo energético.

- **Número de integrantes del hogar:**

Esta variable permite identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar la composición familiar y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, consumo energético y uso de combustibles dentro de las viviendas (Tabla 31).

Tabla 31. Distribución del número de integrantes de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

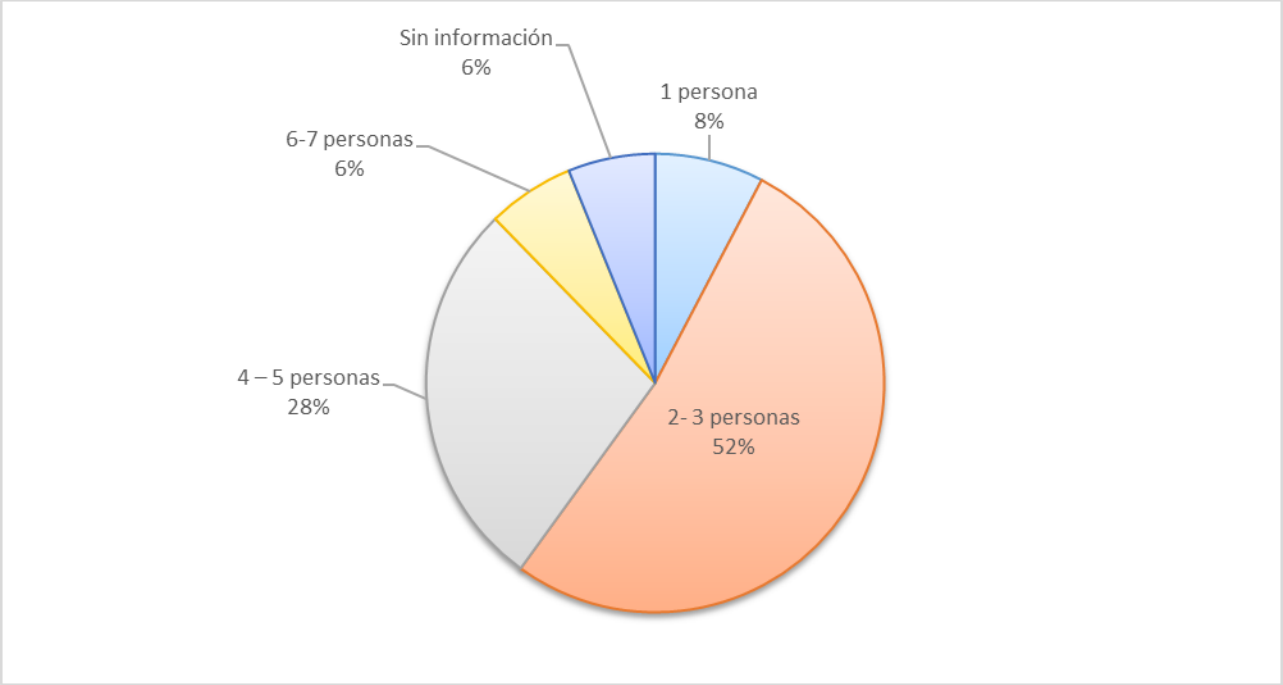
Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	5	8%
2 a 3 personas	34	52%
4 a 5 personas	18	28%
6 a 7 personas	4	6%
Sin información	4	6%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución del número de integrantes por vivienda muestra que predominan los hogares compuestos por 2 a 3 personas, representando el 52% de la muestra (34 viviendas). En segundo lugar, se encuentran los hogares con 4 a 5 integrantes, con un 28% (18 viviendas). Los hogares unipersonales corresponden al 8% (5 casos), mientras que aquellos con 6 a 7 integrantes alcanzan el 6% (4 viviendas). Por último, un 6% no entregó información (4 casos). Adicionalmente, no se registraron viviendas con 8 o más personas (Figura 29).

Estos resultados evidencian una predominancia de hogares de tamaño pequeño a mediano, característica que puede influir en los patrones de consumo energético, calefacción y uso de combustibles dentro de la vivienda. Asimismo, el número de integrantes constituye un factor relevante para comprender las dinámicas habitacionales y las necesidades de confort térmico de los hogares encuestados.

Figura 29. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La presente variable permite identificar la presencia de distintos grupos etarios y de personas potencialmente vulnerables al interior de los hogares encuestados, considerando niños, niñas y adolescentes, personas mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Su análisis permite reconocer hogares que podrían presentar mayores requerimientos de calefacción y una mayor sensibilidad frente a la exposición a bajas temperaturas o a emisiones derivadas del uso de sistemas de combustión.

Tabla 32. Distribución de grupos presentes en el hogar encuestado en la comuna de Quillota.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	25
Adultos mayores (60 años o más)	55
Personas con enfermedades crónicas	27
Personas en situación de discapacidad	8
No registran tales grupos	6
Total menciones	**121**

Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla 32, se identifica una alta presencia de adultos mayores dentro de las viviendas encuestadas, registrándose un total de 55 menciones, constituyéndose como el grupo predominante en los hogares analizados. Asimismo, se identificaron 27 menciones asociadas a personas con enfermedades crónicas y 25 menciones correspondientes a niños, niñas o adolescentes. En menor

proporción, se registraron 8 menciones de personas en situación de discapacidad, mientras que 6 casos indicaron que tales grupos no están presentes en la vivienda.

Estos resultados reflejan la existencia de una importante proporción de población potencialmente más vulnerable frente a condiciones ambientales adversas, especialmente aquellas relacionadas con bajas temperaturas, contaminación atmosférica y exposición intradomiciliaria a emisiones provenientes de sistemas de calefacción. En particular, la presencia de adultos mayores, población infantil y personas con enfermedades crónicas constituye un aspecto relevante para el análisis de las condiciones de calefacción y calidad del aire al interior de las viviendas.

5.2.2.1.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota

Esta sección caracteriza las condiciones de eficiencia y aislación térmica de las viviendas a partir de los datos declarados por las 65 personas residentes encuestadas en la comuna de Quillota.

El análisis evalúa la presencia de soluciones de acondicionamiento en los distintos componentes de la envolvente del inmueble (techumbre, muros, pisos y ventanas). Estos antecedentes permiten identificar el nivel de confort interior, determinar brechas de habitabilidad durante períodos de bajas temperaturas y detectar oportunidades de mejoramiento orientadas a reducir las pérdidas de calor y optimizar el consumo de energía para calefacción.

- **Vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar, según lo declarado por las personas encuestadas, si las viviendas cuentan con algún tipo de sistema o material de aislación térmica destinado a favorecer la conservación de la temperatura interior y reducir las pérdidas de calor.

Tabla 33. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Quillota.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	41	63%
No	19	29%
No sabe	5	8%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Según se distingue (Tabla 33) el 63% de las personas encuestadas (41 casos) señala que su vivienda cuenta con algún tipo de aislación térmica. Por otra parte, el 29% (19 casos) indica que la vivienda no dispone de este tipo de acondicionamiento, mientras que el 8% restante (5 casos) declara desconocer si cuenta con aislación térmica.

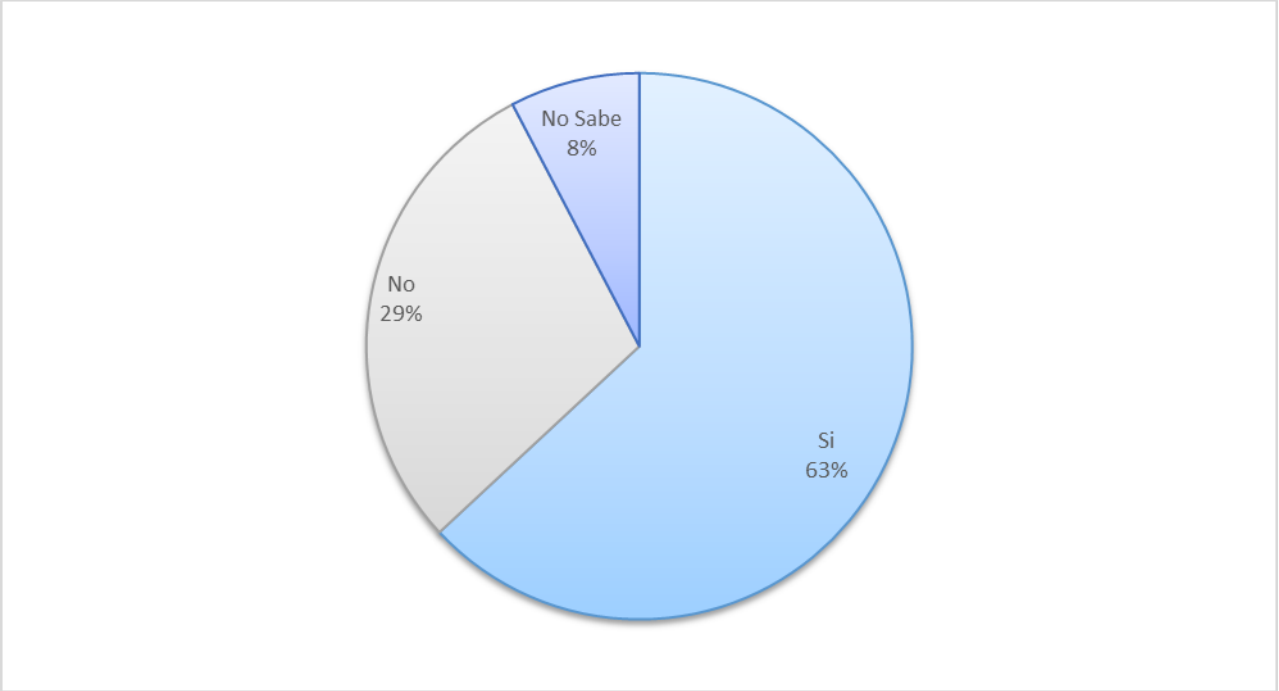
Cabe señalar que estos resultados corresponden a la percepción y conocimiento declarado por las personas encuestadas respecto de las características constructivas de sus viviendas, por lo que no constituyen una evaluación técnica de las condiciones reales de aislación térmica de estas.

Siguiendo esta línea, los resultados muestran (Figura 30) que una proporción mayoritaria de las viviendas encuestadas cuenta con algún tipo de aislación térmica. No obstante, el 29% de los hogares señala no disponer de ella, lo que representa un grupo relevante considerando que la ausencia de medidas de

acondicionamiento térmico puede favorecer mayores pérdidas de calor, incrementar las necesidades de calefacción y aumentar el consumo energético durante los períodos de bajas temperaturas.

Asimismo, el 8% de las personas encuestadas manifiesta desconocer si su vivienda cuenta con aislación térmica. Este resultado da cuenta de un nivel de desconocimiento sobre las características constructivas de las viviendas que también debe ser considerado al momento de analizar las condiciones de eficiencia energética y habitabilidad de los hogares.

Figura 30. Distribución porcentual de los hogares encuestados que cuentan con aislación térmica en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales elementos constructivos de las viviendas en los que, según lo declarado por las personas encuestadas, se encuentra presente la aislación térmica, considerando la techumbre, los muros, el piso y las ventanas.

Tabla 34. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Quillota.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	30
Muros	23
Piso	1
Ventanas	8
No sabe	5
No responde	4
No cuenta con aislación	18
Total menciones	**89**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 34 se distingue que la techumbre es el sector de la vivienda donde se registra la mayor presencia de aislación térmica, con 30 menciones. Le siguen los muros, con 23 menciones, mientras que las ventanas registran 8 menciones y el piso presenta solo 1 mención.

Por otra parte, se registran 18 menciones correspondientes a viviendas que no cuentan con aislación térmica, mientras que 5 personas señalan desconocer en qué sectores se encuentra incorporada y 4 no entregan una respuesta para esta variable.

Cabe precisar que esta pregunta admite la identificación de distintos sectores de una misma vivienda y que, por tanto, los resultados se presentan como número de menciones y no como porcentajes sobre el total de viviendas encuestadas. Asimismo, la información corresponde a la percepción y conocimiento declarado por las personas participantes respecto de las características constructivas y sistemas de aislación de sus viviendas.

Siguiendo esta línea, se evidencia que las principales medidas de acondicionamiento térmico declaradas por los hogares se concentran en la techumbre y los muros, elementos relevantes para reducir las pérdidas de calor y favorecer el confort térmico interior. En contraste, la menor presencia de aislación declarada en pisos y ventanas permite identificar posibles ámbitos de mejora, considerando que estos componentes también pueden incidir en la conservación de la temperatura interior y en los requerimientos energéticos asociados a la calefacción.

5.2.2.1.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota

A partir de las 65 encuestas aplicadas a residentes de Quillota, esta sección analiza las medidas de mejoramiento térmico adoptadas por los hogares para favorecer la conservación del calor interior.

El análisis evalúa el nivel de adopción e identifica el tipo de intervenciones realizadas, tales como la incorporación de aislación en techumbres o muros, el recambio de ventanas, el sellado de infiltraciones de aire y la renovación de sistemas de calefacción. Esta información complementa el diagnóstico de la envolvente e identifica brechas y oportunidades para promover iniciativas de eficiencia energética residencial en la comuna.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable identifica si las viviendas encuestadas han realizado mejoras orientadas a favorecer la conservación del calor y mejorar las condiciones térmicas al interior del hogar.

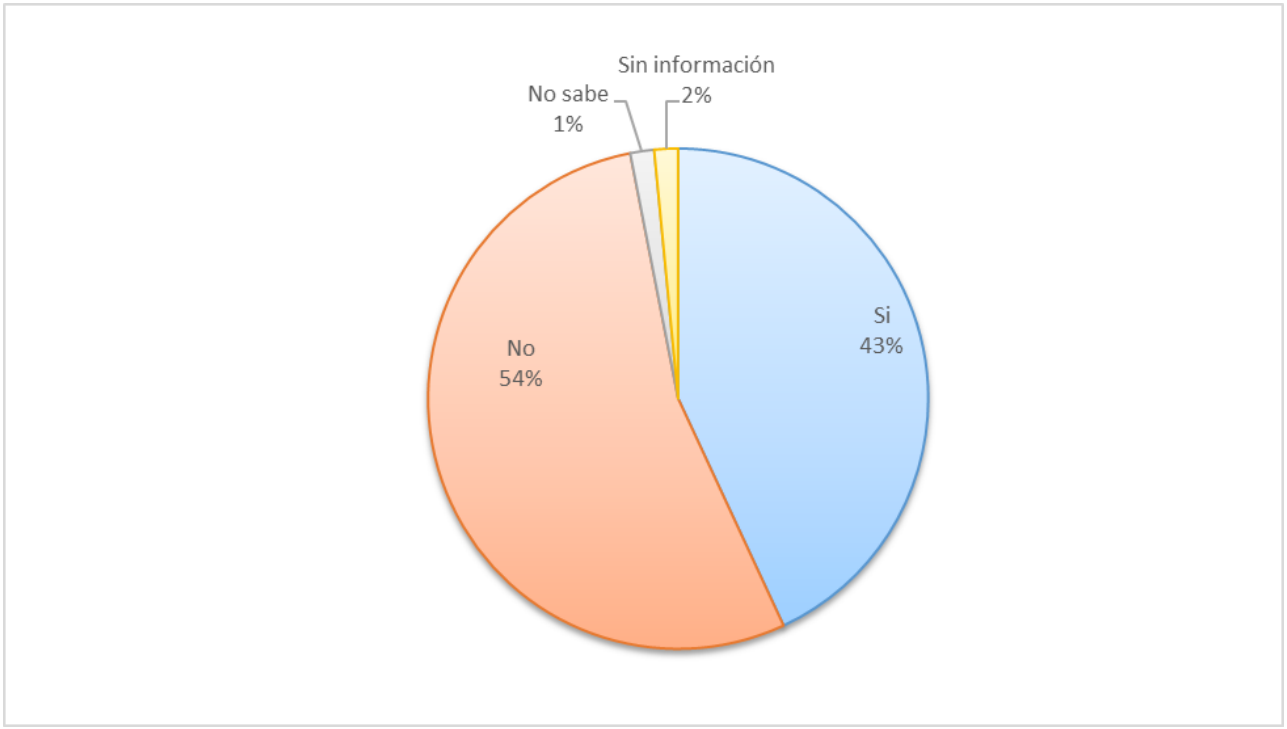
Tabla 35. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Quillota.

Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	28	43%
No	35	54%
No sabe	1	2%
Sin información	1	2%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La información indica (Tabla 35) que el 54% de las viviendas encuestadas (35 casos) no ha realizado mejoras orientadas a la conservación del calor en sus viviendas. En contraste, un 43% señaló haber efectuado algún tipo de intervención para mejorar la eficiencia térmica del hogar (28 viviendas). Asimismo, un 2% indicó no saber (1 caso) y otro 2% no entregó respuesta para la interrogante (1 caso). Los datos muestran (Figura 31) que, aunque un segmento relevante de hogares ha ejecutado obras de conservación del calor, aún prevalecen las viviendas sin reacondicionar. Esta falta de intervenciones degrada el confort habitacional durante los meses fríos, al intensificar las fugas de calor y elevar los requerimientos de calefacción.

Figura 31. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

La presente variable permite identificar los principales tipos de intervenciones de acondicionamiento térmico realizadas en las viviendas encuestadas, considerando medidas destinadas a reducir pérdidas de calor y mejorar el confort térmico interior.

El análisis de esta variable permite reconocer las estrategias de acondicionamiento utilizadas por las personas encuestadas y su posible relación con la disminución de requerimientos de calefacción y consumo energético residencial.

Tabla 36. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Quillota.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	15

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Aislación de muros o techo	14
Sellado de filtraciones de aire	8
Cambios de sistemas de calefacción	3
Otro	2
No responde	1
No se realizó mejoras	35
Total menciones	**78**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo la Tabla 36, las principales medidas de mejoramiento térmico implementadas en las viviendas encuestadas corresponden al cambio de ventanas, con 15 menciones, y a la aislación de muros o techumbres, con 14 menciones. En menor proporción, se registraron intervenciones asociadas al sellado de filtraciones de aire (8 menciones) y al cambio de sistemas de calefacción (3 menciones).

Por otra parte, 35 menciones indicaron que no se realizaron mejoras orientadas al acondicionamiento térmico de la vivienda, mientras que 2 personas señalaron haber efectuado otro tipo de intervención y 1 caso no registró respuesta para esta interrogante.

Los resultados evidencian que las mejoras implementadas se concentran principalmente en medidas destinadas a disminuir pérdidas térmicas y mejorar la eficiencia energética de las viviendas. No obstante, se observa una elevada cantidad de hogares que no han realizado intervenciones de mejoramiento térmico.

5.2.2.1.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Quillota, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y evaluar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones del uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar el principal sistema de calefacción utilizado en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas más utilizadas y la presencia de sistemas de calefacción combinados dentro de las viviendas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, además de identificar el uso de un combustible o sistema específico, se registraron algunas

combinaciones de fuentes de calefacción. En consecuencia, los resultados se presentan en función del número de menciones y de las categorías de respuesta registradas.

Tabla 37. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	45
Electricidad	2
Leña/ Electricidad	1
Leña/ Parafina	1
Leña/ Gas	3
No responde	13
Total menciones	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 37) un claro predominio de la leña como fuente principal de calefacción entre las viviendas encuestadas, con 45 menciones. En menor medida, 2 viviendas señalaron utilizar electricidad como sistema principal.

Asimismo, se identificaron 5 menciones correspondientes a sistemas combinados de calefacción, específicamente leña y electricidad (1 caso), leña y parafina (1 caso) y leña y gas (3 casos). Por otra parte, 13 viviendas no entregaron respuesta a esta consulta.

De este modo, la categoría demuestra la relevancia de la leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Quillota, ya sea como sistema principal o en combinación con otras fuentes energéticas. Esta situación permite reconocer una importante presencia de la biomasa leñosa dentro de las prácticas de calefacción residencial de los hogares analizados.

- **Uso de leña como sistema de calefacción:**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario de calefacción del hogar.

Tabla 38. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

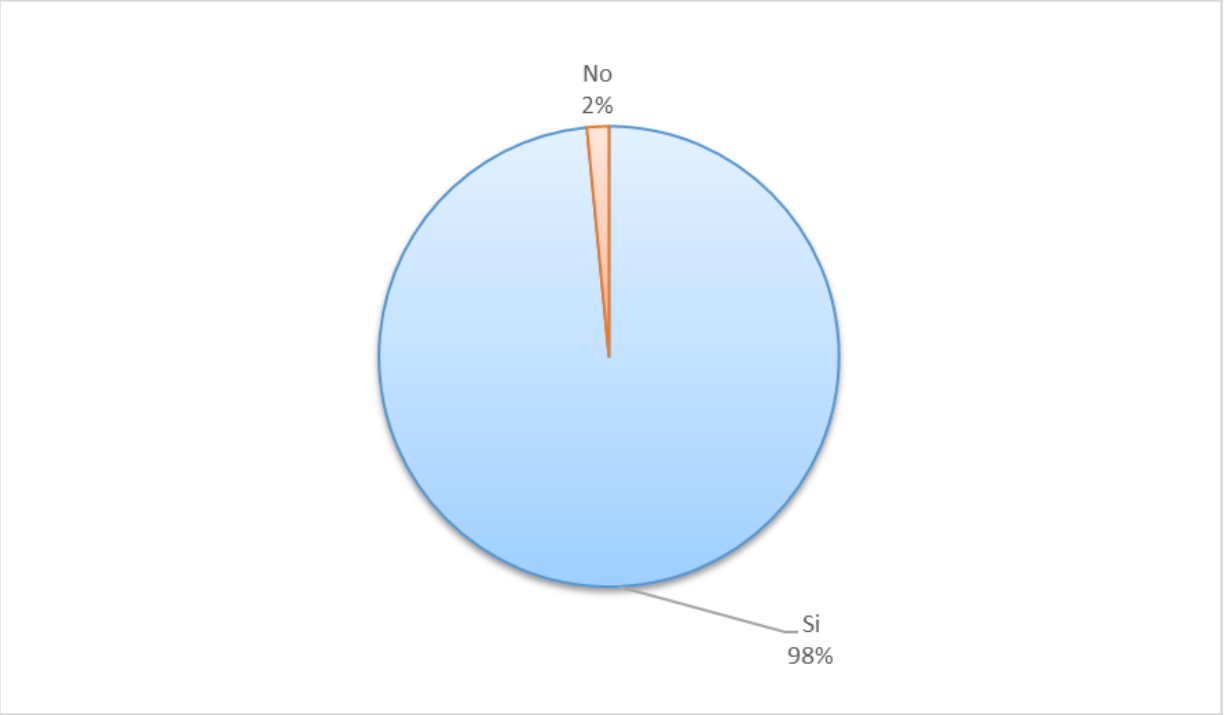
Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	64	98%
No	1	2%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 38 y Figura 32 la gran mayoría de las viviendas encuestadas utiliza leña como fuente de calefacción, registrándose 64 casos, equivalentes al 98% de la muestra total. En contraste, solo 1 vivienda (2%) indicó no utilizar leña.

De esta forma, se evidencia una utilización ampliamente generalizada de la leña como fuente energética en los hogares de la comuna de Quillota, reafirmando su relevancia dentro de las dinámicas de calefacción residencial del territorio.

Figura 32. Distribución porcentual del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas, considerando diferencias asociadas a sus características tecnológicas, sistemas de combustión y certificación.

Tabla 39. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Tipos de artefactos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Artefacto hechizo	2	3%
Calefactor Cámara simple	6	9%
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	27	42%
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	19	29%
Salamandra	6	9%
Cocina a leña	4	6%
Sin información	1	2%
Total	**65**	**100%**

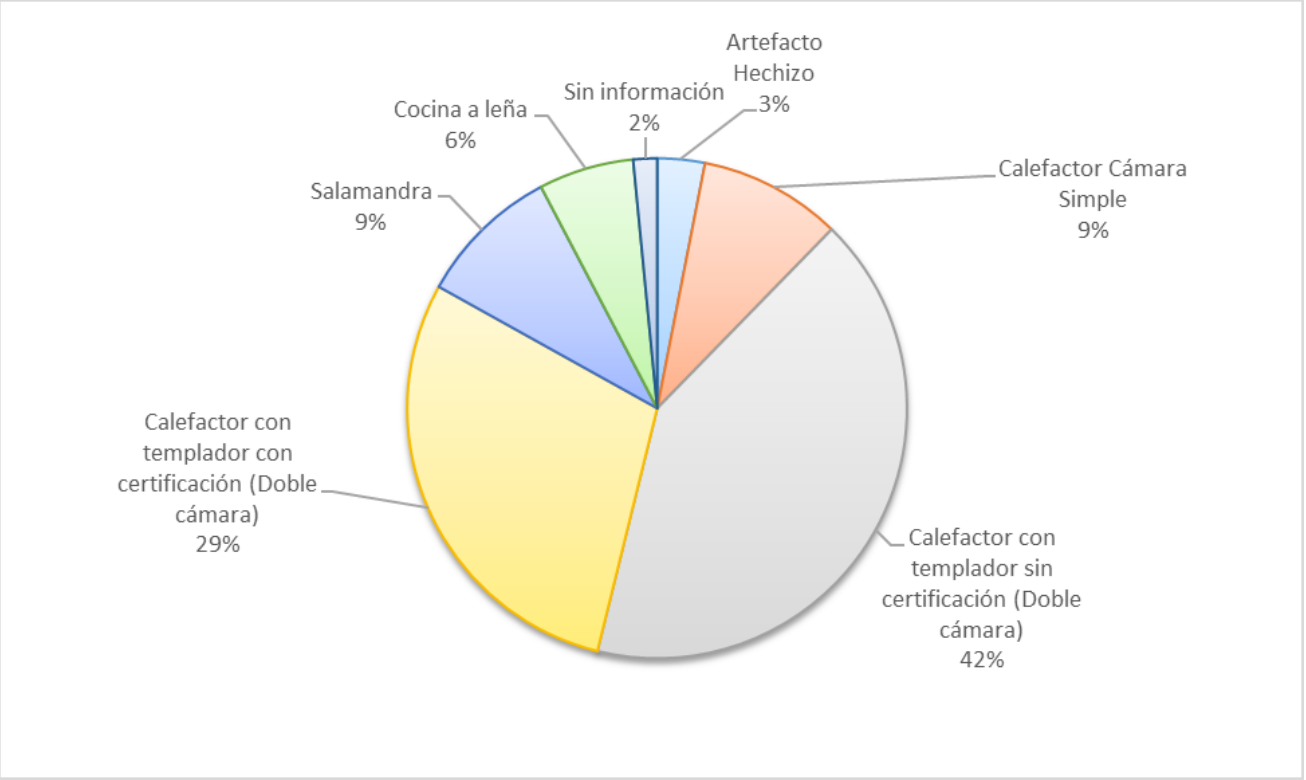
Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla 39, la muestra presenta un predominio de calefactores con templador sin certificación (doble cámara), los cuales representan el 42% de la muestra (27 viviendas). En segundo lugar, se encuentran los calefactores con templador certificado, correspondientes al 29% de las viviendas encuestadas (19 casos).

En menor proporción, se registran calefactores de cámara simple y salamandras, ambos con un 9% (6 casos), seguidos por cocinas a leña con un 6% (4 casos) y artefactos hechizos con un 3% (2 casos). Por último, solo una persona no entregó información sobre la variable (2%). Asimismo, no se identificaron chimeneas abiertas u otros tipos de artefactos.

Se observa Figura 33 una presencia importante de equipos de doble cámara, los que representan conjuntamente el 71% de los casos identificados. Sin embargo, dentro de este grupo predominan los equipos sin certificación, situación relevante desde la perspectiva de la eficiencia energética y las emisiones asociadas a la combustión, considerando que las características tecnológicas y de certificación de los artefactos pueden incidir en su desempeño y funcionamiento.

Figura 33. Distribución porcentual de tipos de artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 40. Distribución la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Antigüedad aproximada	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	27	42%
6-10 años	19	29%
11- 15 años	8	12%
16-20 años	7	11%
26-30 años	3	5%
Sin información	1	1%
Total	**65**	**100%**

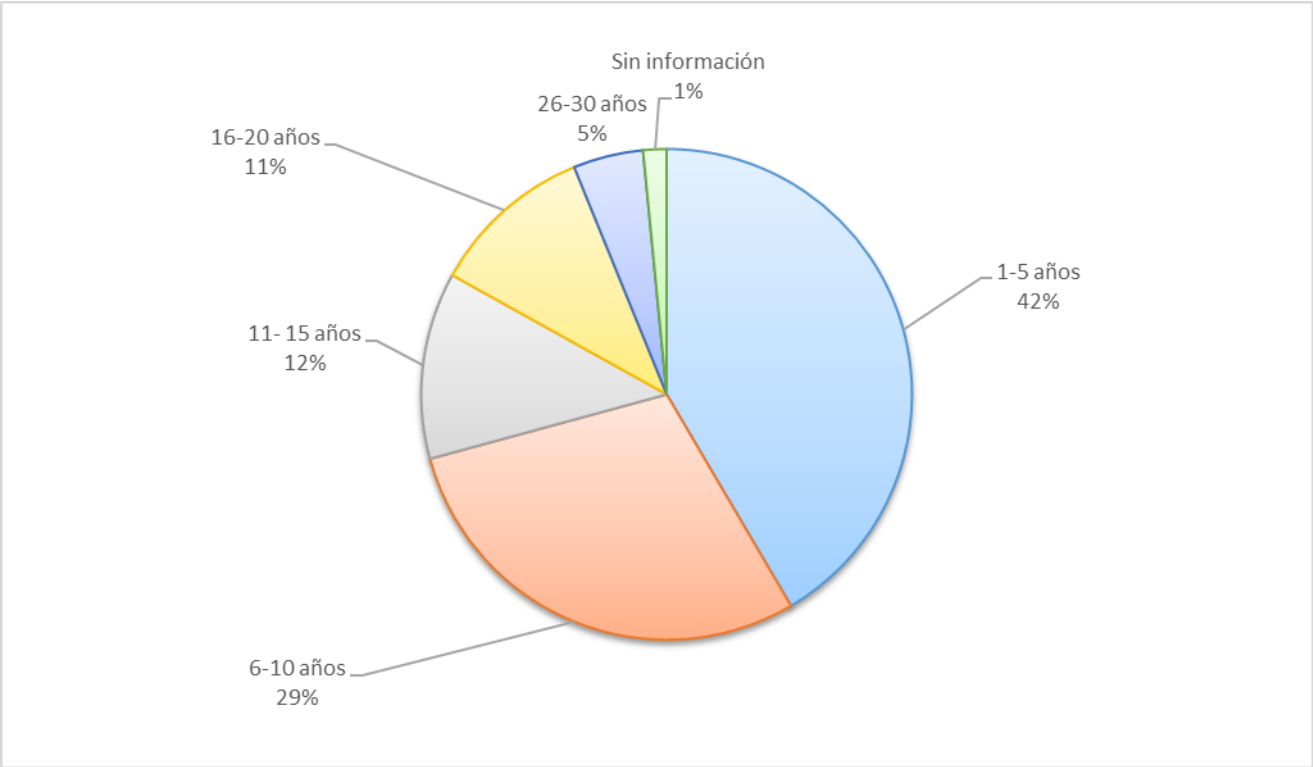
Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla 40, la mayor parte de los artefactos de calefacción corresponde a equipos relativamente recientes. El 42% de los artefactos (27 casos) presenta una antigüedad entre 1 y 5 años, mientras que un 29% registra entre 6 y 10 años de uso.

En menor proporción, un 12% de los artefactos posee entre 11 y 15 años de antigüedad y un 11% entre 16 y 20 años. Por otro lado, solo un 5% corresponde a equipos instalados hace 26 a 30 años, sin registrarse artefactos con más de 31 años. Asimismo, un 1% no entrego información sobre la consulta. Por otro lado, no se registraron respuestas en el tramo de 21 y 25 años.

Los resultados (Figura 34) sugieren una renovación relativamente reciente de los sistemas de calefacción en una parte importante de las viviendas encuestadas, situación que podría asociarse a la incorporación de tecnologías más eficientes y con mejores condiciones de seguridad y rendimiento térmico. Sin embargo, aún persiste un grupo de artefactos de mayor antigüedad que podría presentar menores niveles de eficiencia energética.

Figura 34. Distribución porcentual de la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según percepción de las personas encuestadas.

Tabla 41. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

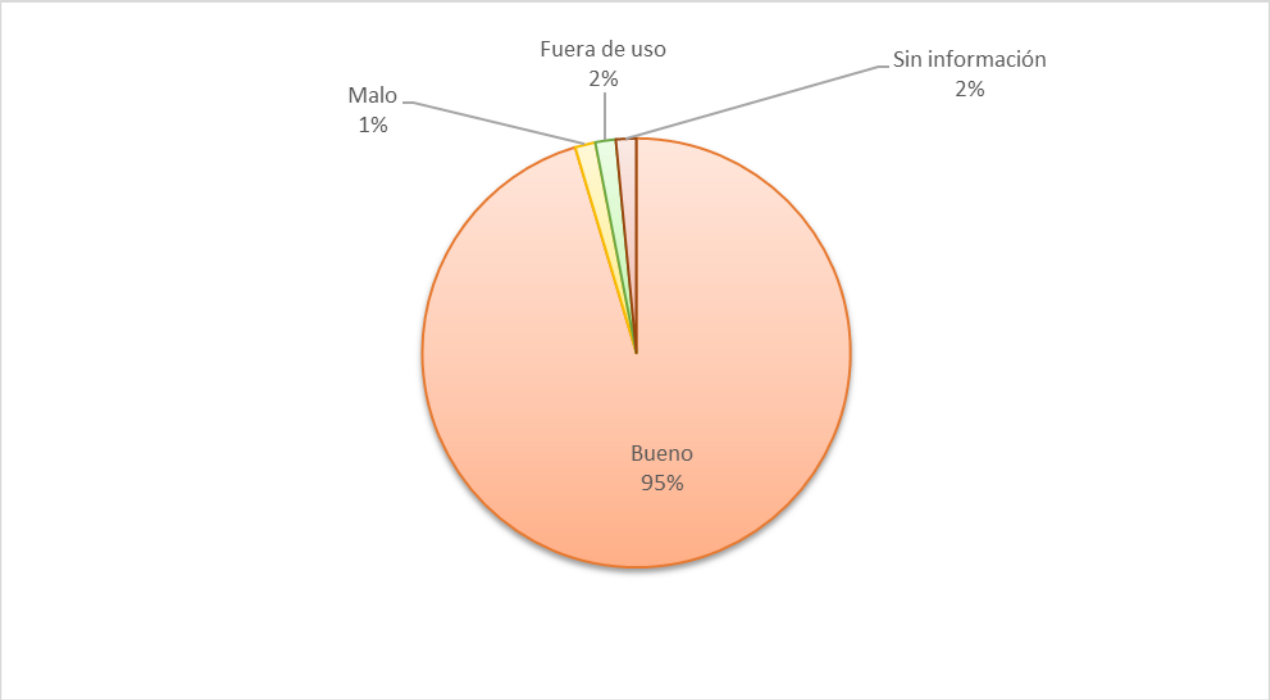
Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	62	95%
Malo	1	1%
Fuera de uso	1	2%
Sin información	1	2%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 41) que la gran mayoría de los artefactos utilizados en las viviendas encuestadas se encuentran en buen estado, representando el 95% de la muestra (62 artefactos). En contraste, solo uno clasificó el artefacto en mal estado y otro se encontraba fuera de uso. Asimismo, solo una persona no entregó información sobre la variable (Figura 35).

Cabe destacar que esta información corresponde a la percepción declarada por las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de los equipos. En este sentido, los resultados permiten señalar que, desde la perspectiva de los hogares, los artefactos de calefacción presentan mayoritariamente condiciones favorables de conservación y funcionamiento.

Figura 35. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, el aprovechamiento del combustible y el funcionamiento del sistema de calefacción.

Tabla 42. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

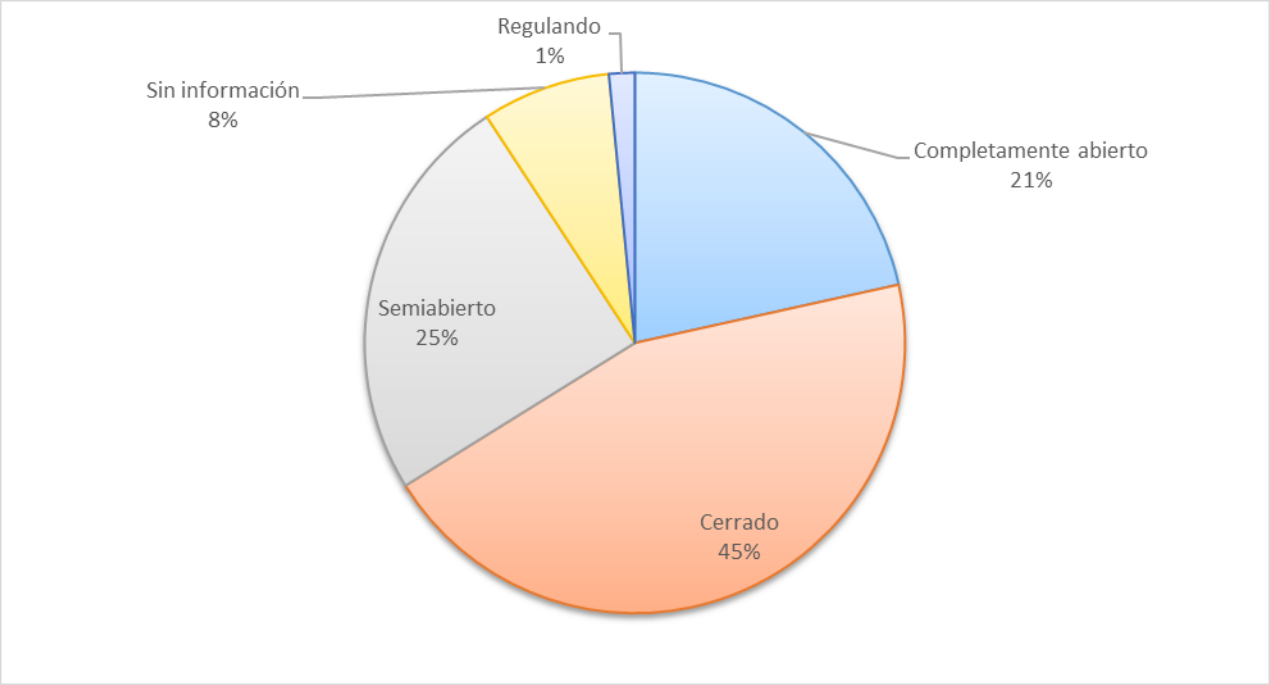
Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Completamente abierto	14	21%
Cerrado	29	45%
Semiabierto	16	25%
Sin información	5	8%
Regulando	1	1%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 42) que la condición más frecuente corresponde al uso del tiraje cerrado, representando el 45% de la muestra (29 viviendas). Le siguen los artefactos utilizados con tiraje semiabierto, con un 25% (16 viviendas), y aquellos con el tiraje completamente abierto, correspondientes al 21% (14 viviendas). Asimismo, un 1% indicó utilizar el tiraje regulando su apertura y un 8% no entregó información sobre la interrogante (5 casos).

Estos resultados (Figura 36) evidencian la existencia de distintas prácticas de operación de los artefactos a leña dentro de los hogares encuestados. La forma en que se regula el tiraje constituye un aspecto relevante, dado que puede incidir en las condiciones de combustión, el aprovechamiento del combustible y las emisiones generadas durante el funcionamiento del equipo. Por ello, las prácticas de uso y operación de los sistemas de calefacción representan un ámbito de interés para acciones de educación y promoción de buenas prácticas de calefacción residencial.

Figura 36. Distribución porcentual del uso del tiraje de artefactos de leña en viviendas encuestadas en Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso anual del artefacto:**

La presente variable permite identificar la estacionalidad de uso de los artefactos de calefacción en las viviendas encuestadas, considerando los períodos del año en que los equipos son utilizados.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, por lo que el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 43. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril - Junio (Otoño)	8
Julio – Septiembre (Invierno)	62

Uso anual artefacto	N° menciones
Sin información	2
Total menciones	**72**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una marcada concentración del uso de artefactos de calefacción durante el período invernal. El tramo correspondiente a julio–septiembre registra 62 menciones, constituyéndose como la principal temporada de utilización de los equipos. En menor medida, el período abril–junio presenta 8 menciones, mientras que no se registraron usos durante verano ni primavera. Asimismo, se identificaron 2 casos que no entregaron información sobre la interrogante (Tabla 43).

No se registraron menciones correspondientes a los períodos de verano o primavera. Los resultados evidencian que el uso de los sistemas de calefacción se concentra principalmente durante los meses de menores temperaturas, especialmente en invierno. Esta estacionalidad permite identificar un período de mayor demanda de calefacción residencial y, consecuentemente, de mayor utilización de combustibles para climatización de los hogares.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La siguiente variable permite identificar la frecuencia semanal de utilización de los artefactos de calefacción a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante los períodos de calefacción.

Tabla 44. Distribución de uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en Quillota.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	20	31%
6 a 5 días por semana	4	6%
4 a 3 veces por semana	26	40%
2 o menos veces por semana	12	18%
Sin información	3	5%
Total	**65**	**100%**

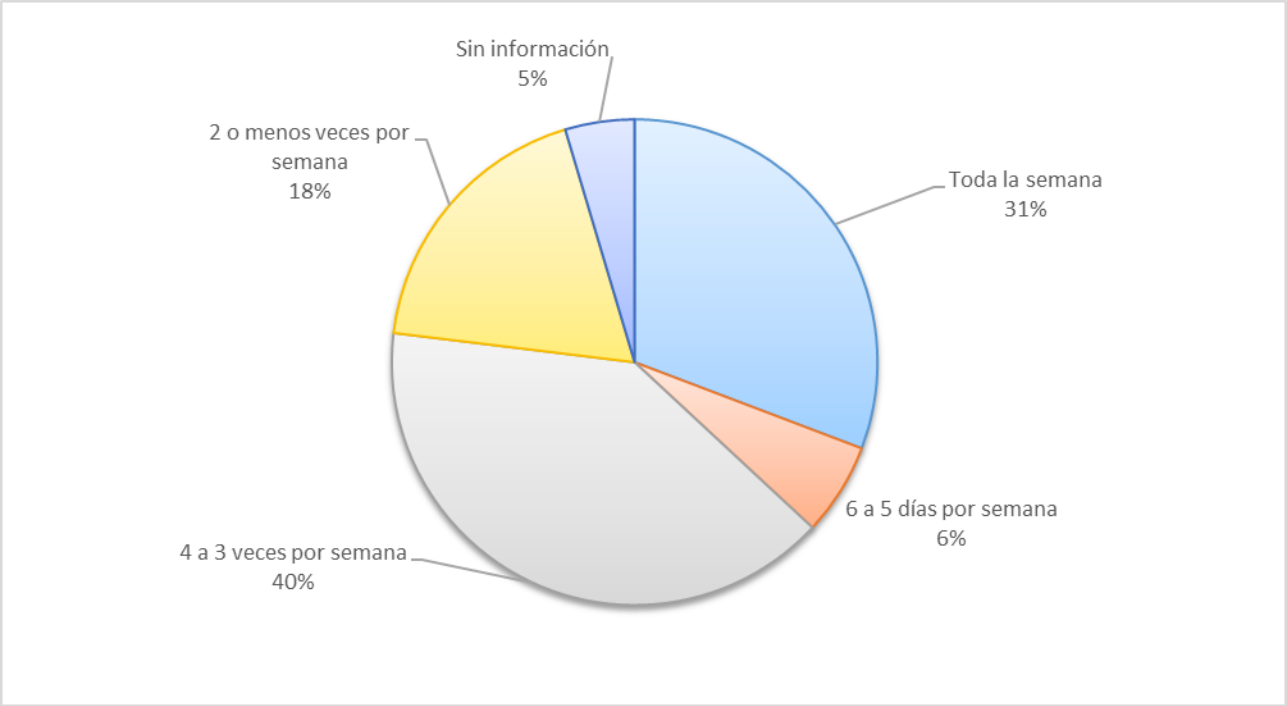
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 44) que la frecuencia de uso más común corresponde a la utilización de los artefactos entre 3 y 4 veces por semana, categoría que representa el 40% de la muestra (26 viviendas). Asimismo, un 31% señaló utilizar el artefacto durante toda la semana (20 viviendas), evidenciando una frecuencia elevada de utilización de estos sistemas.

En menor proporción, un 18% indicó utilizar el artefacto dos o menos veces por semana, mientras que un 6% reportó un uso entre 5 y 6 días semanales. Además, un 5% no respondió esta pregunta (Figura 37).

De este modo, se evidencia una utilización frecuente de los sistemas de calefacción a leña dentro de los hogares encuestados, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas. La frecuencia de uso observada constituye un factor relevante para comprender las necesidades de calefacción y el consumo de combustible residencial.

Figura 37. Distribución porcentual de uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La siguiente variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas. Su análisis permite reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción residencial y su posible relación con el consumo de combustible, las necesidades de calefacción y la generación de emisiones asociadas a la combustión de leña.

Tabla 45. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	2	3%
Entre 12 y 6 horas	6	9%
Entre 6 y 3 horas	32	49%
Menos de 3 horas	22	34%
Sin información	3	5%
Total	**65**	**100%**

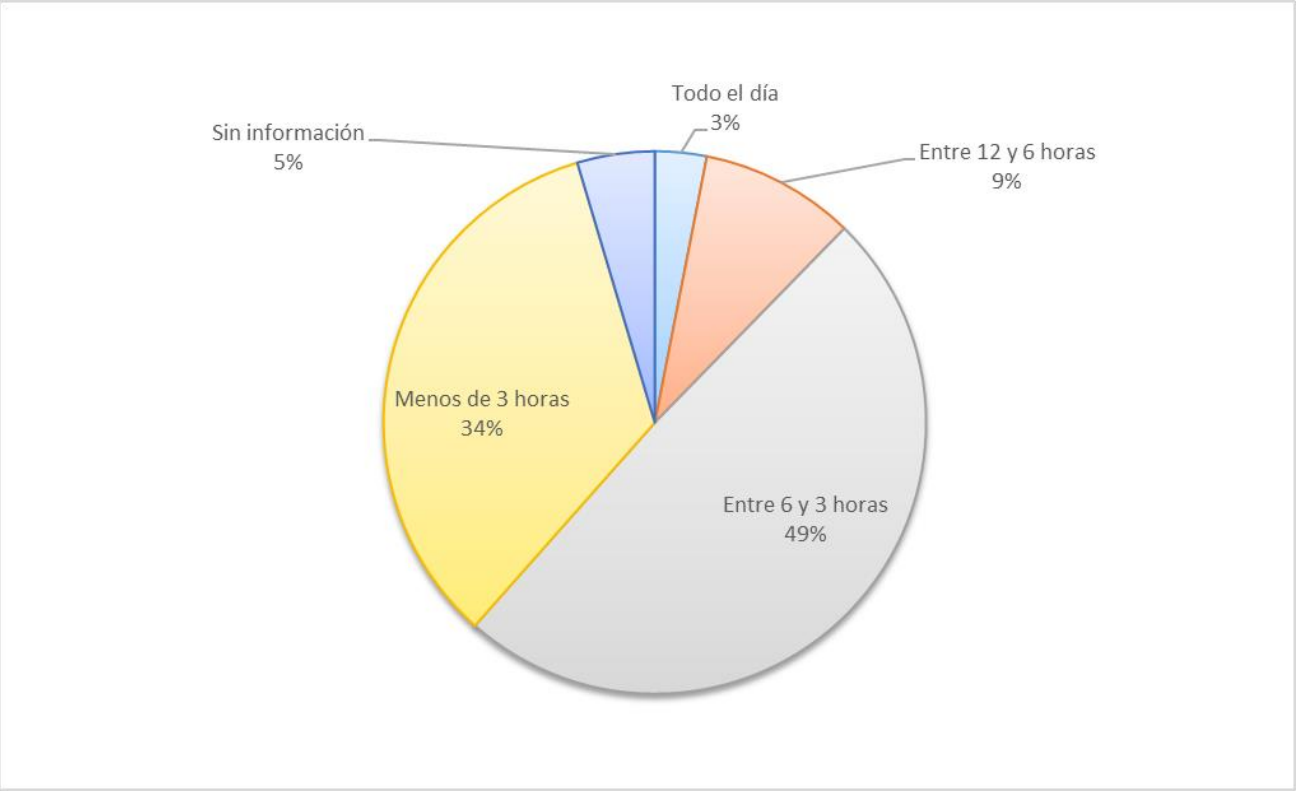
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del uso diario de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas de la comuna de Quillota muestra (Tabla 45) que la mayor parte de los hogares utiliza estos sistemas de calefacción por períodos moderados. El 49% de las viviendas (32 casos) indicó utilizar el artefacto entre 3 y 6 horas diarias, mientras que un 34% señaló utilizarlo menos de 3 horas al día.

En menor proporción, un 9% declaró un uso entre 6 y 12 horas diarias y solo un 3% indicó utilizar el artefacto durante todo el día. No se registraron casos de uso superior a 12 horas continuas. Además, un 5% no entrego información sobre esta consulta.

Los resultados evidencian (Figura 38) que el uso diario de calefacción a leña se concentra principalmente en horarios específicos asociados a períodos de bajas temperaturas, más que en un funcionamiento continuo durante toda la jornada. Esta situación podría contribuir a moderar el consumo de combustible en comparación con usos prolongados; sin embargo, la frecuencia e intensidad de utilización continúan siendo factores relevantes en la generación de emisiones atmosféricas y en la demanda energética de los hogares.

Figura 38. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes. Su análisis resulta relevante para reconocer el potencial interés de los hogares en procesos de recambio tecnológico orientados a mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones derivadas de la calefacción residencial.

Tabla 46. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Disposición a recambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	19	29%
No	29	45%
Tal vez	17	26%
Total	**65**	**100%**

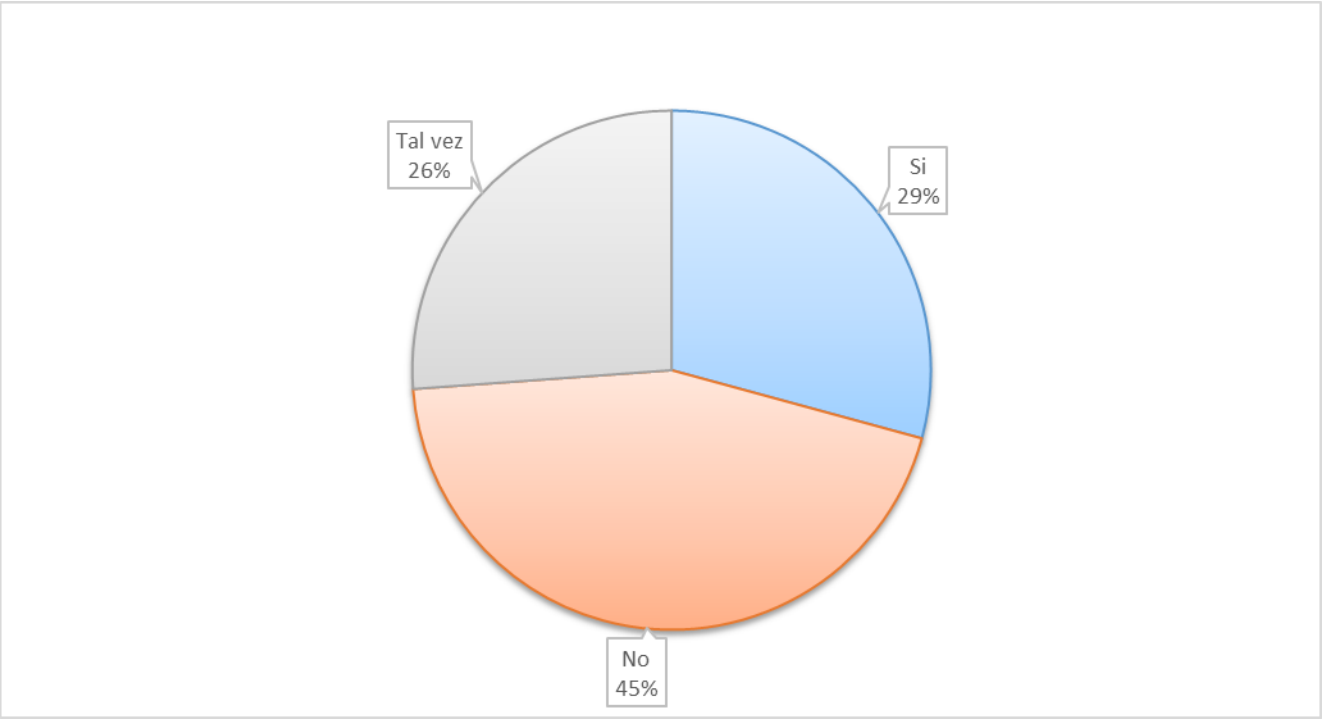
Fuente: Elaboración propia.

La disposición al cambio de artefactos de calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Quillota muestra (Tabla 46 y Figura 39) que el 45% de las personas encuestadas (29 viviendas) señaló no estar dispuesta a reemplazar su sistema actual de calefacción. En contraste, un 29% manifestó disposición positiva al recambio de artefactos, mientras que un 26% indicó que eventualmente podría considerar realizar este cambio.

Si bien la respuesta negativa constituye la categoría individual más frecuente, los resultados muestran que un 55% de las viviendas encuestadas presenta algún grado de apertura al recambio, al responder afirmativamente o señalar que eventualmente podría considerar esta posibilidad.

Estos antecedentes sugieren la existencia de un potencial de interés en procesos de recambio tecnológico que podría ser fortalecido mediante programas de incentivo, subsidios, información y educación sobre alternativas de calefacción. Al mismo tiempo, la decisión de reemplazar los artefactos puede estar condicionada por factores económicos, costos de adquisición e instalación, disponibilidad de tecnologías y combustibles, así como por los hábitos y necesidades de calefacción de los hogares.

Figura 39. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La siguiente variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 47. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	4
Gas	2
Pellets	21
Pellet/ Eléctrico	1
Sin información	3
Total menciones	**32**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 47) una clara preferencia por los artefactos a pellets como principal alternativa de recambio, registrando 21 menciones y constituyéndose como la opción más valorada por las personas encuestadas.

En menor proporción, se identifican preferencias por sistemas eléctricos, con 4 menciones, y por calefacción a gas, con 2 menciones. No se registraron preferencias por artefactos a parafina ni otros sistemas, mientras que 3 personas no respondieron la consulta. Por último, solo una persona mencionó disposición a cambiar artefactos eléctricos y a Pellet.

Estos resultados evidencian un interés importante por tecnologías de calefacción percibidas como más eficientes y menos contaminantes en comparación con la leña tradicional. La alta preferencia por los equipos a pellets podría asociarse a factores como un mejor rendimiento térmico, mayor comodidad de uso y menores impactos ambientales. Asimismo, la baja preferencia por sistemas a parafina y otros combustibles refleja una tendencia hacia alternativas consideradas más limpias y eficientes para la climatización residencial.

5.2.2.1.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales combustibles utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Quillota, considerando aspectos asociados al tipo de combustible empleado, gasto destinado a su adquisición, modalidades de abastecimiento, períodos de compra y características de la leña utilizada.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

La siguiente variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando tanto el uso de leña como de podas y los hogares que no utilizan este combustible.

Tabla 48. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Tipo de combustible utilizado	N° de menciones
Leña	62
Leña/ Podas	1
No utiliza leña	2
Total	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 48) evidencian un marcado predominio del uso de leña como combustible para calefacción. Considerando tanto los hogares que utilizan exclusivamente leña como aquellos que la combinan con podas, 63 viviendas (97%) declararon utilizar este tipo de biomasa. En contraste, 2 viviendas (3%) señalaron no utilizar leña.

Los resultados reflejan una alta dependencia de la biomasa leñosa para la calefacción residencial en las viviendas encuestadas de Quillota, constituyéndose en el principal combustible utilizado por los hogares analizados.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y en la carga económica asociada a la calefacción residencial.

Tabla 49. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	23	36%
Entre $30.000 y $60.000	17	26%
Entre $60.000 y $100.000	8	12%
Más de $100.000	7	11%
Sin información	8	12%
No utiliza leña	2	3%
Total	**65**	**100%**

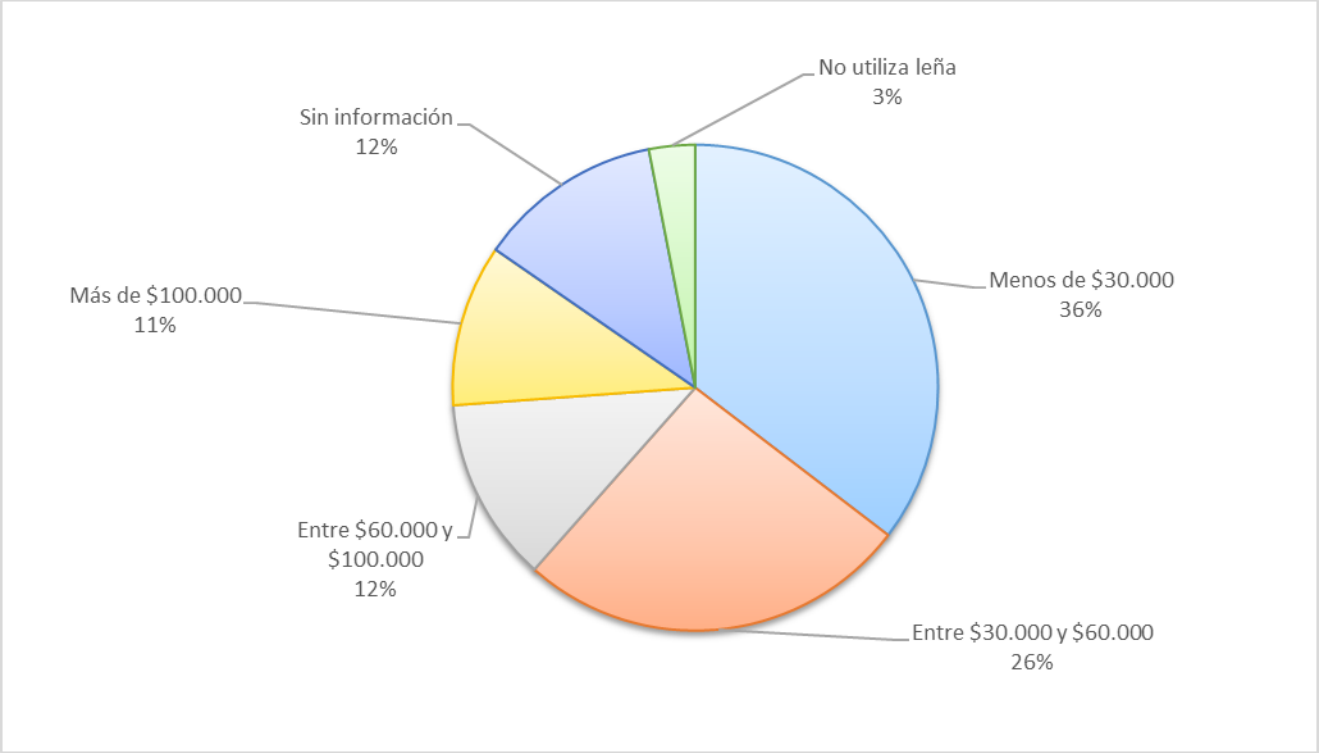
Fuente: Elaboración propia.

El tramo de gasto más frecuente (Tabla 49 y Figura 40) corresponde a montos inferiores a $30.000 mensuales, con un 36% de los hogares encuestados (23 viviendas). En segundo lugar, un 26% declaró gastar entre $30.000 y $60.000 mensuales (17 casos), mientras que un 12% señaló desembolsos entre $60.000 y $100.000 (8 viviendas).

Por su parte, un 11% de los hogares reportó gastos superiores a $100.000 mensuales, mientras que un 12% entrego información sobre el monto destinado a la compra de leña. Finalmente, un 3% indicó no utilizar este combustible.

De este modo, se distingue una diversidad en los niveles de gasto asociados al consumo de leña, lo que podría relacionarse con diferencias en el tamaño de las viviendas, la intensidad y frecuencia de uso de los artefactos, la disponibilidad de otras fuentes de calefacción y las modalidades de abastecimiento utilizadas por los hogares.

Figura 40. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible. Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según número de menciones.

Tabla 50. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	38
Metro	4
Compra directa (camión)	11
Recolección propia	12
Otro	3
No utiliza leña	2
Total menciones	**70**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 50) que la modalidad de adquisición más frecuente corresponde a la compra por saco, registrando 38 menciones. En segundo lugar, se observa la recolección propia de leña con 12 menciones, seguida por la compra directa mediante camión con 11 menciones. La adquisición por metro presenta una menor frecuencia, con 4 menciones, mientras que 3 personas señalaron utilizar otros mecanismos de abastecimiento. Además, 2 casos indicaron no utilizar leña.

Los resultados reflejan una predominancia de modalidades de adquisición mediante compra directa, particularmente por saco. Asimismo, la presencia de recolección propia evidencia prácticas de autoabastecimiento entre algunos hogares, lo que podría contribuir a reducir el gasto monetario destinado a la adquisición del combustible.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas. En este caso, el total de menciones coincide con el número de viviendas encuestadas.

Tabla 51. Distribución del período de compra de leña en las viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Período de compra de leña	N° Menciones
En el mismo invierno	40
Verano anterior	12
Primavera anterior	9
Otoño	1
Sin información	1
No utiliza leña	2
Total Menciones	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Se distingue que la principal modalidad (Tabla 51) de abastecimiento corresponde a la adquisición de leña durante el mismo invierno, con 40 menciones. En menor proporción, se registran 12 menciones asociadas a la compra durante el verano anterior y 9 durante la primavera anterior. Por su parte, se registra una mención correspondiente a la compra durante el otoño, mientras solo una vivienda encuestada no entrego información. Finalmente, 2 menciones corresponden a viviendas que no utilizan leña.

Adicionalmente, se observa que la adquisición de leña se concentra principalmente durante el período de mayor demanda de calefacción, dado que la compra durante el mismo invierno representa la mayoría de las menciones registradas. Esta práctica podría limitar el tiempo disponible para el secado y almacenamiento adecuado del combustible antes de su utilización. En contraste, la compra anticipada durante el verano o la primavera permite disponer de un mayor período de

almacenamiento y secado, lo que puede favorecer mejores condiciones de combustión y un mayor rendimiento térmico del combustible.

Estos resultados constituyen un antecedente relevante para el diagnóstico, ya que evidencian una práctica de abastecimiento predominantemente asociada a la necesidad inmediata de calefacción. En este contexto, la promoción de estrategias de compra anticipada, secado y almacenamiento adecuado de la leña podría contribuir a mejorar la calidad y eficiencia de uso del combustible.

- **Especie de leña utilizada:**

La siguiente variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando las especies declaradas por las personas participantes.
En esta variable se registraron las especies de leña declaradas por las personas encuestadas. En los casos en que se identificó el uso combinado de distintas especies, estas se presentan como categorías diferenciadas.

Tabla 52. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

Especie de leña utilizada	**N° menciones**
Eucalipto	42
Eucalipto/ Pino	1
Palto	9
Pino	2
Eucalipto/ Palto	1
Otro	2
Sin información	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	1
Pino/ Palto	1
Sin información	3
No utiliza leña	2
Total Menciones	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran Tabla 52 un claro predominio del eucalipto como especie de leña declarada, con 42 menciones. En segundo lugar, se encuentra el palto, con 9 menciones, mientras que el pino registra 2 menciones. Asimismo, se identifican distintas combinaciones de especies, principalmente entre eucalipto, pino y palto. Cabe destacar que solo una vivienda encuestada no entrego información sobre la consulta.

De este modo, los resultados evidencian una importante presencia del eucalipto como combustible utilizado por los hogares encuestados, seguido por el palto y, en menor medida, por el pino y otras combinaciones de especies.

- **Uso de leña seca:**

La presente variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas declaradas de uso del combustible.

Tabla 53. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.

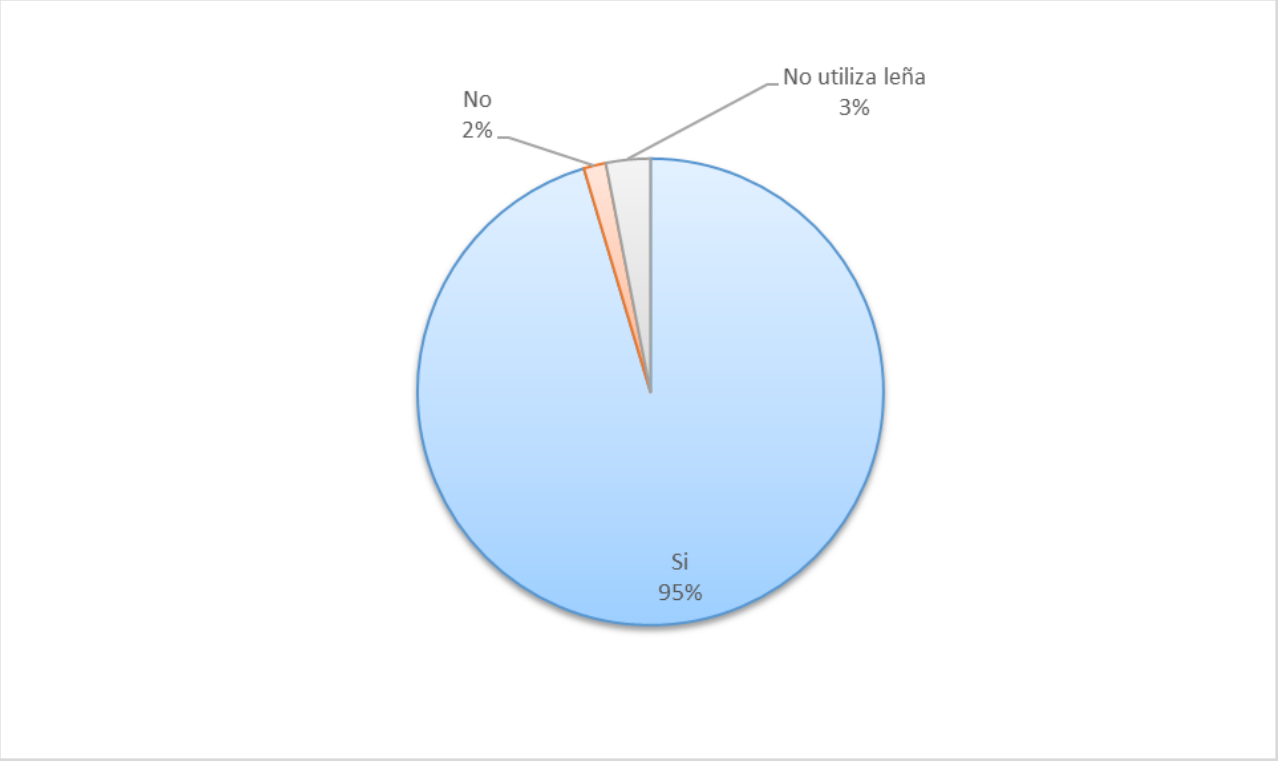
Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	62	95%
No	1	2%
No utiliza leña	2	3%
Total	**65**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 53 y Figura 41) que el 95% de las viviendas encuestadas (62 viviendas) declara utilizar leña seca para calefacción. En contraste, solo un 2% indicó utilizar leña no seca, mientras que un 3% señaló no utilizar leña.

La alta proporción de hogares que declara utilizar leña seca constituye un antecedente favorable, considerando que un combustible con menor contenido de humedad puede favorecer una combustión más eficiente y un mejor rendimiento térmico de los artefactos. No obstante, este resultado corresponde a la declaración de las personas encuestadas y no a una medición directa del contenido de humedad de la leña.

Figura 41. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.1.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Quillota

A continuación, se presenta un análisis comparativo de las viviendas encuestadas según su localización en sectores urbanos y rurales de la comuna de Quillota. A partir de la información recopilada mediante la encuesta aplicada a 65 hogares, se examinan diversas dimensiones relacionadas con las características habitacionales, las condiciones térmicas, los sistemas de calefacción, los combustibles utilizados y la disposición al recambio tecnológico, con el propósito de identificar similitudes y diferencias entre ambos contextos territoriales y aportar antecedentes para el diagnóstico energético comunal.

- **Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector:**

La caracterización de las viviendas encuestadas según tipo de sector constituye el punto de partida para el análisis comparativo desarrollado en esta sección, ya que permite interpretar los resultados considerando las particularidades territoriales de los sectores urbanos y rurales de la comuna (Tabla 54).

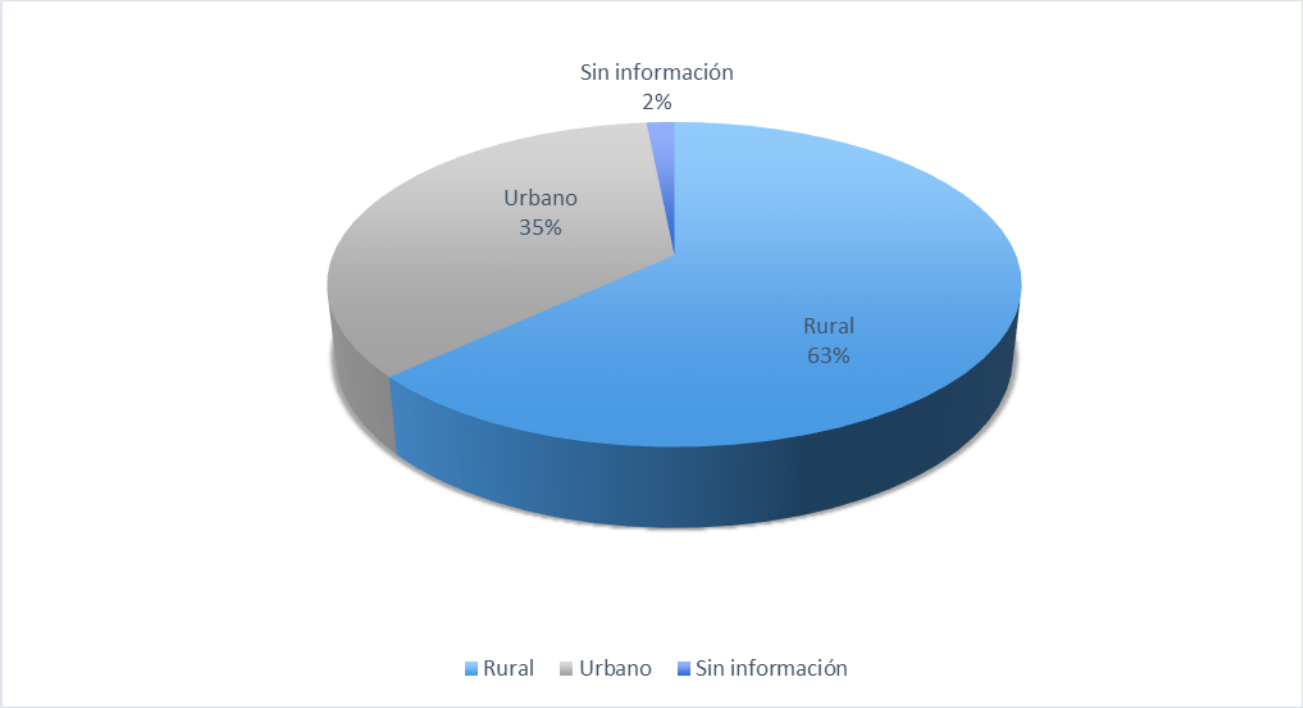
Tabla 54. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	41
Urbano	23
Sin información	1
Total	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Figura 42) que, de las 65 viviendas encuestadas en la comuna de Quillota, 41 se localizan en sectores rurales, equivalentes al 63% de la muestra, mientras que 23 viviendas corresponden a sectores urbanos, representando el 35%. Por su parte, una vivienda, equivalente al 2%, no identifica el tipo de sector en el que se encuentra localizada.

Figura 42. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de la muestra evidencia una mayor representación de viviendas ubicadas en sectores rurales, lo que constituye un antecedente relevante para la interpretación de los resultados obtenidos en las variables asociadas al uso de combustibles y calefacción residencial. Esta composición territorial puede contribuir a explicar la alta presencia de la leña como combustible, así como la existencia de prácticas de abastecimiento como la recolección propia y el acceso a recursos vegetales disponibles en el entorno.

Asimismo, la predominancia de viviendas rurales debe ser considerada al analizar los resultados de consumo energético y gasto en calefacción, dado que las condiciones de acceso a servicios energéticos, las características constructivas de las viviendas, la disponibilidad de combustibles y las necesidades de calefacción pueden diferir respecto de los sectores urbanos. En este sentido, los resultados de la encuesta deben interpretarse teniendo presente que la muestra presenta una mayor concentración territorial en áreas rurales, aspecto que puede incidir en los patrones de uso y abastecimiento de combustibles identificados en la comuna.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de las viviendas según su localización territorial, se analizó el tipo de vivienda registrado en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Quillota. Esta información permite contextualizar las condiciones constructivas de los hogares y su posible relación con las necesidades de calefacción y consumo energético residencial.

Tabla 55. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Quillota.

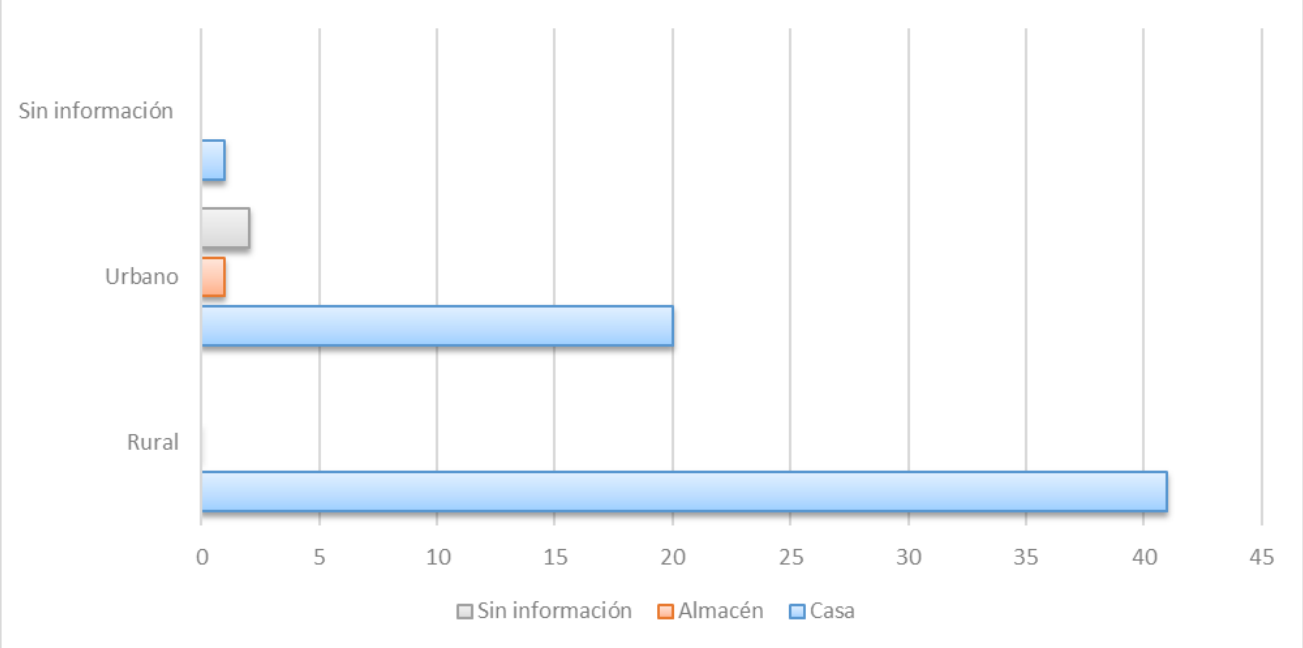
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Sin información	Total
Casa	41	20	1	**62**
Almacén	0	1	0	**1**
Sin información	0	2	0	**2**
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 55 y Figura 43) que la casa constituye el tipo de vivienda predominante entre los casos que cuentan con información disponible, con 61 viviendas de un total de 62 casos clasificados. De estas, 41 corresponden a viviendas ubicadas en sectores rurales y 20 a sectores urbanos. Por su parte, se identificó un único caso correspondiente a un almacén, localizado en el sector urbano.

Cabe señalar que dos viviendas no fueron categorizadas debido a la falta de información disponible, por lo que no se incluyen en la distribución presentada en la tabla.

Figura 43. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

Desde una perspectiva diagnóstica, los resultados evidencian un predominio prácticamente absoluto de viviendas tipo casa, tanto en sectores rurales como urbanos. Esta característica resulta relevante para el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética, considerando que este tipo de vivienda puede presentar requerimientos térmicos asociados a su superficie, materialidad, distribución de los espacios y condiciones de aislación.

Asimismo, la distribución observada no evidencia una diferenciación significativa del tipo de vivienda entre los sectores rurales y urbanos, dado que en ambos predomina ampliamente la vivienda tipo casa. Por lo tanto, para profundizar en las diferencias térmicas y energéticas entre ambos sectores, resulta más pertinente analizar variables complementarias como la materialidad predominante, superficie de las viviendas, número de pisos, presencia y tipo de aislación térmica y sistemas de calefacción utilizados.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Quillota, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 56. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Quillota.

Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	0	41
Urbano	0	24
Sin información	0	1
Total	**0**	**66**

Fuente: Elaboración propia.

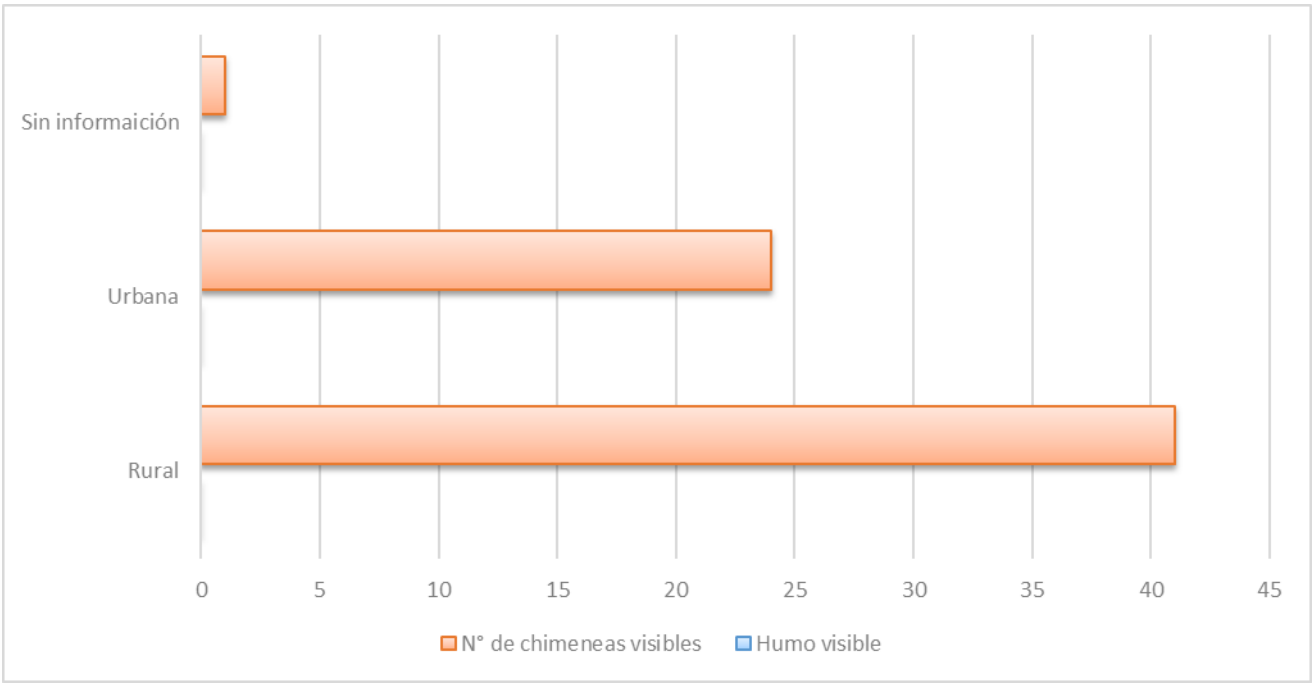
Los resultados muestran (Tabla 56) que ninguna de las 66 viviendas observadas presentó humo visible al momento de la aplicación del instrumento, tanto en los sectores rurales como urbanos de la comuna. En particular, las 41 viviendas localizadas en sectores rurales y las 24 viviendas correspondientes a sectores urbanos fueron clasificadas sin presencia de humo visible durante la observación.

En relación con las chimeneas, se identificó una chimenea visible en la mayoría de las viviendas observadas, registrándose únicamente un caso con dos chimeneas, correspondiente a una vivienda localizada en el sector urbano. Este resultado permite observar que, si bien existe una presencia generalizada de sistemas de calefacción asociados a chimeneas en las viviendas encuestadas, no se identifican diferencias relevantes entre los sectores urbanos y rurales respecto de la presencia de humo visible durante el momento específico de la observación.

Desde una perspectiva diagnóstica, la ausencia de humo visible constituye un antecedente favorable; sin embargo, este resultado corresponde a una observación puntual realizada durante la aplicación del instrumento y no permite establecer la inexistencia de emisiones asociadas a la calefacción residencial. La presencia de humo puede variar según el horario, las condiciones meteorológicas, la intensidad de uso de los artefactos y el momento específico en que se realizó la observación. Por ello, el resultado debe interpretarse como una aproximación al comportamiento observado en el momento del levantamiento de información.

La observación de chimeneas y humo visible permite complementar la información declarada por los hogares sobre el uso de combustibles y artefactos de calefacción, entregando evidencia directa de las condiciones observadas en terreno. Si bien no reemplaza mediciones de emisiones ni de calidad del aire, constituye un antecedente útil para contextualizar las prácticas de calefacción residencial presentes en la comuna (Figura 44).

Figura 44. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de Quillota. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 57. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de sector	Rural	Urbano	Sin información	Total
Si	22	18	1	**41**
No	14	5	0	**19**
Sin información	5	0	0	**5**
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 57) que, del total de 41 viviendas que cuentan con aislación térmica, 22 corresponden a viviendas ubicadas en sectores rurales y 18 a viviendas localizadas en sectores urbanos. De esta forma, los casos con presencia de aislación térmica se distribuyen entre ambos tipos de sector, con una mayor cantidad de viviendas rurales debido a su mayor representación dentro del conjunto de viviendas analizadas.

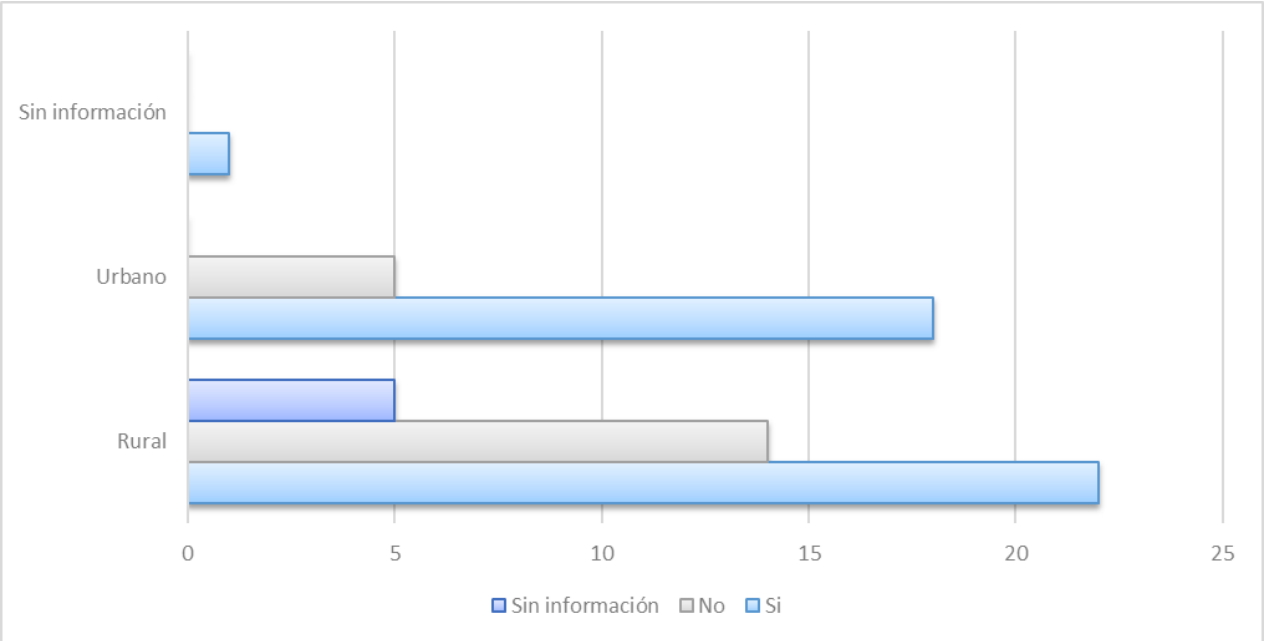
Desde una perspectiva diagnóstica, los resultados muestran que la aislación térmica está presente tanto en viviendas rurales como urbanas, constituyendo un elemento relevante para las condiciones de confort térmico y eficiencia energética de los hogares. La presencia de aislación puede contribuir a reducir las pérdidas de calor de las viviendas y, en consecuencia, disminuir las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

No obstante, para establecer una diferenciación térmica efectiva entre los sectores urbanos y rurales, resulta necesario considerar la proporción de viviendas con aislación respecto del total de viviendas encuestadas en cada sector, además de las características y el tipo de aislación presente. En este sentido, los resultados disponibles permiten identificar la presencia de aislación térmica en ambos sectores, pero no permiten determinar por sí solos que exista una mayor o menor condición de aislación térmica en uno de ellos.

Este antecedente resulta relevante para el diagnóstico, particularmente al relacionarlo con los patrones de consumo de leña y gasto en calefacción, ya que las condiciones de aislación de las viviendas pueden influir en las necesidades energéticas de los hogares y en la eficiencia del uso de los sistemas de calefacción.

En este contexto, la caracterización de la aislación térmica permite complementar el diagnóstico energético comunal, identificando un factor estructural que puede incidir en la demanda de calefacción y en el potencial de implementación de medidas de eficiencia energética en las viviendas (Figura 45).

Figura 45. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Quillota. El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

Tabla 58. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	33	12	0	**45**
Leña/ Gas	3	0	0	**3**
Leña/ Electricidad	1	0	0	**1**
Leña/ Parafina	0	0	1	**1**
Electricidad	1	1	0	**2**
No responde	3	10	0	**13**
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Figura 46, Tabla 58) que el uso exclusivo de leña constituye el principal sistema de calefacción en ambos sectores, registrándose 33 viviendas rurales y 12 viviendas urbanas que utilizan este combustible como única fuente de calefacción.

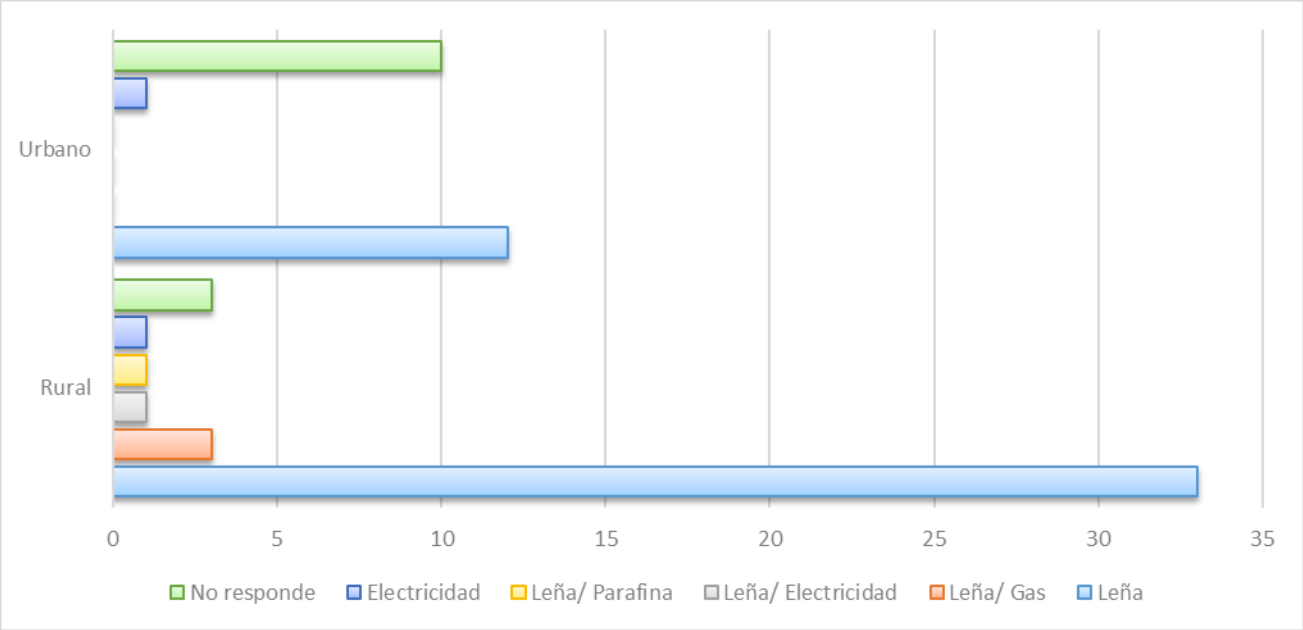
En el sector rural también se observa una mayor diversidad de sistemas, identificándose 3 viviendas que combinan leña y gas, una que combina leña y electricidad y una vivienda sin información de sector que utiliza leña y parafina. Asimismo, se registran dos viviendas que utilizan exclusivamente electricidad, una ubicada en el sector rural y otra en el sector urbano.

Por otra parte, destaca que 13 viviendas no entregaron información respecto del sistema de calefacción utilizado, correspondiendo principalmente a viviendas urbanas (10 casos), lo que limita el análisis comparativo entre ambos sectores.

De este modo, los resultados evidencian que la leña continúa siendo el principal sistema de calefacción, mientras que las combinaciones con otros combustibles y el uso exclusivo de electricidad presentan una presencia reducida dentro de la muestra.

Asimismo, conocer la distribución de los sistemas de calefacción entre sectores urbanos y rurales permite identificar diferencias territoriales en las formas de satisfacer las necesidades térmicas de los hogares y aporta antecedentes para el diseño de intervenciones adaptadas a las características locales.

Figura 46. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 59. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de sector	Rural	Urbano	Sin información	Total
Calefactor con templador sin certificación	17	9	1	27
Artefacto Hechizo	2	0	0	2
Calefactor Cámara Simple	3	3	0	6
Cocina a leña	4	0	0	4
Salamandra	4	2	0	6
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	10	9	0	19
Sin información	1	0	0	1
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 59, Figura 47) que los calefactores con templador sin certificación corresponden al artefacto de calefacción más frecuente, con 27 viviendas, seguido por los calefactores con templador con certificación (doble cámara), presentes en 19 viviendas.

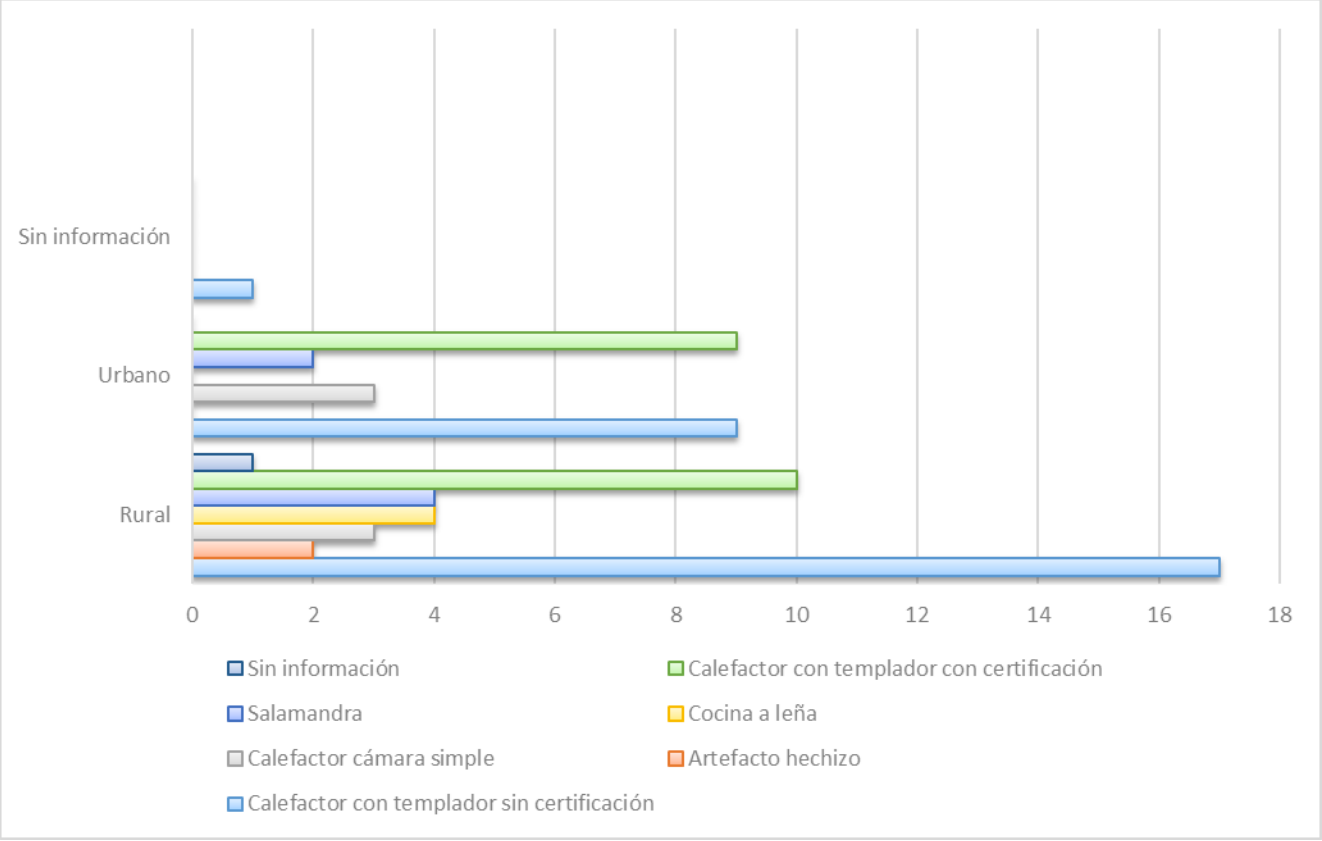
En el sector rural predominan los calefactores con templador sin certificación (17 viviendas), mientras que los calefactores certificados alcanzan 10 viviendas. Asimismo, se observa una mayor diversidad de artefactos, incluyendo cocinas a leña, salamandras y artefactos hechizos.

En el sector urbano también predominan los calefactores con templador, registrándose nueve viviendas con artefactos certificados y nueve con artefactos sin certificación, mientras que las salamandras y calefactores de cámara simple presentan una participación menor.

Se distingue una importante presencia de artefactos tradicionales y una coexistencia entre equipos certificados y no certificados, situación que constituye un antecedente relevante para eventuales programas de recambio tecnológico orientados a mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones.

La identificación de los artefactos predominantes permite reconocer oportunidades para fortalecer programas de recambio tecnológico y promover el uso de equipos de mayor eficiencia energética y menores emisiones contaminantes.

Figura 47. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras

políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 60. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Sí	10	9	0	19
No	23	6	0	29
Tal vez	8	8	1	17
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

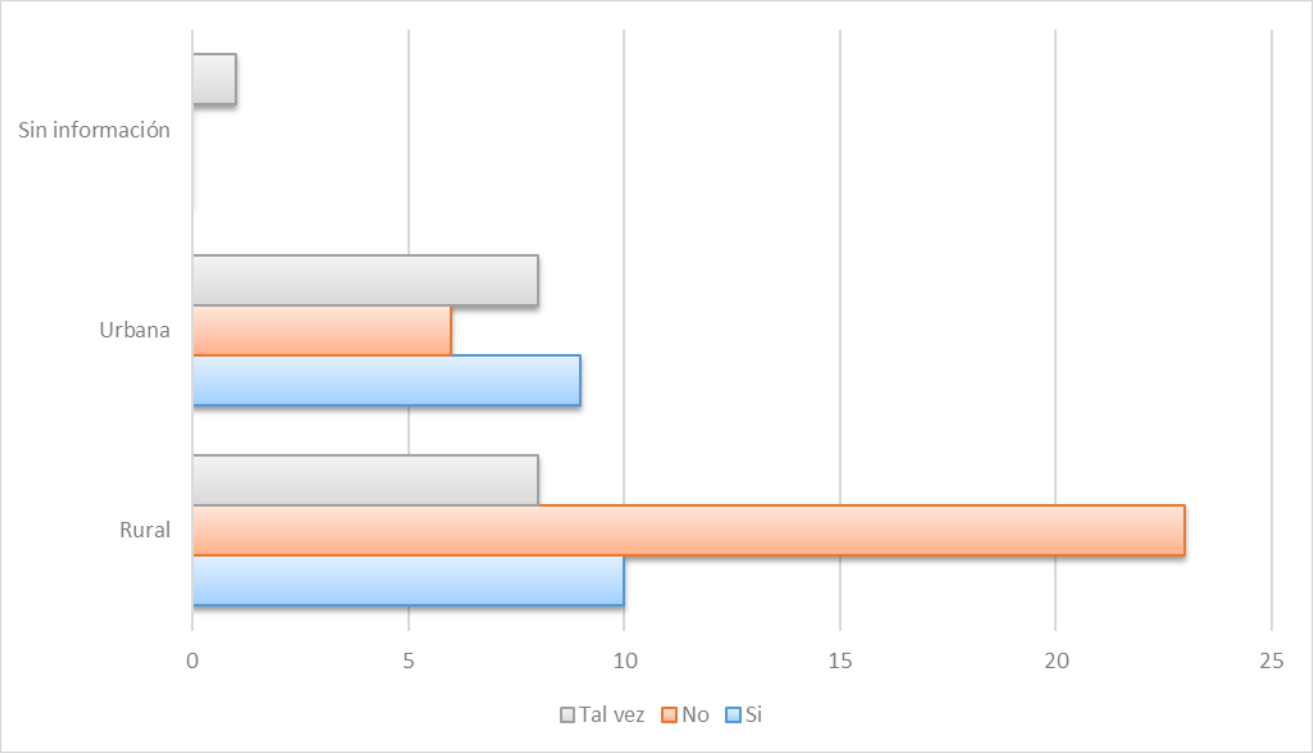
Los resultados muestran (Figura 48, Tabla 60) que la alternativa predominante corresponde a no estar dispuesto a cambiar el artefacto de calefacción, con 29 viviendas, de las cuales 23 pertenecen al sector rural y 6 al sector urbano.

Por otra parte, 19 viviendas manifestaron disposición a realizar el cambio, distribuidas entre 10 viviendas rurales y 9 urbanas. Asimismo, 17 viviendas señalaron que tal vez realizarían el cambio, observándose una distribución relativamente equilibrada entre ambos sectores.

De este modo, los resultados evidencian una mayor resistencia al recambio de artefactos entre los hogares rurales, mientras que en el sector urbano la disposición al cambio se presenta de manera más equilibrada entre quienes aceptarían y quienes manifiestan incertidumbre.

Este antecedente resulta especialmente relevante para el diseño de programas de recambio, ya que permite identificar posibles niveles de aceptación y resistencia entre distintos grupos de hogares, facilitando la implementación de estrategias diferenciadas según el contexto territorial.

Figura 48. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 61. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Pellets/ Eléctrica	0	0	1	1
Pellets	8	14	0	22
Gas	2	0	0	2
Eléctrica	2	2	0	4
No responde	2	1	0	3
Sin información	27	6	0	33
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 61, Figura 49) que el artefacto a pellet constituye la principal alternativa de recambio, con 22 viviendas, predominando especialmente en el sector urbano (14 viviendas), mientras que en el sector rural alcanza 8 viviendas.

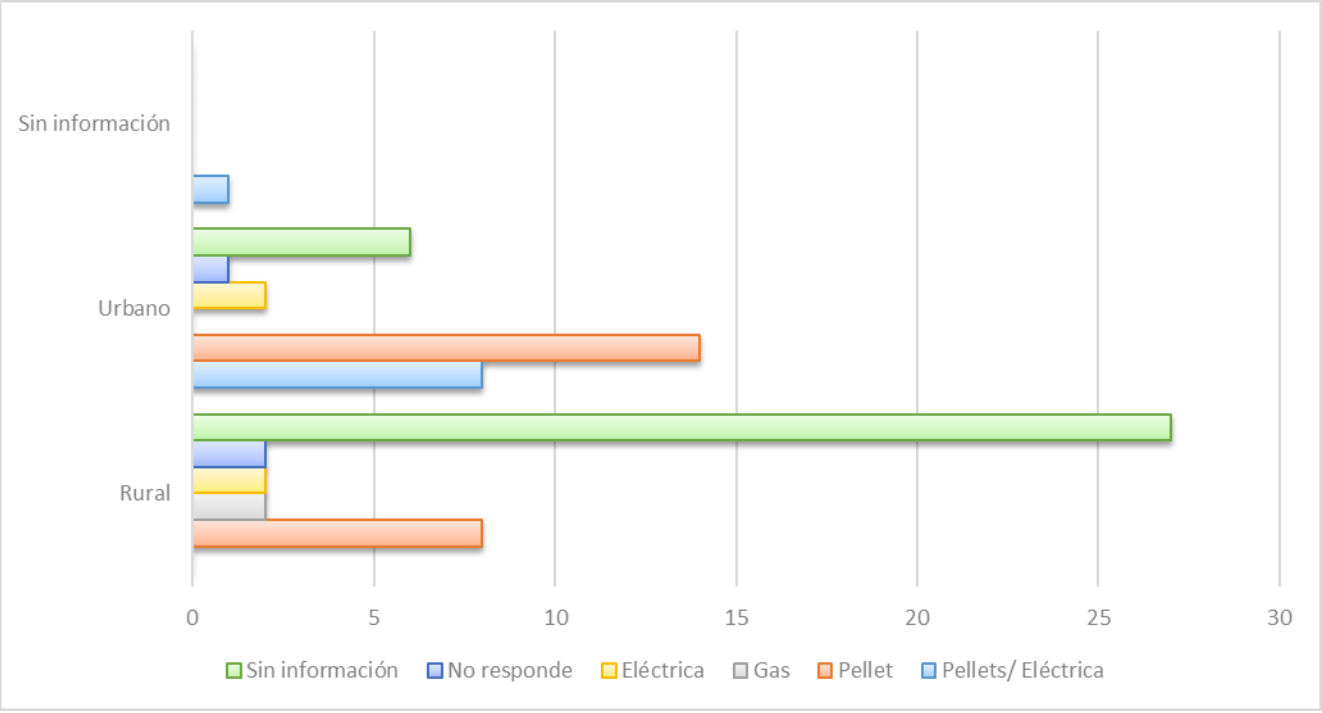
Las alternativas eléctrica y gas presentan una participación considerablemente menor, con 4 y 2 viviendas, respectivamente. Asimismo, se registra un caso que manifestó preferencia por un sistema combinado pellet-eléctrico.

Cabe señalar que 33 viviendas aparecen no registraron información, ya que esta pregunta solo fue respondida por quienes manifestaron disposición a cambiar el artefacto o indicaron que eventualmente podrían hacerlo. En consecuencia, los hogares que previamente respondieron negativamente a la disposición de cambio, o que no contestaron esa pregunta, no fueron considerados en esta variable.

Los resultados evidencian que, entre quienes manifiestan interés en reemplazar su sistema de calefacción, el pellet representa la principal tecnología de preferencia.

Las preferencias manifestadas por los hogares constituyen un insumo relevante para la planificación de programas públicos de recambio de calefactores, permitiendo priorizar tecnologías con mayor aceptación y facilitar procesos de adopción por parte de la población.

Figura 49. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las

viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 62. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	39	22	1	62
No utiliza leña	1	1	0	2
Leña/ Podas	1	0	0	1
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

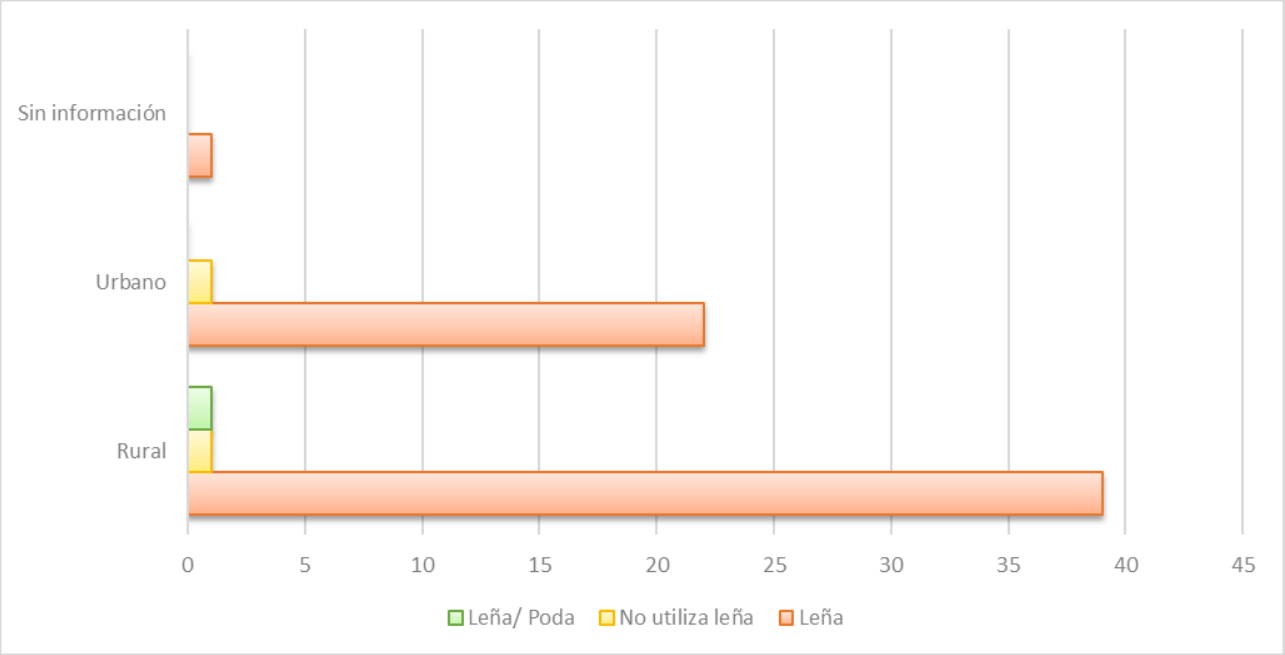
Los resultados muestran (Figura 50, Tabla 62) que la leña constituye el principal combustible utilizado tanto en sectores rurales como urbanos, registrándose 39 viviendas rurales y 22 urbanas que declararon utilizar exclusivamente este combustible.

Solo una vivienda rural indicó utilizar una combinación de leña y podas, mientras que una vivienda rural y una urbana señalaron no utilizar leña. Asimismo, se registra un caso sin información respecto del tipo de sector.

Los datos confirman la alta dependencia de la leña como combustible para calefacción en ambos sectores de la comuna, sin observarse diferencias significativas entre el ámbito urbano y rural.

La caracterización de los combustibles utilizados constituye un insumo central para el diagnóstico energético comunal, permitiendo identificar oportunidades para promover alternativas de calefacción más eficientes y con menores impactos ambientales.

Figura 50. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas.

Tabla 63. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Quillota.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eucalipto	27	14	1	42
Palto	9	0	0	9
Pino	0	2	0	2
Pino/ Palto	0	1	0	1
Eucalipto/ Palto	0	1	0	1
Eucalipto/ Pino	1	0	0	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	1	0	0	1
Sin información	1	3	0	4
Otro	1	1	0	2
No utiliza	1	1	0	2
Total	**41**	**23**	**1**	**65**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 63) que el eucalipto es la principal especie de leña utilizada tanto en sectores rurales como urbanos, registrándose 27 viviendas rurales, 14 urbanas y un caso sin información de sector, totalizando 42 registros.

En segundo lugar, destaca el palto, utilizado exclusivamente por viviendas rurales (9 casos), mientras que el pino presenta una presencia menor y se concentra principalmente en el sector urbano.

Asimismo, se identifican algunas combinaciones de especies, como eucalipto-palto, eucalipto-pino y eucalipto-pino-palto, aunque con una frecuencia reducida. También se registran cuatro casos sin información sobre la especie utilizada y dos viviendas que señalaron no utilizar leña.

Cabe resaltar que los datos evidencian un claro predominio del eucalipto como principal especie utilizada para calefacción en ambos sectores de la comuna, complementado por especies disponibles localmente, especialmente en el ámbito rural.

Asimismo, la identificación de las especies más utilizadas permite relacionar los patrones de consumo con la disponibilidad local del recurso forestal y constituye un antecedente útil para promover prácticas de uso más eficientes y ambientalmente sostenibles.

5.2.2.1.8 Principales hallazgos de la comuna de Quillota

El diagnóstico desarrollado para la comuna de Quillota permite caracterizar un parque habitacional compuesto predominantemente por viviendas tipo casa, de materialidades consolidadas y, en general, en buen estado de conservación. No obstante, los resultados evidencian brechas en materia de acondicionamiento térmico, considerando que una proporción relevante de los hogares declara no contar con aislación o desconoce si su vivienda dispone de ella. Estas condiciones pueden incrementar las necesidades de calefacción y el consumo energético durante los períodos de bajas temperaturas.

En materia energética, la leña constituye el principal combustible utilizado para calefacción residencial, tanto en sectores urbanos como rurales, siendo el eucalipto la especie predominante. Asimismo, se observa una coexistencia de calefactores certificados y no certificados, con predominio de equipos tradicionales, situación que representa una oportunidad para fortalecer programas de recambio tecnológico orientados a mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones asociadas a la calefacción residencial.

El análisis comparativo entre sectores urbanos y rurales muestra que las diferencias territoriales no radican en el tipo de vivienda ni en el combustible utilizado, sino principalmente en las prácticas de abastecimiento, la diversidad de especies de leña empleadas y la disposición frente al recambio tecnológico. Mientras los hogares rurales presentan una mayor diversidad de especies y una mayor permanencia en el uso de sistemas tradicionales, los hogares urbanos evidencian una mayor preferencia por tecnologías de menores emisiones, particularmente calefactores a pellet. En ambos sectores, además, el abastecimiento de leña se concentra principalmente durante el invierno y el uso de leña seca corresponde a una percepción declarada por los hogares, sin contar con mediciones objetivas de humedad.

Finalmente, los resultados permiten concluir que el principal desafío para la comuna de Quillota consiste en avanzar hacia un uso más eficiente de la biomasa, complementando las estrategias de recambio tecnológico con medidas orientadas al mejoramiento de la envolvente térmica de las viviendas, la promoción del uso de leña de calidad y el fortalecimiento de acciones de educación y eficiencia energética. Asimismo, las diferencias identificadas entre sectores urbanos y rurales evidencian la necesidad de diseñar intervenciones diferenciadas, adaptadas a las características y prácticas de cada contexto territorial.

5.2.2.2 Comuna de La Calera

El levantamiento de información desarrollado en la comuna de La Calera permitió registrar y caracterizar un total de 100 viviendas mediante fichas de observación en terreno, considerando unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales. A través de este instrumento se recopilaron antecedentes relacionados con las características habitacionales y constructivas de las viviendas, además de elementos observables vinculados a los sistemas de calefacción y combustión.

Complementariamente, del total de viviendas fichadas, se logró aplicar 78 encuestas a personas residentes, quienes aportaron información declarada sobre las características de sus viviendas, los sistemas y artefactos utilizados para calefacción, los tipos de combustibles empleados y las prácticas asociadas a su consumo.

En consecuencia, la información analizada para la comuna de La Calera se construye a partir de 100 fichas de viviendas levantadas en terreno y 78 encuestas respondidas por residentes. La integración de ambas fuentes permite complementar los antecedentes obtenidos mediante observación directa con la información proporcionada por los propios hogares, favoreciendo una caracterización más completa de las condiciones habitacionales y de los patrones de calefacción y consumo energético residencial de la comuna.

A continuación, se presentan los principales resultados derivados del levantamiento y análisis de información realizado en la comuna de La Calera.

5.2.2.2.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

La presente sección tiene por objetivo caracterizar las principales condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno en la comuna de La Calera. El análisis considera un total de 100 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales de la comuna.

La caracterización integra información obtenida mediante la observación y registro directo de las viviendas, considerando variables asociadas a la localización territorial, tipología habitacional, número de pisos, tamaño aproximado, materialidad predominante, estado general de conservación y elementos visibles relacionados con sistemas de calefacción y combustión, tales como la presencia de chimeneas y emisiones visibles de humo.

El análisis de estas variables permite reconocer las principales características del parque habitacional observado en la muestra y aproximarse a aquellos factores que podrían relacionarse con las condiciones de habitabilidad, el confort térmico, la eficiencia energética y las necesidades de calefacción de los hogares.

Cabe señalar que los resultados presentados en esta sección corresponden principalmente a información registrada mediante fichas de observación aplicadas a las 100 viviendas identificadas en terreno. Esta información se complementa, en las secciones correspondientes, con los antecedentes obtenidos mediante las 78 encuestas respondidas por personas residentes, las cuales permiten profundizar en aspectos declarados por los hogares relacionados con sus sistemas de calefacción, tipos de artefactos, combustibles utilizados y prácticas de consumo energético.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

La variable permite identificar la ubicación territorial de las viviendas fichadas, diferenciando entre sectores urbanos y rurales de la comuna de La Calera.

Tabla 64. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de La Calera.

Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	39	39%
Rural	59	59%
Sin información	2	2%
Total	**100**	**100%**

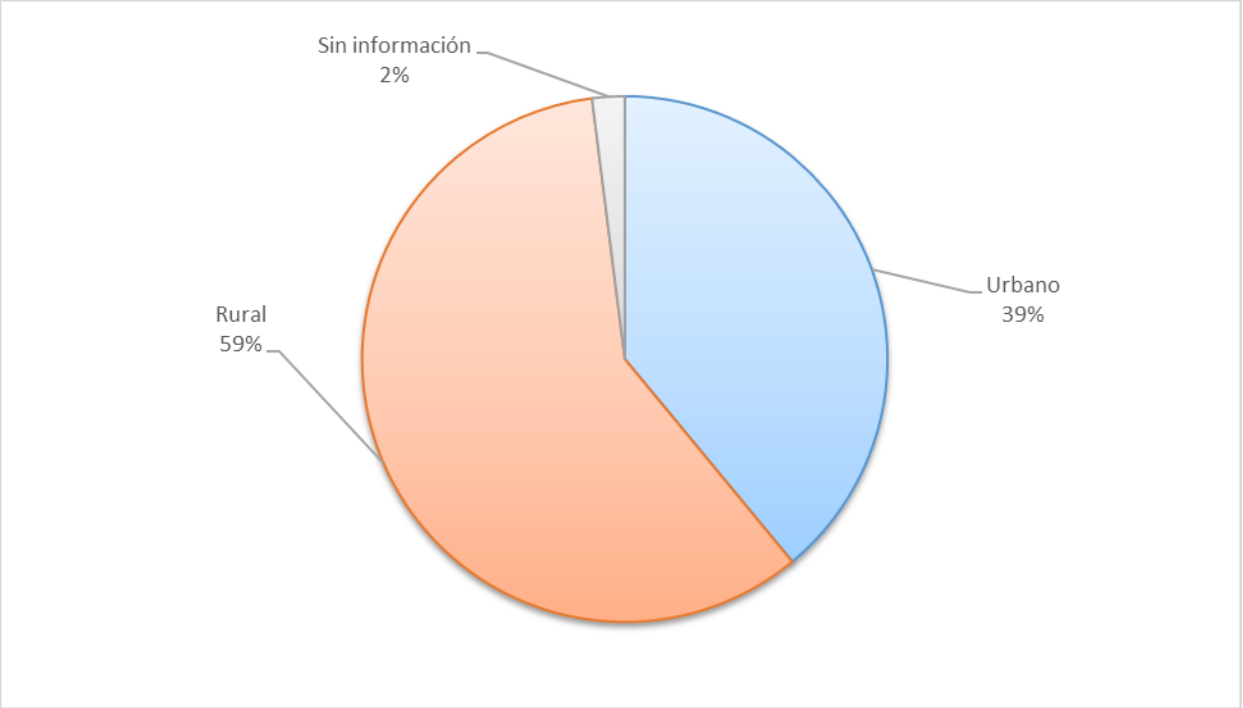
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 64, Figura 51) una mayor presencia de viviendas ubicadas en sectores rurales, las cuales representan el 59% de la muestra (59 viviendas). Por su parte, las viviendas emplazadas en sectores urbanos corresponden al 39% (39 casos). Asimismo, se registró un caso sin respuesta, equivalente al 1% de la muestra.

De esta forma, se evidencia un predominio de viviendas localizadas en áreas rurales dentro de la muestra encuestada, situación que podría influir en las características habitacionales, el acceso a servicio y los patrones de uso de sistemas de calefacción.

Asimismo, el bajo porcentaje de fichas sin información para esta variable permite contar con una caracterización territorial de la muestra con un alto nivel de cobertura.

Figura 51. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La variable permite identificar la tipología habitacional de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno de la comuna de La Calera.

Tabla 65. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de La Calera.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	98	98%
Sin información	2	2%
Total	**100**	**100%**

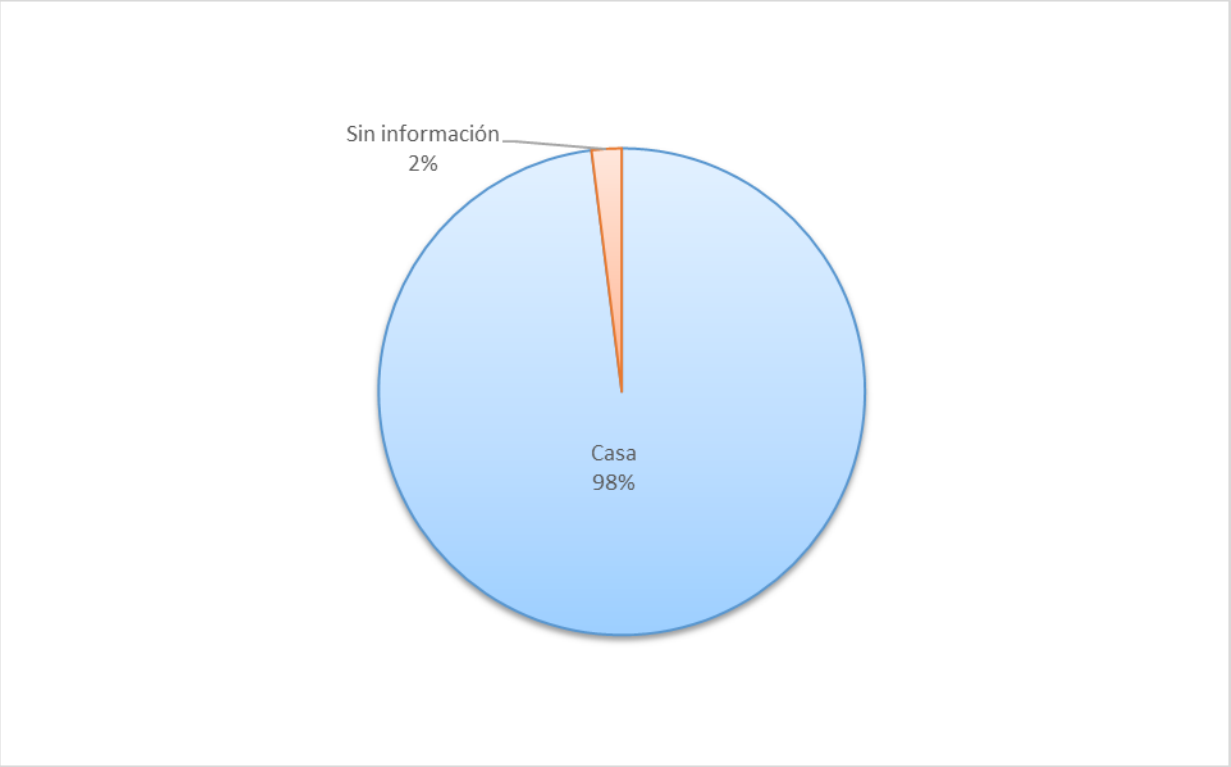
Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la Figura 52 y Tabla 65, la totalidad de las viviendas que respondieron esta consulta corresponde a casas, registrándose un total de 98 casos equivalentes al 98% de la muestra. Adicionalmente, se identificaron 2 viviendas sin información, lo que representa un 2%.

De esta forma, la muestra se caracteriza por un predominio de viviendas tipo casa, condición que resulta consistente con la importante presencia de sectores rurales observada en la comuna. No se registraron otras tipologías habitacionales dentro de las fichas analizadas.

Esta característica constituye un antecedente relevante para la interpretación de los resultados posteriores, dado que la configuración de las viviendas puede influir en sus requerimientos de calefacción

Figura 52. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipo de vivienda en comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de pisos de la vivienda:**

Esta dimensión da cuenta de la configuración estructural de las viviendas fichadas, considerando el número de pisos presentes en cada unidad habitacional.

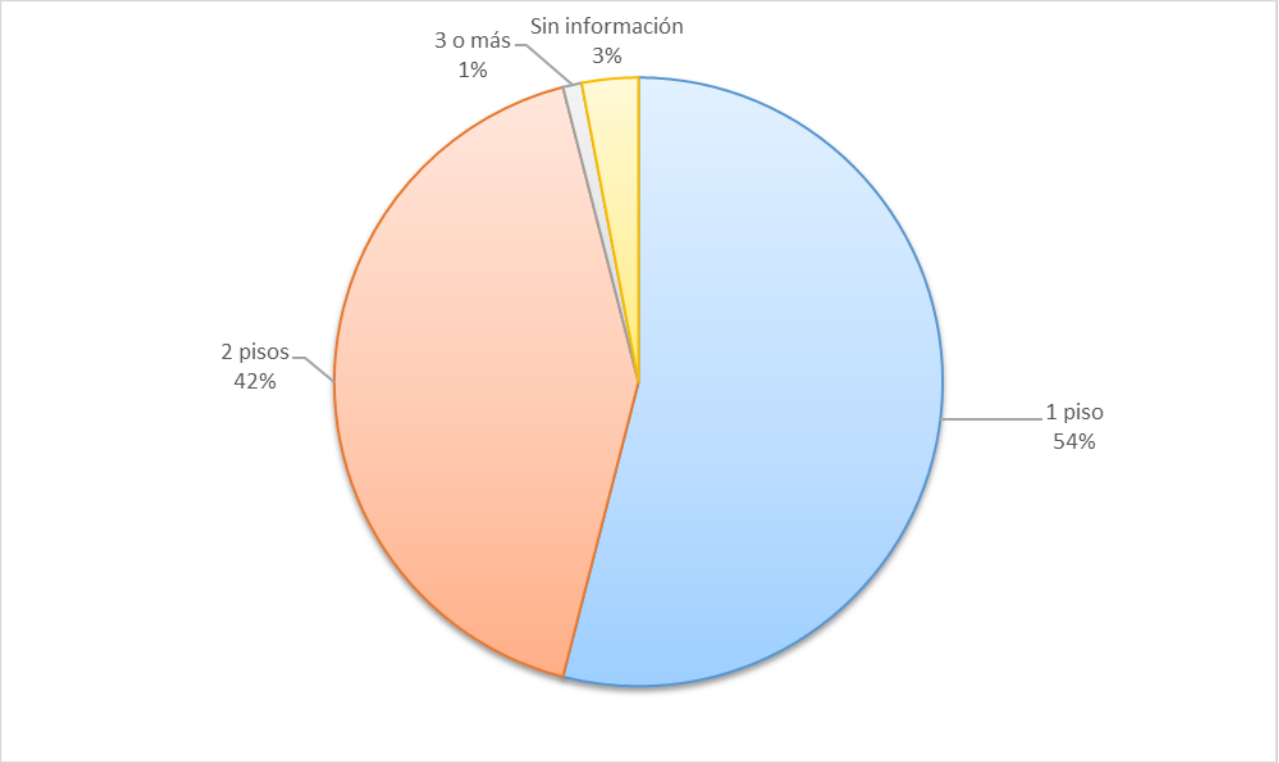
Tabla 66. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de La Calera.

Número de pisos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	54	54%
2	42	42%
3 o más	1	1%
Sin información	3	3%
Total	**100**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 66, Figura 53) que la mayoría de las viviendas corresponden a construcciones de un piso, representando el 59% de la muestra, es decir, 46 viviendas. En segundo lugar, las viviendas de dos pisos alcanzan el 36% (29 casos). Asimismo, se registraron solo 3 casos sin información, equivalente al 3% de la muestra. Los antecedentes sugieren un predominio de viviendas de baja altura, característica frecuente en comunas con importante presencia de sectores rurales.

Figura 53. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

A través de esta variable se caracteriza la superficie aproximada de las viviendas fichadas y reconocer diferencias en términos de escala habitacional y requerimientos de acondicionamiento térmico.

Tabla 67. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de La Calera.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	1	1%
Entre 35 y 70 m²	68	68%
Entre 70 y 100 m²	19	19%
Más de 100 m²	12	12%
Total	**100**	**100%**

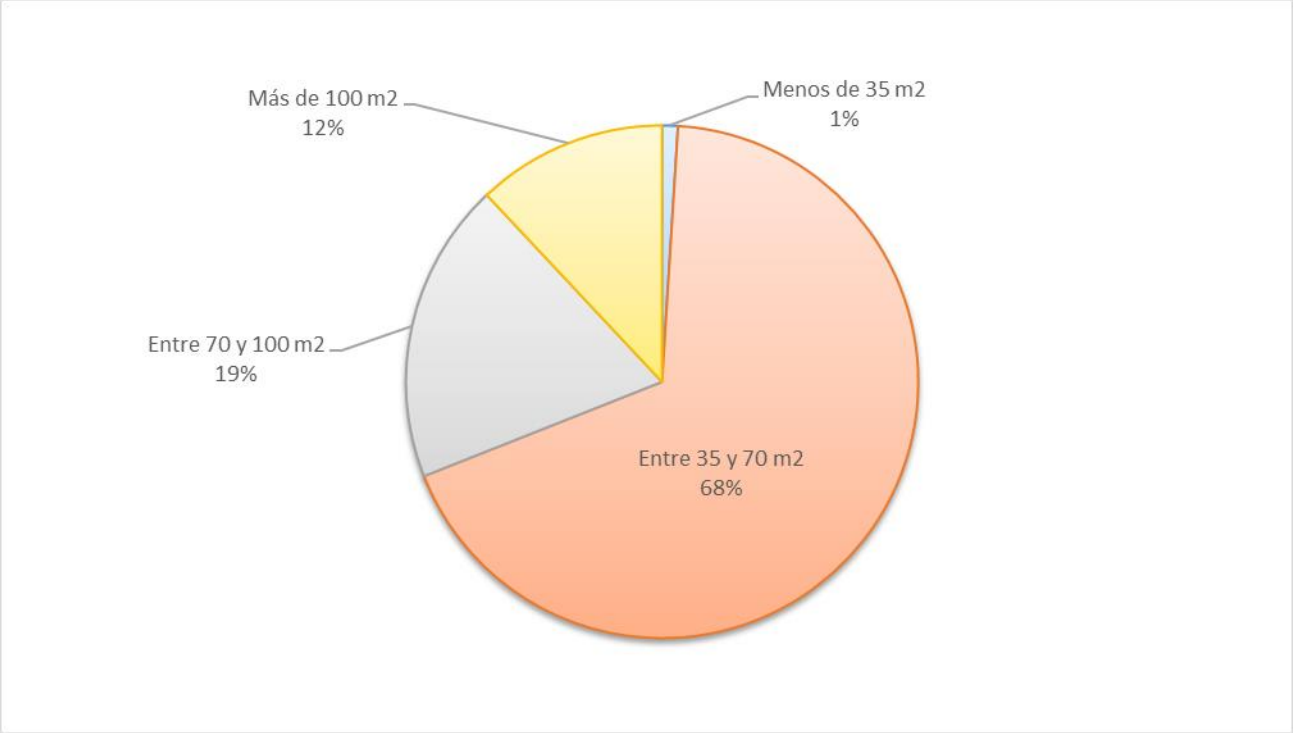
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican (Figura 54, Tabla 67) que la categoría más frecuente corresponde a viviendas con superficies entre 35 y 70 m², alcanzando el 68% de la muestra (53 viviendas). En segundo lugar, se ubican las viviendas entre 70 y 100 m², con un 19% (15 casos), seguidas por aquellas de más de 100 m², con un 12% (9 viviendas). Finalmente, solo una vivienda declaró una superficie inferior a 35 m², lo que equivale al 1%.

De esta forma, el 87% de las viviendas fichadas presenta superficies de entre 35 y 100 m², evidenciando un predominio de viviendas de tamaño pequeño a mediano dentro del conjunto analizado. La

superficie constituye un factor relevante para el análisis posterior de las necesidades de calefacción y acondicionamiento térmico, considerando que el tamaño de la vivienda puede influir en los requerimientos energéticos necesarios para alcanzar condiciones adecuadas de confort térmico.

Figura 54. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

Esta variable describe el principal material constructivo predominante en las viviendas fichadas, constituyendo un antecedente relevante para la caracterización de sus condiciones constructivas y su posible comportamiento térmico.

Tabla 68. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de La Calera.

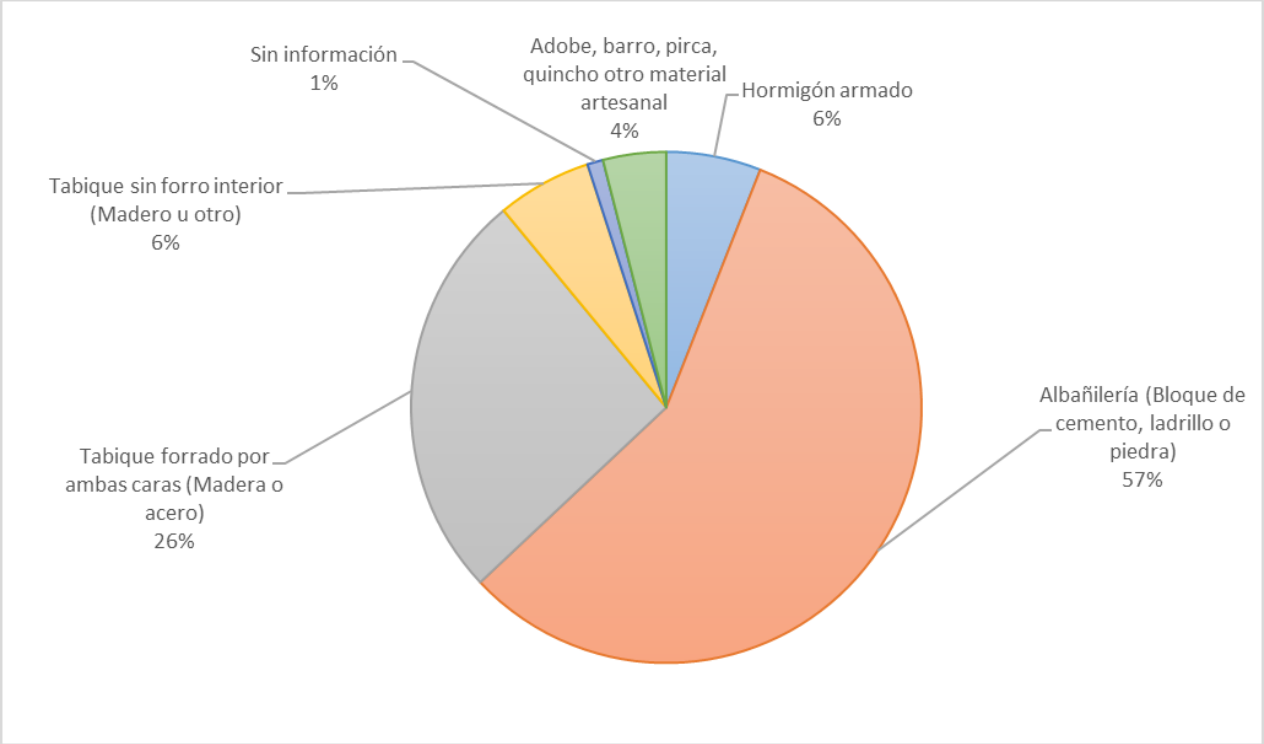
Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	6	6%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	57	57%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	26	26%
Tabique sin forro interior (madera u otro)	6	6%
Adobe, barro, pirca , quincha u otro material artesanal	1	1%
Sin información	4	4%
Total	**100**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 68, Figura 55, se distingue un predominio de viviendas construidas en albañilería, las cuales representan el 57% de la muestra (57 viviendas). En segundo lugar, se observan viviendas construidas con tabique forrado por ambas caras, correspondientes al 26% (26 casos). Asimismo, un 6% corresponde a viviendas con tabique sin forro interior y otro 6% a viviendas de hormigón armado, mientras que un 1% registró materiales tradicionales como adobe o quincha. Finalmente, un 4% de las fichas (4 casos) no registra información respecto de la materialidad predominante.

Los antecedentes evidencian un predominio de sistemas constructivos consolidados, especialmente de albañilería. No obstante, la materialidad por sí sola no permite determinar el desempeño térmico de las viviendas, por lo que este antecedente debe interpretarse conjuntamente con las condiciones de aislación y acondicionamiento térmico.

Figura 55. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

Esta variable describe la condición general de conservación de las viviendas fichadas, a partir de la percepción registrada durante el levantamiento de información.

Tabla 69. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna La Calera.

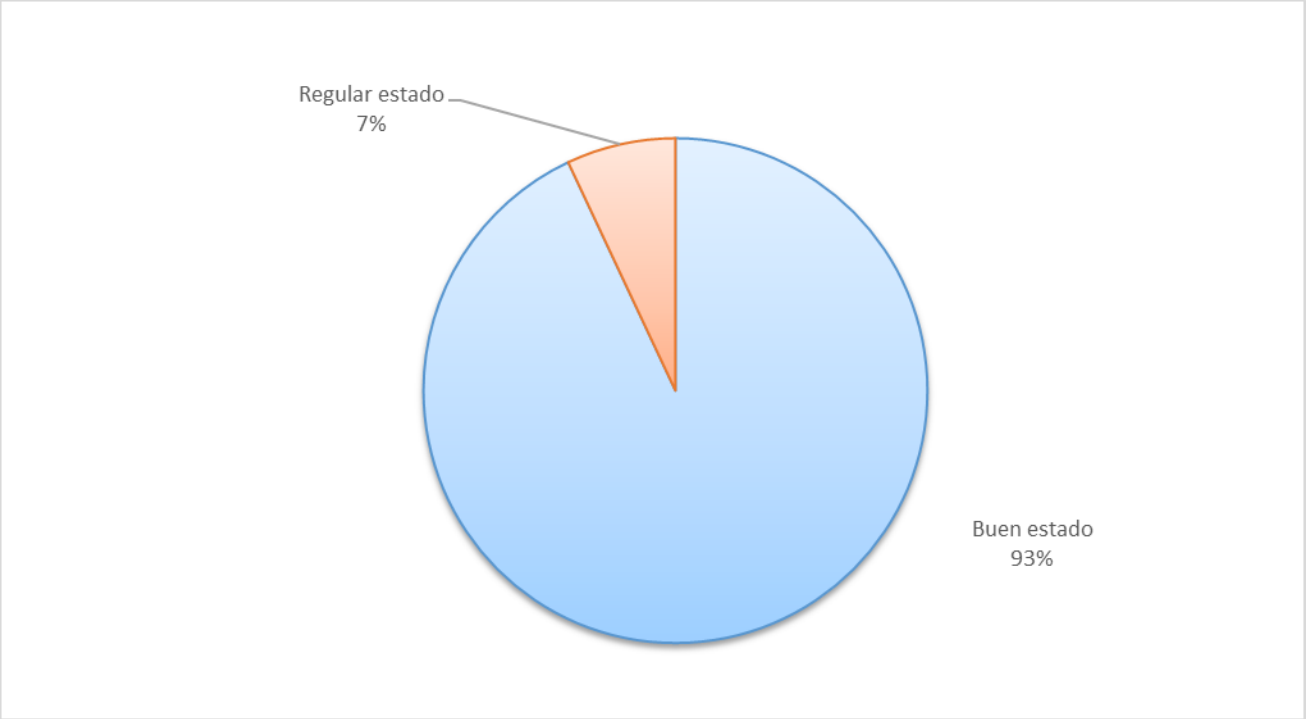
Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	93	93%
Regular estado	7	7%
Total	**100**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los datos muestran (Figura 56, Tabla 69) una evaluación mayoritariamente positiva de las condiciones habitacionales. El 93% de las viviendas (93 casos) fue clasificado en buen estado, mientras que el 7%, es decir, 7 viviendas, fue evaluado en estado regular. No se registraron viviendas en mal estado. De esta forma, los antecedentes sugieren que las viviendas encuestadas presentan, en general, condiciones adecuadas de conservación y habitabilidad.

La información recopilada muestra una percepción predominantemente favorable respecto del estado de conservación de las viviendas observadas. No obstante, el 7% de viviendas clasificadas en estado regular representa un grupo que podría presentar necesidades específicas de mantención o mejoramiento habitacional, cuya magnitud y características requerirían una evaluación más detallada.

Figura 56. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según información levantada en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas visibles observadas en las viviendas fichadas durante el levantamiento de información en terreno.

Tabla 70. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de La Calera.

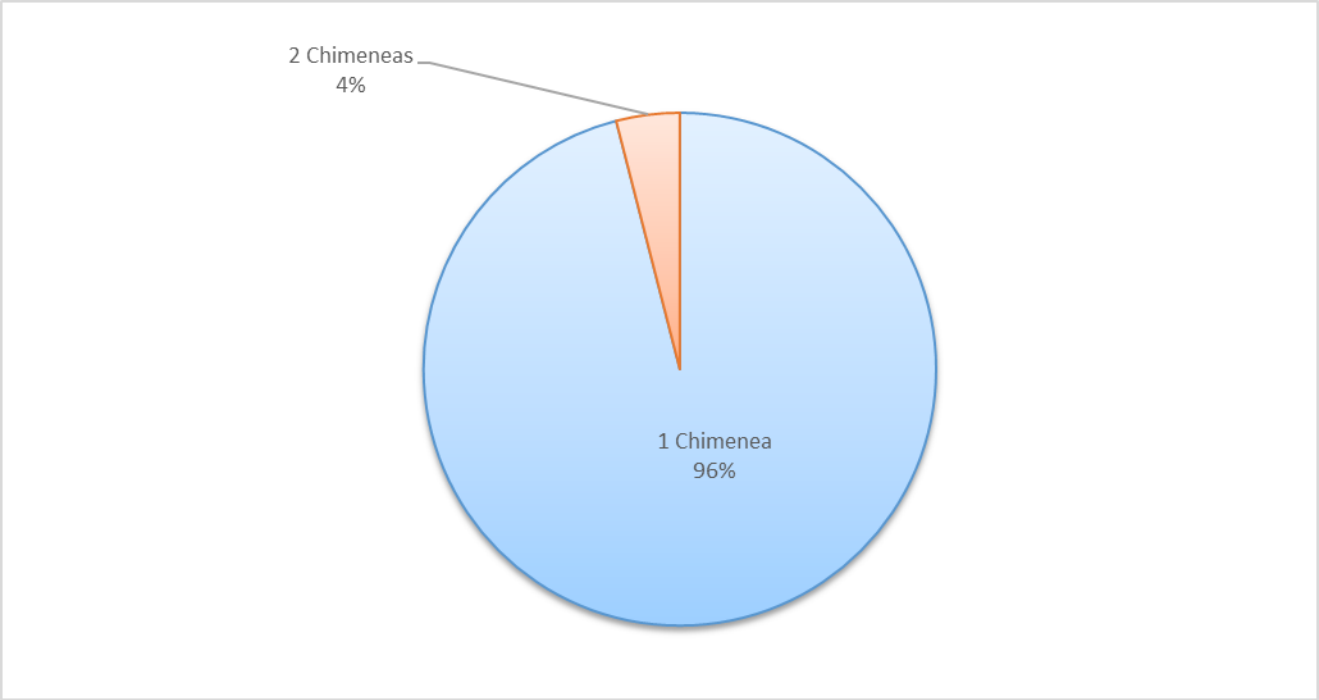
N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	96	96%
2	4	4%
Total	**100**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla 70, Figura 57, la gran mayoría de las viviendas poseen una sola chimenea visible, registrando el 96% de la muestra (96 casos). Por su parte, el 4% restante (4 viviendas) presentan dos chimeneas visibles.

La presencia de chimeneas constituye un antecedente relevante para la caracterización de los sistemas de calefacción o combustión presentes en las viviendas. Sin embargo, esta variable no permite determinar por sí sola el tipo de artefacto utilizado, el combustible empleado ni la cantidad efectiva de sistemas de calefacción presentes en cada vivienda. Por ello, sus resultados deben ser interpretados conjuntamente con la información declarada por los hogares mediante las encuestas.

Figura 57. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

Esta dimensión da cuenta de la presencia de emisiones visibles de humo asociadas a las viviendas durante el momento específico en que se realizó la observación en terreno.

Tabla 71. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de La Calera.

Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	88	88%
Si	11	11%
Sin información	1	1%
Total	**100**	**100%**

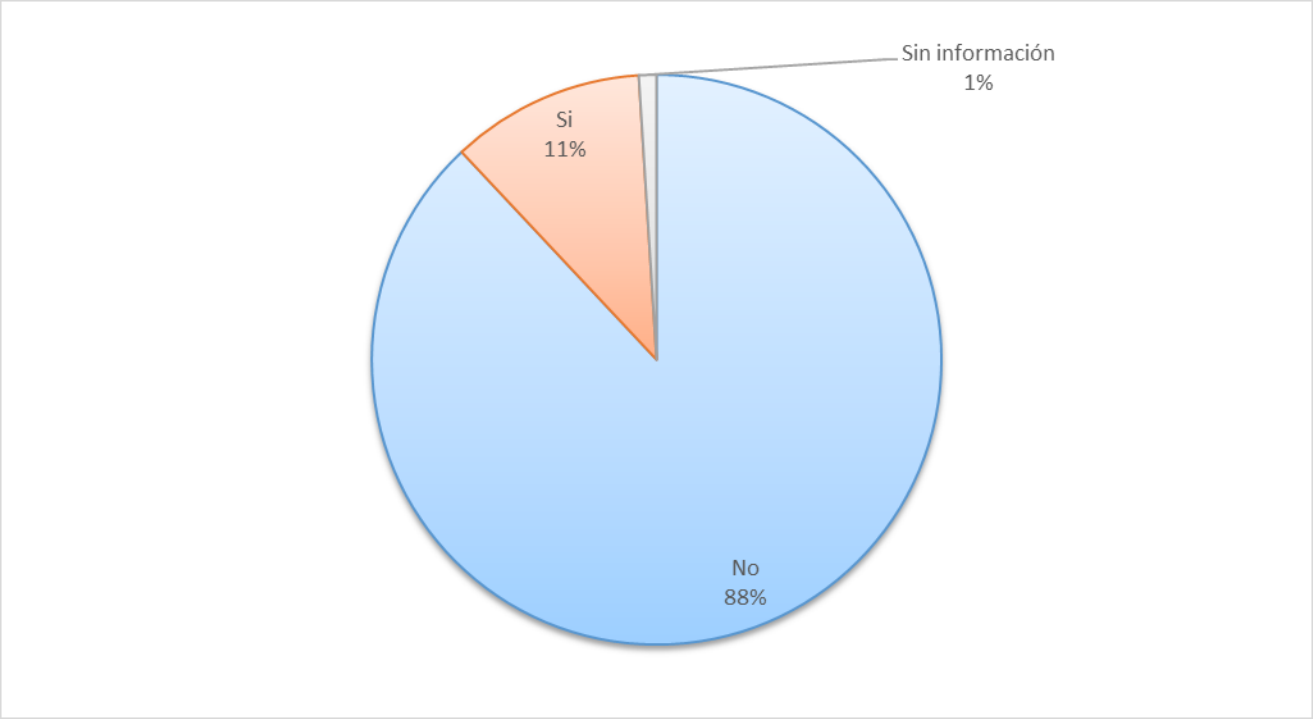
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Figura 58, Tabla 71) que el 88% de las viviendas fichadas (88 casos) no presentaba humo visible al momento de la observación, mientras que un 11% (11 viviendas) sí registraba presencia visible de humo. Por su parte, un 1% de las fichas (1 caso) no registra información para esta variable.

La presencia de humo visible en un 11% de las viviendas constituye un antecedente relevante para el análisis de las prácticas de combustión residencial y de las potenciales fuentes de emisiones atmosféricas asociadas a los hogares. Sin embargo, este resultado debe interpretarse considerando que corresponde a una observación realizada en un momento determinado, por lo que la ausencia de humo visible no permite descartar el funcionamiento de sistemas de combustión en otros momentos del día.

En este sentido, los resultados de esta variable deberán complementarse con la información obtenida mediante las encuestas a residentes respecto de los sistemas de calefacción, tipos de artefactos y combustibles utilizados.

Figura 58. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible de la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.2.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de La Calera

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las 78 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de La Calera, correspondientes a viviendas localizadas en sectores urbanos y rurales. La información recopilada permite complementar la caracterización habitacional desarrollada previamente, incorporando antecedentes sobre la composición y las características de los hogares participantes.

Para ello, se analizan variables relacionadas con el tamaño del hogar, la presencia de distintos grupos etarios y la existencia de personas pertenecientes a grupos potencialmente vulnerables. Estos antecedentes permiten caracterizar la estructura sociodemográfica de la población encuestada y aportar elementos para comprender cómo la composición de los hogares puede incidir en sus necesidades de calefacción, consumo energético y confort térmico, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Número de integrantes del hogar:**

Esta dimensión da cuenta de identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar su composición y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, el consumo energético y el uso de combustibles dentro de las viviendas.

Tabla 72. Distribución del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de La Calera.

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	6	8%
2 a 3 personas	42	54%
4 a 5 personas	26	33%
6 a 7 personas	3	4%
Más de 8 personas	1	1%
Total	**78**	**100%**

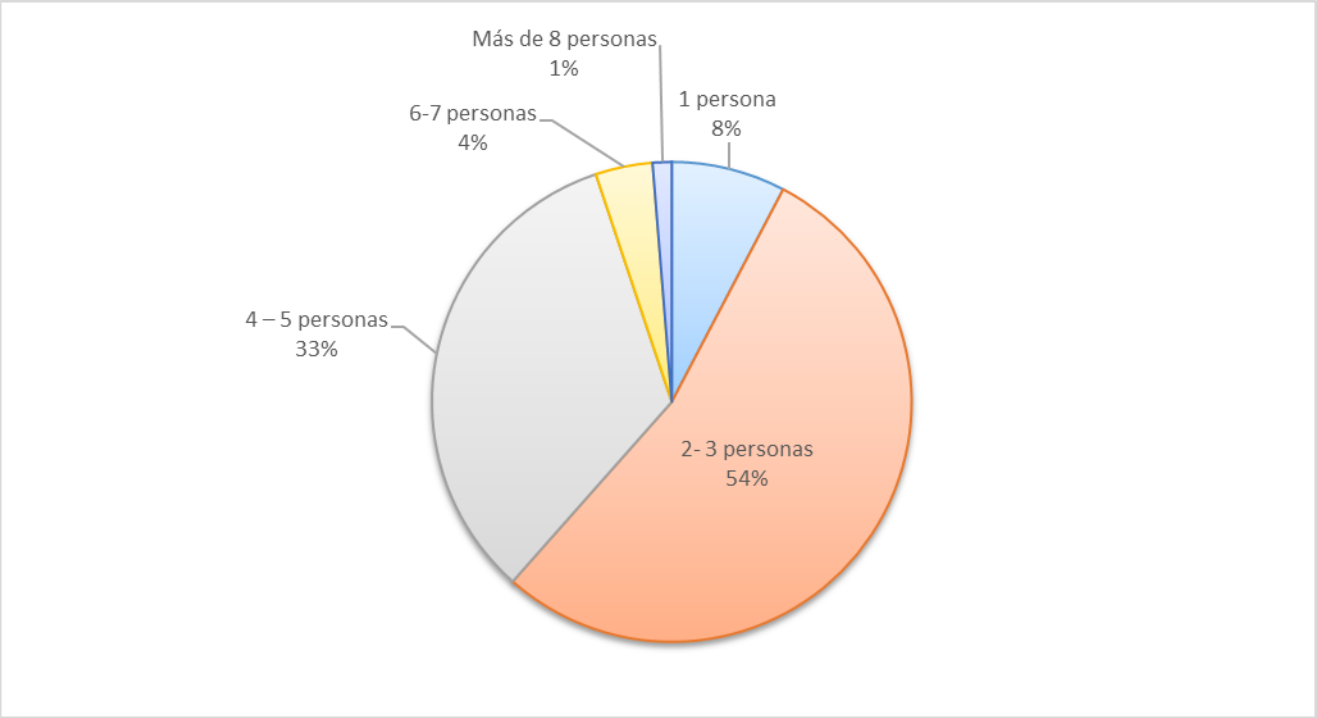
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que las composiciones predominantes corresponden a hogares integrados por entre 2 a 3 personas, categoría que concentra el 54% de la muestra (42 hogares). En segundo lugar, se encuentran los hogares conformados por entre 4 a 5 integrantes, los cuales representan los 33% de los hogares encuestados (26 casos).

Por otro lado, en menor proporción se distingue que un 8% de los hogares corresponden a viviendas unipersonales (6 casos), mientras que un 4% está compuesto por entre 6 a 7 integrantes (3 viviendas). Asimismo, solo una vivienda registra más de 8 personas, lo que equivale al 1% de la muestra.

De esta forma, se evidencia un predominio de hogares de tamaño pequeño y mediano dentro de la comuna de La Calera, situación que podría influir en los niveles de consumo energético y en los requerimientos de calefacción de las viviendas encuestadas.

Figura 59. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La presente variable permite identificar la presencia de grupos etarios y personas con condiciones de vulnerabilidad al interior de los hogares encuestadas, considerando población infantil, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Su análisis resulta relevante para reconocer grupos potencialmente más expuestos a condiciones ambientales adversas, bajas temperaturas y contaminación intradomiciliaria.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, pudiendo superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 73. Distribución de grupos etarios identificados en los hogares encuestadas en la comuna de La Calera.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	27
Adultos mayores (60 años o más)	47
Personas con enfermedades crónicas	18
Personas en situación de discapacidad	10
No registran tales grupos	11
Total menciones	**113**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 73) evidencian una importante presencia de grupos potencialmente vulnerables dentro de los hogares encuestados. La categoría con mayor número de menciones corresponde a adultos mayores de 60 años o más, registrando 47 menciones. En segundo lugar, se identifican niños, niñas y adolescentes, con 27 menciones.

De igual modo, se registran 18 menciones asociadas a personas con enfermedades crónicas y 10 menciones correspondientes a personas en situación de discapacidad. Por otra parte, se contabilizaron 11 casos que no registran tales grupos.

De este modo, los resultados reflejan una presencia significativa de adultos mayores y población infantil dentro de los hogares encuestadas, así como de personas con enfermedades crónicas y discapacidad. Estos antecedentes permiten identificar hogares con potenciales mayores requerimientos de calefacción y confort térmico, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas.

5.2.2.2.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

A partir de las 78 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de La Calera, esta sección analiza las principales condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, considerando la presencia de aislación térmica y los sectores en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten conocer, desde la percepción de las personas encuestadas, las condiciones de acondicionamiento térmico de las viviendas y reconocer posibles brechas que podrían influir en el confort térmico y en las necesidades de calefacción de los hogares durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

Esta variable describe si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica destinada a mejorar la conservación de la temperatura interior.

Tabla 74. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de La Calera.

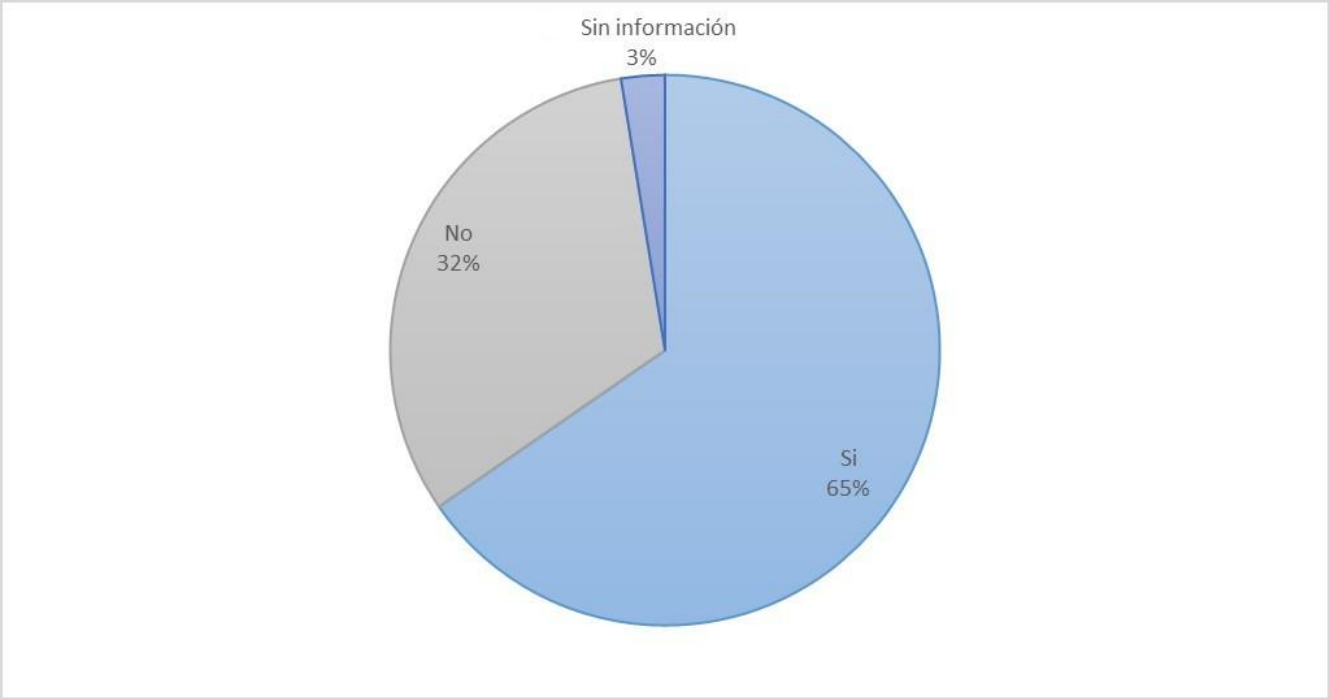
Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	51	65%
No	25	32%
Sin información	2	3%
Total	**78**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 74, Figura 60) que el 65% de las viviendas encuestadas (51 casos) declara contar con algún tipo de aislación térmica. En contraste, un 32% (25 viviendas) señala no disponer de aislación, mientras que un 3% (2 casos) indica desconocer esta información.

Los resultados evidencian una presencia mayoritaria de viviendas con algún nivel de aislación térmica. Sin embargo, aún se observa una proporción relevante de hogares que no cuentan con este tipo de acondicionamiento, situación que podría influir en las necesidades de calefacción y en el consumo energético residencial.

Figura 60. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales sectores de las viviendas donde se encuentra presente la aislación térmica. Debido a que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un sector, los resultados se presentan como número de menciones.

Tabla 75. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de La Calera.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	43
Muros	31
Piso	3
Ventanas	10
Sin información	2
No cuenta con aislación	24
Total menciones	**113**

Fuente: Elaboración propia.

La techumbre (Tabla 75) es el sector que concentra la mayor cantidad de menciones de aislación térmica, con 43 casos, seguida por los muros, con 31 menciones. En menor medida, se registra aislación en ventanas (10 menciones) y pisos (3 menciones).

Por otra parte, 24 menciones corresponden a viviendas que no cuentan con aislación térmica, mientras que 2 viviendas encuestadas no registran información sobre la consulta.

En general, los resultados muestran que la aislación térmica se concentra principalmente en techumbres y muros, mientras que su presencia en pisos y ventanas es menor. Esto permite identificar posibles oportunidades de mejoramiento en estos últimos elementos, considerando su aporte a la conservación del calor al interior de las viviendas.

5.2.2.2.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

A partir de las 78 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de La Calera, esta sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las viviendas encuestadas.

Los resultados permiten identificar la proporción de hogares que ha realizado mejoras orientadas a favorecer la conservación del calor y reconocer los principales tipos de intervenciones implementadas, aportando antecedentes sobre el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas y las posibles brechas existentes en esta materia.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si las viviendas encuestadas han incorporado medidas orientadas a mejorar la conservación del calor al interior del hogar.

Tabla 76. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de La Calera.

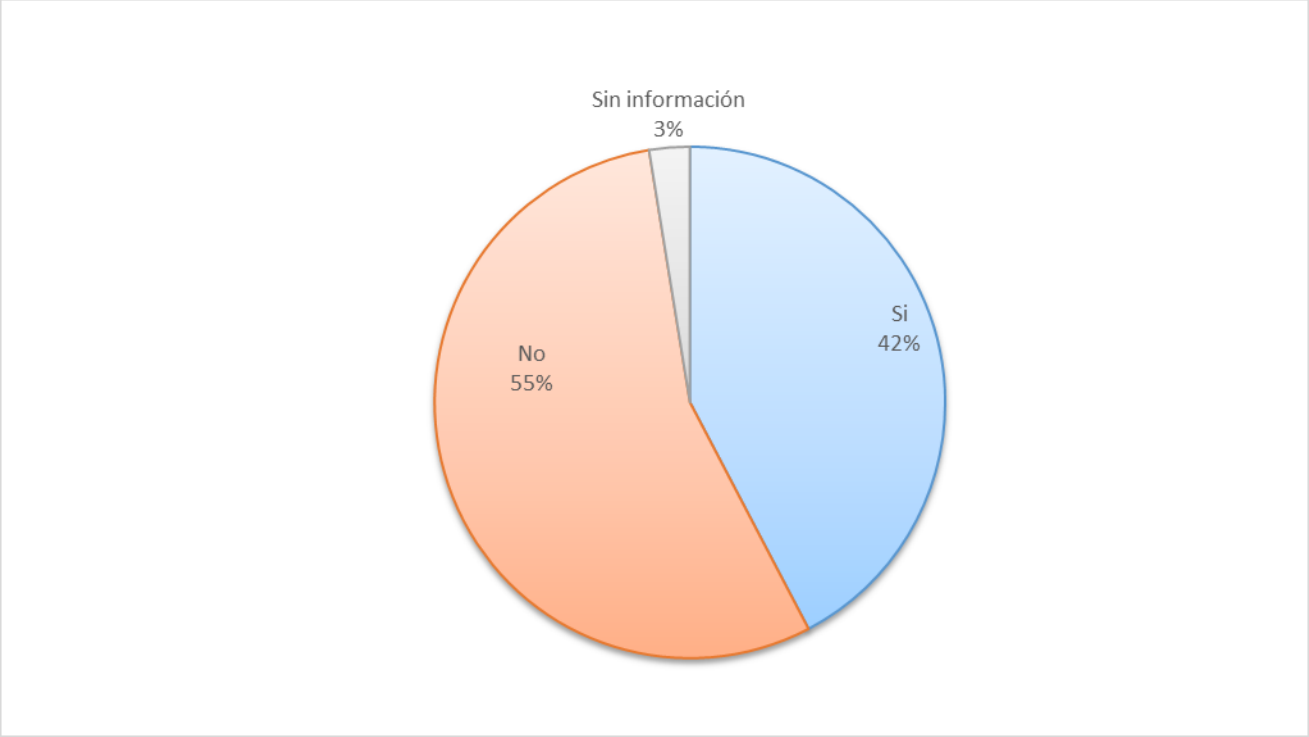
Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	33	42%
No	43	55%
Sin información	2	3%
Total	**78**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos (Tabla 76), el 55% de las viviendas encuestadas (43 casos) señaló no haber realizado mejoras destinadas a la conservación térmica del hogar. En contraste, un 42% (33 viviendas) indicó haber implementado algún tipo de intervención orientada al mejoramiento de la eficiencia térmica, mientras que un 3% no entregó información sobre la consulta.

Los antecedentes muestran que, si bien existe un grupo importante de hogares que ha incorporado medidas de acondicionamiento térmico, la mayoría de las viviendas aún no ha realizado intervenciones específicas en esta materia, lo que podría influir en las pérdidas de calor y en los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Figura 61. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar los principales tipos de mejoras realizadas en las viviendas encuestadas. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 77. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de La Calera.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	7
Aislación de muros o techo	19
Sellado de filtraciones de aire	12
Cambios de sistemas de calefacción	3
Otro	2
Sin información	2
No se realizó mejoras	43
No sabe	1
Total menciones	**89**

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa los resultados (Tabla 77) muestran que la principal medida de mejoramiento térmico implementado corresponde a la aislación de muros o techumbre, con 19 menciones. En segundo lugar, se encuentra el sellado de filtraciones de aire, con un total de 12 menciones, y el cambio de ventanas, con 7 menciones. En menor medida, se registran cambios de sistemas de calefacción (3 menciones) y otras medidas de acondicionamiento térmico (2 menciones).

Por otro lado, se observan 43 menciones que indican que no se han realizado mejoras térmicas en las viviendas, mientras que 2 viviendas no registraron información, y otra indicó no conocer la información.

Los resultados muestran que las mejoras realizadas se concentran principalmente en intervenciones sobre la envolvente de las viviendas, especialmente mediante la aislación de muros o techumbres y el sellado de filtraciones de aire. Sin embargo, la cantidad de viviendas que no ha implementado mejoras evidencia oportunidades de mejoramiento en materia de acondicionamiento térmico y eficiencia energética residencial.

Cabe señalar que una misma vivienda podía registrar más de una medida de mejoramiento, por lo que el total corresponde a menciones y no al número de viviendas encuestadas.

5.2.2.2.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de La Calera, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y evaluar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones del uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

Esta variable describe los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas utilizadas y su relevancia dentro de las estrategias de calefacción residencial.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 78: Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	52
Electricidad	1
Leña/ Gas	2
Leña/ Electricidad	4

Calefacción principal	N° Menciones
Leña/ Parafina / Electricidad	1
Sin información	18
Total menciones	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 78) un claro predominio de la leña como sistema principal de calefacción entre las viviendas encuestadas de la comuna de La Calera. En particular, 52 viviendas declararon utilizar exclusivamente leña como principal fuente de calefacción, mientras que otras 7 viviendas señalaron utilizarla en combinación con otras fuentes de energía, correspondientes a leña y gas (2 casos), leña y electricidad (4 casos) y leña, parafina y electricidad (1 caso).

Por su parte, una vivienda declaró utilizar principalmente electricidad, mientras que 18 viviendas no entregaron información sobre la consulta.

De manera transversal los datos evidencian una alta presencia de la leña como fuente de calefacción residencial en las viviendas encuestadas de La Calera, ya sea como sistema exclusivo o en combinación con otras fuentes energéticas. Considerando únicamente las respuestas registradas, la leña está presente en 59 de las 60 viviendas que declararon algún sistema de calefacción, lo que da cuenta de su relevancia dentro de las prácticas de calefacción de los hogares encuestados.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario utilizado en el hogar.

Tabla 79. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

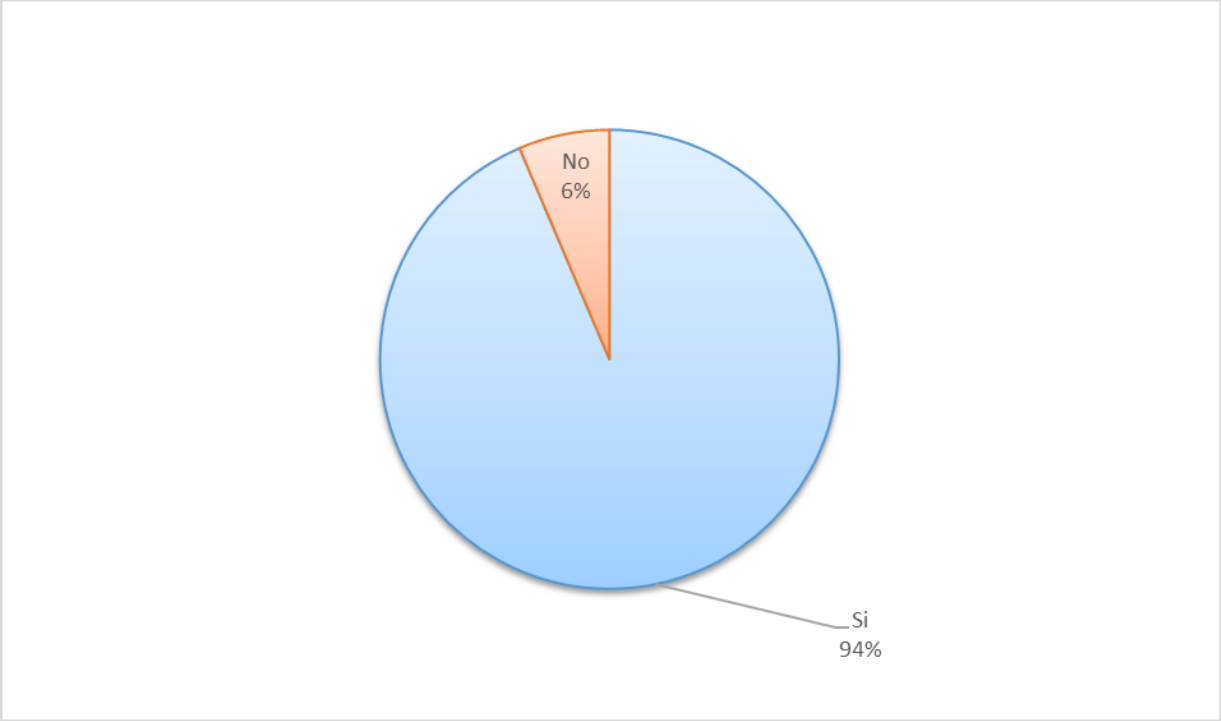
Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	73	94%
No	5	6%
Total	**78**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican (Tabla 79, Figura 62) que la utilización de leña se encuentra ampliamente extendida dentro de las viviendas encuestadas, alcanzando un 94% de los hogares (73 viviendas). En contrate, solo un 6% indicó no utilizar leña como fuente de calefacción.

Estos antecedentes evidencian una alta presencia de la biomasa leñosa como fuente energética para calefacción en los hogares encuestados de La Calera, situación relevante para el análisis de los patrones de consumo energético residencial y de las potenciales emisiones asociadas a la combustión de leña.

Figura 62. Distribución porcentual del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de La Calera, considerando sus características tecnológicas y posibles diferencias asociadas a eficiencia de combustión y emisiones generadas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 80. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	3
Calefactor Cámara simple	21
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	30
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	4
Salamandra	6
Cocina a leña	9
Sin información	5
Otro	1
Total	**79**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 80) que el artefacto más utilizado corresponde al calefactor con templador sin certificación (doble cámara), con 30 menciones, representando la principal tecnología de calefacción a leña identificada en las viviendas encuestadas. En segundo lugar, se encuentran los calefactores de cámara simple, con 21 menciones.

En menor proporción, se registran cocinas a leña con 9 menciones, salamandras con 6 menciones y calefactores con templador certificado con 4 menciones. Asimismo, se identificaron 3 menciones asociadas a artefactos hechizos y una correspondiente a otro tipo de artefacto, mientras que 5 personas no respondieron la consulta.

Se observa un predominio de equipos de doble cámara; sin embargo, destaca que la mayor parte corresponde a artefactos sin certificación, lo que constituye un aspecto relevante desde el punto de vista ambiental y energético, debido a sus posibles diferencias en eficiencia y generación de emisiones respecto a equipos certificados.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 81. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en comuna de La Calera.

Año de instalación	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	43	55%
6-10 años	15	19%
11- 15 años	6	8%
16-20 años	7	9%
26-30 años	4	5%
Más de 31 años	1	1%
No sabe	1	1%
Sin información	1	1%
Total	**78**	**100%**

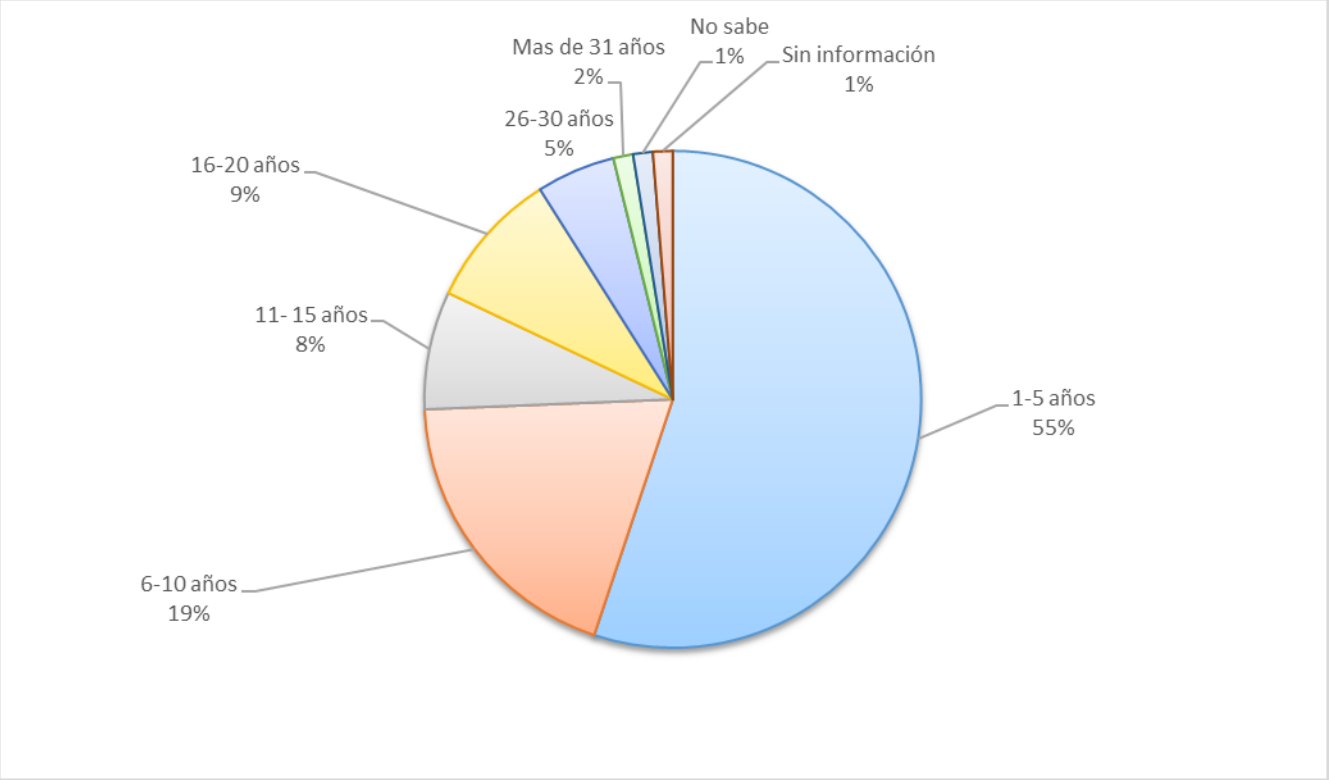
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 81, Figura 63) que la mayor parte de los artefactos de calefacción corresponde a equipos relativamente recientes, donde un 55% de las viviendas encuestadas (43 casos) indicó contar con artefactos instalados entre 1 y 5 años. En segundo lugar, un 19% (15 viviendas) posee equipos con una antigüedad entre 6 y 10 años.

En menor proporción se identifican artefactos con mayor tiempo de uso, correspondientes a los rangos de 11 a 15 años (8%), 16 a 20 años (9%) y 26 a 30 años (5%). Solo un caso declaró contar con un artefacto de más de 31 años de antigüedad. Asimismo, se registraron respuestas asociadas a desconocimiento o ausencia de información respecto al año de instalación.

De este modo, los resultados evidencian una presencia importante de equipos relativamente nuevos dentro de las viviendas encuestadas, lo que podría asociarse a procesos recientes de renovación de artefactos. No obstante, persiste un grupo menor de equipos antiguos que podrían presentar menores niveles de eficiencia y mayores emisiones en comparación con tecnologías más modernas.

Figura 63. Porcentaje de años de instalación de artefactos en viviendas encuestadas en La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según la percepción de las personas encuestadas.

Tabla 82. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	70	90%
Malo	2	2%
Fuera de uso	2	2%
Regular	4	5%
Total	**78**	**100%**

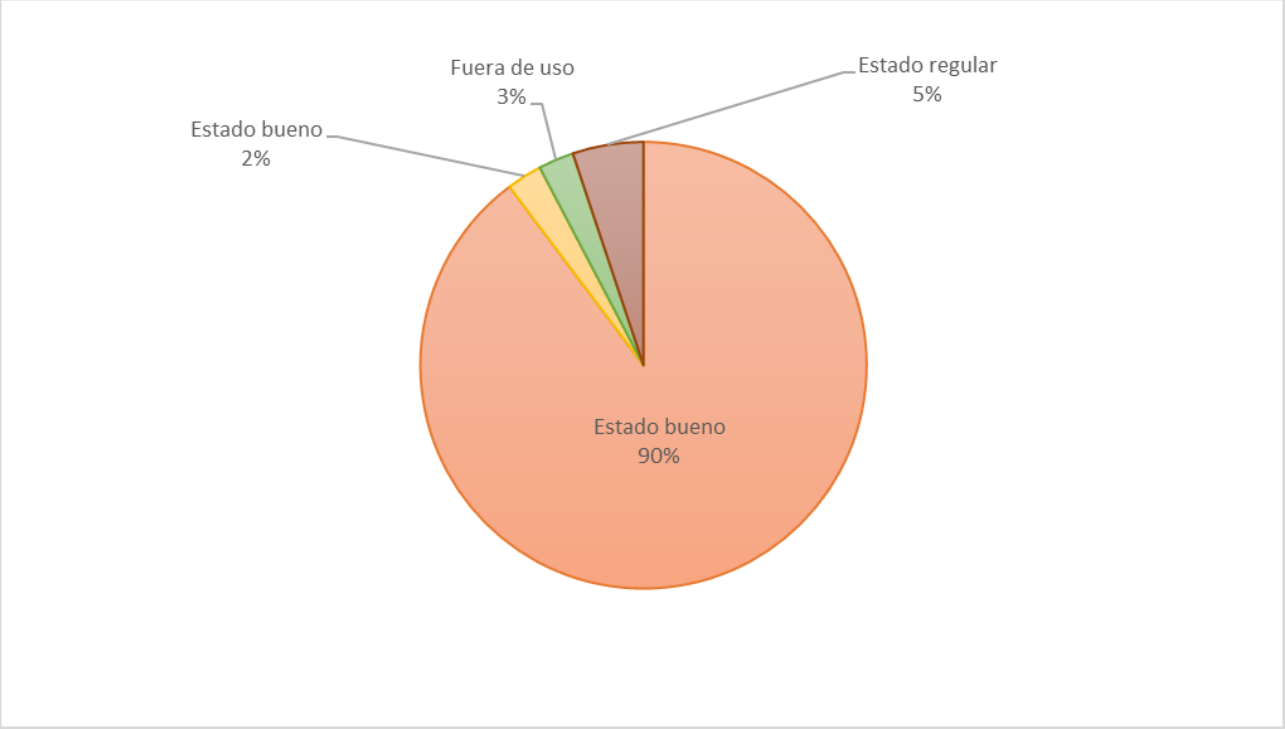
Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la Figura 64 y Tabla 82 la mayoría de las viviendas encuestadas indicó que sus artefactos de calefacción se encuentran en buen estado, correspondiente al 90% de la muestra (70 viviendas). En menor proporción, un 5% (4 viviendas) señaló que sus equipos presentan un estado regular.

Por otra parte, un 2% indicó que el artefacto se encuentra en mal estado y otro 2% declaró contar con equipos fuera de uso.

Los resultados evidencian que los artefactos presentan condiciones favorables de conservación y funcionamiento, considerando que la información corresponde a la percepción declarada de las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de los equipos.

Figura 64. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 83. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Completamente abierto	16	20%
Cerrado	29	37%
Semiabierto	24	31%

Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Sin información	5	6%
Regulando	2	3%
Fuera de uso	2	3%
Total	**78**	**100%**

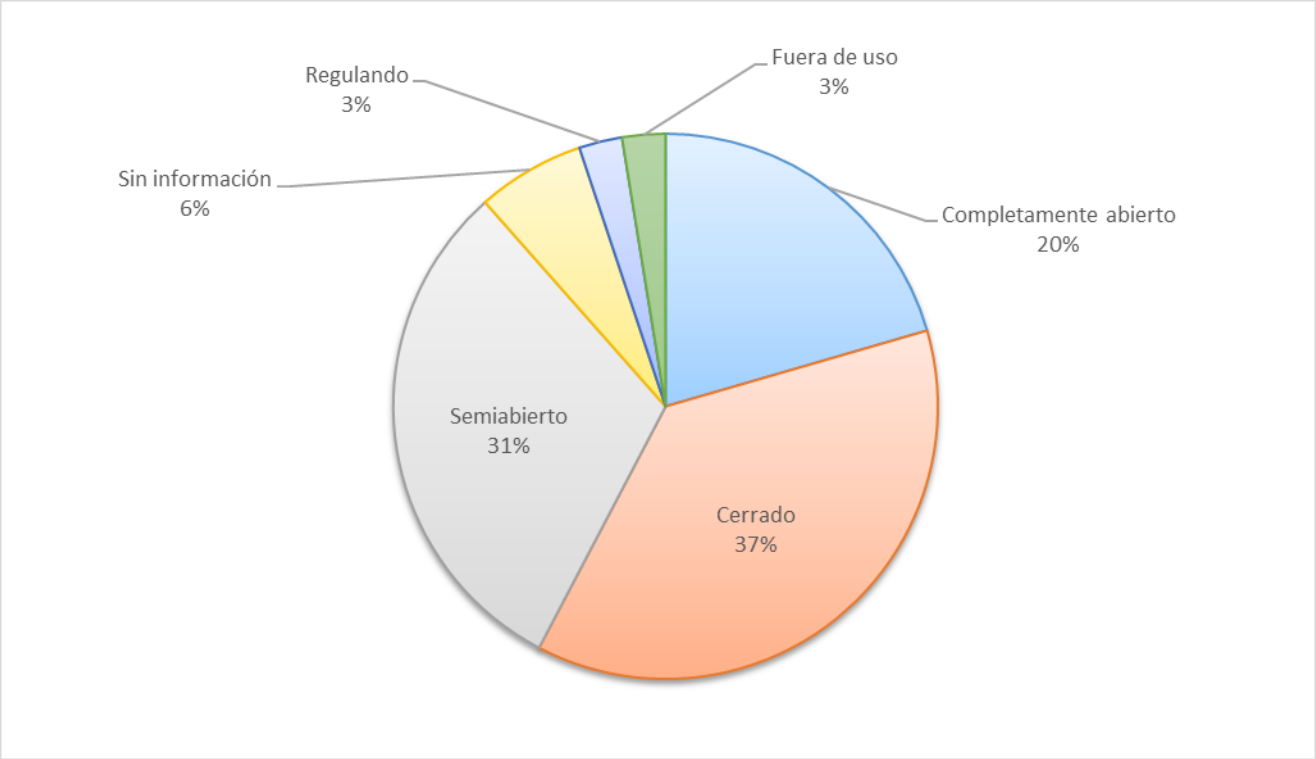
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 83 y Figura 65 muestra que la principal modalidad de tiraje corresponde a la posición cerrada, con un 37% de las viviendas encuestadas (29 casos). En segundo lugar, un 31% (24 viviendas) indicó utilizar el tiraje en posición semiabierta, mientras que un 20% (16 viviendas) declaró mantenerlo completamente abierto durante el funcionamiento del artefacto.

En menor proporción, un 3% señaló utilizar el tiraje regulando la apertura y otro 3% indicó que el artefacto se encontraba fuera de uso. Asimismo, un 6% no entregó información sobre la consulta (5 casos).

Los resultados evidencian distintas formas de utilizar el tiraje de los artefactos a leña dentro de las viviendas encuestadas. La forma en que se regula el tiraje influye en la combustión del equipo, aprovechamiento de la leña y la cantidad de emisiones generadas durante su uso.

Figura 65. Distribución porcentual de uso del tiraje de artefacto a leña en viviendas encuestadas en La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 84. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	16
Julio – Septiembre (Invierno)	76
Septiembre- Octubre (Primavera)	1
No usa	2
Total menciones	**95**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 84, que el mayor período de mayor utilización de los artefactos corresponde a los meses de invierno (julio a septiembre), con 76 menciones, concentrando la mayor demanda de calefacción. En menor proporción, se registran usos durante el período de otoño (abril a junio) con 16 menciones, mientras que solo se identifica 1 mención durante primavera.

Asimismo, solo 2 viviendas indicaron no utilizar el artefacto, lo que evidencia que el uso de sistemas de calefacción se concentra principalmente durante los meses más fríos del año.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas.

Tabla 85. Distribución del uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en La Calera.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	19	24%
6 a 5 días por semana	3	4%
4 a 3 veces por semana	29	37%
2 o menos veces por semana	25	32%
No usa	2	3%
Total	**78**	**100%**

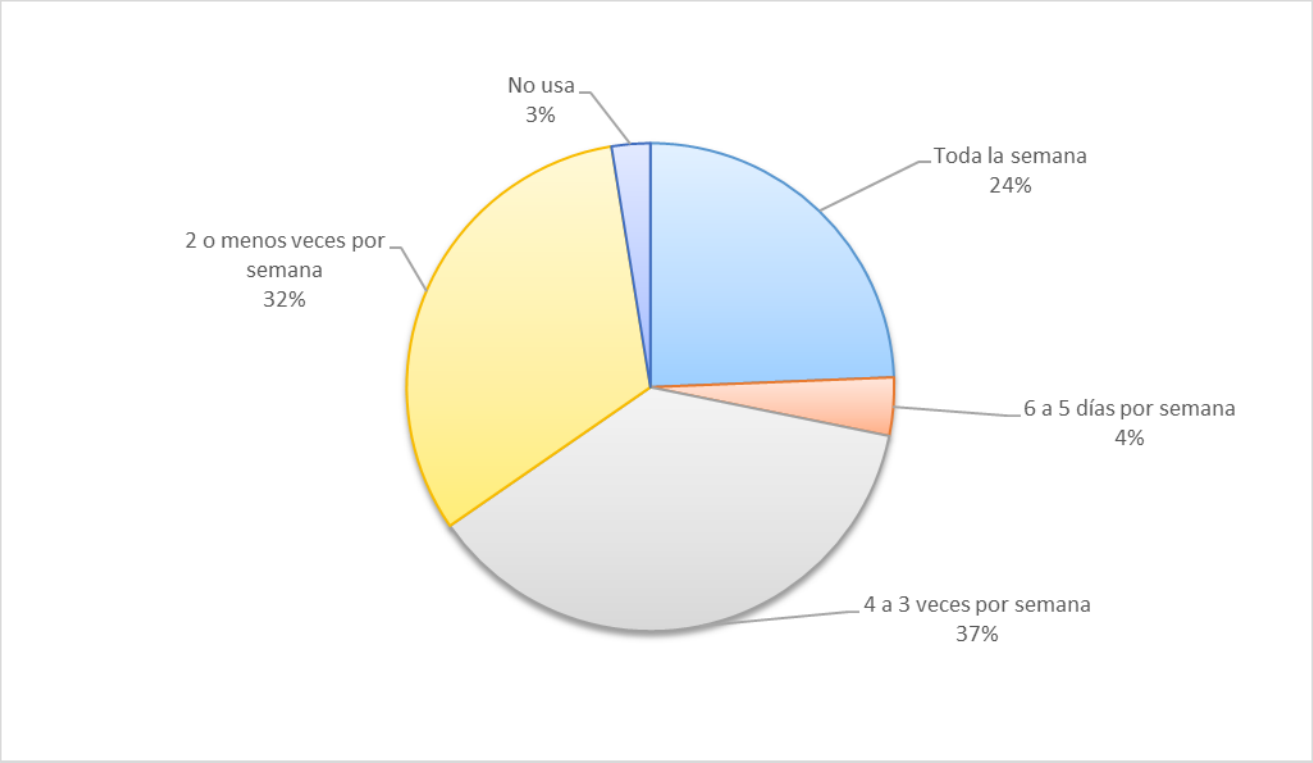
Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla 85 y Figura 66, la mayor proporción de viviendas utiliza sus artefactos de calefacción entre 3 a 4 veces por semana, representando un 37% de los casos (29 viviendas). En segundo lugar, un 32% (25 casos) indicó utilizarlos 2 o menos veces por semana, mientras que un 24% (19 viviendas) señaló hacer uso del artefacto durante toda la semana.

En menor proporción, un 4% declaró utilizar el artefacto entre 5 a 6 días por semana y un 3% indicó no utilizarlo (3 casos).

Se distingue que el uso de los artefactos presenta distintas intensidades dentro de los hogares encuestados, concentrándose principalmente en frecuencias intermedias de utilización durante la temporada de calefacción.

Figura 66. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Tabla 86. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	6	8%
Más de 12 horas	2	2.5%
Entre 12 y 6 horas	7	9%
Entre 6 y 3 horas	26	33%
Menos de 3 horas	35	45%
No usa	2	2,5%
Total	**78**	**100%**

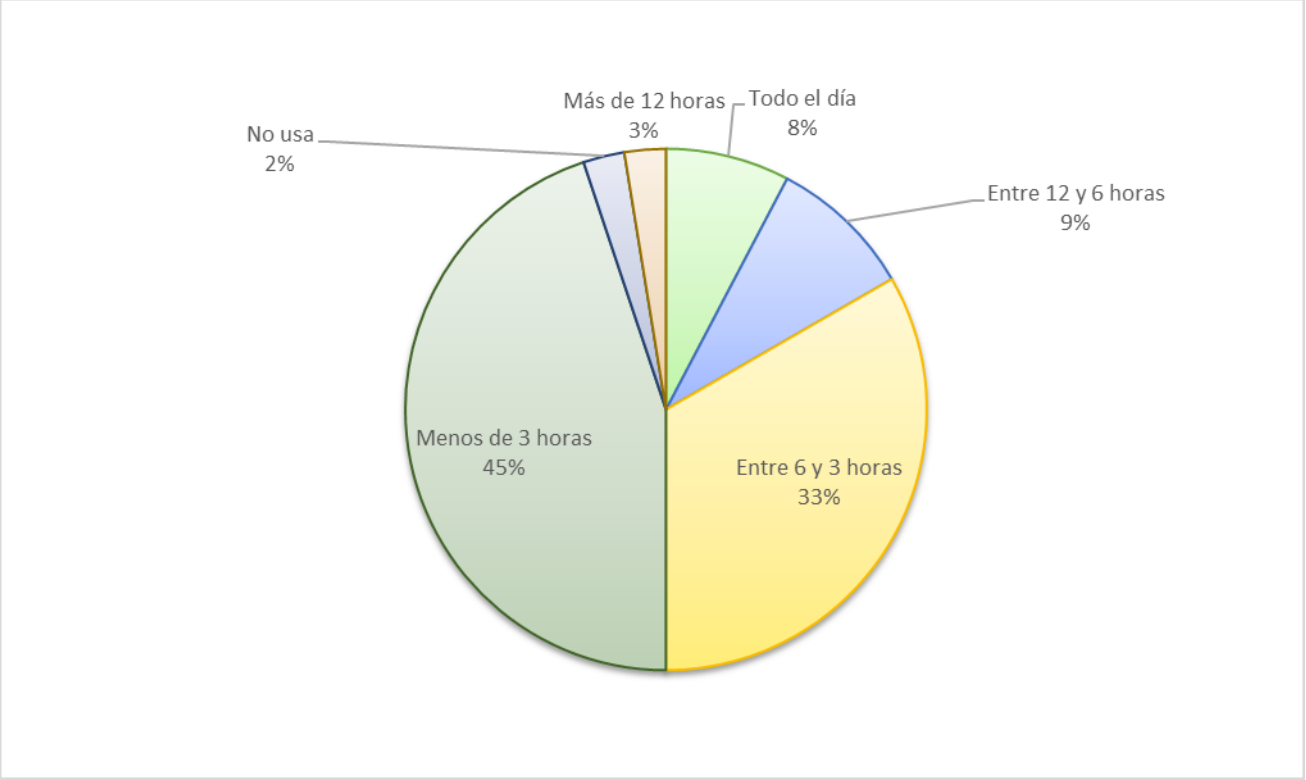
Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados (Tabla 86), la mayor parte de las viviendas encuestadas utiliza sus artefactos de calefacción por un período de menos de 3 horas diarias, correspondiente al 45% de los casos (35 viviendas). En segundo lugar, un 33% (26 viviendas) indicó utilizar el artefacto entre 3 y 6 horas al día.

Por otro lado, un 9% señaló utilizarlo entre 6 y 12 horas diarias, mientras que un 8% declaró mantenerlo encendido durante todo el día. Los usos superiores a 12 horas representan solo un 2,5% de los casos. Asimismo, un 2,5% indicó no utilizar el artefacto.

Los resultados muestran (Figura 67) que la mayoría de los hogares concentra el uso diario de calefacción en períodos acotados, principalmente inferiores a 6 horas. No obstante, se identifica también un grupo de viviendas con períodos de uso más prolongados, lo que evidencia diferencias en la intensidad de utilización de los sistemas de calefacción entre los hogares.

Figura 67. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes.

Tabla 87. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	17	22%
No	46	59%
Tal vez	14	18%

Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No usa	1	1%
Total	**78**	**100%**

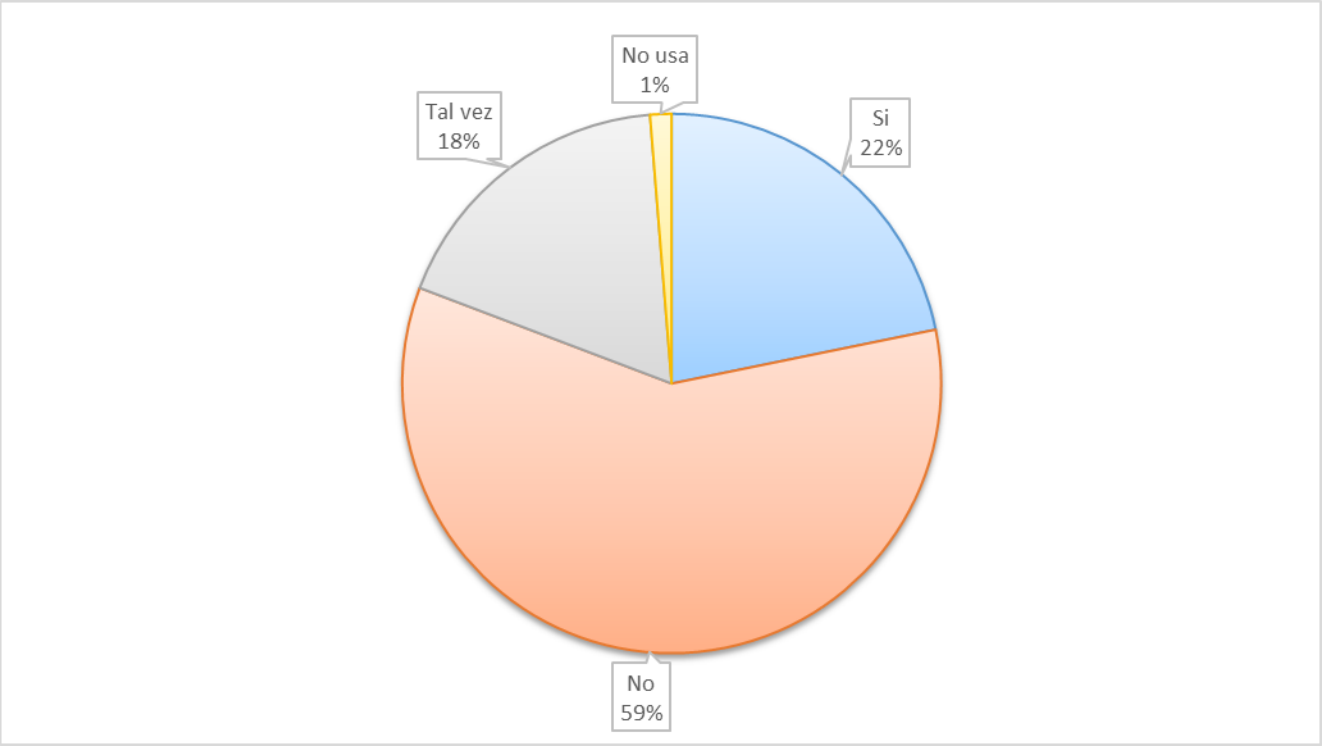
Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la Tabla 87, el 59% de las viviendas encuestadas (46 casos) indicó no estar dispuesta a cambiar su actual artefacto de calefacción. En contraste, un 22% (17 viviendas) manifestó una disposición favorable al recambio, mientras que un 18% (14 casos) señaló encontrarse en una posición de duda o considerar eventualmente realizar un cambio. Por otro lado, un 1% indicó no utilizar artefacto de calefacción (1 caso).

Los resultados muestran Figura 68 que la mayoría de las viviendas no manifiesta una disposición inmediata al recambio de sus actuales artefactos. Sin embargo, el 40% que responde afirmativamente o señala que tal vez realizaría un cambio constituye un grupo potencialmente abordable mediante estrategias de incentivo y apoyo al recambio tecnológico.

La disposición al reemplazo puede estar relacionada con factores como los costos de adquisición e instalación, la disponibilidad de nuevas tecnologías, el acceso a combustibles y las condiciones de eficiencia y rendimiento térmico de los equipos.

Figura 68. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 88. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	5
Gas	1
Pellets	18
Pellet/ Electricidad	1
Parafina	1
No usa	2
Otro	1
Total menciones	**29**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 88) que la principal alternativa de recambio corresponde a los artefactos a pellets, con 18 menciones, posicionándose como la opción con mayor preferencia entre las alternativas consideradas por las personas encuestadas. En segundo lugar, se identifican los sistemas eléctricos, con 5 menciones.

En menor medida, se registran preferencias por sistemas a gas y parafina, con 1 mención cada uno, mientras que 1 persona señaló una preferencia por un sistema combinado de pellets y electricidad. Asimismo, se registra 1 mención en la categoría "Otro". Por otra parte, 2 menciones corresponden a viviendas que declararon no utilizar artefactos de calefacción.

En líneas generales, los resultados evidencian una mayor preferencia por los sistemas a pellets como alternativa de recambio, seguidos por los sistemas eléctricos. Esta tendencia podría reflejar un interés por incorporar tecnologías de calefacción alternativas al uso tradicional de leña. No obstante, la adopción efectiva de estas alternativas puede estar condicionada por factores económicos, disponibilidad de los equipos, costos de instalación y operación, y las características de las viviendas.

En este contexto, los resultados permiten identificar una oportunidad para fortalecer estrategias de recambio tecnológico y eficiencia energética, especialmente mediante iniciativas que faciliten el acceso de los hogares a sistemas de calefacción de menor impacto ambiental y que respondan a sus necesidades de confort térmico.

5.2.2.2.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera

La presente sección tiene como objetivo caracterizar el uso de combustibles destinados a la calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de La Calera, considerando el tipo de combustible empleado, las modalidades de adquisición, los períodos de compra, las especies de leña utilizadas y los costos asociados.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando las distintas fuentes energéticas empleadas por los hogares.

Cabe señalar que la pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 89. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	67
Leña/ Podas	4
Leña/ Carbón vegetal	1
Leña/ Pellet	1
Podas	2
Pellet	1
No usa	2
Total menciones	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 89) un claro predominio de la leña como combustible utilizado para calefacción. Considerando las menciones que incluyen el uso exclusivo de leña y aquellas que la combinan con otras fuentes, se observa que la biomasa leñosa está presente en 73 de las 78 menciones registradas, evidenciando su relevancia como fuente de energía para calefacción entre las viviendas encuestadas.

En menor medida, se registran menciones asociadas exclusivamente al uso de podas (2), pellet (1) y hogares que declaran no utilizar combustibles para calefacción (2). A nivel general, la información evidencia una alta presencia de la leña como fuente de calefacción residencial en la muestra analizada.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

Tabla 90. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	35	45%
Entre $30.000 y $60.000	18	23%
Entre $60.000 y $100.000	13	17%
Más de $100.000	3	4%
Sin información	7	9%
No utiliza leña	2	2%
Total	**78**	**100%**

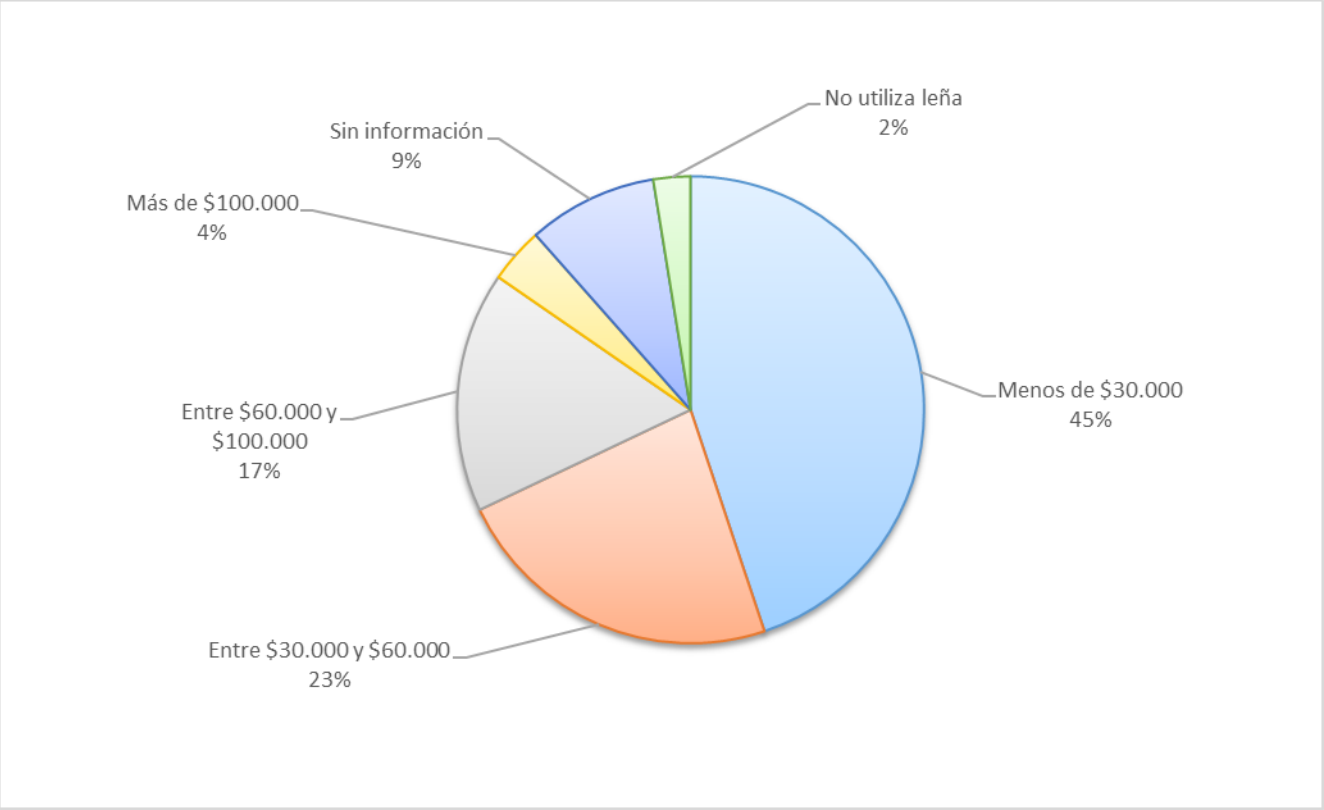
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 90, Figura 69) que el tramo de gasto más frecuente corresponde a montos inferiores a $30.000 mensuales, representando el 45% de las viviendas encuestadas (35 casos). En segundo lugar, un 23% de los hogares declara un gasto mensual entre $30.000 y $60.000, mientras que un 17% señala desembolsos entre $60.000 y $100.000.

Por otra parte, un 4% de las viviendas reporta gastos superiores a $100.000 mensuales. Asimismo, un 9% no entrego información sobre el gasto asociado, mientras que un 2% declara no utilizar leña.

De este modo, el 68% de las viviendas encuestadas declara un gasto mensual inferior a $60.000, aunque se observa una diversidad en los niveles de desembolso asociados a la calefacción, que podría relacionarse con diferencias en la frecuencia e intensidad de uso, el tamaño de las viviendas y las modalidades de abastecimiento.

Figura 69. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 91. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	37
Metro	5
Compra directa (camión)	12
Recolección propia	21
Otro	3
No utiliza leña	2
Total menciones	**80**

Fuente: Elaboración propia.

La principal modalidad de adquisición corresponde a la compra mediante saco, con 37 menciones. En segundo lugar, se encuentra la recolección propia, con 21 menciones, seguida de la compra directa mediante camión, con 12 menciones. La adquisición por metro registra 5 menciones, mientras que 3 corresponden a otras modalidades de abastecimiento. Por su parte, 2 menciones corresponden a viviendas que no utilizan leña.

Los resultados muestran (Tabla 91) que, si bien predominan las modalidades de compra, la recolección propia constituye una práctica relevante entre los hogares encuestados, aspecto que debe ser considerado al analizar las dinámicas de abastecimiento y consumo de biomasa en la comuna.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 92. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	48
Verano anterior	16
Primavera anterior	7
Otoño	5
No usa	2
Invierno anterior	1
Total menciones	**79**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 92) que la principal época de adquisición de leña corresponde al mismo período de invierno, registrando 48 menciones. En menor medida, los hogares indicaron realizar la compra durante el verano anterior, con 16 menciones, seguido por la primavera anterior con 7 menciones y el otoño con 5 menciones. Asimismo, se registró 1 mención asociada a la compra durante el invierno anterior, mientras que 2 viviendas indicaron no utilizar leña.

De este modo, se observa una concentración de la adquisición de leña durante la temporada de mayor demanda, mientras que una proporción menor de los hogares realiza compras anticipadas durante primavera y verano. Este patrón resulta relevante para el diagnóstico, considerando que la adquisición anticipada puede favorecer un mayor tiempo de secado y almacenamiento del combustible.

- **Especie de leña utilizada:**

La variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando diferencias asociadas a disponibilidad, poder calorífico y características de combustión.

En esta variable, las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Tabla 93. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	38
Palto	13
Eucalipto/ Palto	9
Eucalipto/ Pino	7
Eucalipto/ Cerezo	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	1
Eucalipto/ Sauce/ Palto	1
Eucalipto/ Palto/ Ciruelo	1
No utiliza leña	2
Sin información	1
Total Menciones	**74**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 93) un predominio del eucalipto, presente tanto como especie individual como en combinación con otras especies. Le sigue el palto, que también registra una presencia relevante, mientras que el pino aparece principalmente en combinaciones con eucalipto.

Considerando las menciones individuales y las combinaciones declaradas, el eucalipto está presente en 58 menciones, mientras que el palto aparece en 25 y el pino en 8. En menor medida, se identifican otras especies como cerezo, sauce y ciruelo.

Los datos reflejan un predominio del eucalipto y una presencia relevante del palto entre las especies utilizadas por los hogares encuestados, observándose además el uso combinado de distintas especies.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión.

Tabla 94. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.

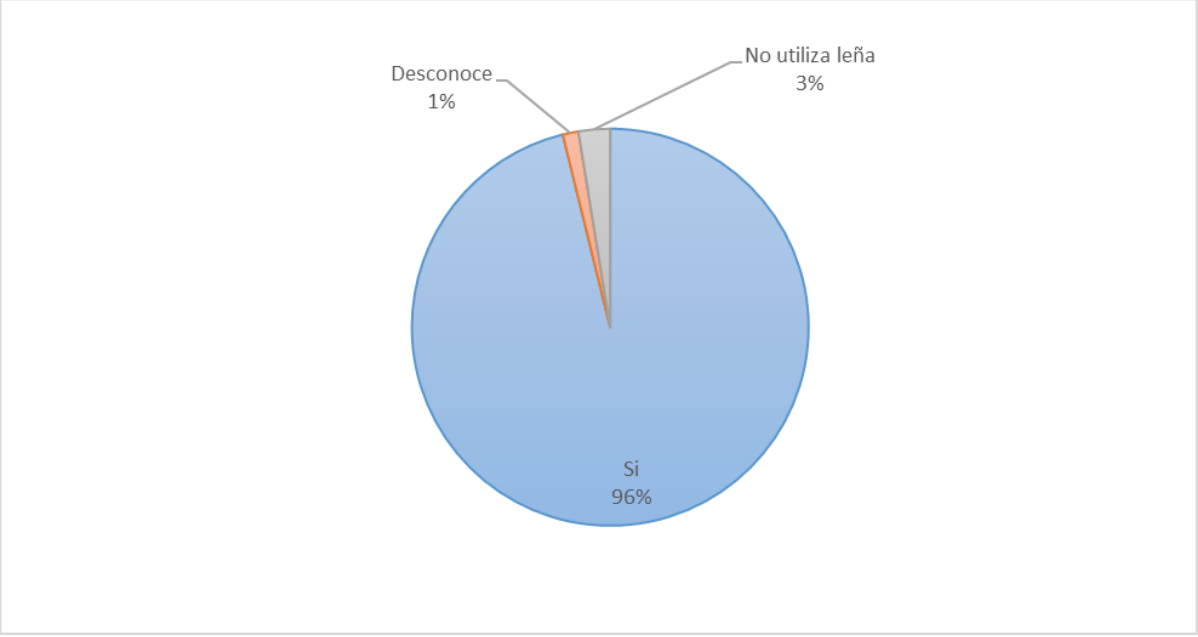
Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	75	96%
Desconoce	1	1%
No utiliza leña	2	3%
Total	**78**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 94, Figura 70) que 75 viviendas (96%) declaran utilizar leña seca para calefacción, mientras que 1 vivienda (1%) señala desconocer la condición de la leña utilizada. Por otra parte, 2 viviendas (3%) indican no utilizar leña.

La alta proporción de hogares que declara utilizar leña seca constituye un antecedente favorable, considerando que un menor contenido de humedad puede favorecer una combustión más eficiente y un mejor rendimiento térmico de los artefactos. No obstante, este resultado corresponde a la percepción o declaración de las personas encuestadas y no a una medición directa del contenido de humedad del combustible.

Figura 70. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.2.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestas según tipo de sector en la comuna de La Calera

En esta sección se comparan las viviendas encuestadas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de La Calera, utilizando la información obtenida mediante la aplicación de encuestas a 78 hogares. El análisis considera variables asociadas a las características de las viviendas, las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los combustibles utilizados y la disposición al recambio tecnológico, con el fin de reconocer patrones territoriales y aportar antecedentes para el diagnóstico energético comunal.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Como punto de partida, se presenta la distribución territorial de las viviendas encuestadas, diferenciando aquellas ubicadas en sectores urbanos y rurales. Esta clasificación permite contextualizar los resultados de las secciones siguientes, considerando que las características del territorio pueden influir en las condiciones habitacionales y en las prácticas de calefacción de los hogares.

Tabla 95. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Calera.

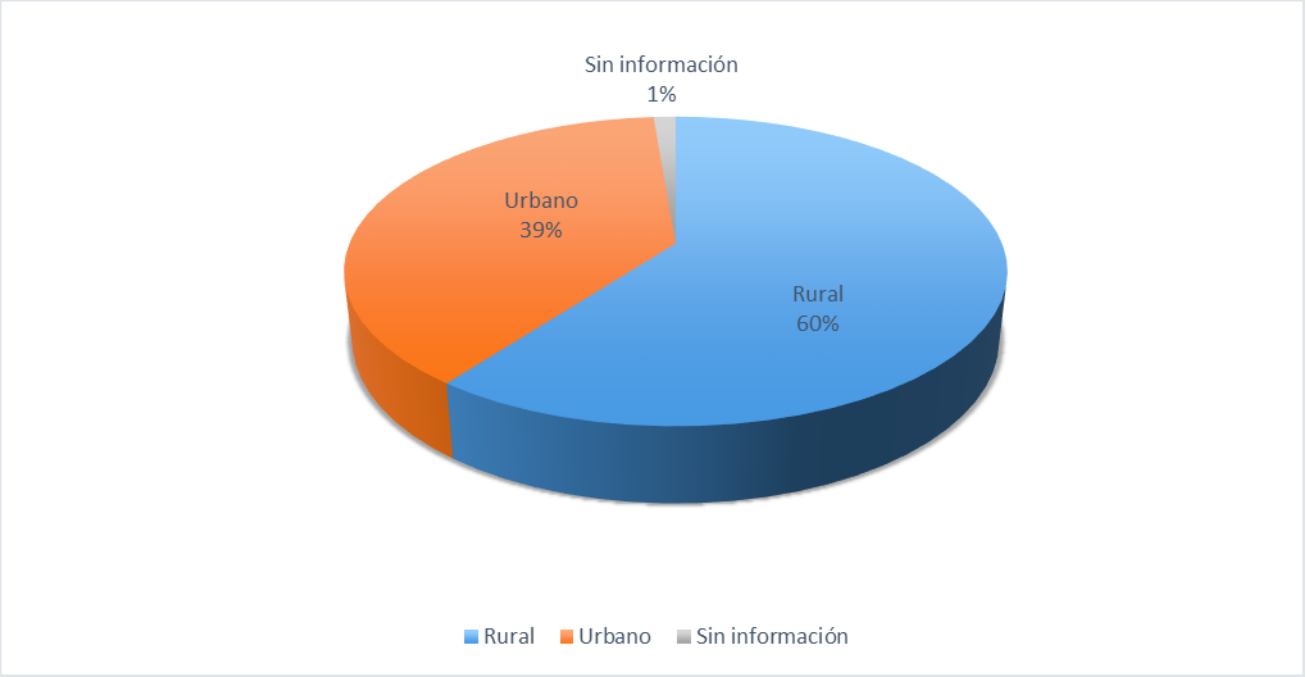
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	47
Urbano	30
Sin información	1
Total	**78**

Fuente: Elaboración propia.

El análisis permite observar (Figura 71, Tabla 95) que, de las 78 viviendas encuestadas en la comuna de La Calera, 47 se ubican en sectores rurales, equivalentes al 60% de la muestra, mientras que 30 viviendas corresponden a sectores urbanos, representando el 38%. Adicionalmente, una vivienda (1%) no registra información respecto de su localización territorial.

La distribución de la muestra evidencia un predominio de viviendas rurales, aspecto que debe considerarse al interpretar los resultados relacionados con los sistemas de calefacción, el uso de combustibles y las prácticas de abastecimiento energético. Esta composición territorial puede influir en las diferencias observadas entre ambos sectores y en las estrategias de calefacción adoptadas por los hogares.

Figura 71. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de la muestra, se analizó la distribución del tipo de vivienda según su localización en sectores rurales y urbanos de la comuna de La Calera. Esta información permite establecer si existen diferencias en la tipología habitacional entre ambos contextos territoriales y complementar el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética de los hogares.

Tabla 96. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de La Calera.

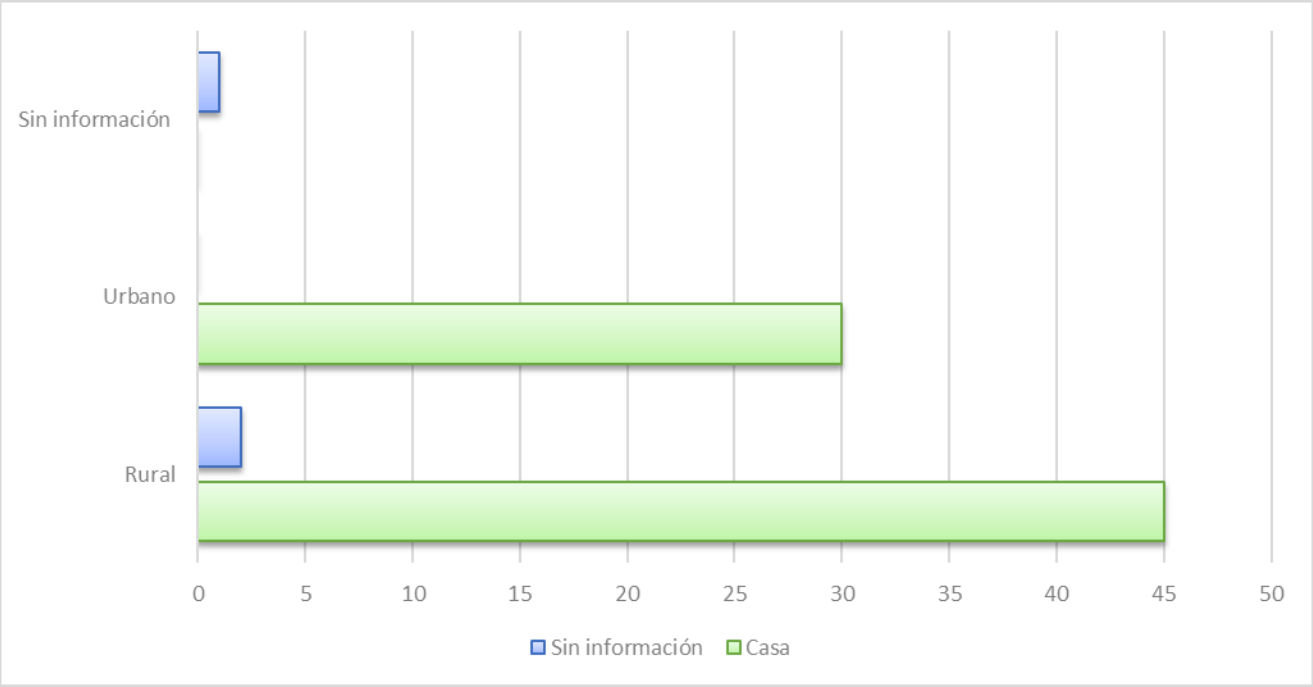
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Sin información	Total
Casa	45	30	0	75
Sin información	2	0	1	3
Total	47	30	1	78

Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada muestra (Tabla 96, Figura 72) que la vivienda tipo casa representa prácticamente la totalidad de los casos registrados. En total, se identificaron 75 viviendas de este tipo, distribuidas entre 45 ubicadas en sectores rurales y 30 en sectores urbanos. Solo tres registros corresponden a casos sin información sobre el tipo de vivienda.

La información recopilada evidencia una alta homogeneidad en la tipología habitacional de la muestra, sin diferencias relevantes entre sectores urbanos y rurales. Esto sugiere que las variaciones observadas en las condiciones energéticas de los hogares probablemente estén más asociadas a factores como la aislación, los sistemas de calefacción o el uso de combustibles que al tipo de vivienda.

Figura 72. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de La Calera, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 97. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de La Calera.

Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	9	51
Urbano	2	30
Sin información	0	1
Total	11	82

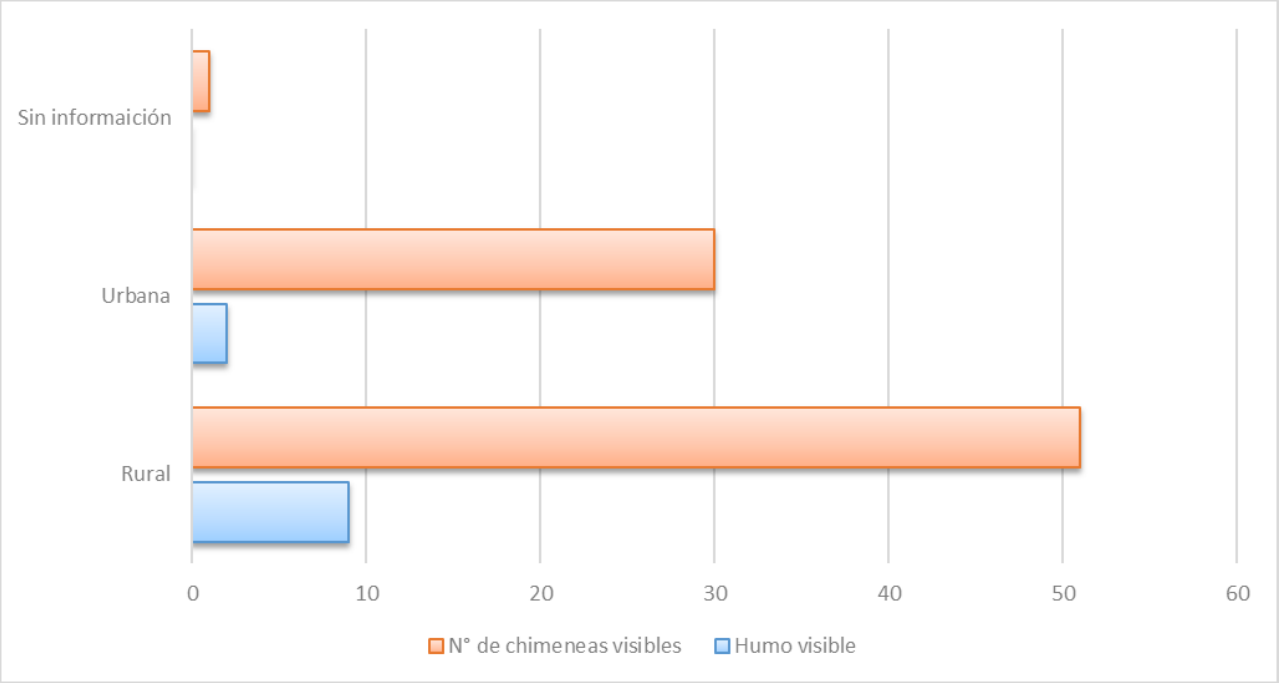
Fuente: Elaboración propia.

Durante el levantamiento en terreno (Figura 73, Tabla 97) se registraron 82 chimeneas visibles y 11 viviendas con presencia de humo visible. De estas últimas, nueve corresponden a sectores rurales y dos

a sectores urbanos, mientras que la mayor parte de las chimeneas observadas también se concentra en el ámbito rural.

La mayor presencia de humo visible en sectores rurales podría asociarse a una utilización más frecuente de sistemas de calefacción a leña durante el momento de la visita. Sin embargo, esta observación corresponde únicamente al instante en que se aplicó la encuesta, por lo que no permite inferir el comportamiento habitual de las emisiones residenciales.

Figura 73. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de La Calera. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 98. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de La Calera.

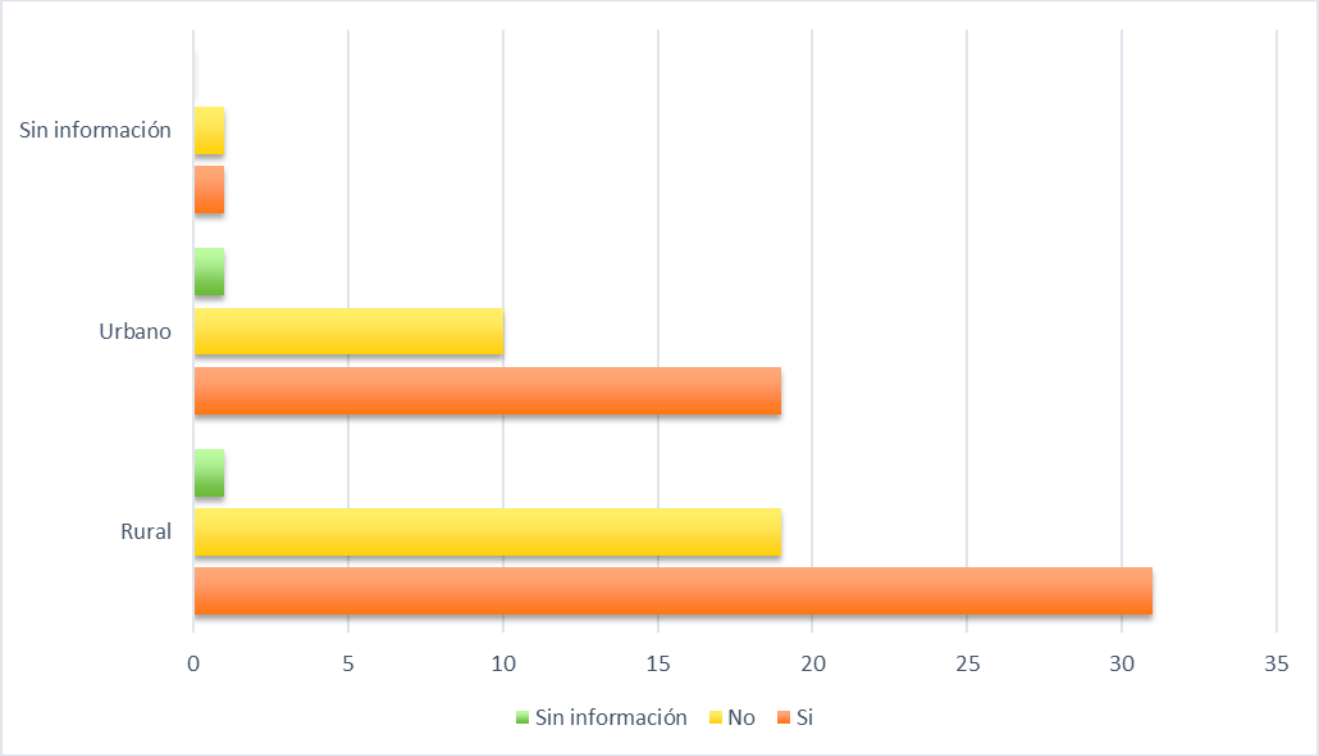
Presencia de aislación térmica	Rural	Urbano	Sin información	Total
Si	31	19	1	51
No	14	10	1	25
Sin información	1	1	0	2
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la aislación térmica (Tabla 98), 51 viviendas declararon contar con algún tipo de aislación, de las cuales 31 corresponden a sectores rurales y 19 a sectores urbanos. En contraste, 25 viviendas señalaron no disponer de aislación térmica y dos casos no entregaron información.

La evidencia levantada (Figura 74) sugiere que la aislación térmica se encuentra presente en ambos contextos territoriales, sin diferencias marcadas en su distribución. Sin embargo, la existencia de un número importante de viviendas sin aislación evidencia que aún persisten brechas en materia de eficiencia energética, las que podrían traducirse en mayores requerimientos de calefacción durante el invierno.

Figura 74. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de La Calera. El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

Tabla 99. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.

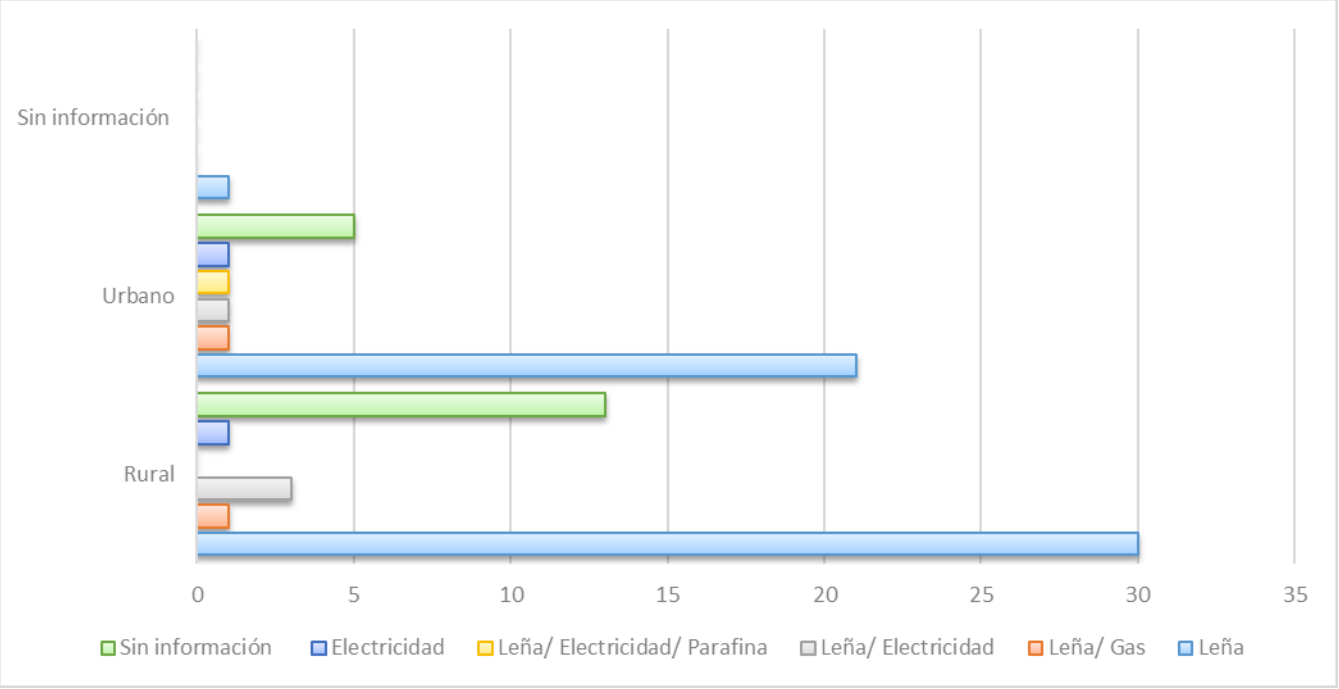
Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	30	21	1	52
Leña/ Gas	1	1	0	2
Leña/ Electricidad/	3	1	0	4
Leña/ Electricidad/Parafina	0	1	0	1
Electricidad	0	1	0	1
Sin información	13	5	0	19
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

El uso exclusivo de leña corresponde al sistema de calefacción predominante en la comuna (Tabla 99), con 52 viviendas que declaran utilizar este combustible como fuente principal. Asimismo, se registran algunas combinaciones de leña con gas, electricidad o parafina, además de un caso que utiliza exclusivamente electricidad. Por otra parte, 19 hogares no entregaron información sobre esta variable.

En ambos sectores (Figura 75) predomina ampliamente la utilización de leña como fuente principal de calefacción, mientras que las combinaciones con otros energéticos representan casos aislados. Esta distribución confirma que la biomasa continúa siendo el eje de la calefacción residencial en la comuna, independiente del contexto territorial.

Figura 75. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 100. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.

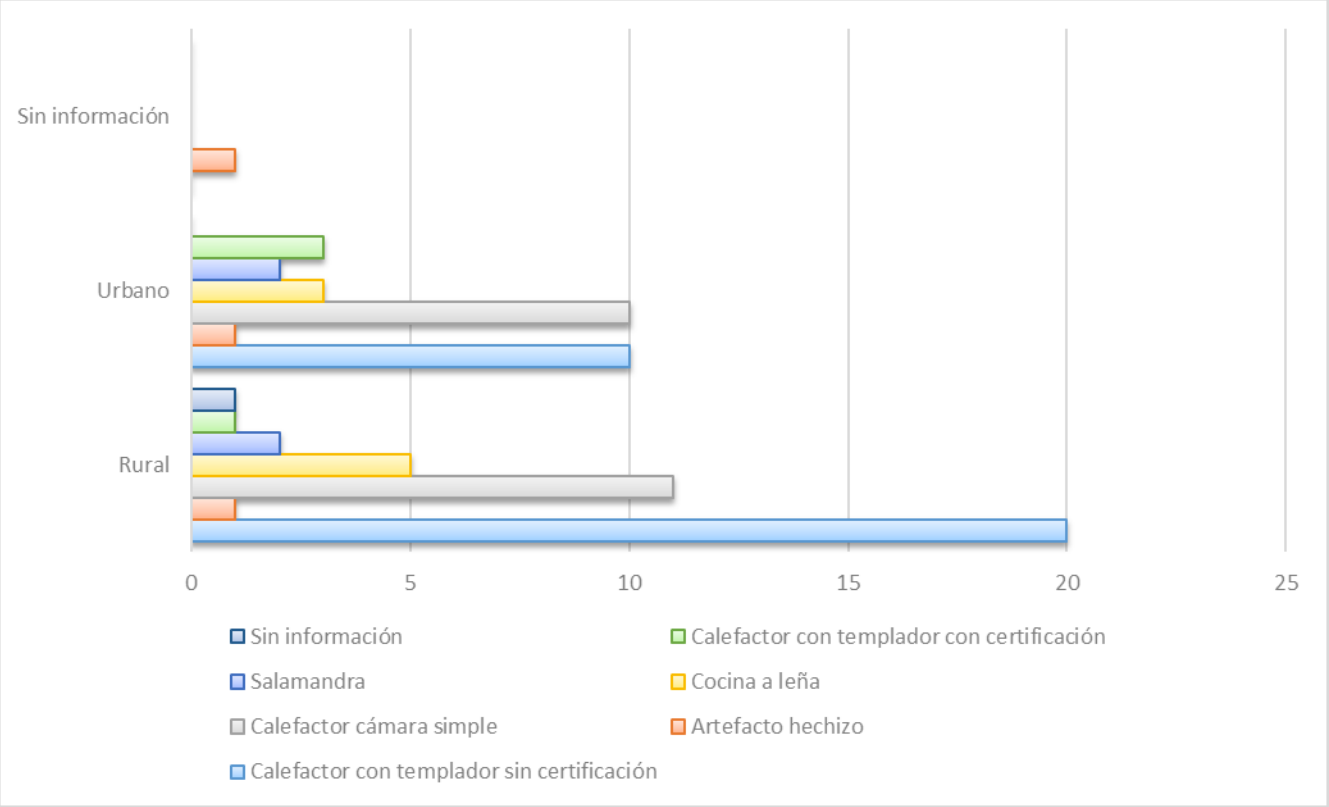
Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Sin información	Total
Calefactor con templador sin certificación	20	10	0	30
Artefacto Hechizo	1	1	1	3
Calefactor Cámara Simple	11	10	0	21
Cocina a leña	5	3	0	8
Salamandra	2	2	0	4
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	1	3	0	4
Cocina leña/ Salamandra	1	0	0	1
Salamandra/ Chimenea abierta	1	0	0	1
Sin información	5	0	0	5
Otro	0	1	0	1
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Los calefactores con templador sin certificación constituyen el artefacto más frecuente (Tabla 100), con 30 registros, seguidos por los calefactores de cámara simple, presentes en 21 viviendas. También se identifican cocinas a leña, salamandras y una menor presencia de calefactores certificados.

La composición del parque de calefactores muestra (Figura 76) una alta presencia de equipos tradicionales, especialmente calefactores sin certificación y de cámara simple. Este escenario sugiere un importante potencial para impulsar iniciativas de modernización tecnológica orientadas a mejorar la eficiencia energética y disminuir las emisiones derivadas de la combustión residencial.

Figura 76. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 101. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Sí	7	10	0	17
No	33	12	1	46
Tal vez	7	7	0	14
No usa	0	1	0	1
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

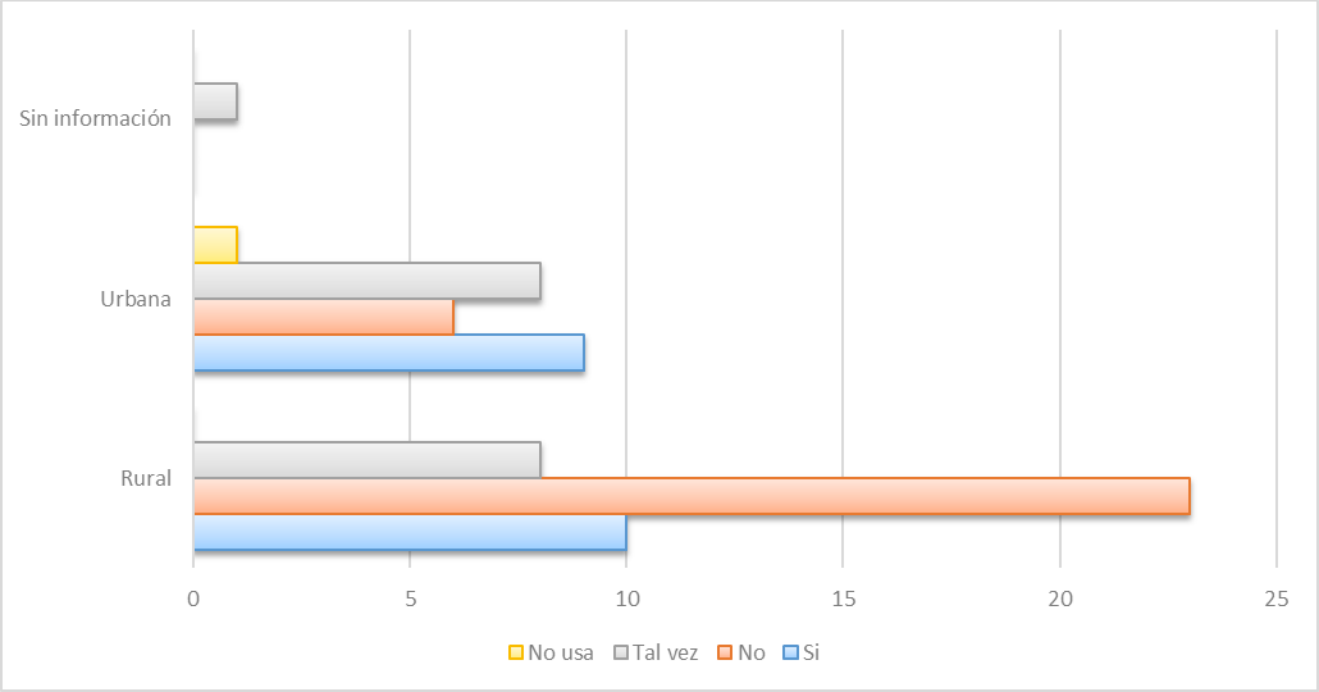
Fuente: Elaboración propia.

En relación con un eventual recambio tecnológico (Tabla 101), 46 viviendas señalaron no estar dispuestas a reemplazar su artefacto de calefacción, mientras que 17 manifestaron interés en realizar

el cambio y 14 indicaron que podrían hacerlo. Solo una vivienda declaró no utilizar este tipo de artefactos.

Aunque predomina la negativa a reemplazar los equipos de calefacción (Figura 77), existe un grupo de hogares que manifiesta disposición o apertura al cambio, lo que evidencia un espacio potencial para implementar programas de recambio tecnológico acompañados de incentivos económicos e información técnica.

Figura 77. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 102. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de La Calera.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Parafina	0	1	0	1
Pellets	11	7	0	18
Gas	0	1	0	1
Eléctrica	2	3	0	5
Eléctrica/ Pellets	0	1	0	1

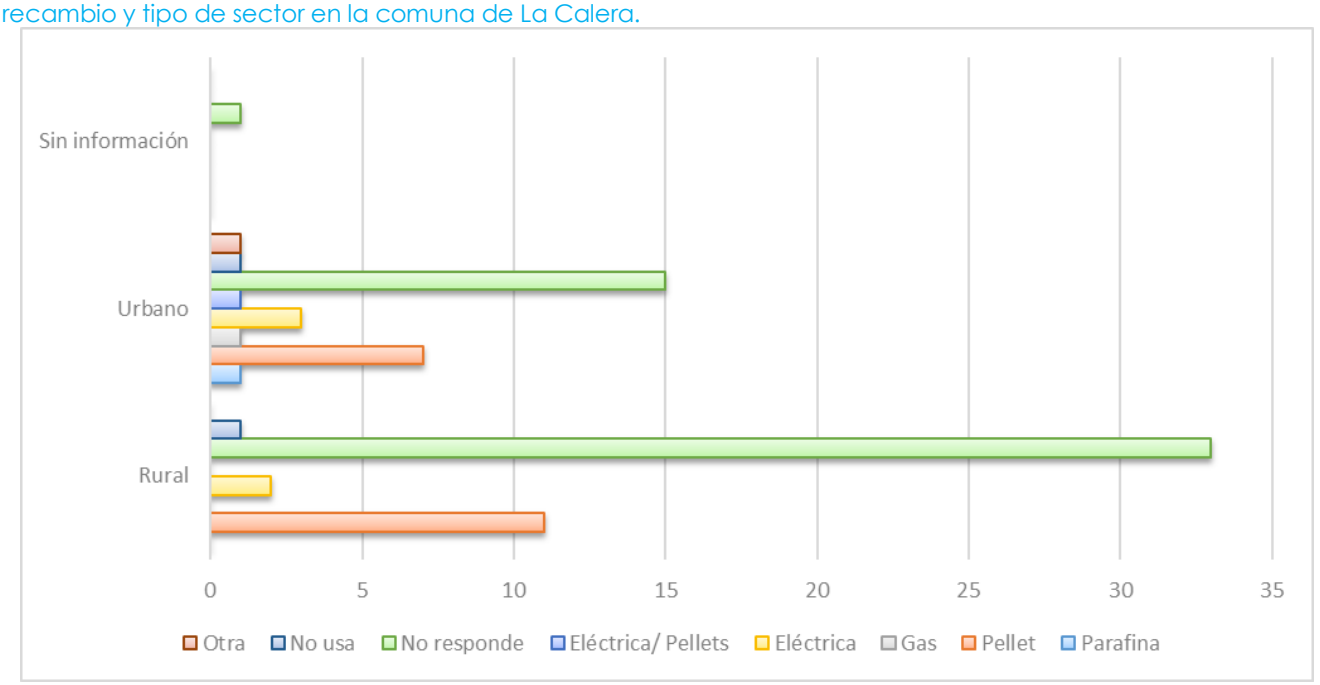
Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
No responde	33	15	1	49
No usa	1	1	0	2
Otro	0	1	0	1
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Entre los hogares que manifestaron interés (Tabla 102) en un eventual recambio, los calefactores a pellet constituyen la alternativa de mayor preferencia, con 18 menciones. En menor medida aparecen opciones eléctricas, a parafina y a gas. Cabe señalar que una parte importante de la muestra no respondió esta pregunta debido a que previamente indicó no estar interesada en cambiar su sistema de calefacción.

Las preferencias expresadas muestran (Figura 78) que el pellet se posiciona como la principal tecnología de interés para un eventual recambio. Este resultado aporta antecedentes relevantes para orientar futuras estrategias de recambio tecnológico con mayor aceptación por parte de los hogares.

Figura 78. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 103. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de La Calera.

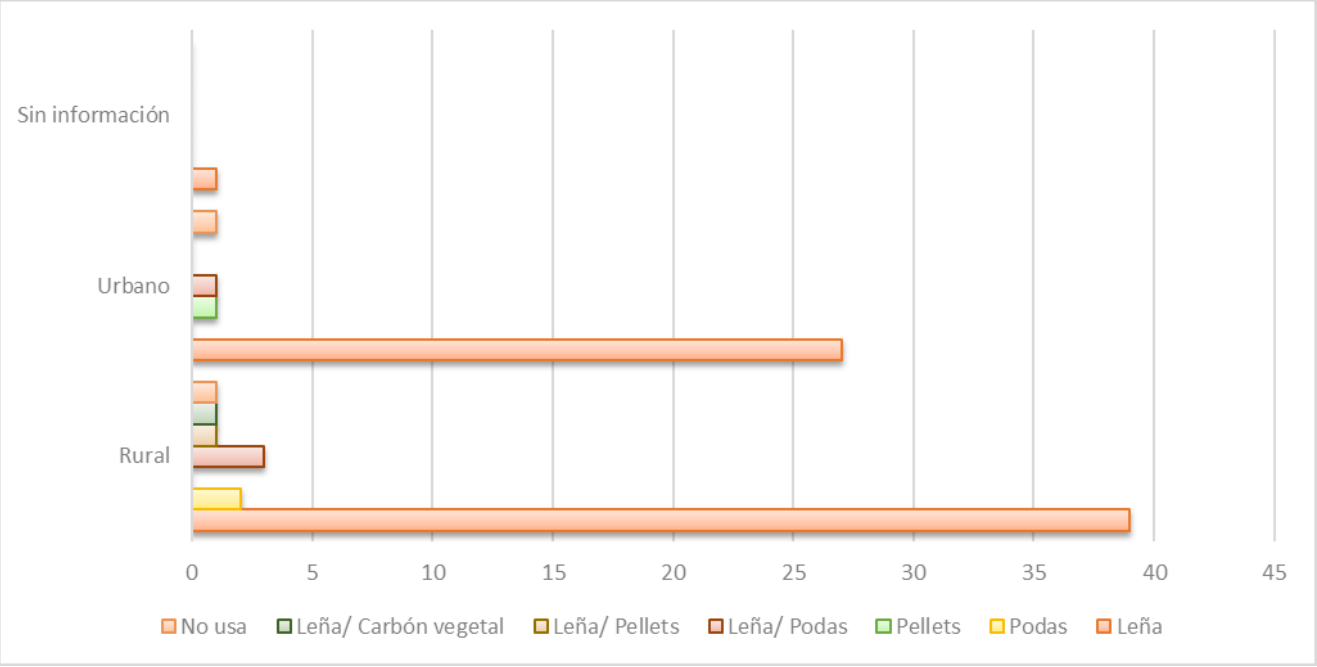
Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	39	27	1	67
Podas	2	0	0	2
Pellets	0	1	0	1
Leña/ Podas	3	1	0	4
Leña/ Pellets	1	0	0	1
Leña/ Carbón vegetal	1	0	0	1
No usa	1	1	0	2
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

La leña corresponde al combustible predominante en la comuna (Tabla 103), utilizada por 67 viviendas. En menor proporción se registran combinaciones con podas, pellets y carbón vegetal, además de algunos hogares que utilizan exclusivamente podas o pellets.

La distribución observada (Figura 79) refleja una matriz energética residencial altamente concentrada en el uso de leña. La escasa participación de combustibles alternativos evidencia que las opciones de calefacción continúan siendo limitadas, tanto en sectores urbanos como rurales.

Figura 79. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas (Tabla 104).

Tabla 104. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de La Calera.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eucalipto	22	15	1	38
Palto	9	4	0	13
Pino	1	1	0	2
Eucalipto/ Pino/ Palto	1	0	0	1
Eucalipto/ Pino	4	3	0	7
Espino/ Palto	1	0	0	1
Eucalipto/ Palto/ Ciruelo	1	0	0	1
Eucalipto/ Palto/ Sauce	1	0	0	1
Eucalipto/ Palto	5	4	0	9
Eucalipto/ Cerezo	0	1	0	1
Sin información	0	1	0	1
Palto/ Sauce	1	0	0	1
No utiliza	1	1	0	2
Total	**47**	**30**	**1**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

El eucalipto corresponde a la especie de leña más utilizada, con 38 registros, es seguido por el palto, presente en 13 viviendas. También se observan diversas combinaciones de especies, aunque con frecuencias considerablemente menores.

El predominio del eucalipto, complementado por el uso de palto y otras especies en menor proporción, sugiere que la disponibilidad local continúa siendo un factor determinante en la elección del combustible. La mayor diversidad de especies observada en sectores rurales refleja estrategias de abastecimiento más flexibles y un mayor acceso a recursos provenientes del entorno.

5.2.2.2.8 Principales hallazgos de la comuna de La Calera

El diagnóstico desarrollado para la comuna de La Calera se encuentra conformado mayoritariamente por viviendas tipo casa, con una presencia significativa de hogares emplazados en sectores rurales. En términos constructivos, predominan las viviendas de albañilería y, en general, se observan buenas condiciones de conservación. A pesar de ello, persisten brechas relacionadas con el

acondicionamiento térmico. Aunque una parte importante de los hogares declara contar con aislación y haber ejecutado mejoras en la envolvente de la vivienda, todavía existe un conjunto relevante de viviendas que no dispone de estas condiciones, situación que favorece las pérdidas de calor e incrementa los requerimientos de calefacción durante el invierno.

Por otra parte, la composición de los hogares evidencia un predominio de familias de tamaño pequeño y mediano, junto con una importante presencia de personas mayores, niños, niñas y adolescentes, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Bajo este contexto, el fortalecimiento del confort térmico adquiere especial importancia, considerando que estos grupos presentan una mayor vulnerabilidad frente a las bajas temperaturas y a la exposición a contaminantes generada por la calefacción residencial.

En relación con la matriz energética residencial, la leña se mantiene como el combustible predominante tanto en sectores urbanos como rurales, consolidándose como la principal fuente de calefacción de los hogares. El eucalipto corresponde a la especie más utilizada, seguido por el palto, mientras que las formas de abastecimiento combinan principalmente la compra y la recolección propia, especialmente en las zonas rurales. Del mismo modo, la adquisición del combustible se concentra durante la temporada invernal y la mayoría de los hogares declara utilizar leña seca, percepción que responde a la experiencia de los residentes y no a mediciones objetivas del contenido de humedad.

Respecto de los sistemas de calefacción, predominan los calefactores tradicionales sin certificación y los equipos de cámara simple, coexistiendo con una presencia aún limitada de tecnologías de mayor eficiencia. En este escenario, la disposición a reemplazar los equipos actuales continúa siendo reducida; sin embargo, entre quienes consideran un eventual recambio, los calefactores a pellet concentran la mayor preferencia, seguidos por las alternativas eléctricas. Estos antecedentes sugieren que la transición hacia sistemas de calefacción de menores emisiones requerirá complementar programas de recambio con acciones de información, acompañamiento e incentivos que favorezcan su adopción.

Al comparar los sectores urbano y rural, se observa que ambos mantienen una elevada dependencia de la biomasa para calefacción y presentan características habitacionales similares. No obstante, el sector rural concentra una mayor presencia de chimeneas visibles, una mayor diversidad de especies de leña y una frecuencia superior de humo visible durante el trabajo de terreno, lo que sugiere un uso más intensivo de la calefacción a leña y una mayor relevancia de las prácticas de autoabastecimiento. En contraste, el sector urbano evidencia una mayor apertura hacia tecnologías alternativas para un eventual recambio, aunque la leña continúa siendo el combustible predominante.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el principal desafío para la comuna de La Calera no se limita a disminuir la dependencia de la biomasa, sino que consiste en promover un uso más eficiente y sostenible de la calefacción residencial. Para avanzar en este objetivo, resulta prioritario fortalecer el mejoramiento térmico de las viviendas, fomentar el uso de combustibles de mejor calidad, incentivar gradualmente la incorporación de tecnologías de menores emisiones y diseñar estrategias diferenciadas para los sectores urbanos y rurales, considerando las particularidades de abastecimiento, uso y disponibilidad de recursos presentes en cada territorio.

5.2.2.3 Comuna de Nogales

En la comuna de Nogales se realizó un levantamiento de información en terreno que contempló un total de 108 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales. Este registro permitió recopilar antecedentes mediante la observación directa de las viviendas, considerando variables relacionadas con sus características habitacionales y constructivas, así como la identificación de elementos visibles asociados a los sistemas de calefacción y combustión residencial.

De manera complementaria, se aplicaron 97 encuestas a residentes de las viviendas, mediante las cuales se obtuvo información declarada sobre las características de los hogares, los sistemas de calefacción utilizados, los tipos de artefactos, los combustibles empleados y las principales prácticas asociadas al consumo energético residencial.

En consecuencia, el levantamiento desarrollado en Nogales integra dos fuentes de información complementarias: por un lado, la ficha de observación aplicada a las 108 viviendas identificadas en terreno y, por otro, la información proporcionada mediante las 97 encuestas respondidas por residentes. Esta diferenciación permite contrastar y complementar los antecedentes observados directamente en las viviendas con las prácticas y percepciones declaradas por los hogares, proporcionando una caracterización más amplia de las condiciones habitacionales y energéticas de la comuna.

5.2.2.3.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Nogales

Esta sección caracteriza las 108 viviendas fichadas en la comuna de Nogales, considerando sus principales condiciones habitacionales y constructivas. Para ello, se examinan variables como localización urbana o rural, tipo de vivienda, superficie, número de pisos, materialidad predominante y estado general de conservación.

Asimismo, se incorporan antecedentes observados en terreno relacionados con el uso de sistemas de combustión, específicamente la presencia de chimeneas y humo visible al momento de la visita. Cuando corresponde, estos antecedentes se complementan con información obtenida mediante las 97 encuestas aplicadas a residentes, permitiendo integrar las características observadas de las viviendas con información declarada por los hogares.

En conjunto, esta información permite establecer el perfil habitacional de la comuna y generar una base para el análisis posterior de las condiciones térmicas, los sistemas de calefacción y los requerimientos energéticos de las viviendas.

- **Tipología sector (urbano o rural):**

Esta variable permite situar territorialmente las viviendas incluidas en el levantamiento, distinguiendo aquellas emplazadas en sectores urbanos de las localizadas en áreas rurales. Esta diferenciación resulta pertinente para analizar posibles variaciones en las características constructivas, condiciones de habitabilidad y prácticas vinculadas al consumo energético y la calefacción residencial.

Tabla 105. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Nogales.

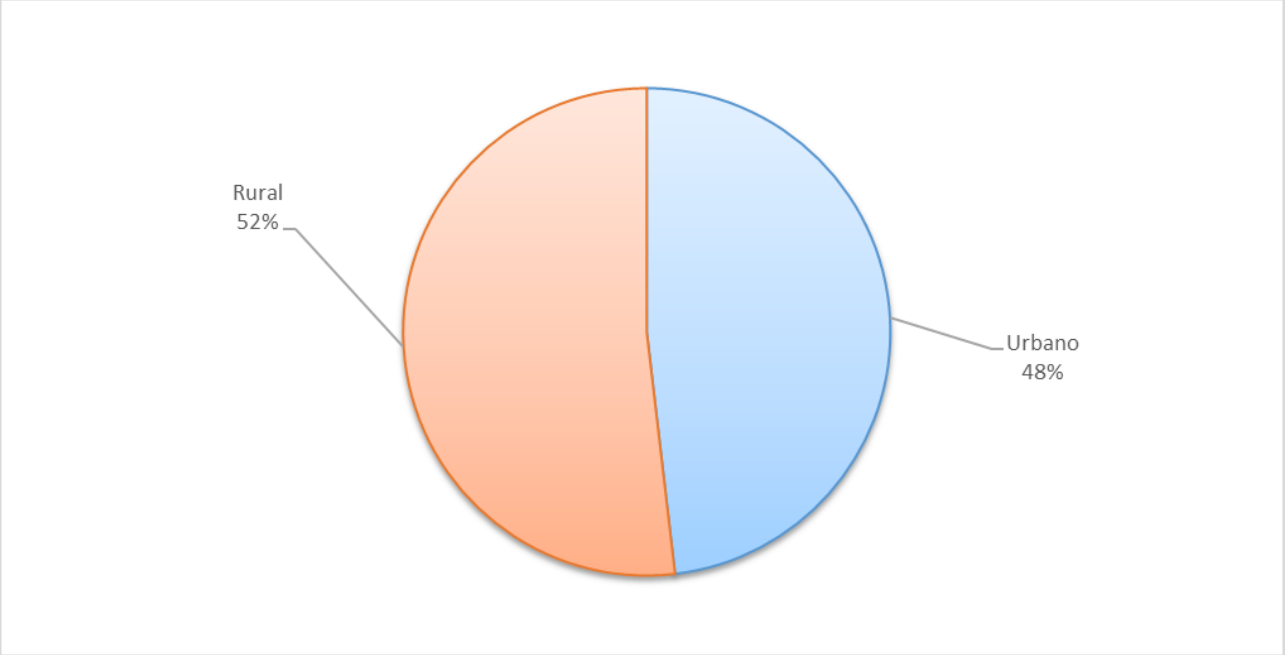
Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	52	48%
Rural	56	52%
Total	**108**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La composición territorial de las viviendas encuestadas presenta una distribución cercana al equilibrio entre los dos tipos de sectores considerados (Tabla 105, Figura 80). Del total de 108 viviendas, 56 se encuentran en sectores rurales, equivalentes al 52% de la muestra, mientras que 52 corresponden a sectores urbanos, representando el 48%.

La diferencia entre ambas categorías alcanza únicamente 3,7 puntos porcentuales, por lo que se observa una participación relativamente balanceada de ambos contextos territoriales. Esta característica permite incorporar en el análisis las particularidades habitacionales de sectores urbanos y rurales, favoreciendo una lectura comparativa de las condiciones residenciales y energéticas presentes en la comuna.

Figura 80. Distribución porcentual de viviendas encuestadas según tipología de sector en la comuna Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

Esta variable permite identificar las tipologías habitacionales predominantes entre las viviendas fichadas y determinar el grado de diversidad, u homogeneidad presente en el conjunto analizado.

Tabla 106. Distribución de viviendas fichadas según tipología habitacional en la comuna de Nogales.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	108	100%
Total	**108**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 106) que las 108 viviendas consideradas en el levantamiento corresponden a la categoría casa, alcanzando una representación del 100% de la muestra. No se identificaron departamentos, viviendas colectivas ni otras modalidades residenciales.

Esta composición da cuenta de una muestra habitacional altamente homogénea, caracterizada exclusivamente por viviendas tipo casa. Esta condición resulta relevante para la interpretación de los resultados posteriores, dado que las características de superficie, distribución de los espacios y sistemas de calefacción analizados corresponden a este tipo específico de configuración residencial.

- **Número de pisos de la vivienda:**

Esta variable permite caracterizar la configuración espacial y constructiva de las viviendas según su número de niveles. Asimismo, constituye un antecedente relevante para comprender la superficie que requiere calefacción y su posible relación con la distribución del calor y los requerimientos energéticos de los hogares.

Tabla 107. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Nogales.

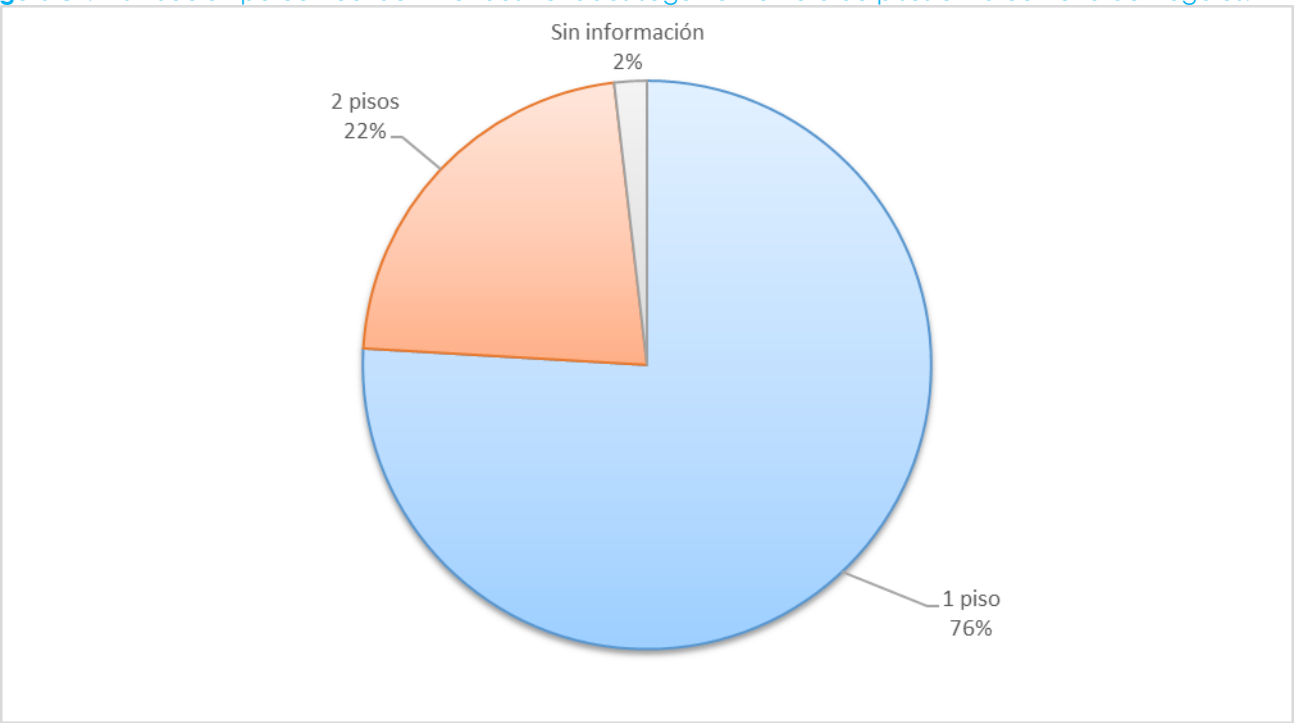
Número de piso	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	82	76%
2	24	22%
Sin información	2	2%
Total	**108**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La configuración predominante (Tabla 107) corresponde a viviendas de un solo nivel, categoría que concentra 82 casos y representa el 76% del total. En tanto, 24 viviendas, equivalentes al 22% de la muestra, cuentan con dos pisos. No se registraron edificaciones de tres o más niveles, mientras que dos viviendas (2%) no proporcionaron información para esta variable.

En consecuencia, el perfil residencial observado (Figura 81) se caracteriza por un marcado predominio de construcciones de baja altura. La presencia mayoritaria de viviendas de un piso, junto con la ausencia de edificaciones de mayor altura, configura un patrón habitacional principalmente horizontal. Las viviendas de dos niveles, aunque minoritarias, representan una proporción significativa dentro de la muestra y aportan cierta diversidad a la estructura constructiva observada.

Figura 81. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La categoría permite aproximarse a la dimensión de las unidades residenciales y constituye un antecedente relevante para analizar las necesidades potenciales de acondicionamiento térmico y consumo energético de los hogares.

Tabla 108. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Nogales.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	1	1%
Entre 35 y 70 m²	68	64%
Entre 70 y 100 m²	19	18%
Más de 100 m²	17	16%
Sin información	1	1%
Total	**108**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

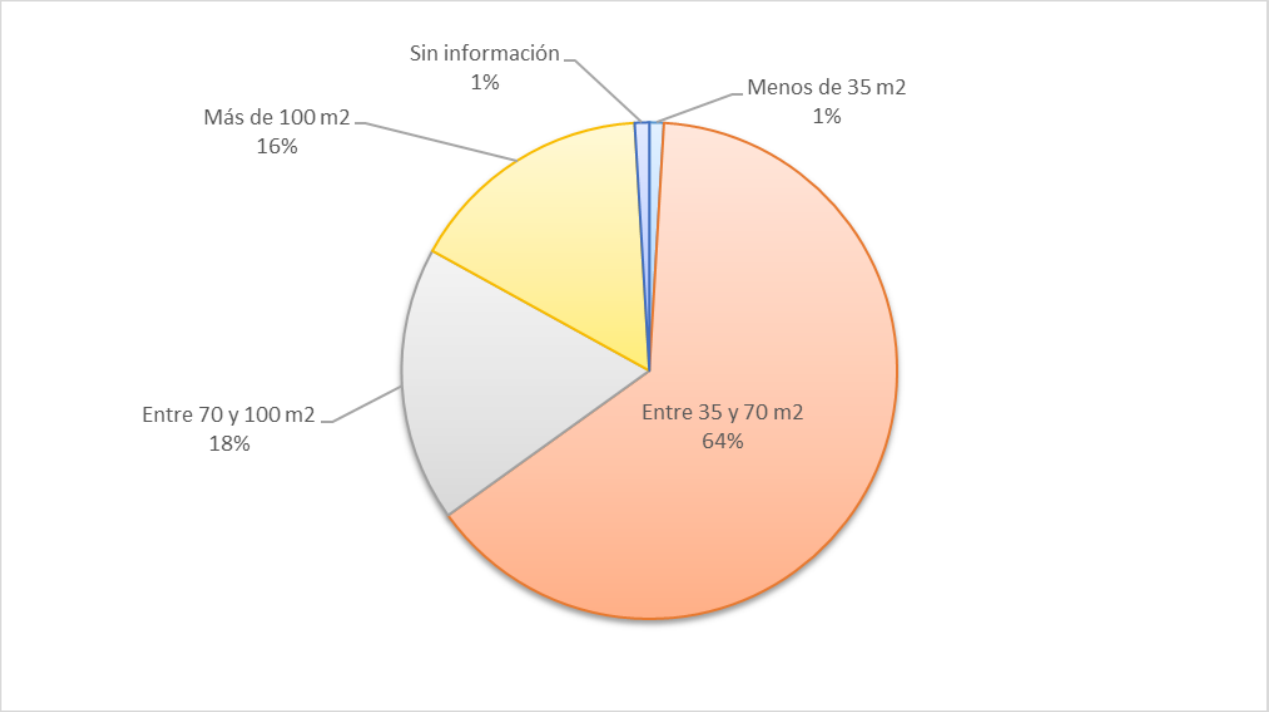
La superficie de las viviendas (Tabla 108) se concentra principalmente en el tramo comprendido entre 35 y 70 m², que reúne 68 casos y representa el 64% de la muestra. Esta categoría constituye, con diferencia, el rango de superficie más frecuente entre las unidades habitacionales analizadas.

A continuación, se encuentran las viviendas de entre 70 y 100 m², con 19 casos (18%), seguidas por aquellas que superan los 100 m², que corresponden a 17 viviendas (16%). En el extremo opuesto, solo

una vivienda (1%) presenta una superficie inferior a 35 m². Asimismo, se registra un caso sin respuesta (1%).

De este modo, los antecedentes muestran (Figura 82) una concentración de viviendas en rangos de superficie intermedia. Este patrón resulta consistente con el predominio de viviendas tipo casa y de uno o dos pisos identificado previamente. Desde el punto de vista energético, la superficie constituye un factor relevante para estimar las necesidades de calefacción, aunque su incidencia debe analizarse conjuntamente con la materialidad, las condiciones de aislación y los sistemas de calefacción empleados.

Figura 82. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

Esta variable permite caracterizar los principales sistemas constructivos de las viviendas y reconocer su posible incidencia en las condiciones térmicas y el desempeño energético de las unidades habitacionales.

Tabla 109. Distribución de material predominante de las viviendas fichadas de la comuna de Nogales.

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	63	58%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	32	30%
Tabique sin forro interior (madero u otro)	8	7%
Adobe, barro, pirca, quincha u otro material artesanal	3	3%
Sin información	2	2%

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Total	**108**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

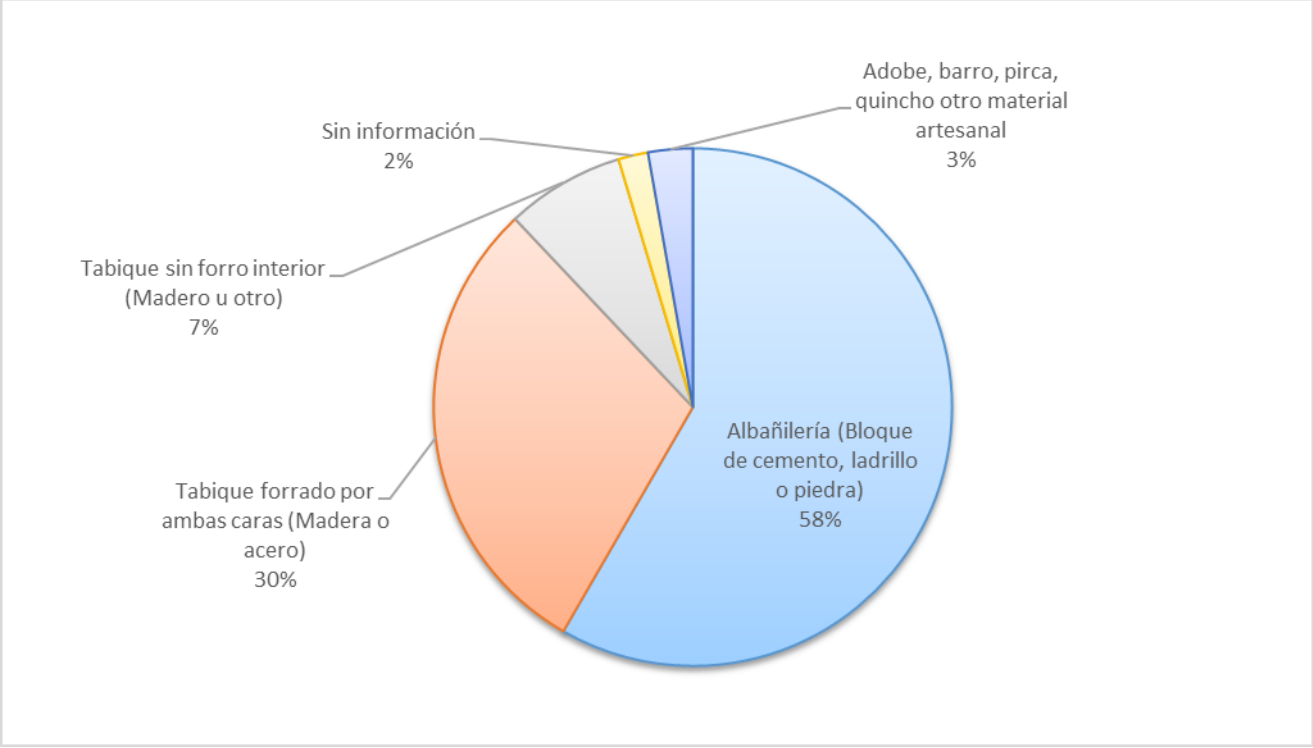
La materialidad predominante (Tabla 109) corresponde a la albañilería, presente en 63 viviendas, equivalentes al 58% del total. Esta categoría concentra más de la mitad de las unidades analizadas y constituye el principal sistema constructivo identificado en la comuna.

En segundo lugar, se ubican las viviendas cuyo material predominante corresponde a tabiques forrados por ambas caras, de madera o acero, con 32 casos (30%). En conjunto, ambas materialidades representan la mayor parte de la muestra, evidenciando la coexistencia de soluciones constructivas de carácter más consolidado con sistemas de construcción liviana.

Por su parte, 8 viviendas (7%) presentan tabiques sin forro interior, mientras que 3 casos (3%) corresponden a viviendas construidas principalmente con adobe, barro, pirca, quincha u otros materiales artesanales. No se identificaron viviendas cuyo material predominante fuera el hormigón armado y en 2 casos (2%) no se obtuvo información.

La presencia de sistemas constructivos (Figura 83) livianos adquiere relevancia para el análisis energético, dado que su comportamiento térmico puede variar considerablemente según el nivel de aislación, revestimiento y calidad de ejecución. Por ello, la materialidad constituye un antecedente inicial que debe complementarse con información relativa a acondicionamiento térmico, estado de conservación y prácticas de calefacción de los hogares.

Figura 83. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

Esta variable permite caracterizar las condiciones generales de conservación de las viviendas e identificar posibles situaciones de deterioro o requerimientos de mantención que puedan incidir en sus condiciones de habitabilidad.

Tabla 110. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna Nogales.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	91	84%
Regular estado	14	13%
Mal estado	1	1%
Sin información	2	2%
Total	**108**	**100%**

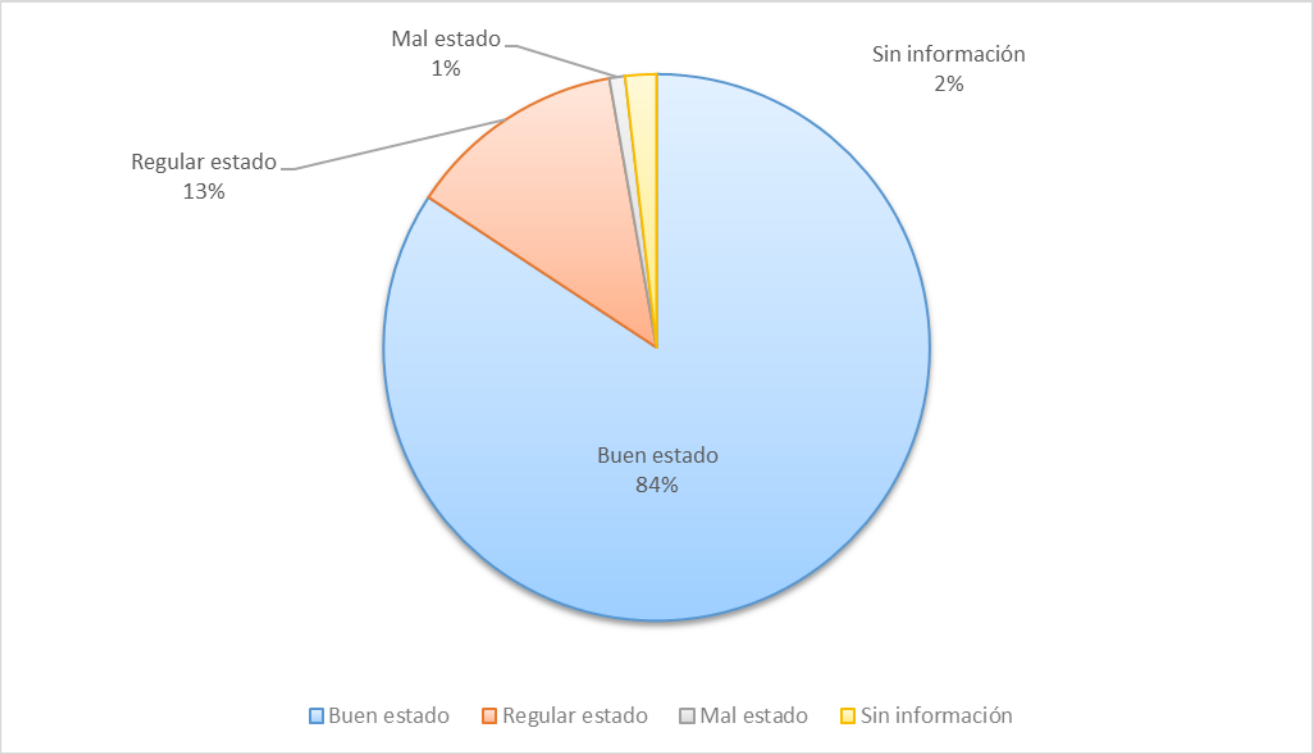
Fuente: Elaboración propia.

La percepción respecto del estado (Tabla 110) de conservación de las viviendas es, en términos generales, positiva. Del total de casos analizados, 91 viviendas (84%) fueron identificadas como en buen estado, constituyendo la categoría ampliamente predominante.

Por otra parte, 14 viviendas (13%) fueron calificadas en estado regular, mientras que solo una vivienda (1%) fue considerada en mal estado. Adicionalmente, dos casos (2%) no cuentan con información para esta variable.

En conjunto, las viviendas clasificadas en estado regular o malo alcanzan el 14% de la muestra (Figura 84), lo que permite identificar un grupo minoritario que podría presentar necesidades de reparación, mantención o mejoramiento. Si bien la situación general resulta favorable, estos casos adquieren importancia para el análisis de las condiciones de habitabilidad y eficiencia energética, considerando que eventuales deficiencias constructivas pueden favorecer pérdidas de calor y aumentar la demanda de calefacción.

Figura 84. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según el levantamiento de información en terreno en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

La observación de chimeneas permite reconocer la presencia de elementos exteriores asociados a sistemas que requieren evacuación de gases o humos. Este indicador aporta información complementaria para contextualizar las prácticas de calefacción y combustión presentes en las viviendas analizadas.

Tabla 111. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Nogales

N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	94	87%
2	13	12%
Sin información	1	1%
Total	**108**	**100%**

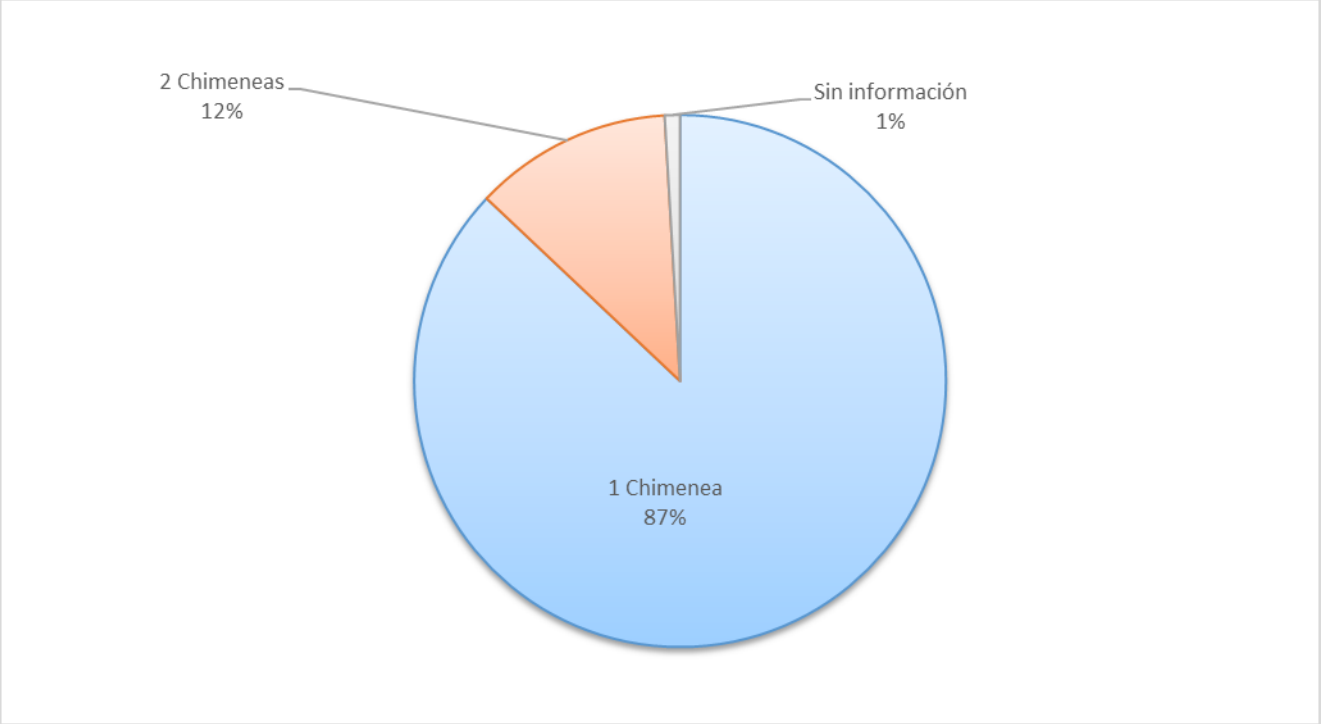
Fuente: Elaboración propia.

La presencia de una única chimenea visible constituye la situación más frecuente, identificándose en 94 viviendas, equivalentes al 87% del total. En tanto, 13 viviendas (12%) presentan dos chimeneas visibles y un caso (1%) no registra información para esta variable.

La elevada proporción de viviendas con una chimenea visible constituye un antecedente relevante para el análisis de los sistemas de combustión residencial. Sin embargo, este indicador no permite establecer de manera directa qué tipo de artefacto se utiliza, cuál es el combustible empleado ni con

qué frecuencia opera. Por esta razón, su interpretación debe realizarse conjuntamente con los antecedentes declarados por los hogares respecto de sus prácticas de calefacción y consumo energético.

Figura 85. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La identificación de humo visible corresponde a un indicador de observación directa realizado durante el levantamiento en terreno. Su registro permite reconocer situaciones en las que se evidenciaba actividad de combustión en el momento específico de la visita.

Tabla 112. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de Nogales.

Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	89	82%
Si	18	17%
Sin información	1	1%
Total	**108**	**100%**

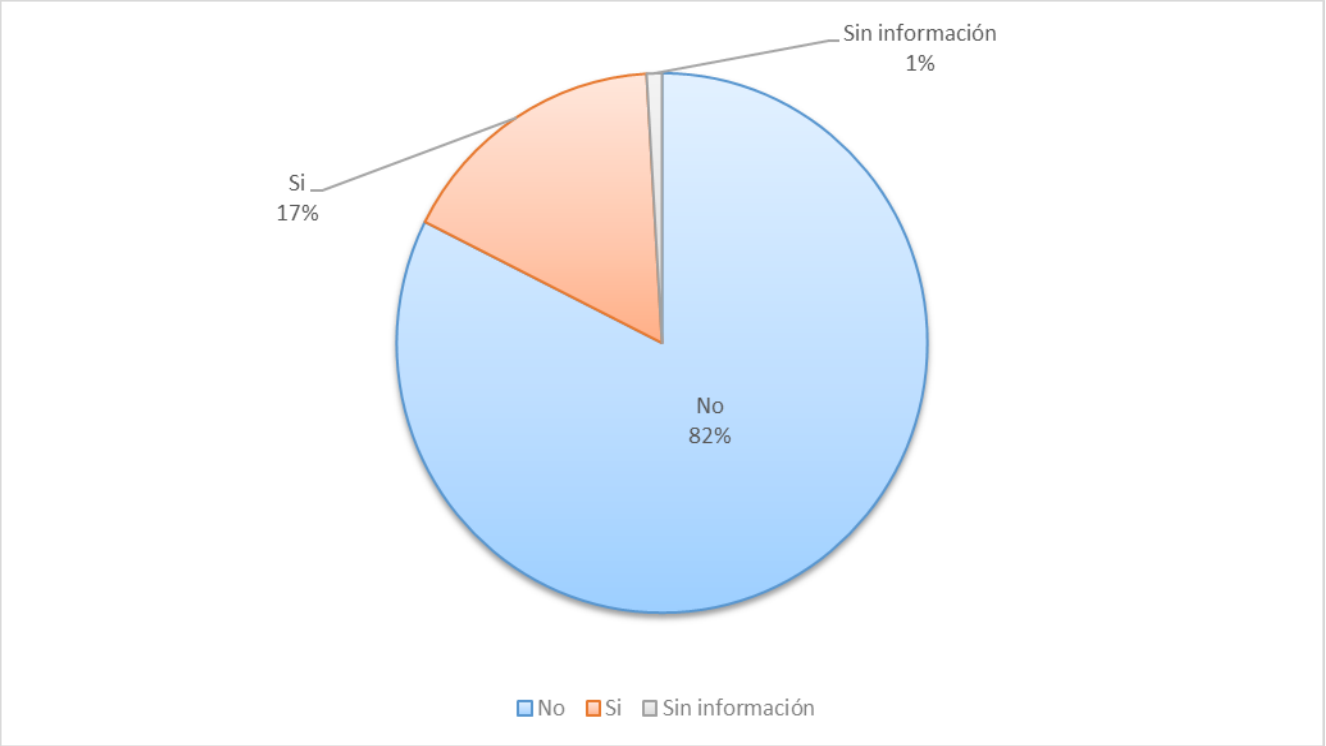
Fuente: Elaboración propia.

Durante la observación (Tabla 112) en terreno, 89 viviendas (82%) no presentaron humo visible, mientras que en 18 casos (17%) sí fue posible identificar emisiones visibles. Un caso adicional (1%) no cuenta con información para esta variable. La mayor proporción de viviendas sin humo visible, puede explicarse a que la comuna sea utilizada como ciudad dormitorio y que el uso de la chimenea sea vespertino.

Si bien la ausencia de humo fue la situación predominante, el hecho de que aproximadamente una de cada seis viviendas presentara emisiones visibles constituye un antecedente de interés para el análisis de la combustión residencial en la comuna. Esta observación puede vincularse con el funcionamiento de sistemas de calefacción o cocción durante la visita, aunque no permite por sí sola determinar el tipo de combustible utilizado ni establecer la magnitud de las emisiones generadas.

En este sentido, los resultados (Figura 86) deben ser complementados con información sobre los combustibles empleados, las características y antigüedad de los artefactos, la frecuencia de uso y las prácticas de mantención. La integración de estos antecedentes permitirá comprender con mayor precisión los factores que inciden en las emisiones residenciales y su eventual relación con las condiciones constructivas y energéticas de las viviendas.

Figura 86. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.3.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales

Esta sección caracteriza los hogares encuestados en la comuna de Nogales, a partir de las 97 encuestas aplicadas a residentes de sectores urbanos y rurales. El análisis considera la composición de los hogares y la presencia de grupos que pueden presentar mayores niveles de sensibilidad frente a las condiciones térmicas y de calefacción, aportando antecedentes para complementar la caracterización habitacional y energética de la comuna.

- **Número de integrantes de los hogares:**

Esta variable describe el tamaño de los hogares encuestados, permitiendo identificar la cantidad de personas que residen en cada vivienda.

Tabla 113. Distribución del número de integrantes por hogar encuestado en la comuna de Nogales.

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	7	7%
2 a 3 personas	57	59%
4 a 5 personas	23	24%
6 a 7 personas	3	3%
Más de 8 personas	2	2%
Sin información	5	5%
Total	**97**	**100%**

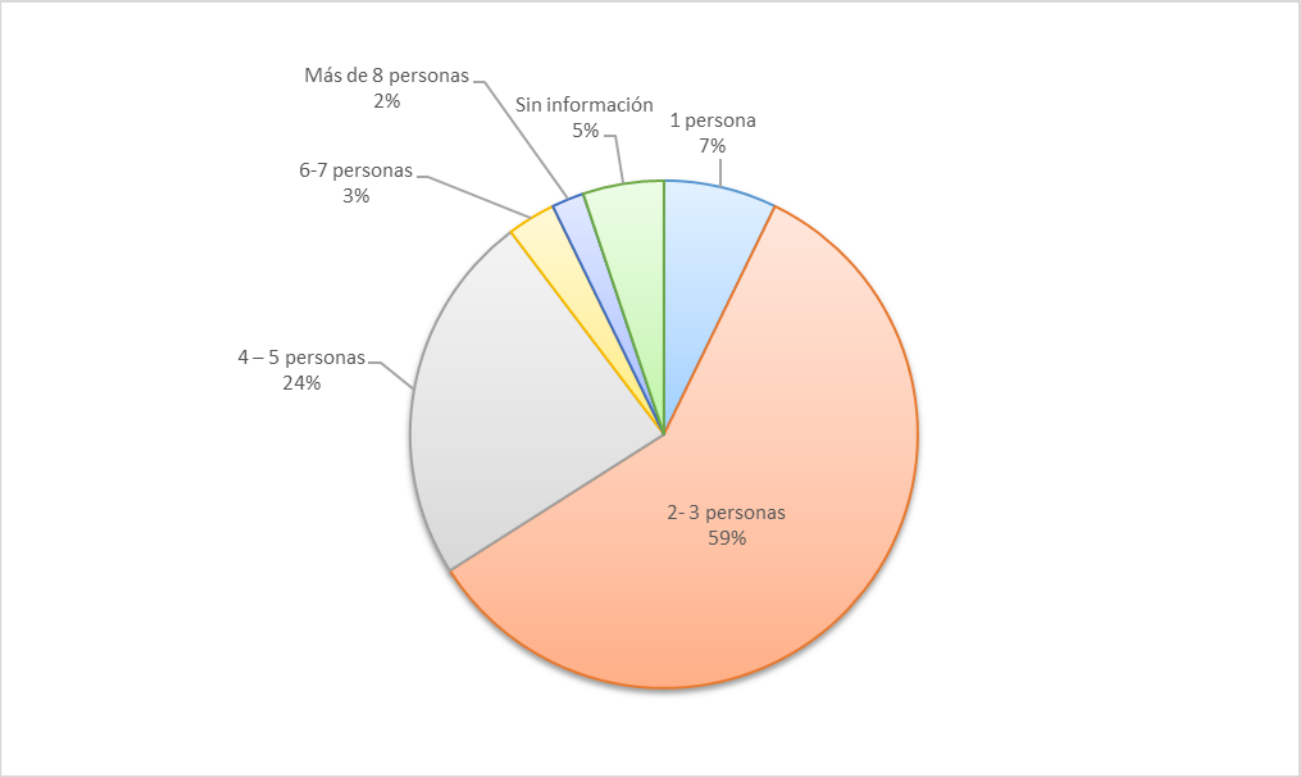
Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los hogares encuestados muestra (Tabla 113, Figura 87) un claro predominio de viviendas conformadas por 2 a 3 integrantes, categoría que concentra el 59% de la muestra (57 hogares). En segundo lugar, se ubican los hogares con 4 a 5 personas, que representan el 24% (23 casos).

Los hogares unipersonales corresponden al 7% (7 viviendas), mientras que aquellos integrados por 6 a 7 personas alcanzan el 3% (3 casos). Solo 2 hogares (2%) declararon contar con más de ocho integrantes. Además, un 5% de las viviendas no entregó información sobre la consulta.

De este modo, los datos evidencian una predominancia de hogares de tamaño pequeño y mediano, ya que más de cuatro quintos de las viviendas encuestadas están conformadas por entre dos y cinco personas. Esta estructura familiar constituye un antecedente relevante para comprender los patrones de consumo energético y las necesidades de calefacción de los hogares.

Figura 87. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La variable identifica la presencia de distintos grupos de población dentro de los hogares encuestados. Debido a que una misma vivienda puede registrar más de una categoría, los resultados se presentan como número de menciones.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, pudiendo superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 114. Distribución de grupos etarios presentes en los hogares encuestados en la comuna de Nogales.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	36
Adultos mayores (60 años o más)	60
Personas con enfermedades crónicas	40
Personas en situación de discapacidad	10
No registran tales grupos	14
Total menciones	**160**

Fuente: Elaboración propia.

Los datos registran un total de 160 menciones, reflejando la coexistencia de distintos grupos poblacionales en los hogares encuestados (Tabla 114).

La categoría con mayor frecuencia corresponde a adultos mayores (60 años o más), con 60 menciones, seguida por personas con enfermedades crónicas, con 40 menciones, y niños, niñas y adolescentes, con 36 menciones. Asimismo, se registran 10 menciones de personas en situación de discapacidad y 14 casos no registran tales grupos.

En conjunto, los antecedentes muestran una presencia importante de grupos que pueden presentar mayor sensibilidad frente a bajas temperaturas y a las condiciones ambientales al interior de las viviendas. Esta información aporta un contexto relevante para el análisis posterior de las necesidades de calefacción, el uso de energía y las condiciones de habitabilidad de los hogares encuestados.

5.2.2.3.3 Condiciones de eficiencia térmica de la vivienda encuestadas en la comuna de Nogales

Esta sección caracteriza las condiciones térmicas de las viviendas de la comuna de Nogales a partir de las 97 encuestas aplicadas a residentes, considerando la presencia de aislación y los principales elementos de la vivienda en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten reconocer el nivel de acondicionamiento térmico declarado por los hogares e identificar posibles brechas que puedan incidir en el confort interior y en los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite conocer si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica.

Tabla 115. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de La Nogales.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	59	61%
No	28	29%
No sabe	10	10%
Total	**97**	**100%**

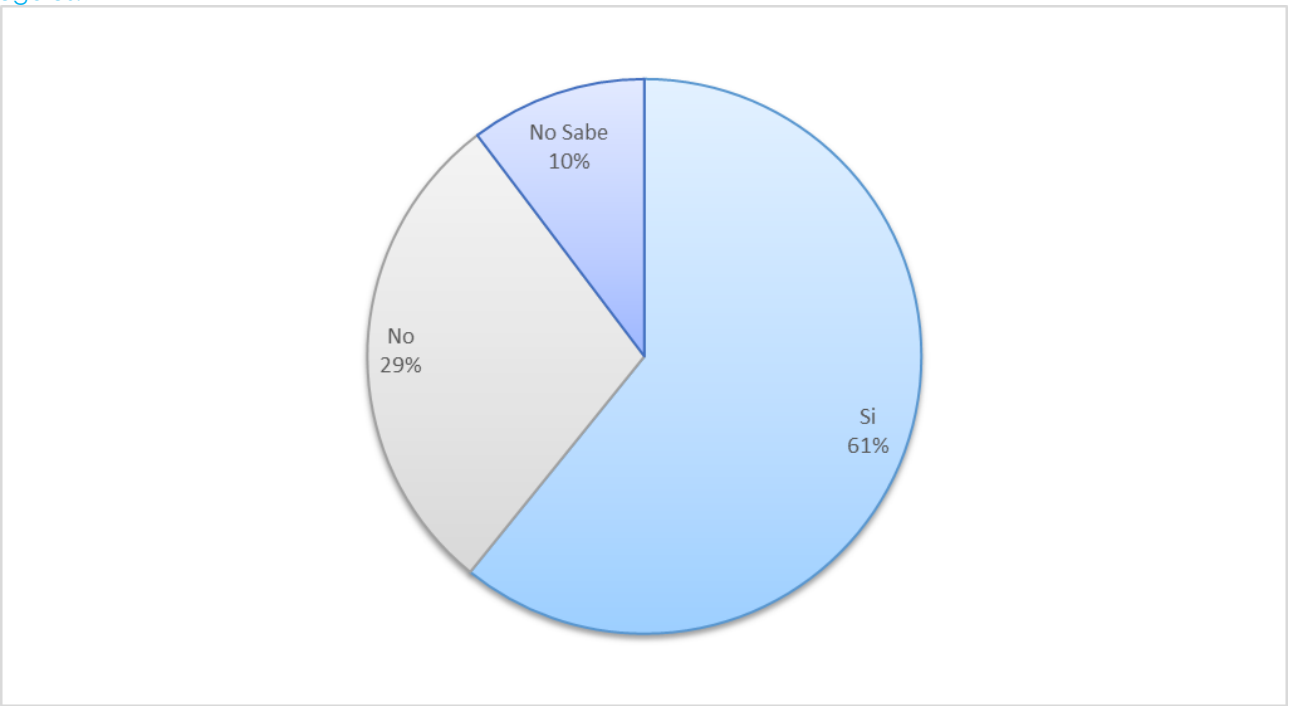
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican (Tabla 115) que 59 viviendas, equivalentes al 61% de las encuestadas, declaran contar con algún tipo de aislación térmica. Por su parte, 28 viviendas (29%) señalan no disponer de este acondicionamiento, mientras que 10 casos (10%) manifiestan desconocer si su vivienda cuenta con aislación.

En este contexto, si bien se observa un predominio de viviendas que declara disponer de algún nivel de aislación, la proporción que no cuenta con este tipo de acondicionamiento constituye una brecha relevante, debido a su posible incidencia en las pérdidas de calor y en los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas. A ello se suma el grupo que desconoce las condiciones de aislación de su vivienda, lo que evidencia un nivel de desconocimiento respecto de las características constructivas y térmicas del hogar.

Cabe precisar que estos resultados (Figura 88) corresponden a información declarada por las personas encuestadas, por lo que reflejan su conocimiento o percepción respecto de las condiciones de aislación de sus viviendas y no necesariamente una verificación técnica de estas.

Figura 88. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales componentes de las viviendas donde se declara la presencia de aislación térmica. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa, por lo que los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 116. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Nogales.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	50
Muros	31
Piso	4
Ventanas	6
Sin información	1
No cuenta con aislación	28
Total menciones	**120**

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 116, la techumbre es el componente que presenta la mayor cantidad de menciones de aislación térmica, con 50 casos, seguida de los muros, con 31. En menor medida, se registra aislación en ventanas (6 menciones) y pisos (4 menciones). Por otra parte, 28 menciones corresponden a viviendas que no cuentan con aislación térmica, mientras que un caso no entregó información sobre la consulta.

Los resultados muestran que las medidas de acondicionamiento térmico se concentran principalmente en techumbres y muros, mientras que la presencia de aislación en pisos y ventanas es considerablemente menor. Esto permite identificar posibles oportunidades de mejoramiento en estos componentes de la vivienda.

Cabe señalar que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un componente constructivo, por lo que el total corresponde a menciones y no al número de viviendas encuestadas.

5.2.2.3.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales

La presente sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las 97 viviendas encuestadas de la comuna de Nogales. El análisis considera acciones orientadas a conservar el calor al interior de las viviendas, reducir las pérdidas térmicas y mejorar las condiciones de eficiencia energética y confort térmico de los hogares.

A partir de la información recopilada, se analiza la implementación de mejoras para la conservación térmica y los principales tipos de intervenciones realizadas, permitiendo identificar las medidas más utilizadas y las brechas existentes en materia de acondicionamiento de las viviendas

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si los hogares han realizado mejoras orientadas a conservar el calor y favorecer las condiciones térmicas de sus viviendas.

Tabla 117. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Nogales

Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	33	34%
No	62	64%
No sabe	2	2%
Total	**97**	**100%**

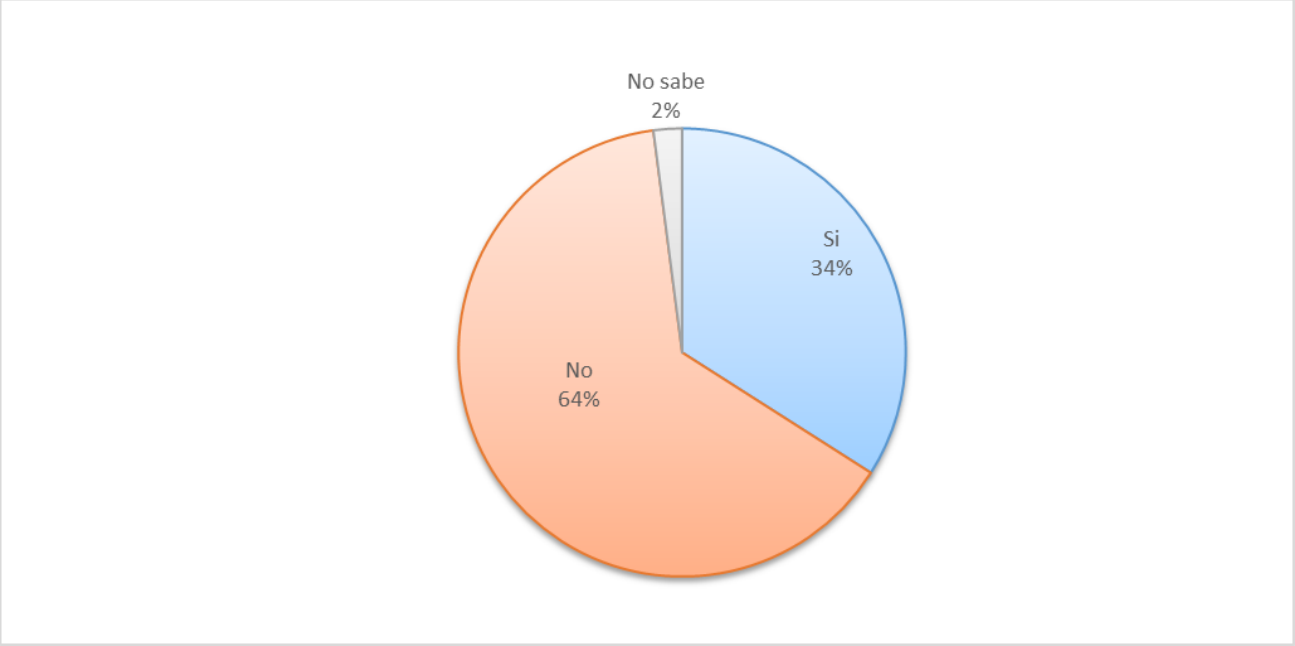
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 117, Figura 89) que la mayoría de las viviendas encuestadas, correspondiente a 62 casos (64%), no ha realizado mejoras destinadas a favorecer la conservación térmica. En contraste, 33 viviendas (34%) señalaron haber implementado algún tipo de intervención, mientras que 2 hogares (2%) indicaron no saber si se han realizado mejoras de este tipo.

Siguiendo esta línea, se observa una baja implementación de medidas de acondicionamiento térmico en las viviendas encuestadas, lo que permite identificar una brecha relevante en esta materia. La ausencia de este tipo de intervenciones puede contribuir a mayores pérdidas de calor y, en

consecuencia, aumentar los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Figura 89. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar las principales medidas de mejoramiento térmico incorporadas en las viviendas encuestadas. Debido a que una vivienda podía seleccionar más de una alternativa, los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de hogares encuestados.

Tabla 118. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Nogales.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	**N° Menciones**
Cambio de ventanas	19
Aislación de muros o techo	16
Sellado de filtraciones de aire	8
Cambios de sistemas de calefacción	2
otra	1
Sin información	1
No se realizó mejoras	61
No indica	2
Total menciones	**110**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran Tabla 118, que la categoría más frecuente corresponde a las viviendas que no han realizado mejoras térmicas, con 61 menciones. Entre las intervenciones implementadas, el cambio de ventanas presenta la mayor frecuencia, con 19 menciones, seguido por la incorporación de aislación en muros o techumbres, con 16 casos. En menor medida, se registra el sellado de filtraciones de aire, con 8 menciones, mientras que los cambios en los sistemas de calefacción alcanzan solo 2 casos. Por su parte, una vivienda no registra información en esta consulta.

A grandes rasgos, las medidas implementadas se concentran principalmente en componentes de la envolvente térmica de las viviendas, particularmente ventanas, muros y techumbres. Esto indica que las acciones desarrolladas por los hogares se orientan mayoritariamente a mejorar la conservación del calor y reducir las pérdidas térmicas, mientras que las intervenciones asociadas a los sistemas de calefacción presentan una presencia considerablemente menor.

La alta proporción de viviendas que no ha realizado mejoras evidencia, a su vez, un espacio relevante para fortalecer iniciativas de eficiencia energética residencial en la comuna. En este contexto, podrían resultar pertinentes acciones vinculadas con la difusión de beneficios, el acceso a financiamiento y la asistencia técnica, especialmente para facilitar la incorporación de medidas de acondicionamiento térmico en aquellos hogares que aún no han efectuado este tipo de intervenciones.

5.2.2.3.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Nogales, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y analizar aspectos relacionados con el consumo energético, el confort térmico y las potenciales emisiones asociadas al uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar el principal sistema de calefacción utilizado en las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan en función del número de menciones registradas y los totales pueden ser superiores al número de viviendas encuestadas.

Tabla 119. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	83
Leña/ Electricidad	4
Leña/ Gas	7
Leña/ Parafina	1
Sin información	2
Total menciones	**97**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 119) un predominio marcado de la leña como principal sistema de calefacción entre los hogares encuestados en la comuna de Nogales, con 83 menciones. En una proporción considerablemente menor, se registran sistemas que combinan la leña con gas (7 casos), electricidad (4) y parafina (1). Además, 2 viviendas no proporcionaron información respecto de esta variable.

A grandes rasgos, la información recopilada da cuenta de una alta dependencia de la leña para la calefacción residencial, ya sea como fuente exclusiva o complementada con otros sistemas. Esta situación evidencia el papel central que mantiene la biomasa en las prácticas energéticas de los hogares de Nogales y constituye un antecedente relevante para el análisis de los artefactos utilizados, el consumo de combustible y las posibilidades de recambio tecnológico.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario del hogar.

Tabla 120. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	97	100%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas encuestadas (Tabla 120) declaró utilizar leña como fuente de calefacción, alcanzando 97 casos (100%). Este resultado confirma la relevancia de la leña dentro de las prácticas de calefacción residencial de los hogares encuestados y constituye un antecedente relevante para el análisis de eficiencia energética y emisiones asociadas a su combustión.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

Esta variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Nogales, considerando las tecnologías presentes y sus posibles implicancias en términos de eficiencia de combustión y generación de emisiones.

Cabe señalar que la pregunta admitía más de una alternativa de respuesta, por lo que una misma vivienda podía registrar distintos tipos de artefactos. En consecuencia, los resultados se expresan según el número de menciones para cada alternativa, por lo que la suma de estas puede superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 121. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	2
Calefactor Cámara simple	14
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	29
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	4
Salamandra	25

Cocina a leña	22
Chimenea	2
Total	**98**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 121) una diversidad de artefactos a leña utilizados en los hogares de la comuna de Nogales, algunos de los cuales cumplen además funciones asociadas a la preparación de alimentos. De un total de 98 menciones registradas, el artefacto más frecuente corresponde al calefactor con templador sin certificación (doble cámara), con 29 menciones. Si bien este tipo de equipo incorpora una tecnología de combustión más desarrollada que algunos sistemas tradicionales, su condición de no certificado constituye un aspecto relevante desde la perspectiva de la eficiencia y las emisiones asociadas a su funcionamiento.

En segundo lugar, se encuentra la salamandra, con 25 menciones, seguida por la cocina a leña, con 22. La presencia de estos artefactos da cuenta de la permanencia de tecnologías tradicionales en los hogares, particularmente de equipos que pueden cumplir simultáneamente funciones de calefacción y cocción de alimentos.

Por su parte, los calefactores de cámara simple registran 14 menciones, constituyendo otra alternativa de uso frecuente. En contraste, los calefactores con templador certificados (doble cámara) alcanzan solo 4 menciones, lo que evidencia una incorporación todavía limitada de equipos que cumplen con estándares de certificación y que están diseñados para favorecer una combustión más eficiente.

En menor proporción se identifican artefactos hechizos y chimeneas, con 2 menciones cada uno. Si bien su presencia dentro de la muestra es reducida, corresponden a alternativas que resulta pertinente considerar en el diagnóstico debido a sus características de funcionamiento y a sus potenciales efectos sobre el rendimiento de la calefacción y las emisiones.

A grandes rasgos, la distribución de los artefactos muestra una mayor presencia de equipos tradicionales y de calefactores sin certificación, frente a una participación más acotada de tecnologías certificadas. Este escenario permite identificar un espacio de intervención para promover el recambio hacia sistemas de calefacción más eficientes, acompañando estas medidas con información y orientación a los hogares sobre el uso adecuado de los equipos y las alternativas tecnológicas disponibles en la comuna.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 122. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en comuna de Nogales.

Año de instalación	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	52	54%
6-10 años	32	33%

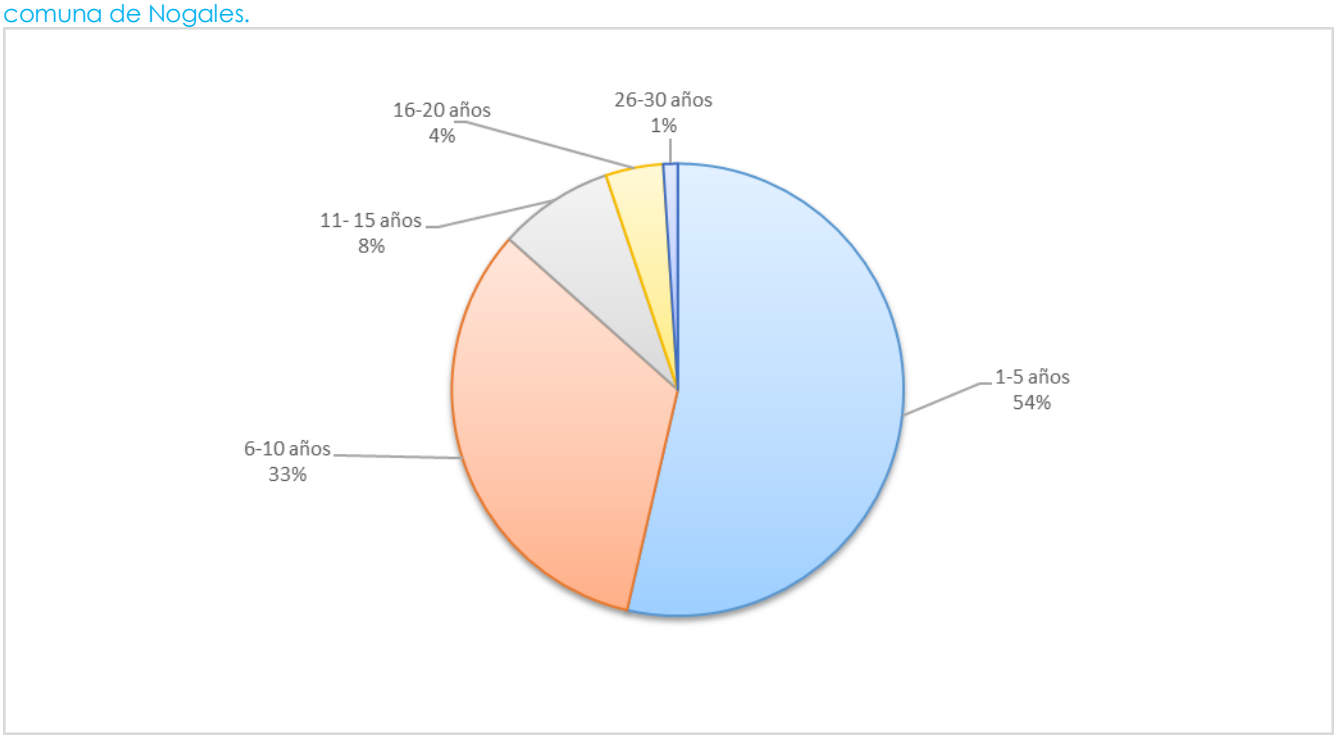
Año de instalación	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
11- 15 años	8	8%
16-20 años	4	4%
26-30 años	1	1%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 122, Figura 90) un predominio de artefactos relativamente recientes. El 54% de los equipos presenta una antigüedad de entre 1 y 5 años, mientras que un 33% registra entre 6 y 10 años. En conjunto, el 87% de los artefactos tiene una antigüedad igual o inferior a 10 años.

Los equipos con mayor antigüedad presentan una participación menor: un 8% tiene entre 11 y 15 años, un 4% entre 16 y 20 años y solo un 1% entre 26 y 30 años. De manera transversal, los datos muestran un parque de artefactos mayoritariamente reciente, aunque persiste un grupo reducido de equipos de mayor antigüedad que podría requerir atención en materia de eficiencia y renovación tecnológica.

Figura 90. Distribución porcentual de los años de instalación de los artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción, según la percepción de las personas encuestadas.

Tabla 123. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

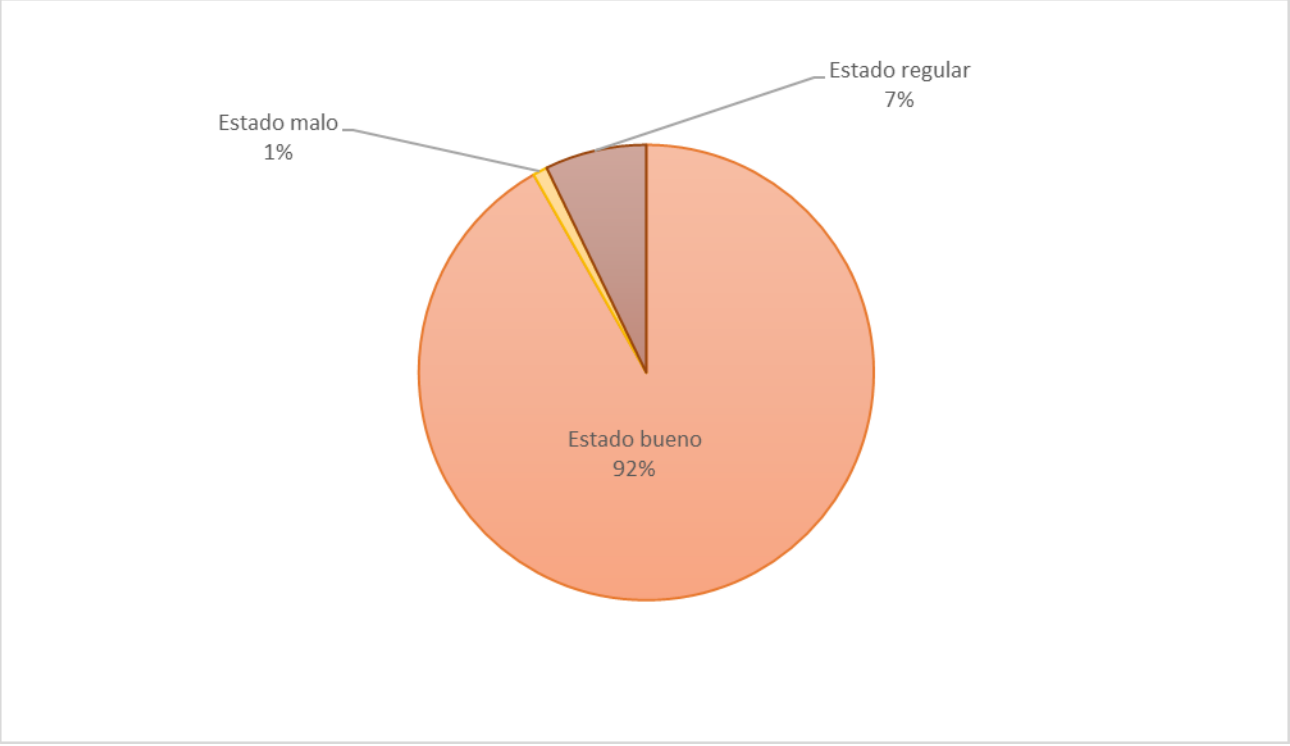
Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	89	92%
Malo	1	1%
Regular	7	7%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los artefactos fue reportada en buen estado (Figura 91, Tabla 123), alcanzando 89 casos (92%). Por otra parte, 7 artefactos (7%) fueron clasificados en estado regular y 1 (1%) en mal estado.

Cabe señalar que esta información corresponde a la percepción declarada por las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de los equipos. Al considerar el conjunto de la información se revela una condición favorable de los artefactos utilizados en los hogares encuestados.

Figura 91. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, aspecto relacionado con las prácticas de operación y el proceso de combustión.

Tabla 124. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

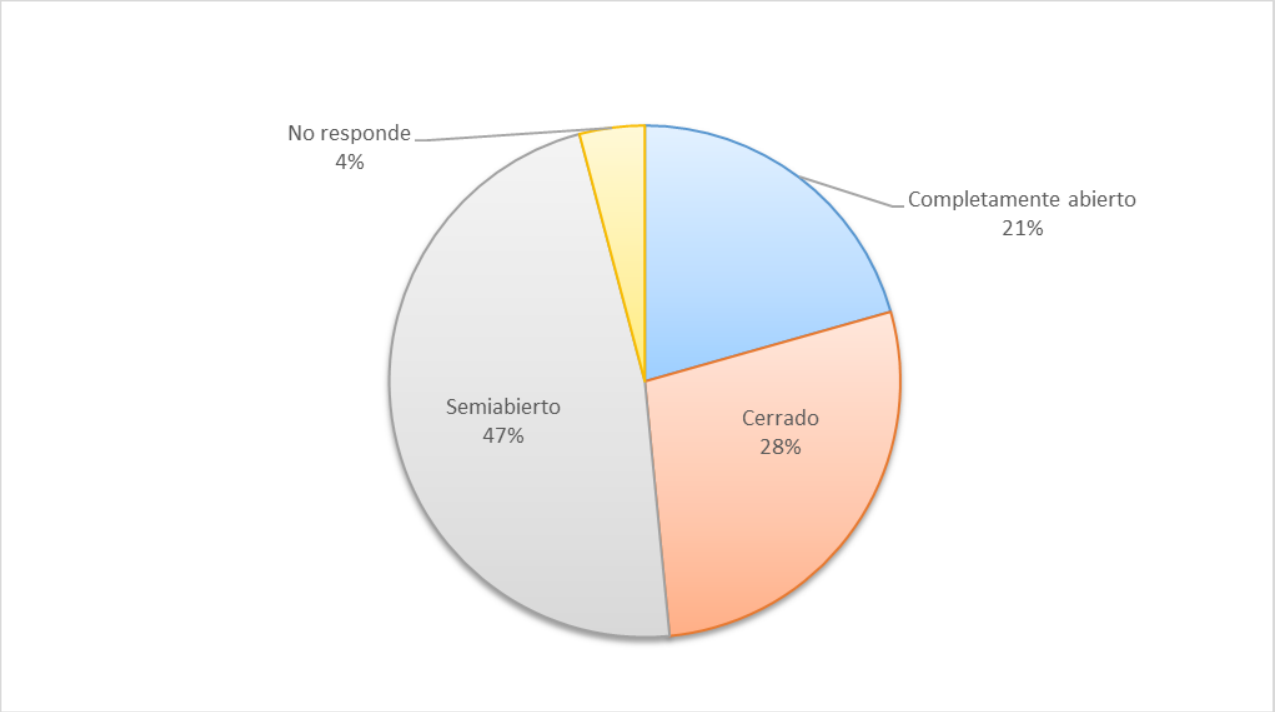
Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Completamente abierto	20	21%
Cerrado	27	28%
Semiabierto	46	47%
Sin información	4	4%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El uso del tiraje se concentra principalmente en la modalidad semiabierta (Tabla 124, Figura 92), con 46 casos (47%), seguida por el tiraje cerrado, con 27 casos (28%), y completamente abierto, con 20 casos (21%). Un 4% de las viviendas encuestadas no registro información sobre la variable (4 casos).

En conjunto, el 75% de los hogares declara utilizar el tiraje cerrado o semiabierto. Estos resultados evidencian diversidad en las prácticas de operación de los artefactos, por lo que resulta pertinente fortalecer la educación sobre el manejo adecuado de los equipos, considerando su incidencia en la eficiencia de la combustión y las emisiones generadas.

Figura 92. Distribución porcentual del tiraje de artefacto de leña en viviendas encuestadas en Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una

alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 125. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Uso anual artefacto	N° menciones
Enero- Marzo (Verano)	1
Abril-Junio (Otoño)	53
Julio – Septiembre (Invierno)	95
Todo el año	1
Total menciones	**150**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución del uso anual de los artefactos de calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Nogales (Tabla 125) evidencia una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente en los períodos de menores temperaturas.

De un total de 150 menciones, la mayor frecuencia corresponde al período de julio a septiembre (invierno), con 95 menciones. Este resultado confirma que el uso de los artefactos de calefacción se intensifica durante los meses más fríos del año, cuando las necesidades de calefacción son mayores.

En segundo lugar, el período de abril a junio (otoño) registra 53 menciones, Esto indica que una parte importante de los hogares comienza a utilizar sus sistemas de calefacción antes de la llegada del invierno, en respuesta al descenso gradual de las temperaturas durante la temporada otoñal.

Por el contrario, el uso de los artefactos durante los meses cálidos es prácticamente inexistente. Solo se registra 1 mención para el período de enero a marzo (verano) y 1 mención para la opción "todo el año", mientras que no se reportan menciones para el período de septiembre a octubre (primavera).

Los resultados muestran que el uso de los artefactos de calefacción en la comuna de Nogales está estrechamente asociado a las condiciones climáticas estacionales, concentrándose casi exclusivamente entre otoño e invierno. La predominancia de menciones durante estos períodos refleja la necesidad de calefacción residencial en los meses de bajas temperaturas y confirma que los equipos son utilizados principalmente con fines de confort térmico durante la temporada fría.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas (Tabla 126, Figura 93).

Tabla 126. Distribución de uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en la comuna de Nogales.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	26	27%
6 a 5 días por semana	7	7%
4 a 3 veces por semana	35	36%

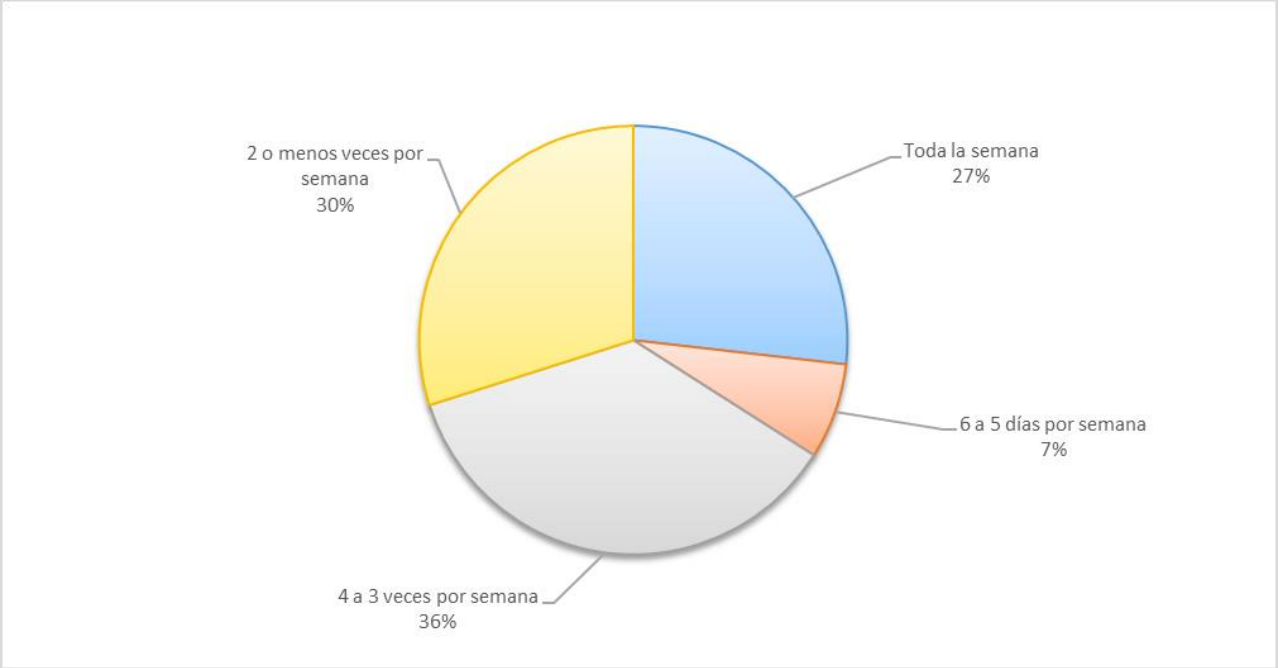
Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
2 o menos veces por semana	29	30%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La mayor frecuencia de uso corresponde a los hogares que utilizan sus artefactos entre 3 y 4 veces por semana, con 35 casos (36%), seguidos por aquellos que los utilizan 2 o menos veces por semana (30%). Asimismo, un 27% declara utilizarlos durante toda la semana y un 7% entre 5 y 6 días.

En una perspectiva general, el 70% de las viviendas utiliza los artefactos a leña tres o más veces por semana, mientras que un 34% lo hace cinco o más días. Esto evidencia una utilización frecuente de la calefacción a leña durante la temporada fría, aunque con distintos niveles de intensidad entre los hogares.

Figura 93. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas (Tabla 127, Figura 94).

Tabla 127. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	6	6%
Entre 12 y 6 horas	5	5%
Entre 6 y 3 horas	49	51%

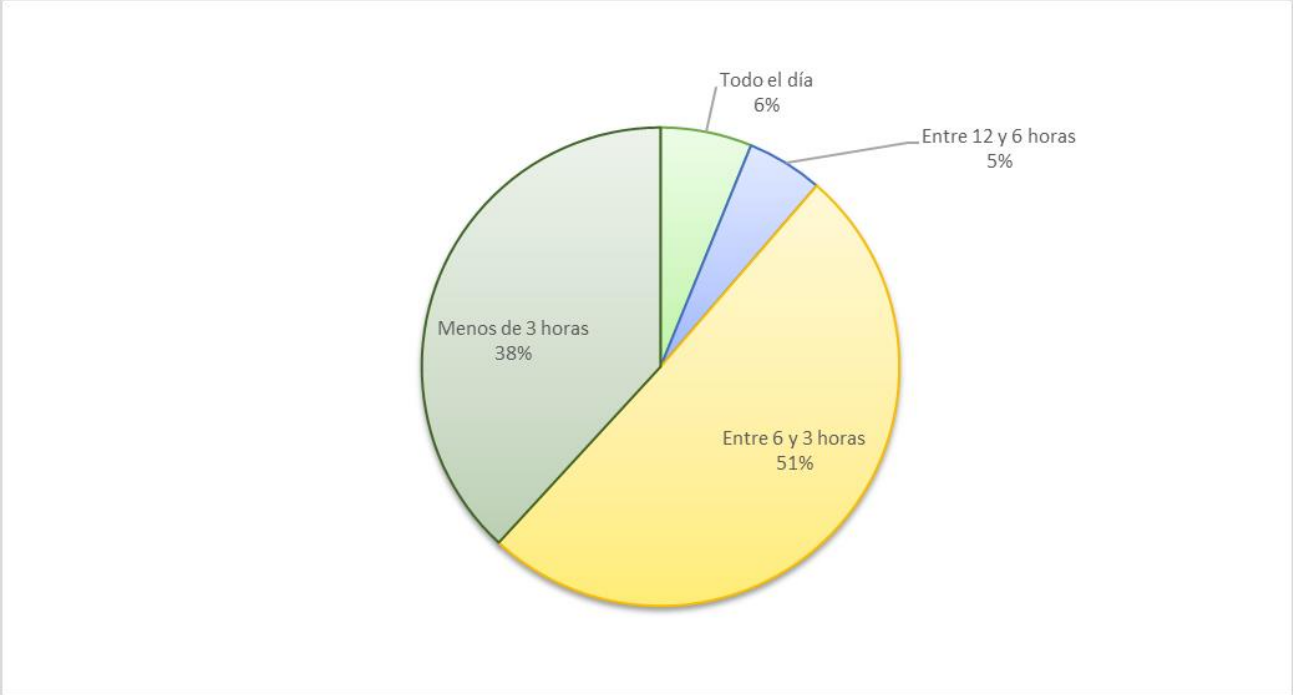
Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 3 horas	37	38%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El uso diario se concentra principalmente entre 3 y 6 horas, con 49 casos (51%), seguido por un 38% que utiliza los artefactos menos de 3 horas al día. Un 5% declara utilizarlos entre 6 y 12 horas y un 6% durante todo el día.

Así, el 89% de los hogares utiliza sus artefactos durante seis horas o menos al día, evidenciando que el uso tiende a concentrarse en períodos específicos de la jornada y no en un funcionamiento continuo.

Figura 94. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes.

Tabla 128. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

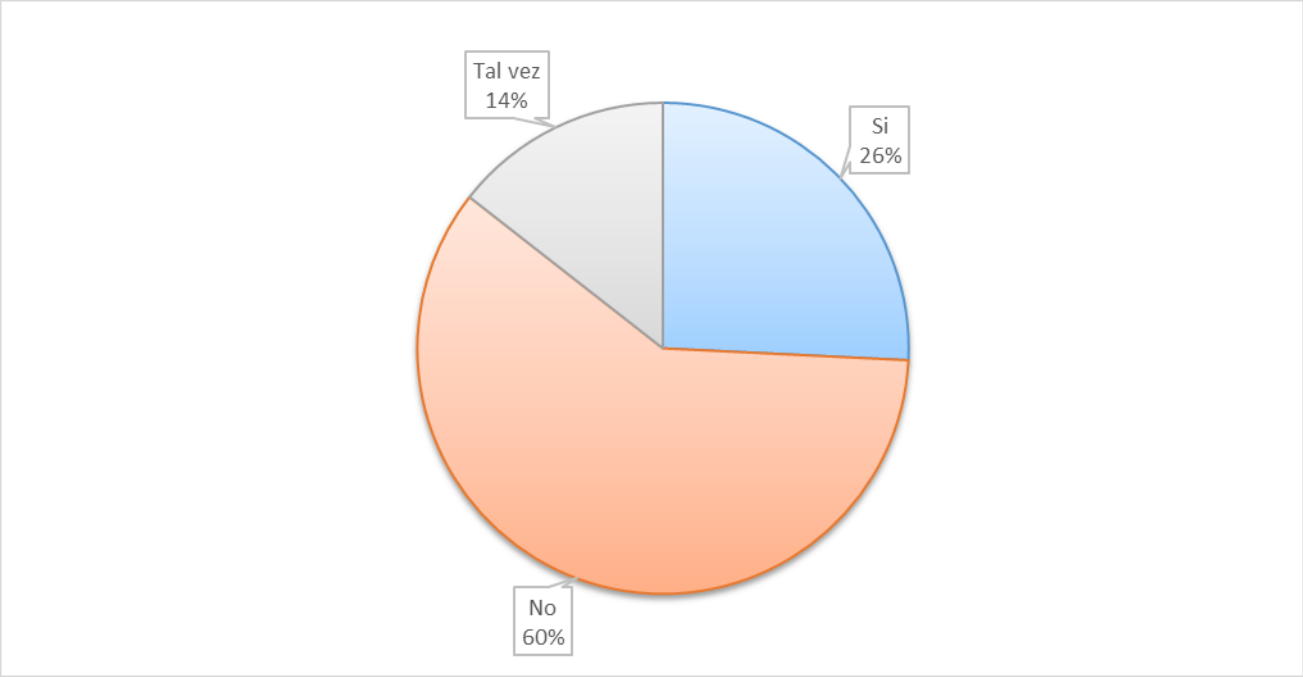
Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	25	26%
No	58	60%
Tal vez	14	14%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada muestra (Tabla 128, Figura 95) que el 60% de las viviendas encuestadas no considera necesario o conveniente reemplazar su actual artefacto de calefacción. En cambio, un 26% manifiesta una disposición favorable al recambio, mientras que el 14% restante mantiene una postura intermedia al responder "tal vez".

En este sentido, cuatro de cada diez hogares presentan algún grado de apertura frente a una eventual sustitución de sus equipos, lo que representa un grupo que podría ser considerado en futuras estrategias de recambio tecnológico. Para ello, sería pertinente complementar los incentivos con acciones de información y orientación que permitan dar a conocer los beneficios y alternativas disponibles. Por otro lado, la baja disposición predominante constituye un desafío para avanzar hacia una mayor incorporación de sistemas de calefacción eficientes en la comuna.

Figura 95. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos.

Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas (Tabla 129)

Tabla 129. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	3
Electricidad/ Pellets	1
Gas	1

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Pellets	29
Parafina	1
otra	2
Total menciones	**37**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las alternativas de recambio, los artefactos a pellets concentran la mayor cantidad de menciones, con 29, seguidos por sistemas eléctricos (3). Las opciones de electricidad/pellets, gas y parafina registran 1 mención cada una, mientras que 2 menciones corresponden a otras alternativas.

Los datos muestran una clara preferencia por los sistemas a pellets entre quienes manifiestan interés en cambiar sus artefactos, lo que constituye un antecedente relevante para orientar eventuales estrategias de recambio tecnológico en la comuna.

5.2.2.3.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales

La presente sección tiene como objetivo caracterizar el uso de combustibles destinados a la calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Nogales, considerando el tipo de combustible empleado, las modalidades de adquisición, los períodos de compra, las especies de leña utilizadas y los costos asociados.

El análisis de estas variables permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite caracterizar las principales fuentes de energía empleadas por los hogares para la calefacción de sus viviendas, identificando los combustibles utilizados y sus posibles combinaciones.

Cabe señalar que la pregunta admitía más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que un mismo hogar podía declarar el uso de distintos combustibles. En consecuencia, los resultados se presentan de acuerdo con el número de menciones registradas para cada alternativa, por lo que la suma de estas puede superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 130. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	81
Leña/ Podas	13
Leña/ Pellet	2
Leña/ Podas/ Carbón vegetal	1
Total menciones	**97**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 130) evidencian un claro predominio de la leña como fuente de combustible para calefacción, presente en la totalidad de las menciones registradas, ya sea como combustible utilizado de manera exclusiva o combinado con otras alternativas. En particular, 81 menciones corresponden al uso de leña, mientras que 13 corresponden a la combinación de leña y podas, 2 a la combinación de leña y pellet y 1 a la combinación de leña, podas y carbón vegetal.

De este modo, los resultados muestran una alta dependencia de la biomasa leñosa como fuente energética para calefacción en las viviendas encuestadas de Nogales, con una baja diversificación hacia otras alternativas. La presencia de podas como combustible complementario constituye un antecedente relevante, considerando que su utilización puede estar vinculada a la disponibilidad de recursos vegetales y a prácticas de aprovechamiento de biomasa.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de gasto asociados a la calefacción residencial.

Tabla 131. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	61	63%
Entre $30.000 y $60.000	21	22%
Entre $60.000 y $100.000	8	8%
Más de $100.000	1	1%
No sabe	6	6%
Total	**97**	**100%**

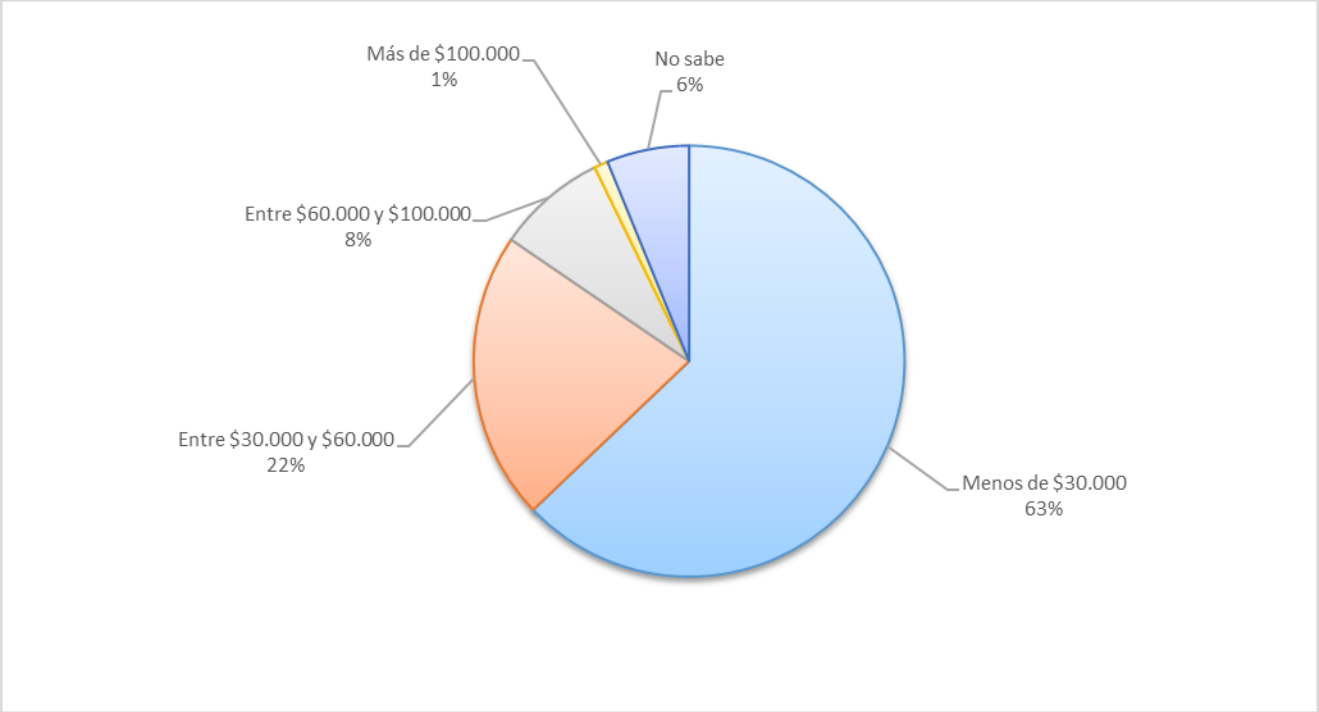
Fuente: Elaboración propia.

La distribución del gasto mensual aproximado (Tabla 131, Figura 96) en leña muestra una concentración en los rangos de menor desembolso. La categoría más frecuente corresponde a quienes declaran gastar menos de $30.000 mensuales, con 61 casos (63%). En segundo lugar, se encuentran quienes reportan un gasto de entre $30.000 y $60.000, con 21 casos (22%).

En menor proporción, 8 casos (8%) señalan un gasto mensual de entre $60.000 y $100.000, mientras que solo 1 caso (1%) declara un gasto superior a $100.000 mensuales. Asimismo, 6 casos (6%) no responden o manifiestan desconocer el monto aproximado destinado a la compra de leña.

A grandes rasgos, el 85% de los casos registra un gasto mensual inferior a $60.000. Este resultado evidencia una concentración del gasto declarado en los tramos inferiores, aunque debe considerarse que el desembolso monetario no necesariamente refleja el consumo total de leña, especialmente cuando existen modalidades de abastecimiento como la recolección propia u otras formas de obtención del combustible.

Figura 96. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible. Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según número de menciones.

Tabla 132. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	46
metro	3
Compra directa (Camión)	12
Recolección propia	37
Otro	18
Total menciones	**116**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 132) la coexistencia de distintas estrategias de abastecimiento de leña, combinando modalidades de compra y prácticas de obtención propia. La modalidad más frecuente corresponde a la adquisición mediante sacos, con 46 menciones, seguida por la recolección propia, con 37 menciones.

Asimismo, la compra directa mediante camión registra 12 menciones, mientras que la categoría «Otro» alcanza 18 menciones. Por su parte, la adquisición por metro presenta una menor frecuencia, con 3 menciones.

La relevancia de la recolección propia constituye un antecedente significativo para el diagnóstico, ya que evidencia la presencia de estrategias de autoabastecimiento de combustible entre los hogares encuestados. En este contexto, resulta relevante considerar aspectos asociados al origen, secado y almacenamiento de la leña, dado que estas condiciones pueden incidir en su calidad y eficiencia de combustión.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas y el total puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 133. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	55
Verano anterior	33
Primavera anterior	11
Invierno anterior	1
Todo el año	1
No sabe	2
Sin información	1
Total menciones	**104**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución del período de compra de leña en las viviendas encuestadas de la comuna de Nogales (Tabla 133) evidencia que la adquisición del combustible se concentra principalmente en los meses cercanos a la temporada de mayor demanda de calefacción. Del total de 104 menciones registradas, la opción más frecuente corresponde a la compra realizada durante el mismo invierno, con 55 menciones, lo que indica que más de la mitad de los hogares adquiere la leña cuando ya se encuentra utilizando los artefactos de calefacción y enfrenta las necesidades térmicas propias de la estación fría.

En segundo lugar, 33 menciones corresponden a hogares que compran la leña durante el verano anterior, práctica que permite anticipar el abastecimiento antes del período de mayor consumo y puede favorecer procesos de secado natural del combustible, mejorando potencialmente la eficiencia de la combustión.

Por otra parte, la compra durante la primavera anterior alcanza 11 menciones, representando una estrategia de preparación temprana para la siguiente temporada invernal. En contraste, las modalidades de compra en períodos más prolongados presentan una incidencia muy baja, tanto la adquisición durante el invierno anterior como la compra realizada durante todo el año registran solo una mención cada una.

Se identifican 2 menciones correspondientes a personas que no saben el período de compra y una vivienda no entregó información sobre la consulta.

Los datos muestran que el abastecimiento de leña en Nogales ocurre principalmente durante el invierno y, en menor medida, durante el verano previo.

Esto evidencia la existencia de dos patrones principales: un grupo mayoritario que adquiere la leña de manera reactiva, coincidiendo con la necesidad inmediata de calefacción, y otro grupo que realiza una compra anticipada, posiblemente buscando mejores condiciones de disponibilidad, precio o calidad del combustible. Desde una perspectiva de eficiencia energética, la promoción de la compra anticipada y del adecuado almacenamiento podría contribuir a favorecer el uso de leña más seca, reduciendo emisiones y mejorando el rendimiento de los artefactos de calefacción.

- **Especie de leña utilizada:**

Esta variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando tanto el uso de especies individuales como las combinaciones declaradas.

Cabe señalar que las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas para cada categoría. En consecuencia, las categorías correspondientes a combinaciones de especies deben interpretarse de manera diferenciada respecto de las categorías individuales y no deben sumarse directamente entre sí para determinar el número total de hogares que utiliza una especie específica.

Tabla 134. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	34
Palto	17
Eucalipto/ Nogal	2
Eucalipto/ Palto	12
Eucalipto/ Pino	4
Álamo	2
Almendro	2
Nogal	2
Pino	1
Eucalipto/ Almendro	1
Eucalipto/ Limón	1
Eucalipto/ Pino/ Espino/ Palto	1

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto/ Espino/ Palto/ Fresno/ Nogal	1
Otro	1
Acacio	1
Aromo	1
Nogal/ Durazno/ Caqui	1
Palto/ Nogal	1
Palto/ Roble	1
Pino/ Acacio	1
No sabe	5
Sin información	1
Total Menciones	**93**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 134) una variedad de especies y combinaciones utilizadas como combustible para calefacción. Entre las categorías correspondientes a especies individuales, el eucalipto presenta la mayor frecuencia, con 34 menciones, seguido por el palto, con 17. Asimismo, se identifican distintas combinaciones, entre las que destaca la mezcla de eucalipto y palto, con 12 menciones, además de otras que incorporan especies como nogal, pino, almendro y espino. Por su parte, una vivienda no entregó información respecto de esta variable.

De este modo, se observa un predominio de categorías que incluyen eucalipto y palto, ya sea como especies individuales o en combinación con otras. La presencia de distintas mezclas da cuenta de una variedad en las prácticas de utilización de biomasa para calefacción y constituye un antecedente relevante para caracterizar los patrones de uso de leña en los hogares encuestados de Nogales.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas asociadas a la eficiencia de combustión y al uso de biomasa.

Tabla 135. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.

Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	93	96%
No	1	1%
A veces	2	2%
Sin información	1	1%
Total	**97**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

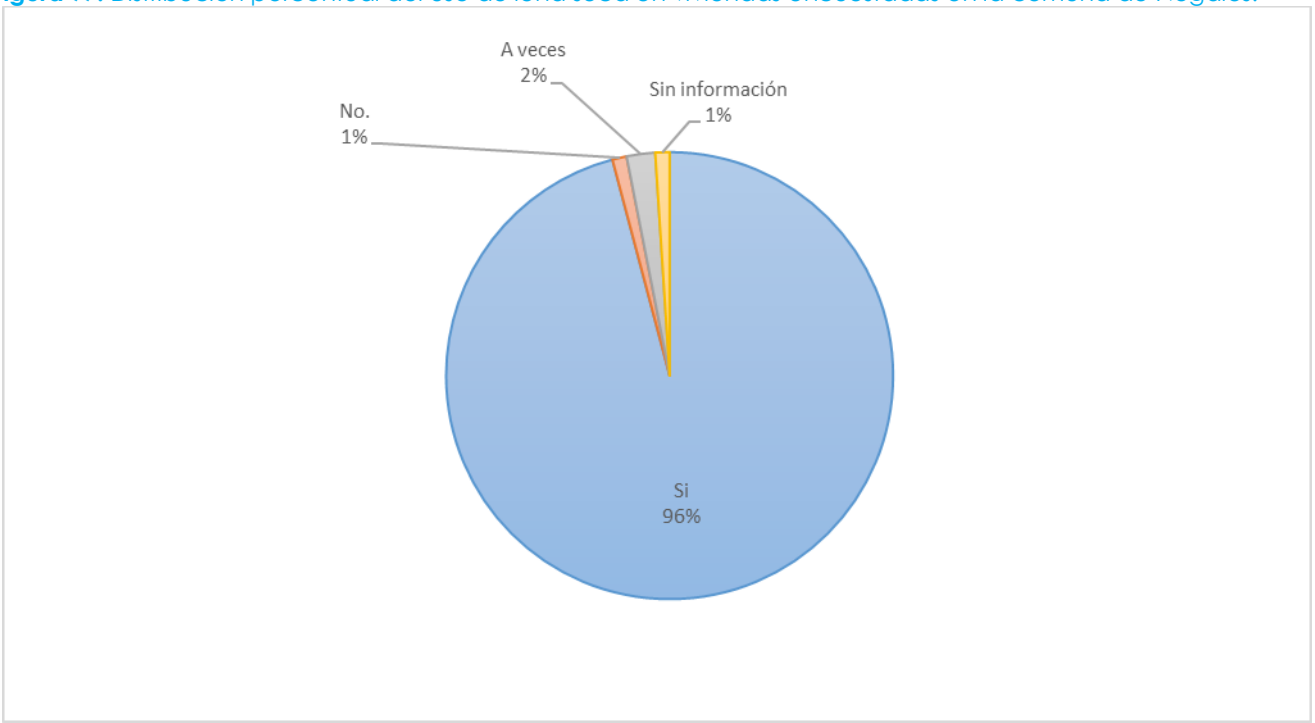
Los resultados muestran (Tabla 135) que la gran mayoría de las viviendas encuestadas declara utilizar leña seca para calefacción. En total, 93 casos (96%) señalan utilizar este tipo de combustible, mientras que 2 casos (2%) indican hacerlo «a veces» y 1 caso (1%) declara utilizar leña no seca. Asimismo, un caso (1%) no entrego información

La alta proporción de casos que declara utilizar leña seca constituye un antecedente favorable desde el punto de vista de las prácticas de uso del combustible, considerando que un menor contenido de humedad puede favorecer una combustión más eficiente y un mejor aprovechamiento energético de la leña.

No obstante, es importante señalar que estos resultados corresponden a la declaración de las personas encuestadas y no permiten verificar directamente el contenido de humedad de la leña utilizada. Por ello, aspectos como las condiciones de secado, almacenamiento y adquisición del combustible continúan siendo relevantes para evaluar su calidad efectiva.

En este sentido, los resultados sugieren (Figura 97) la importancia de mantener y reforzar acciones de información y educación relacionadas con el correcto secado y almacenamiento de la leña, especialmente considerando que una proporción relevante de los hogares declara abastecerse mediante recolección propia y que una mayoría adquiere el combustible durante el mismo invierno.

Figura 97. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.3.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Nogales

Esta sección presenta un análisis comparativo de las principales características habitacionales y energéticas de las viviendas encuestadas en la comuna de Nogales, diferenciando entre aquellas localizadas en sectores rurales y urbanos. El análisis permite reconocer similitudes y diferencias

asociadas a las condiciones habitacionales, la aislación térmica, los sistemas y artefactos de calefacción, así como las prácticas vinculadas al uso de combustibles y leña.

La comparación territorial contribuye a contextualizar los resultados del diagnóstico e identificar aspectos que podrían requerir un abordaje diferenciado según las características de los hogares y su localización dentro de la comuna.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

La distribución territorial permite conocer la composición de la muestra según la localización urbana o rural de las viviendas encuestadas. Esta diferenciación constituye un antecedente de contexto para interpretar los resultados posteriores y reconocer la representación de ambos tipos de sectores (Tabla 136,Figura 98).

Tabla 136. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Nogales.

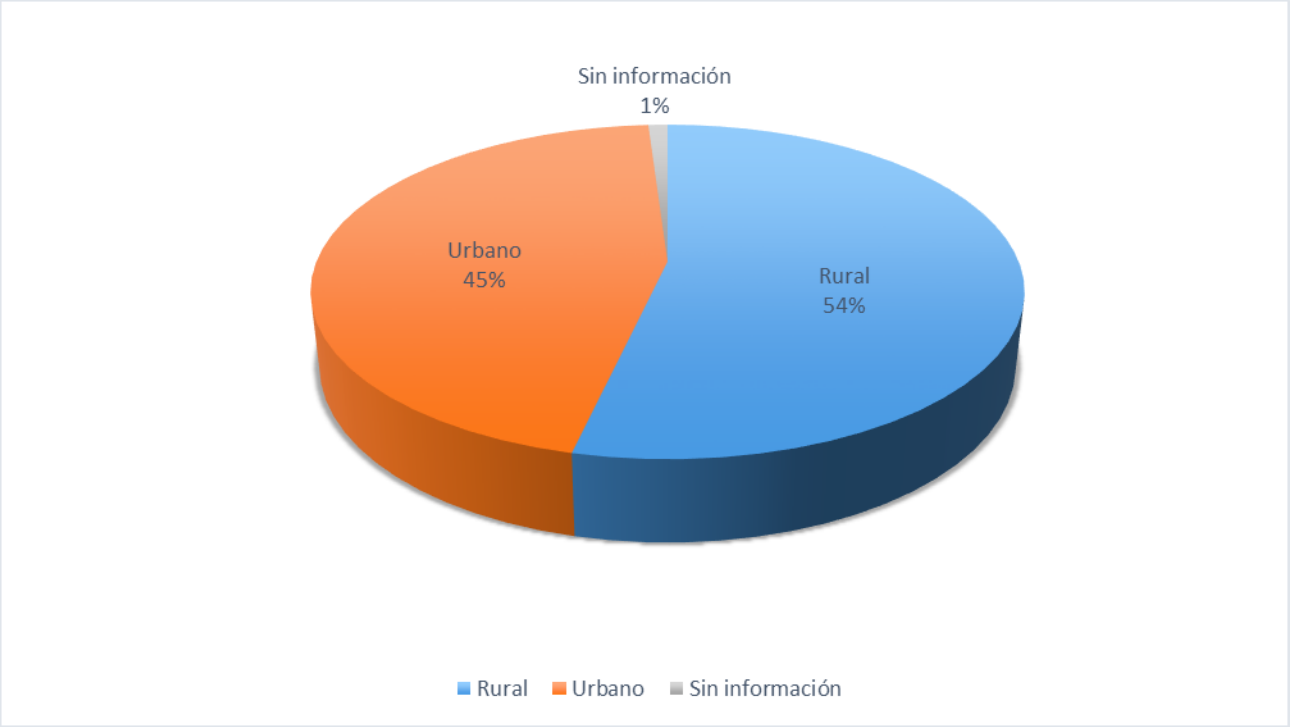
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	52
Urbano	44
Sin información	1
Total	**97**

Fuente: Elaboración propia.

De las 97 viviendas encuestadas, 52 se localizan en sectores rurales, equivalentes al 54% del total, mientras que 44 corresponden a sectores urbanos, representando el 45%. Una vivienda no registra información respecto de su localización (1%).

La distribución evidencia una participación relativamente equilibrada entre ambos sectores, aunque con una leve mayor representación del ámbito rural. Esta composición permite realizar comparaciones territoriales entre las condiciones habitacionales y las prácticas energéticas de los hogares, considerando que el contexto de localización puede relacionarse con diferencias en el acceso a combustibles, tecnologías de calefacción y condiciones de las viviendas.

Figura 98. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Aislación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de las viviendas según su localización territorial, se analizó el tipo de vivienda registrado en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Nogales. Esta variable permite contextualizar las condiciones constructivas de los hogares y su posible relación con las necesidades de calefacción y consumo energético residencial.

Tabla 137. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Sin información	Total
Casa	52	44	1	**97**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas encuestadas (Tabla 137) corresponde a casas, tanto en el sector rural como en el urbano. En consecuencia, no se observan diferencias en la tipología habitacional asociadas al tipo de sector.

Esta homogeneidad permite centrar el análisis comparativo en otras características de las viviendas, tales como su configuración constructiva, condiciones de aislación y sistemas de calefacción, sin que la tipología de vivienda constituya un factor diferenciador entre ambos sectores.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Esta dimensión considera la presencia de chimeneas visibles y de humo al momento del levantamiento, a partir de la observación directa realizada por el equipo encuestador. Estos antecedentes permiten aproximarse a la presencia y utilización visible de sistemas de combustión residencial.

La información debe interpretarse como una observación correspondiente al momento específico de la visita y no como una medición permanente del funcionamiento de los sistemas de calefacción o de sus emisiones.

Tabla 138. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Nogales.

Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	10	54
Urbano	5	48
Sin información	0	1
Total	**15**	**103**

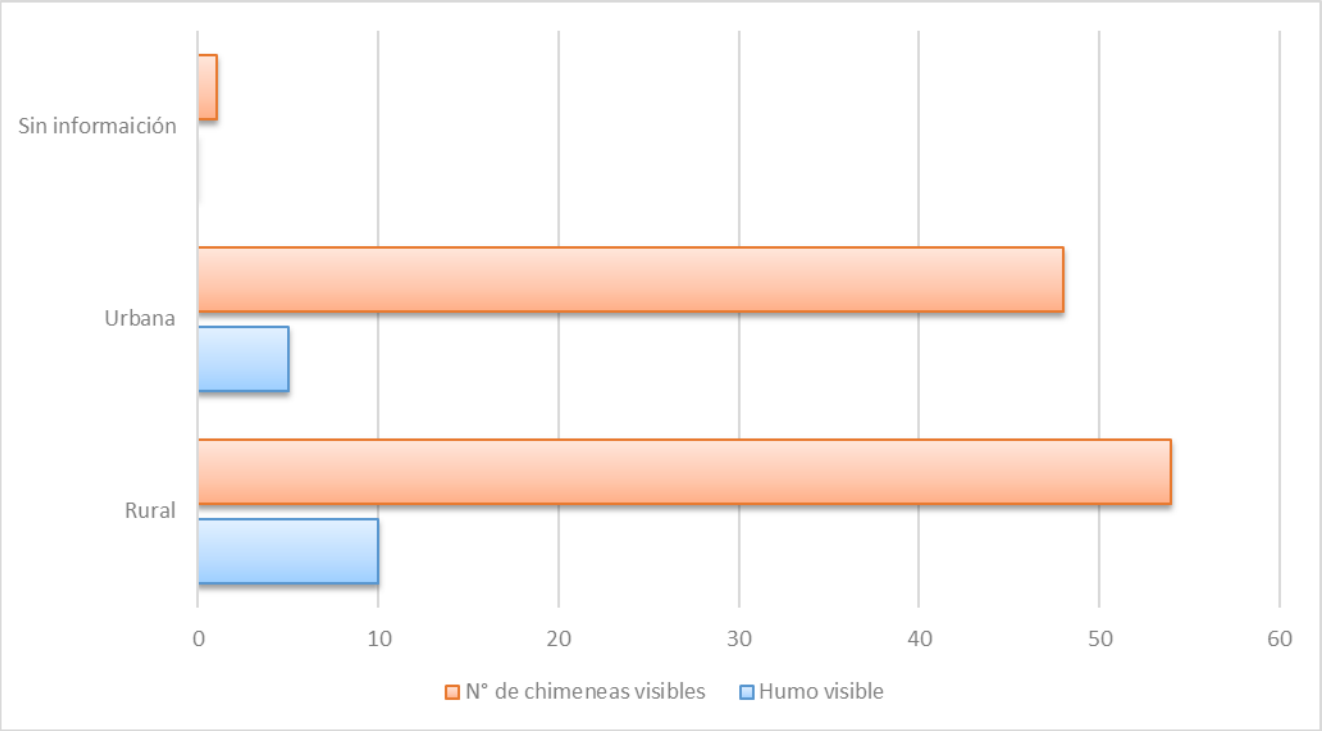
Fuente: Elaboración propia.

En los sectores rurales se observaron (Tabla 138) 10 viviendas con presencia de humo visible, correspondientes al 19% de las viviendas encuestadas en dicho sector. En el ámbito urbano, esta condición se identificó en 5 viviendas, equivalentes al 11%. En términos absolutos, la presencia de humo fue, por tanto, mayor en el sector rural.

Respecto de las chimeneas, se registraron 54 en el sector rural y 48 en el urbano, además de una correspondiente a una vivienda sin información territorial. En consecuencia, el total de 103 corresponde a chimeneas observadas y no a viviendas, por lo que esta cifra puede superar el número total de viviendas encuestadas cuando una misma unidad presenta más de una chimenea.

En términos generales, los resultados muestran (Figura 99) una presencia extendida de elementos asociados a sistemas de combustión en ambos sectores, junto con una mayor proporción de observaciones de humo visible en las viviendas rurales. Este antecedente resulta relevante para complementar la información declarada por los hogares respecto del uso de leña y otros combustibles.

Figura 99. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de comparar las condiciones de acondicionamiento térmico de las viviendas, se analizó la presencia declarada de aislación térmica según la localización urbana o rural de los hogares. Esta variable permite identificar posibles diferencias territoriales en las condiciones de conservación del calor y en los requerimientos asociados a la calefacción (Tabla 139).

Tabla 139. Distribución de las viviendas encuestadas según diferenciación térmica según tipo de sector en la comuna de Nogales.

Diferenciación térmica	Rural	Urbano	Sin información	Total
Si	27	31	0	58
No	18	10	1	29
Sin información	7	3	0	10
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

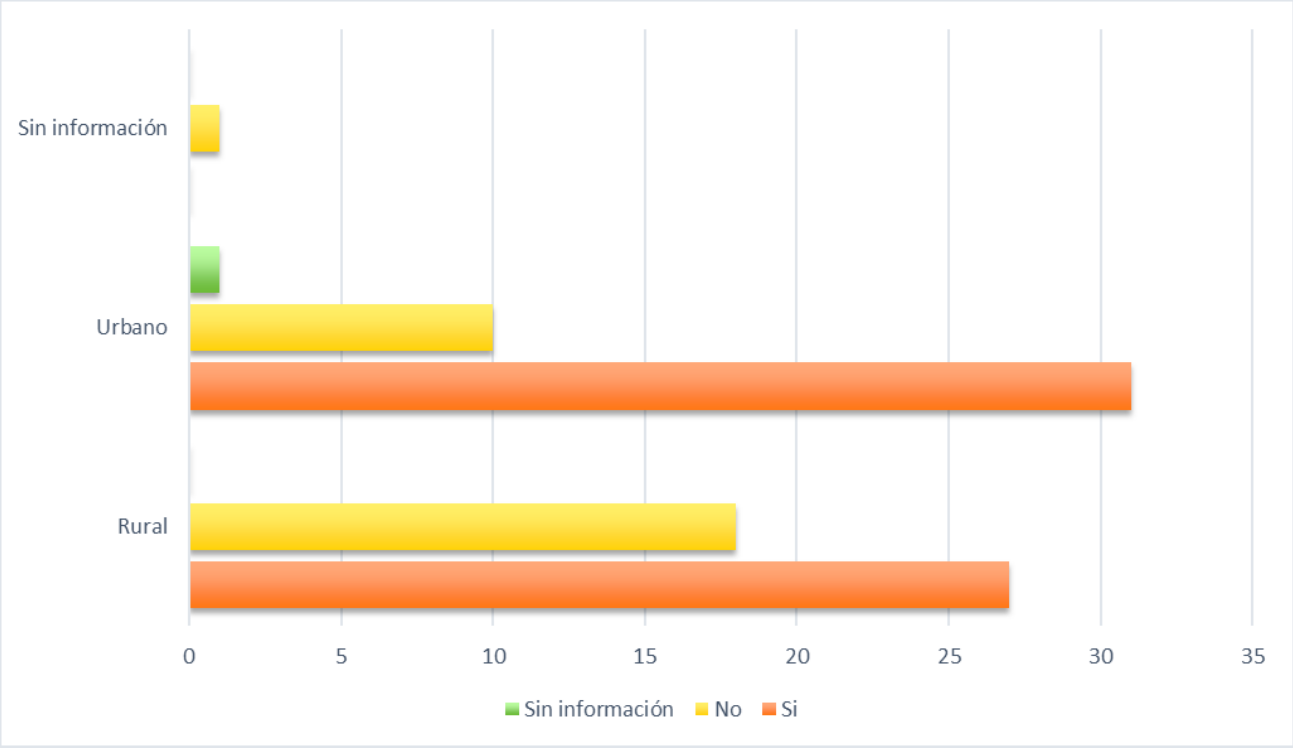
Fuente: Elaboración propia.

En el sector rural, 27 de las 52 viviendas encuestadas, equivalentes al 52%, declaran contar con aislación térmica. En contraste, 18 viviendas (35%) señalan no disponer de ella y 7 (14%) desconocen esta condición.

En el sector urbano, la presencia declarada de aislación alcanza a 31 de las 44 viviendas, correspondientes al 71%. Por su parte, 10 viviendas (23%) indican no contar con aislación y 3 (7%) manifiestan desconocer esta información.

Los resultados evidencian (Figura 100) una mayor proporción de viviendas con aislación térmica declarada en el sector urbano respecto del rural. Esta diferencia constituye un antecedente relevante, considerando que un menor acondicionamiento térmico puede incrementar las necesidades de calefacción y el consumo de combustible durante los períodos de bajas temperaturas. Asimismo, la proporción de hogares que desconoce esta característica es mayor en el sector rural.

Figura 100. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Esta dimensión permite comparar las principales fuentes y combinaciones de combustibles utilizadas para calefaccionar las viviendas según su localización territorial. Su análisis contribuye a identificar patrones de dependencia energética y posibles diferencias entre los sectores rurales y urbanos de la comuna.

Tabla 140. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	44	38	1	83
Leña/ Gas	3	4	0	7
Leña/ Electricidad	2	2	0	4
Leña/ Parafina	1	0	0	1

Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Sin información	Total
Sin información	2	0	0	2
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

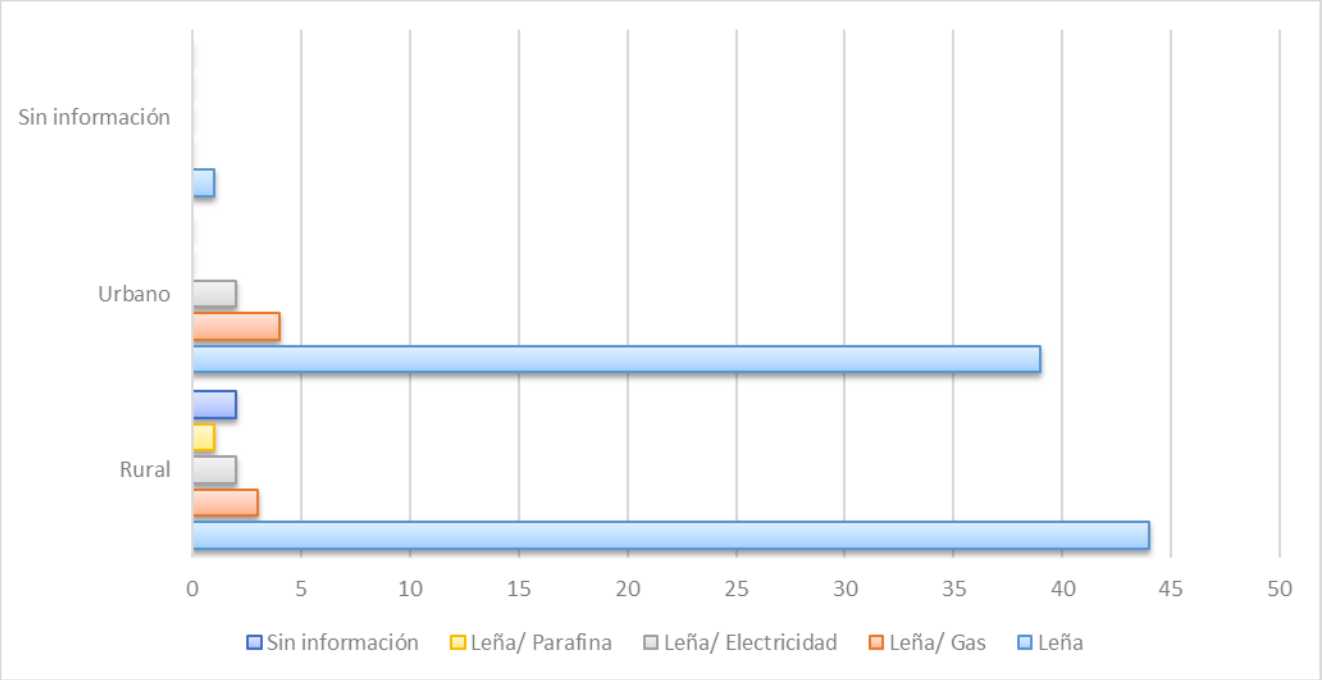
Fuente: Elaboración propia.

La leña constituye la principal fuente de combustible (Tabla 140) para calefacción en ambos sectores. En el ámbito rural, 44 de las 52 viviendas encuestadas utilizan leña como fuente exclusiva de calefacción, equivalentes al 85%. En el sector urbano, esta proporción alcanza 38 de 44 viviendas, correspondiente al 86%.

Los sistemas combinados presentan una participación menor. En el sector rural se identifican combinaciones de leña con gas, electricidad y parafina, mientras que en el sector urbano se registran combinaciones de leña con gas y electricidad.

De este modo, los resultados muestran (Figura 101) una alta dependencia de la leña como fuente de calefacción en ambos sectores, sin diferencias sustantivas en su predominio. Esta situación constituye un elemento central para el diagnóstico energético de Nogales y para el diseño de eventuales estrategias de eficiencia energética, recambio tecnológico y reducción de emisiones.

Figura 101. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Esta variable permite comparar los artefactos utilizados por los hogares según su localización, considerando las diferencias tecnológicas existentes entre los equipos y su posible incidencia en el rendimiento de la combustión, el consumo de combustible y las emisiones.

Tabla 141. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Tipo de sector	Rural	Urbano	Sin información	Total
Calefactor con templador sin certificación	17	14	0	31
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	0	2	0	2
Artefacto Hechizo	1	1	0	2
Chimenea abierta	1	0	0	1
Cocina a leña	10	10	0	20
Salamandra	9	14	0	23
Calefactor cámara simple	13	0	0	13
Salamandra/ Cocina a leña	0	1	1	2
Calefactor cámara simple/ Chimenea abierta	0	1	0	1
Sin información	1	1	0	2
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

Fuente: Elaboración propia.

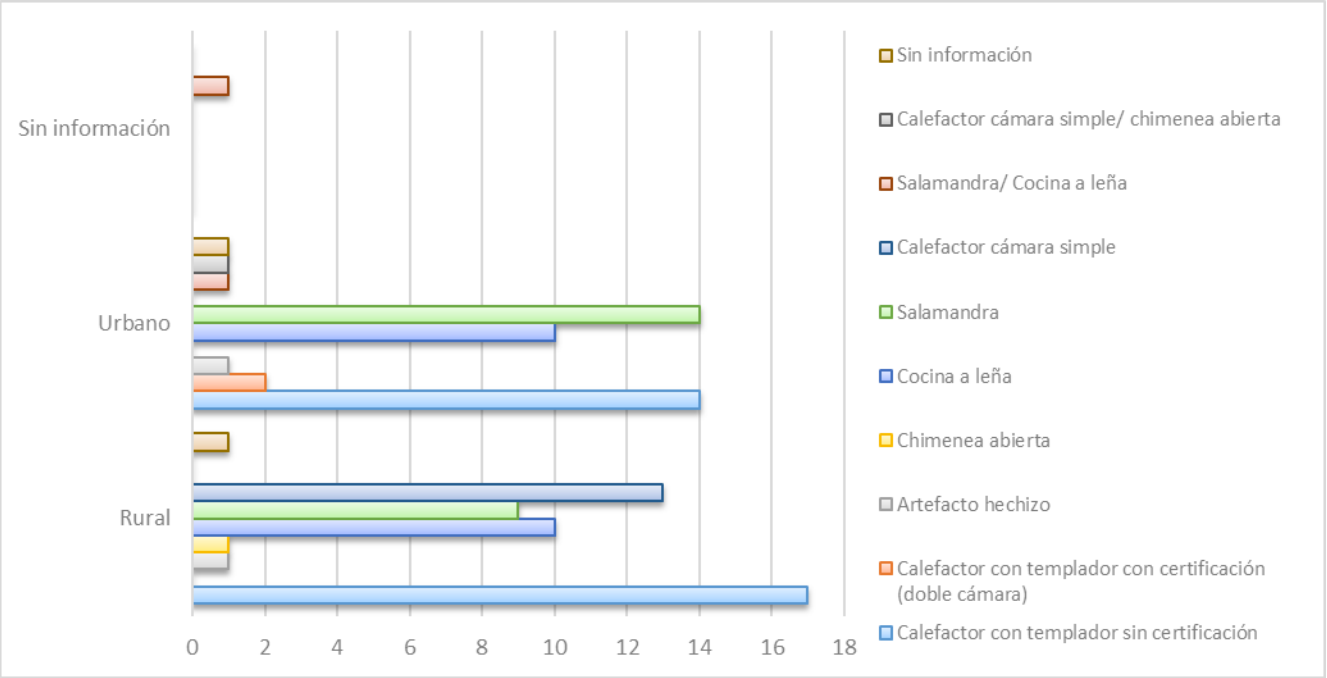
Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de un artefacto por vivienda, por lo que las menciones no corresponden necesariamente al número de viviendas encuestadas (Tabla 141).

En el sector rural, el artefacto con mayor presencia corresponde al calefactor con templador sin certificación, con 17 menciones, seguido por los calefactores de cámara simple, con 13, y las cocinas a leña, con 10. En el sector urbano, destacan los calefactores con templador sin certificación y las salamandras, con 14 menciones cada uno, seguidos por las cocinas a leña, con 10.

Los calefactores con templador certificado presentan una presencia reducida, registrándose únicamente 2 menciones y exclusivamente en el sector urbano. Asimismo, se identifican algunos artefactos de carácter tradicional o de menor nivel tecnológico, como salamandras, calefactores de cámara simple y artefactos hechizos.

En suma, la distribución evidencia (Figura 102) una presencia relevante de equipos tradicionales y de artefactos con templador sin certificación en ambos sectores. Esto permite identificar un espacio de intervención asociado al recambio tecnológico, especialmente mediante alternativas que mejoren la eficiencia de combustión y reduzcan las emisiones derivadas del uso residencial de leña.

Figura 102. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial (Tabla 142).

Tabla 142. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Sí	9	16	0	25
No	34	23	1	58
Tal vez	9	5	0	14
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

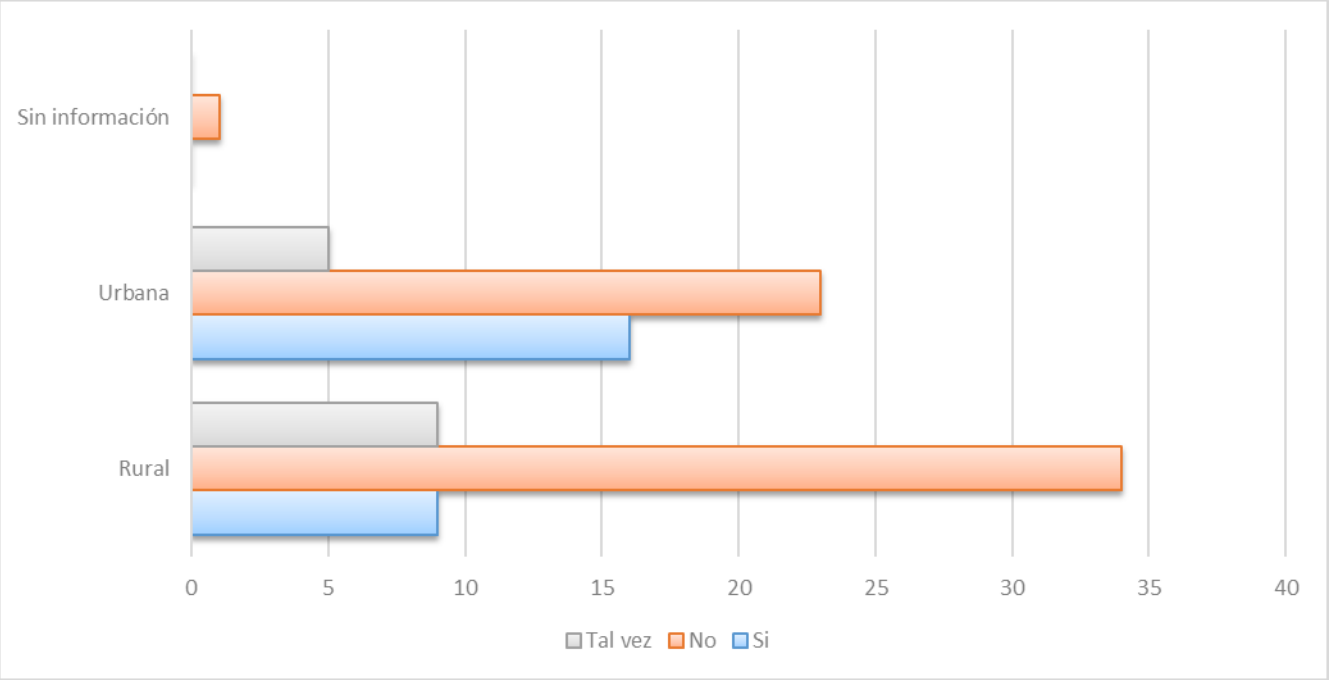
Fuente: Elaboración propia.

En el sector rural, 9 viviendas (17%) manifiestan estar dispuestas a cambiar su artefacto, mientras que 34 (65%) declaran no estarlo y otras 9 (17%) responden tal vez.

En el sector urbano se observa una mayor disposición al recambio: 16 viviendas (36%) señalan estar dispuestas a cambiar su equipo, 23 (52%) manifiestan no estarlo y 5 (11%) presentan una disposición eventual.

Los resultados muestran (Figura 103) una mayor apertura al recambio tecnológico en el sector urbano, mientras que en el sector rural predomina con mayor fuerza la negativa a sustituir los equipos actuales. No obstante, la existencia de hogares que responden afirmativamente o de manera condicional representa un segmento potencial para iniciativas de información, incentivos económicos y acompañamiento técnico.

Figura 103. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Esta variable permite identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción. Para ello, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial.

Tabla 143. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eléctrica	1	2	0	3
Pellets	13	16	0	29
Gas	0	1	0	1
Solar	2	0	0	2
Parafina	1	0	0	1
Eléctrica/ Pellets	0	1	0	1
Sin información	35	24	1	60

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

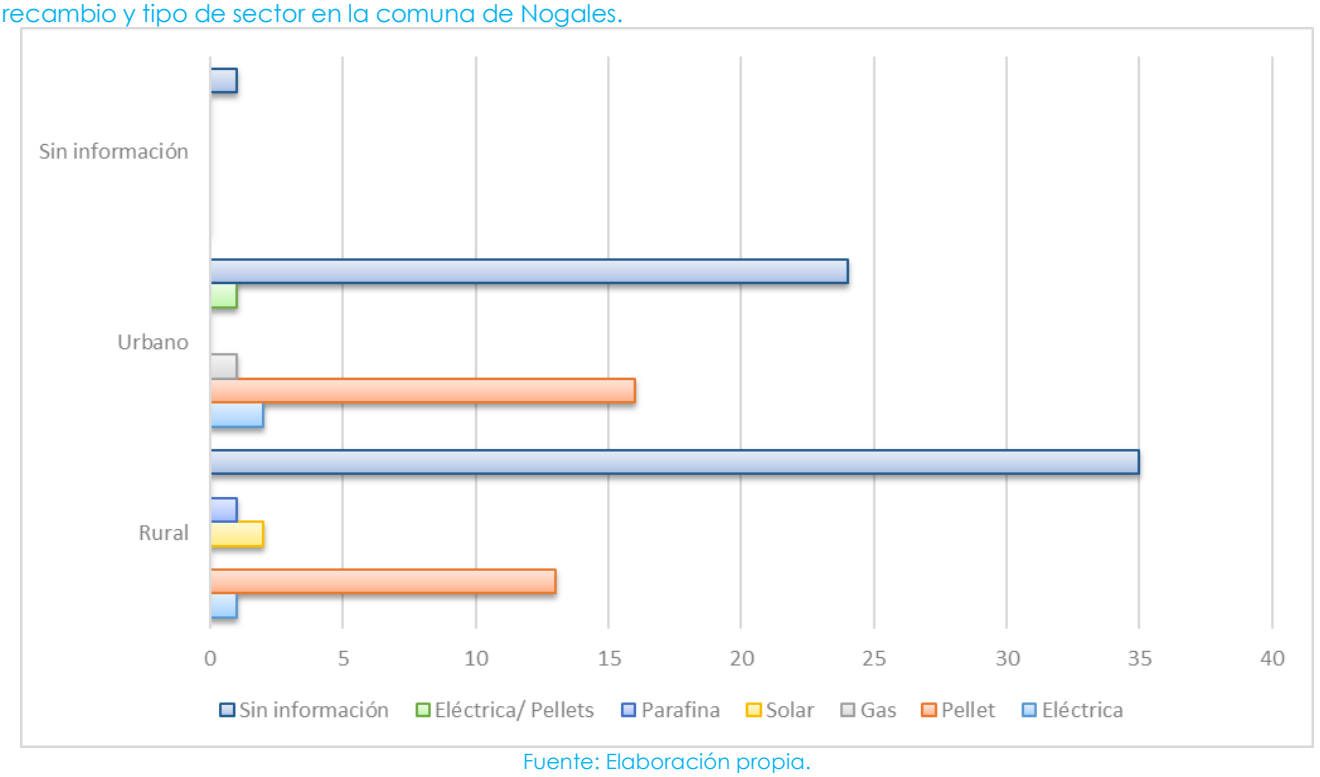
Fuente: Elaboración propia.

Entre las alternativas señaladas (Tabla 143, Figura 104), los sistemas a pellets concentran la mayor preferencia, con 13 menciones en el sector rural y 16 en el urbano, alcanzando 29 menciones en total. Le siguen los sistemas eléctricos, con 3 menciones, mientras que las alternativas solares, gas y parafina presentan una presencia considerablemente menor.

Sin embargo, 60 viviendas no entregaron información respecto de la alternativa que preferirían para un eventual recambio. Este resultado debe ser considerado al interpretar las preferencias, dado que la información disponible corresponde a una proporción limitada de la muestra.

Entre quienes sí manifestaron una alternativa, los pellets constituyen claramente la opción con mayor aceptación en ambos sectores. Esto permite identificar esta tecnología como una alternativa de interés para eventuales programas de recambio, aunque su pertinencia debe evaluarse considerando aspectos económicos, disponibilidad de combustible, costos de operación y condiciones de las viviendas.

Figura 104. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 144. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	41	40	0	81
Leña/ Podas	9	3	1	13
Leña/ Pellets	2	0	0	2
Leña/ Podas/ Carbón vegetal	0	1	0	1
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

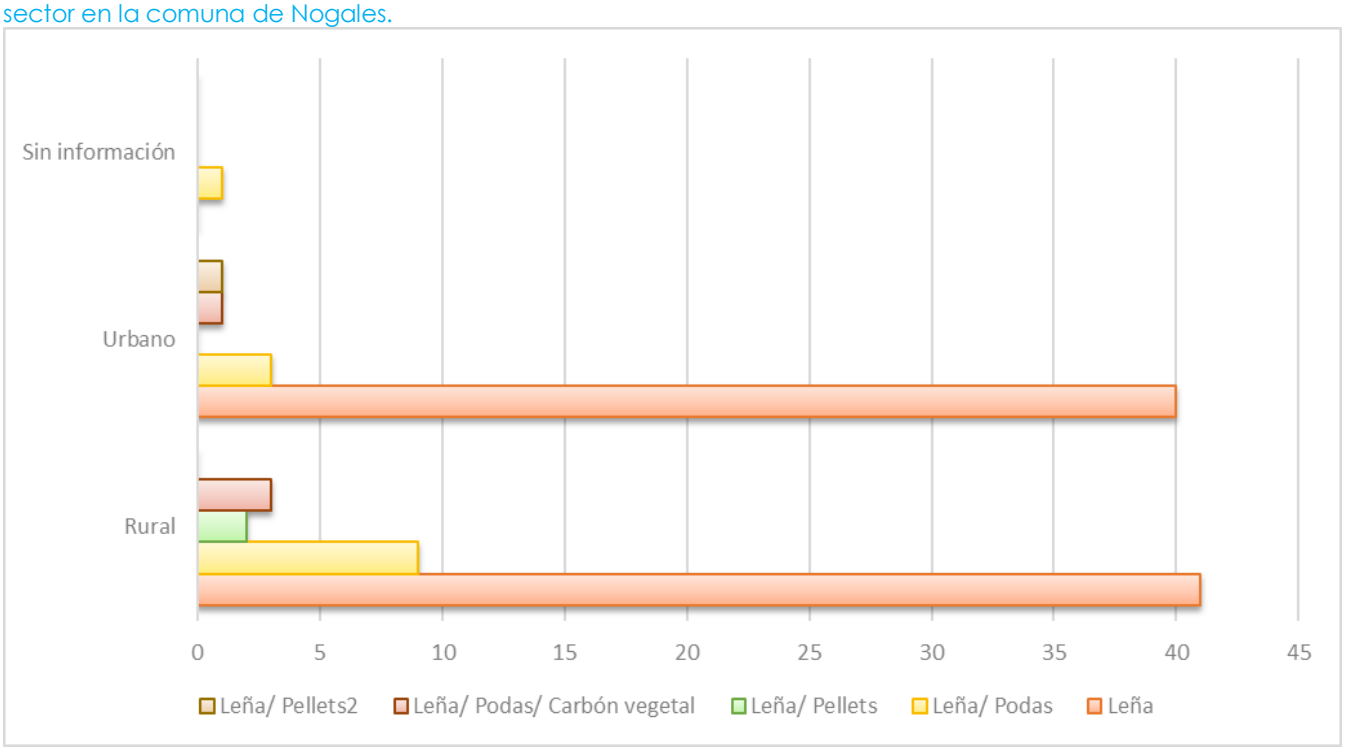
Fuente: Elaboración propia.

El uso exclusivo de leña predomina (Tabla 144) en ambos sectores, con 41 viviendas rurales y 40 urbanas. En el sector rural, además, se registran 9 viviendas que combinan leña y podas y 2 que utilizan leña junto con pellets. En el sector urbano, se identifican 3 viviendas que combinan leña y podas y una que utiliza leña, podas y carbón vegetal.

Los resultados (Figura 105) confirman la importancia de la biomasa en la matriz energética residencial de Nogales. Si bien la leña constituye la principal fuente en ambos sectores, el ámbito rural presenta una mayor diversidad de combinaciones, particularmente mediante el uso conjunto de leña y podas.

Este patrón puede estar relacionado con prácticas locales de abastecimiento y disponibilidad de recursos, constituyendo un antecedente relevante para futuras acciones de educación, manejo adecuado de combustibles y reducción de emisiones asociadas a la combustión residencial.

Figura 105. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas (Tabla 145).

Tabla 145. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Nogales.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eucalipto	12	21	0	33
Palto	13	4	0	17
Pino	0	1	0	1
Eucalipto/ Cerezo / peumo	0	1	0	1
Eucalipto / Palto	6	5	1	12
Eucalipto/ Pino	1	3	0	4
Eucalipto/ Nogal	1	1	0	2
Eucalipto/ Pino/ Palto	1	0	0	1
Eucalipto/ Naranjo	1	0	0	1
Eucalipto/ Pino/ Espino/ Palto	1	0	0	1
Eucalipto/ Espino/ Palto/ Fresno/ nogal	1	0	0	1
Eucalipto/ Almendro	1	0	0	1
Eucalipto/ Espino	0	1	0	1
Eucalipto/ Limón	1	0	0	1
Eucalipto/ Otro	0	1	0	1
Aromo	1	0	0	1
Palto/ Nogal	0	1	0	1
Acacio	1	0	0	1
Álamo	1	2	0	3
Almendro	2	0	0	2
Nogal	2	0	0	2
Nogal/ Durazno/ Caqui	1	0	0	1
Pino/ Acacio	1	0	0	1
Sin información	4	2	0	6

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Otro	1	0	0	1
Palto/ Roble	1	1	0	2
Total	**52**	**44**	**1**	**97**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las especies utilizadas de manera individual, el eucalipto presenta la mayor frecuencia, con 33 menciones, seguido por el palto, con 17. El eucalipto presenta una mayor presencia en el sector urbano, con 21 menciones, mientras que el palto registra una mayor frecuencia en el sector rural, con 13 menciones.

Asimismo, se observa una importante diversidad de combinaciones de especies. Entre ellas destaca la mezcla de eucalipto y palto, con 12 menciones, seguida por combinaciones que incorporan pino y otras especies frutales o forestales. Esta diversidad es especialmente visible en el sector rural.

De este modo, los resultados muestran un predominio del eucalipto y el palto, tanto como especies individuales como dentro de combinaciones. La variedad registrada evidencia prácticas diversificadas de utilización de biomasa y constituye un antecedente relevante para comprender las prácticas de utilización de leña en los distintos sectores de la comuna de Nogales.

5.2.2.3.8 Principales hallazgos de la comuna de Nogales

La caracterización realizada en la comuna de Nogales evidencia una muestra predominantemente compuesto por viviendas tipo casa, de baja altura y con superficies mayoritariamente intermedias. Si bien las condiciones generales de conservación son favorables en la mayor parte de las viviendas, persisten brechas asociadas al acondicionamiento térmico, particularmente entre los hogares que declaran no contar con aislación o desconocen sus condiciones constructivas. Esta situación adquiere especial relevancia al considerar la presencia de hogares con adultos mayores, niños, niñas y adolescentes, así como personas con enfermedades crónicas o en situación de discapacidad, cuya presencia puede incrementar los requerimientos de confort térmico durante los períodos de bajas temperaturas.

Desde la perspectiva energética, el principal rasgo identificado corresponde a la alta dependencia de la leña como fuente de calefacción residencial, presente transversalmente tanto en los sectores urbanos como rurales. Esta dependencia se acompaña de una presencia significativa de artefactos tradicionales y equipos sin certificación, configurando un escenario en el que las características del equipo, la calidad del combustible y las condiciones térmicas de las viviendas adquieren especial importancia para comprender el consumo energético y las emisiones asociadas a la calefacción residencial.

A su vez, los resultados muestran que las prácticas de abastecimiento y utilización de la leña forman parte relevante de las dinámicas energéticas de los hogares. La compra de combustible coexiste con estrategias de recolección propia, mientras que una proporción importante de los hogares declara utilizar leña seca. No obstante, la adquisición durante la temporada invernal y la diversidad de modalidades de abastecimiento evidencian la necesidad de continuar fortaleciendo conocimientos y prácticas relacionadas con el secado, almacenamiento y uso adecuado del combustible.

En cuanto a la posibilidad de avanzar hacia procesos de transición tecnológica, se observa una disposición diferenciada entre los hogares. Si bien una mayoría no manifiesta intención de reemplazar sus actuales artefactos, existe un segmento que presenta apertura al cambio, destacando los sistemas a pellets como la alternativa de mayor preferencia entre quienes identifican una opción de recambio. Esta disposición constituye una oportunidad para orientar acciones de información, acompañamiento e incentivos, considerando que la adopción de nuevas tecnologías dependerá también de factores como los costos de inversión y operación, la disponibilidad del combustible y las condiciones particulares de cada vivienda.

Por otra parte, el análisis comparativo entre sectores rurales y urbanos muestra que la dependencia de la leña y la predominancia de viviendas tipo casa son elementos transversales a la comuna, mientras que las principales diferencias se concentran en las condiciones de aislación y en la disposición frente al recambio tecnológico. El sector urbano presenta una mayor proporción de viviendas con aislación térmica declarada y una mayor apertura al reemplazo de los artefactos, mientras que en el ámbito rural se observa una menor incorporación de aislación y una mayor resistencia al cambio. Asimismo, el sector rural presenta una mayor diversidad en las combinaciones de combustibles y especies de leña utilizadas.

En este contexto, los resultados permiten identificar tres ámbitos prioritarios de intervención para Nogales: el mejoramiento de las condiciones térmicas de las viviendas, el fortalecimiento de prácticas asociadas al uso eficiente y adecuado de la leña y la promoción gradual del recambio hacia tecnologías de mayor eficiencia. Estos ámbitos pueden abordarse mediante estrategias comunes para el conjunto de la comuna, incorporando a la vez acciones diferenciadas según las condiciones y oportunidades identificadas en los sectores rurales y urbanos.

En síntesis, Nogales presenta un escenario caracterizado por una fuerte dependencia de la biomasa para calefacción, acompañada de brechas de acondicionamiento térmico y una presencia relevante de tecnologías tradicionales. Al mismo tiempo, existen condiciones favorables para avanzar en materia de eficiencia energética, particularmente a través del mejoramiento de la envolvente térmica, la educación sobre el uso y manejo de la leña y el desarrollo de alternativas de recambio tecnológico adaptadas a las posibilidades económicas y territoriales de los hogares.

5.2.2.4 Comuna de Hijuelas

En la comuna de Hijuelas se realizó un levantamiento de información que contempló un total de 105 fichas de viviendas, correspondientes al universo de viviendas registradas durante el trabajo en terreno, tanto en sectores urbanos como rurales. De este total, fue posible aplicar 90 encuestas a personas residentes en las viviendas, quienes proporcionaron información respecto de sus características habitacionales, sistemas de calefacción utilizados y patrones de consumo asociados.

De esta manera, el levantamiento permitió complementar la información obtenida mediante la observación y registro de las 105 viviendas fichadas con la información declarada directamente por los residentes de las 90 viviendas que participaron de la encuesta.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del levantamiento de información realizado en la comuna de Hijuelas.

5.2.2.4.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas

La presente sección aborda la caracterización de las condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas, a partir de los antecedentes obtenidos durante el levantamiento de información en terreno. Para ello, se consideran principalmente los registros derivados de la observación directa realizada por el equipo encuestador y, en aquellas variables que requieren información declarada, los antecedentes proporcionados por las personas residentes consultadas.

El análisis considera aspectos relacionados con la localización de las viviendas, su tipología habitacional, superficie aproximada, número de pisos, materialidad predominante y estado general de conservación. Asimismo, incorpora elementos observables vinculados con sistemas de calefacción y combustión, entre ellos la presencia de chimeneas y la identificación de emisiones visibles de humo.

De manera integrada, estas variables permiten establecer un perfil general de las viviendas analizadas y aportar antecedentes para comprender su posible relación con las condiciones de habitabilidad, el comportamiento térmico y las necesidades de calefacción y consumo de combustibles de los hogares.

Es importante precisar que los resultados presentados provienen de distintas fuentes de información. La mayor parte de los antecedentes corresponde al registro efectuado mediante fichas de observación aplicadas a las 105 viviendas visitadas, mientras que las variables vinculadas con percepciones, características no observables directamente o información declarada corresponden a las respuestas entregadas por las personas residentes encuestadas. La integración de ambas fuentes permite complementar la caracterización objetiva de las viviendas con los antecedentes proporcionados directamente por los hogares.

- **Tipología (urbana o rural):**

La distribución territorial de las viviendas constituye un primer elemento para comprender la composición de la muestra y las posibles diferencias que pueden existir entre los contextos urbanos y rurales en materia de habitabilidad, calefacción y uso de combustibles.

Tabla 146. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la Comuna de Hijuelas.

Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	52	50%

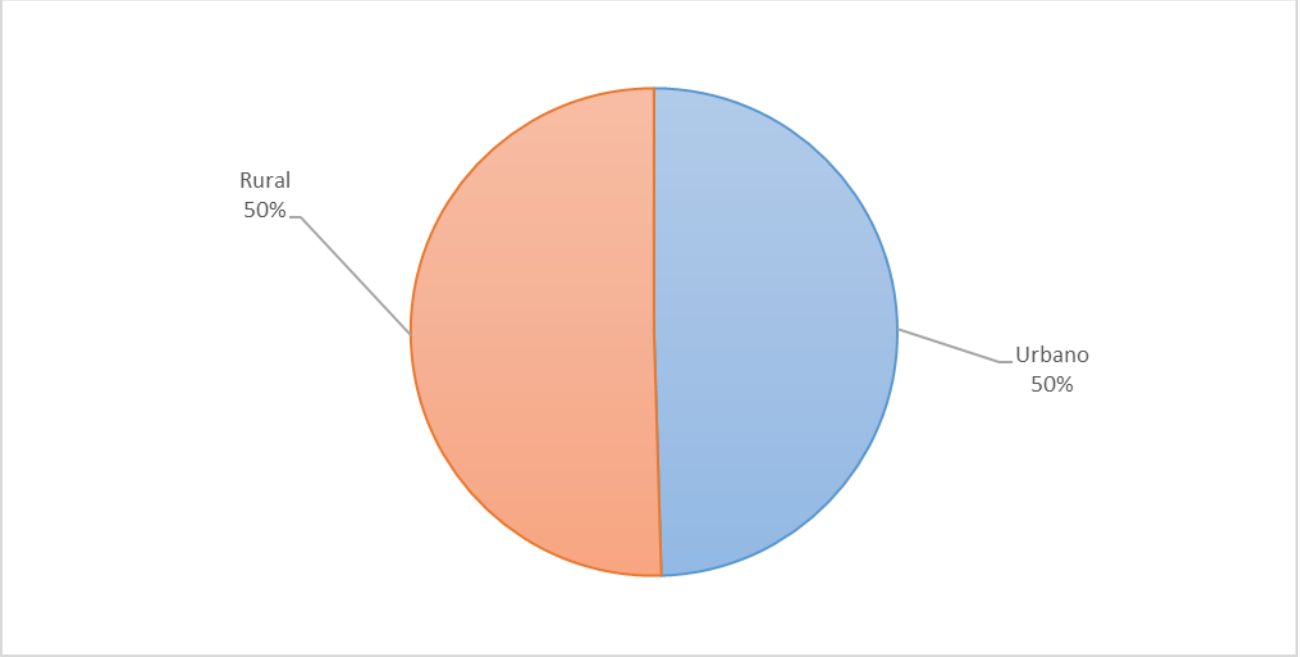
Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Rural	53	50%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las viviendas fichadas (Tabla 146, Figura 106) evidencia una composición territorial prácticamente equilibrada entre los sectores urbanos y rurales de la comuna. Del total de 105 viviendas registradas, 52 se localizan en sectores urbanos, equivalentes al 50% de la muestra, mientras que 53 corresponden a sectores rurales, representando el 50% restante.

Esta distribución constituye una característica relevante del levantamiento, ya que permite disponer de información sobre ambos contextos territoriales sin que se observe una concentración significativa de los registros en uno de ellos. La diferencia de solo un caso entre ambos sectores permite contar con una base adecuada para analizar posteriormente posibles diferencias en las características habitacionales, sistemas de calefacción y patrones de uso de combustibles según localización territorial.

Figura 106. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La siguiente habitacional permite identificar principales formas de residencia presentes entre las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno.

Tabla 147. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de Hijuelas.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	105	100%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 147) una composición habitacional completamente homogénea: la totalidad de las 105 viviendas fichadas corresponde a la tipología casa. No se registraron departamentos, viviendas colectivas u otras modalidades habitacionales dentro del levantamiento realizado.

Esta característica permite identificar a la vivienda tipo casa como la forma residencial exclusiva de las unidades observadas en la muestra. En consecuencia, el análisis posterior de las condiciones habitacionales, constructivas y energéticas se desarrolla sobre un universo compuesto íntegramente por este tipo de vivienda, lo que facilita la identificación de patrones comunes y la comparación de otras variables entre los sectores urbanos y rurales de la comuna.

- **Número de pisos de la vivienda:**

La cantidad de pisos constituye un elemento relevante para caracterizar la configuración espacial y constructiva de las viviendas, así como para aproximarse a sus requerimientos de calefacción y acondicionamiento térmico.

Tabla 148. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas.

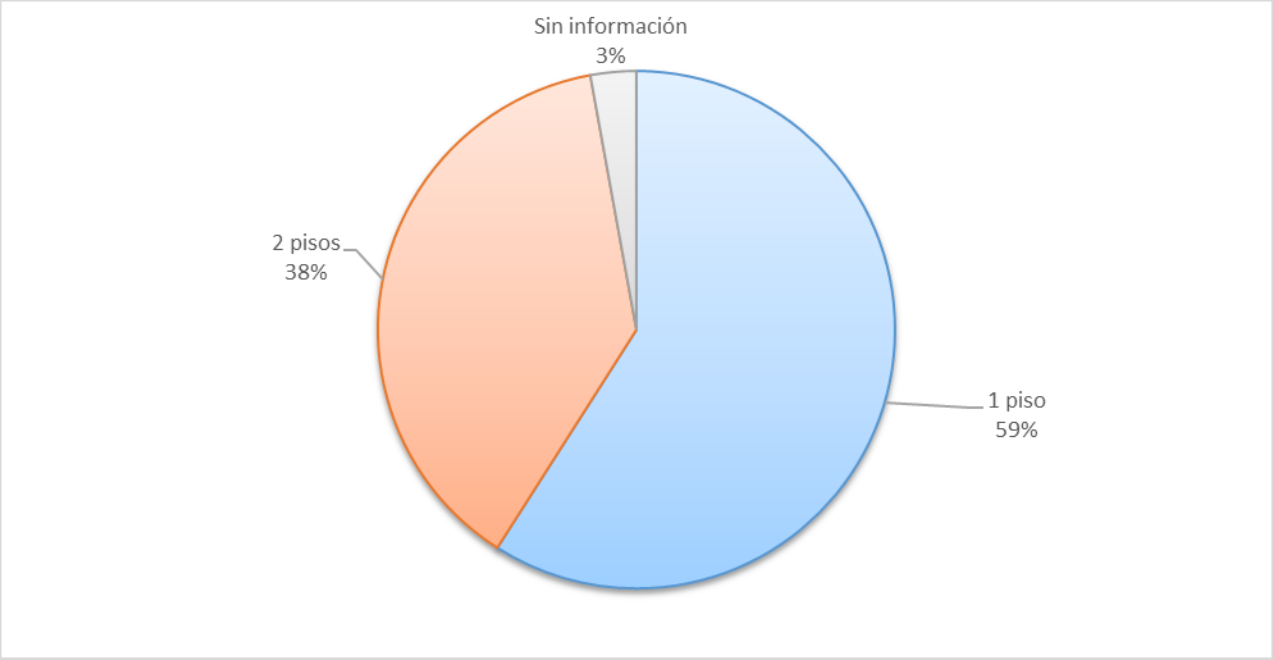
Número de piso	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	62	59%
2	40	38%
Sin información	3	3%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la configuración vertical de las viviendas, se observa un predominio de construcciones de un piso. Esta categoría concentra 62 viviendas, equivalentes al 59% del total de fichas. A su vez, las viviendas de dos pisos representan el 38% de la muestra, con 40 casos, mientras que en tres viviendas (3%) no fue posible registrar información respecto de esta variable.

De este modo, los resultados muestran (Tabla 148, Figura 107) un parque habitacional caracterizado por edificaciones de baja altura. No obstante, la presencia de viviendas de dos pisos alcanza una proporción relevante, lo que evidencia cierta diversidad en la configuración espacial de las viviendas registradas. Esta característica puede ser considerada en el análisis de las necesidades de calefacción y del comportamiento térmico de los hogares, especialmente al relacionarse con la superficie construida y los sistemas de calefacción utilizados.

Figura 107. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La superficie aproximada de las viviendas permite complementar la caracterización habitacional y establecer una aproximación a las dimensiones de los espacios que requieren acondicionamiento térmico y calefacción.

Tabla 149. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	1	1%
Entre 35 y 70 m²	55	52%
Entre 70 y 100 m²	31	30%
Más de 100 m²	18	17%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

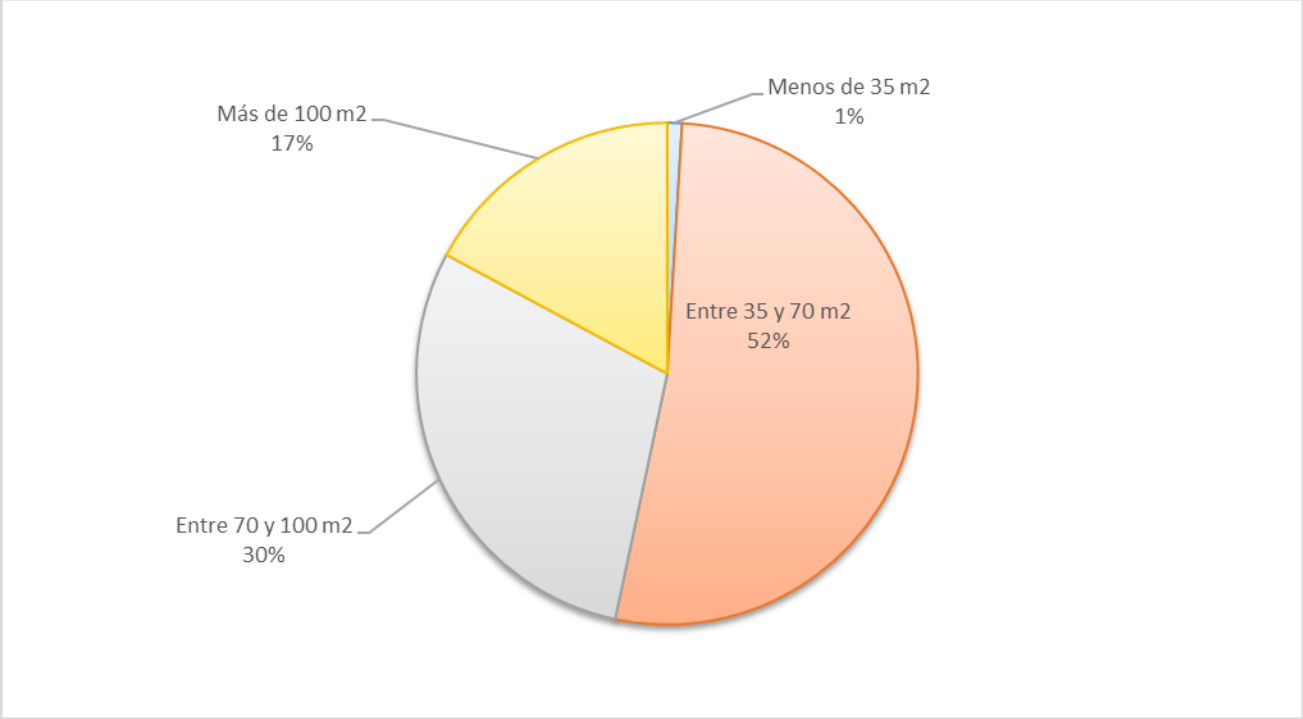
La distribución de las superficies (Tabla 149,Figura 108) evidencia una concentración de las viviendas en rangos de tamaño intermedio. La categoría más frecuente corresponde a viviendas de entre 35 y 70 m², que reúne 55 casos y representa el 52% de la muestra. Le siguen aquellas con superficies entre 70 y 100 m², correspondientes al 30% de las viviendas fichadas (31 casos).

Por su parte, las viviendas de más de 100 m² representan el 17% de la muestra, con 18 casos, mientras que únicamente una vivienda (1%) presenta una superficie inferior a 35 m².

En suma, los datos muestran que el 82% de las viviendas fichadas presenta superficies de entre 35 y 100 m², configurando un perfil habitacional predominantemente de tamaño intermedio. Esta característica

resulta relevante para el análisis energético posterior, considerando que la superficie de las viviendas constituye uno de los factores que puede incidir en las necesidades de calefacción y en el consumo de energía de los hogares.

Figura 108. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

La materialidad predominante constituye un elemento central para la caracterización constructiva de las viviendas, dado que las soluciones utilizadas en muros y cerramientos pueden influir en el comportamiento térmico de las edificaciones y en sus requerimientos de acondicionamiento interior.

Tabla 150. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de Hijuelas.

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	1	1%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	36	34%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	51	49%
Tabique sin forro interior (madero u otro)	12	11%
Adobe, barro, pirca, quincho u otro material artesanal	3	3%
Sin información	2	2%
Total	**105**	**100%**

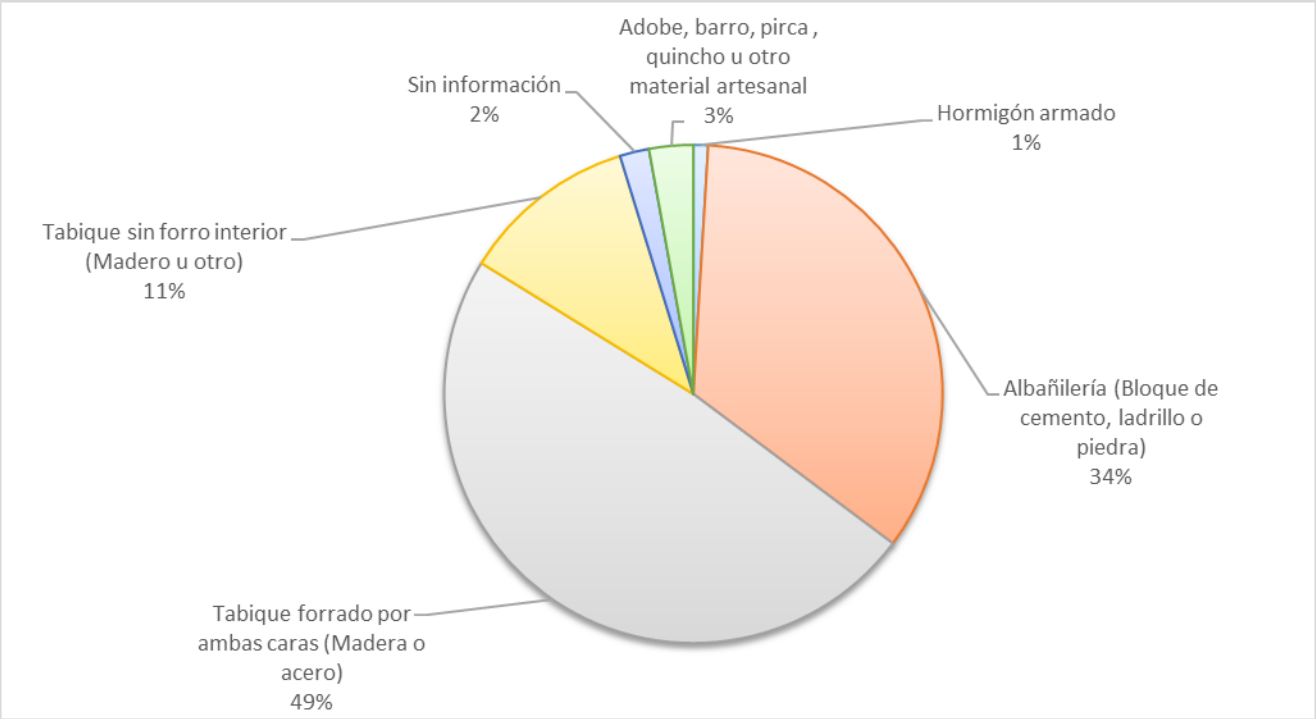
Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada (Tabla 150) evidencia una predominancia de sistemas constructivos basados en tabiquería. En particular, el tabique forrado por ambas caras, ya sea de madera o acero, constituye la materialidad más frecuente, presente en 51 viviendas, equivalentes al 49% de la muestra.

En segundo lugar, se ubican las viviendas construidas principalmente en albañilería, que representan el 34% del total (36 casos). Por su parte, un 11% de las viviendas presenta tabique sin forro interior (12 casos), mientras que las construcciones basadas en adobe, barro, pirca, quincha u otros materiales artesanales alcanzan un 3% (3 viviendas). El hormigón armado registra una participación marginal, correspondiente a un 1% de la muestra (una vivienda), mientras que en 2 casos (2%) no se dispone de información.

La distribución observada (Figura 109) permite identificar una composición constructiva donde predominan las soluciones livianas, particularmente la tabiquería forrada, que concentra cerca de la mitad de las viviendas registradas. Este antecedente resulta relevante para el análisis de las condiciones térmicas de las viviendas, aunque la materialidad por sí sola no permite establecer el nivel de aislación o eficiencia energética de las edificaciones. Por ello, su interpretación debe complementarse con información relativa al acondicionamiento térmico, sistemas de calefacción y percepción de confort de los hogares.

Figura 109. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La evaluación del estado general permite aproximarse a las condiciones de conservación de las viviendas registradas, considerando su estado físico y constructivo general a partir de la apreciación recogida durante el levantamiento de información.

Tabla 151. Distribución del estado general de las viviendas encuestadas en la comuna Hijuelas.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	82	78%
Regular estado	20	19%
Mal estado	2	2%
Sin información	1	1%
Total	**105**	**100%**

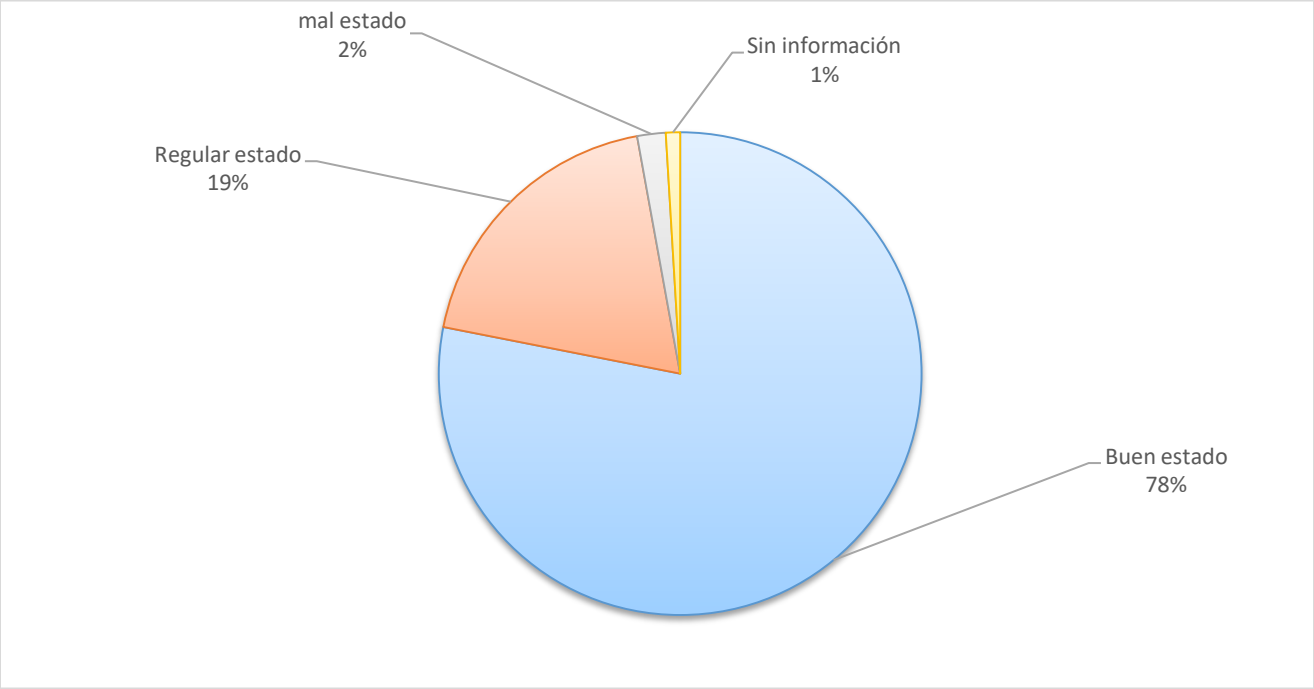
Fuente: Elaboración propia.

La información levantada (Tabla 151) muestra que la mayoría de las viviendas fichadas presenta una condición general favorable. En concreto, 82 viviendas, equivalentes al 78% de la muestra, fueron clasificadas en buen estado. A continuación, 20 viviendas (19%) fueron registradas en estado regular, mientras que solo 2 casos (2%) fueron identificados en mal estado. En una vivienda (1%) no se cuenta con información para esta variable.

Los resultados (Figura 110) permiten señalar que, en términos generales, las viviendas registradas presentan condiciones de conservación favorables. Sin embargo, la existencia de un 19% de viviendas en estado regular y de un grupo reducido clasificado en mal estado evidencia la presencia de hogares que podrían presentar necesidades de mantención, mejoramiento o acondicionamiento habitacional.

Cabe señalar que esta clasificación corresponde a una apreciación general realizada durante el levantamiento de información y no constituye una evaluación técnica o estructural de las viviendas. Asimismo, el estado general de conservación debe analizarse conjuntamente con otras variables para determinar su posible incidencia en el confort térmico, la eficiencia energética y las necesidades de calefacción de los hogares.

Figura 110. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según apreciación registrada durante el levantamiento de información en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

La presencia y cantidad de chimeneas visibles permite identificar elementos asociados a sistemas de combustión instalados en las viviendas, constituyendo un antecedente observable que puede complementar la información declarada posteriormente por los hogares sobre sus sistemas de calefacción (Tabla 152).

Tabla 152. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Hijuelas.

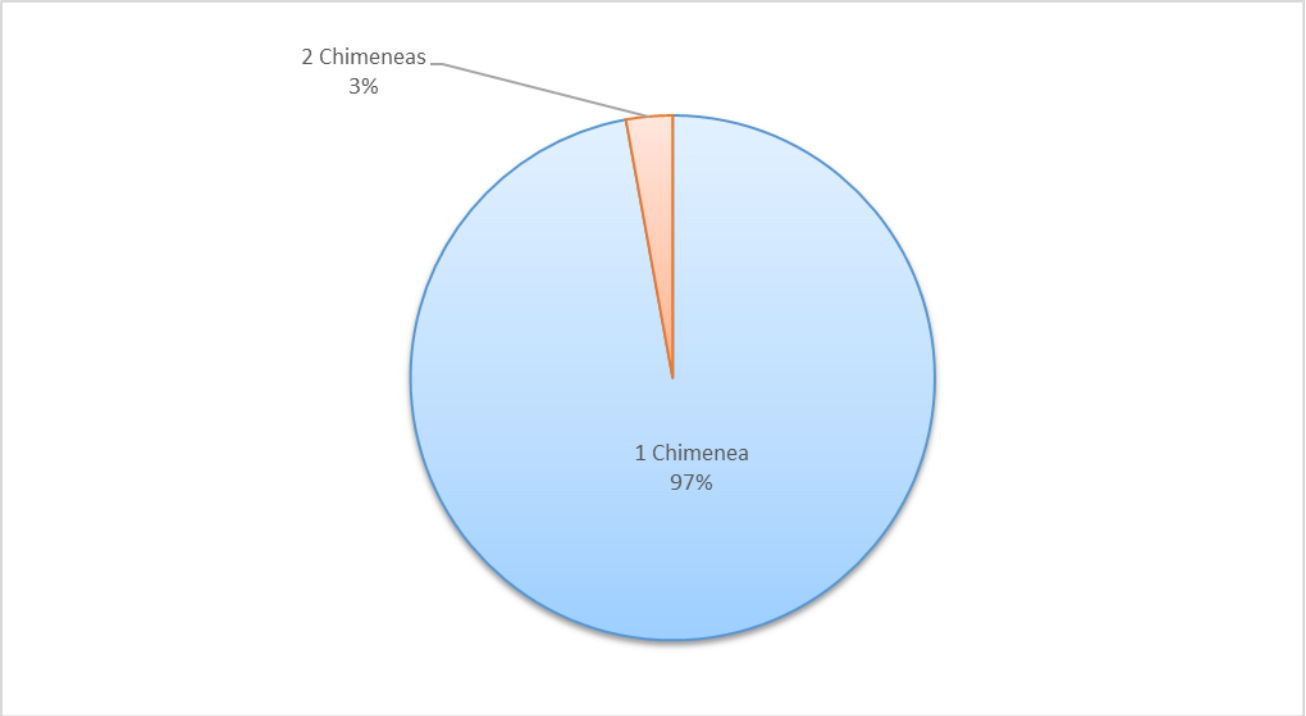
N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	102	97%
2	3	3%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa (Figura 111) una marcada concentración de viviendas con una única chimenea visible. Esta condición se registra en 102 viviendas, equivalentes al 97% del total de fichas. En contraste, solo 3 viviendas (3%) presentan dos chimeneas visibles.

La elevada presencia de una única chimenea constituye un antecedente relevante para la caracterización de los sistemas de combustión observables en las viviendas. Sin embargo, la existencia de una chimenea no permite establecer por sí sola el tipo de artefacto utilizado, el combustible empleado ni la frecuencia de uso del sistema. Por ello, este indicador deberá ser complementado con los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a residentes.

Figura 111. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La observación de emisiones visibles permite identificar si, al momento del levantamiento en terreno, las viviendas presentaban humo emanando desde sus sistemas de evacuación. Este indicador constituye un antecedente puntual sobre la actividad de fuentes de combustión residencial durante el período específico de observación (Tabla 153).

Tabla 153. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de Hijuelas.

Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	86	82%
Si	19	18%
Total	**105**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

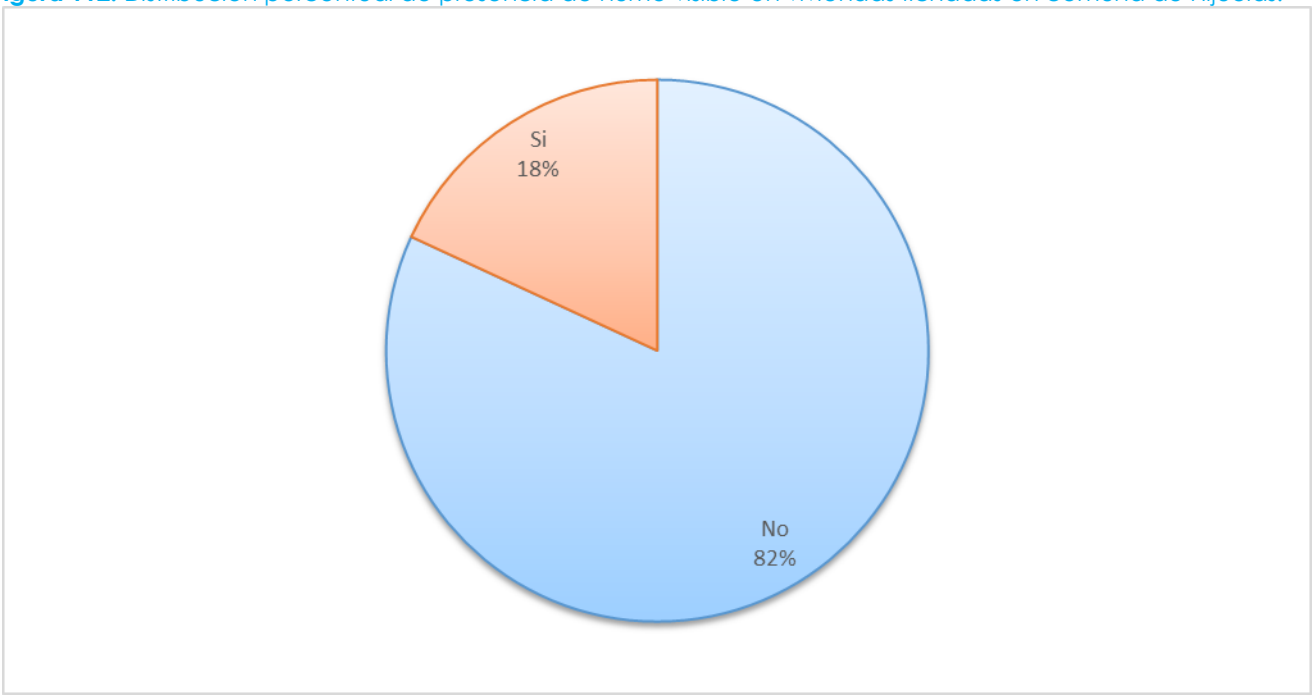
Los resultados muestran (Figura 112) que, en 86 viviendas, equivalentes al 82% del total de la muestra, no se observó presencia visible de humo al momento del levantamiento de información. En contraste, 19 viviendas, correspondientes al 18%, sí presentaron emisiones visibles durante la observación en terreno.

La presencia de humo en cerca de una quinta parte de las viviendas constituye un antecedente relevante para la caracterización de las fuentes residenciales de combustión en la comuna. No obstante, este resultado debe interpretarse como una observación realizada en un momento determinado y no como una medición permanente de las emisiones generadas por los hogares. En

consecuencia, la ausencia de humo visible en una vivienda no permite descartar que esta utilice sistemas de calefacción o combustión en otros momentos.

Asimismo, la observación de humo no permite determinar por sí sola el tipo de combustible utilizado ni las características o eficiencia del artefacto. Por esta razón, este resultado adquiere mayor relevancia cuando se analiza conjuntamente con la información obtenida mediante las encuestas a residentes, particularmente aquella relacionada con los sistemas de calefacción, tipos de artefactos y combustibles empleados.

Figura 112: Distribución porcentual de presencia de humo visible en viviendas fichadas en comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.4.2 Caracterización sociodemográfica de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las 90 encuestas aplicadas correctamente a personas residentes de la comuna de Hijuelas, correspondientes a hogares ubicados tanto en sectores urbanos como rurales. La información recopilada complementa la caracterización habitacional presentada previamente, incorporando antecedentes sobre la composición y características de los hogares participantes.

El análisis considera variables relacionadas con el número de integrantes del hogar, la composición por grupos etarios y la presencia de población potencialmente vulnerable, antecedentes que permiten comprender mejor las necesidades de calefacción, el consumo energético y las condiciones de habitabilidad de los hogares encuestados.

- **Número de integrantes de las viviendas:**

Esta variable describe el tamaño de los hogares encuestados, permitiendo conocer la cantidad de personas que los componen y su posible relación con las necesidades de calefacción y consumo energético.

Tabla 154. Distribución del número de integrantes por hogares encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	6	7%
2 a 3 personas	34	38%
4 a 5 personas	44	49%
6 a 7 personas	5	5%
8 a más personas	1	1%
Total	**90**	**100%**

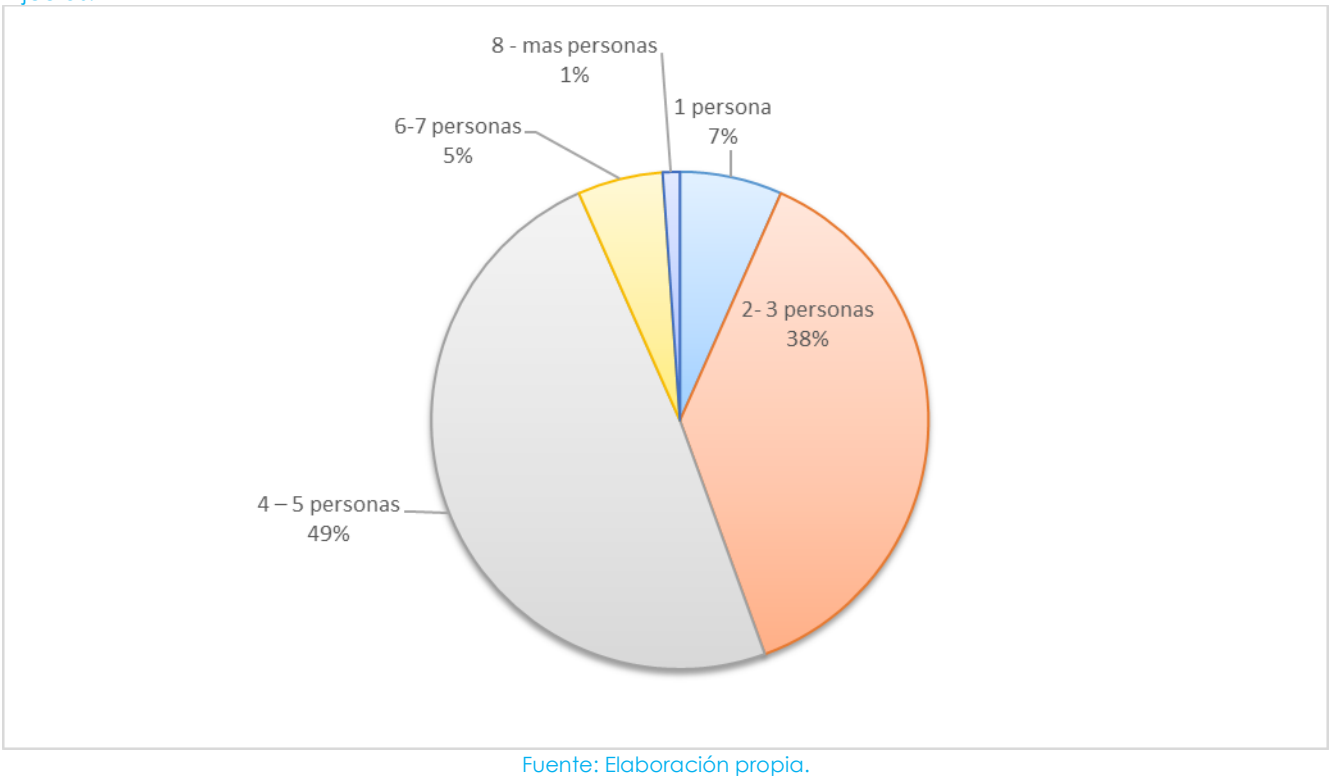
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 154, Figura 113) que los hogares encuestados están conformados mayoritariamente por 4 a 5 integrantes, categoría que reúne 44 hogares (49% de la muestra). Le siguen los hogares de 2 a 3 personas, con 34 casos (38%).

En menor proporción, se identifican hogares unipersonales (7%), hogares integrados por 6 a 7 personas (5%) y solo un hogar con 8 o más integrantes (1%).

A partir de la información levantada se evidencian un predominio de hogares de tamaño medio, ya que el 87% de los hogares encuestados está compuesto por entre dos y cinco personas. Esta composición constituye un antecedente relevante para comprender las necesidades de calefacción, el consumo energético y las dinámicas de uso de la energía al interior de los hogares.

Figura 113. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

Esta variable identifica la presencia de distintos grupos etarios y de personas potencialmente vulnerables dentro de los hogares encuestados, información relevante para caracterizar la población residente.

Tabla 155. Distribución de grupos etarios presentes en los hogares encuestados de la comuna de Hijuelas.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	42
Adultos mayores (60 años o más)	62
Personas con enfermedades crónicas	38
Personas en situación de discapacidad	8
No indica	6
Total menciones	**156**

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Los resultados muestran (Tabla 155,Figura 114) una importante presencia de personas mayores de 60 años, grupo que registra el mayor número de menciones (62). A continuación, se ubican los niños, niñas y adolescentes, con 42 menciones, y las personas con enfermedades crónicas, con 38 menciones. Asimismo, se registran 8 menciones correspondientes a personas en situación de discapacidad, mientras que en 6 hogares no se entregó información para esta variable.

En términos generales, la composición de los hogares evidencia una presencia significativa de grupos que podrían presentar una mayor sensibilidad frente a las bajas temperaturas y a las condiciones ambientales al interior de las viviendas, aspecto que resulta relevante para el análisis de las necesidades de calefacción y confort térmico.

5.2.2.4.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas

A partir de las 90 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Hijuelas, esta sección caracteriza las condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, considerando la presencia de aislación y los principales sectores en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten identificar el nivel de acondicionamiento térmico declarado por los hogares y reconocer posibles brechas relacionadas con la conservación del calor y las necesidades de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite conocer si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica.

Tabla 156. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Hijuelas.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	64	71%

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	23	26%
No sabe	3	3%
Total	**90**	**100%**

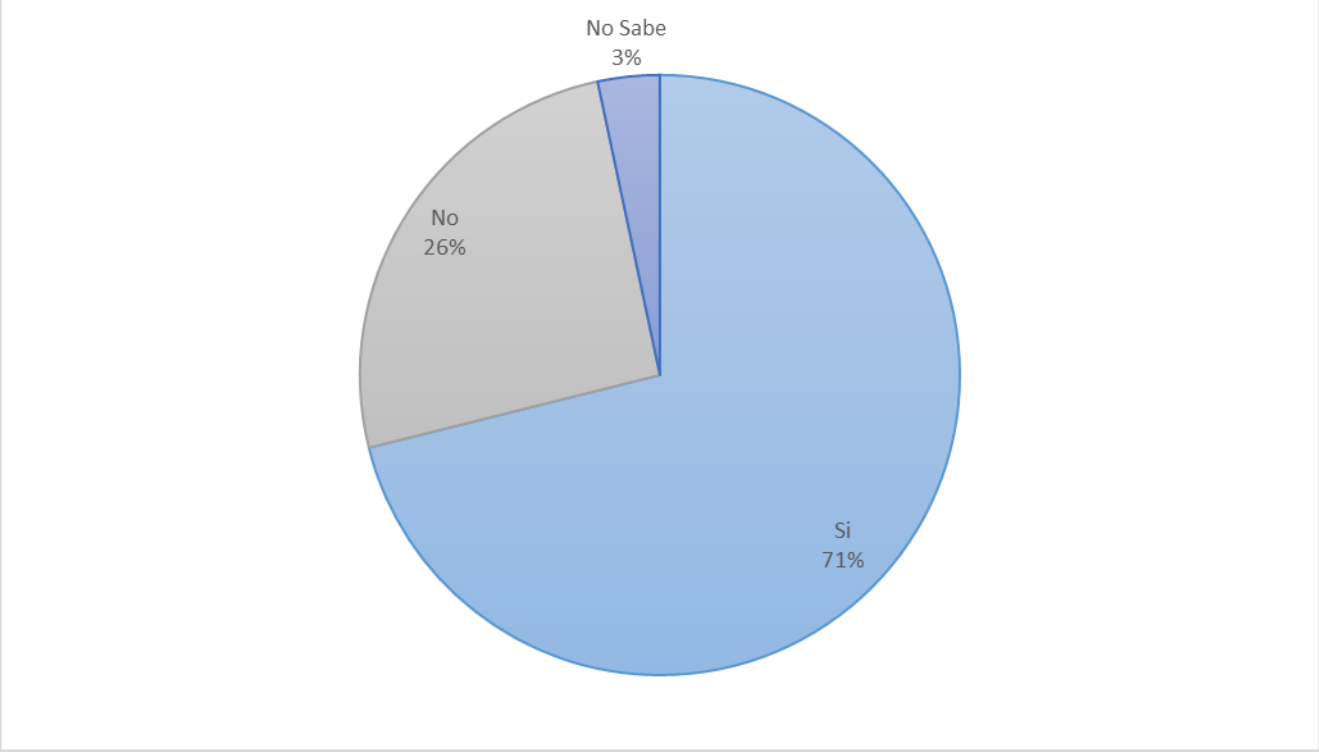
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 156) que el 71% de las viviendas encuestadas (64 casos) declara contar con algún tipo de aislación térmica. En contraste, el 26% (23 viviendas) señala no disponer de este tipo de acondicionamiento, mientras que un 3% (3 casos) manifiesta desconocer esta condición.

En términos generales, se observa (Figura 114) una presencia mayoritaria de aislación térmica entre las viviendas encuestadas. Sin embargo, el hecho de que aproximadamente una de cada cuatro viviendas no cuente con aislación constituye una brecha relevante, considerando que estas viviendas podrían presentar mayores pérdidas de calor y requerimientos de calefacción durante los meses de bajas temperaturas.

Cabe señalar que la información corresponde a la percepción y conocimiento declarado por las personas encuestadas respecto de las características de sus viviendas.

Figura 114. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales componentes de las viviendas donde se declara la presencia de aislación térmica. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa, por lo que los

resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 157. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	54
Muros	45
Piso	11
Ventanas	9
No cuenta con aislación	20
Total menciones	**139**

Fuente: Elaboración propia.

La techumbre es el sector donde se registra la mayor presencia de aislación térmica, con 54 menciones, seguida de los muros, con 45. En menor medida, se identifica aislación en pisos (11 menciones) y ventanas (9 menciones). Por otra parte, se registran 20 menciones correspondientes a viviendas que no cuentan con aislación en ninguno de los sectores consultados.

La información muestra que las principales medidas de acondicionamiento térmico se concentran en techumbres y muros. En cambio, la menor presencia de aislación en pisos y ventanas evidencia posibles oportunidades de mejoramiento para fortalecer las condiciones térmicas de las viviendas.

Cabe señalar que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un componente constructivo, por lo que el total corresponde a menciones y no al número de viviendas encuestadas.

5.2.2.4.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas

La presente sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las 90 viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas. El análisis considera acciones orientadas a conservar el calor al interior de las viviendas, reducir las pérdidas térmicas y mejorar las condiciones de eficiencia energética y confort térmico de los hogares.

A partir de la información recopilada, se analiza tanto la implementación de mejoras para la conservación térmica como los principales tipos de intervenciones realizadas por los hogares, permitiendo identificar avances y brechas en materia de acondicionamiento de las viviendas.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si los hogares han realizado mejoras orientadas a conservar el calor y mejorar las condiciones térmicas de sus viviendas.

Tabla 158. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Hijuelas.

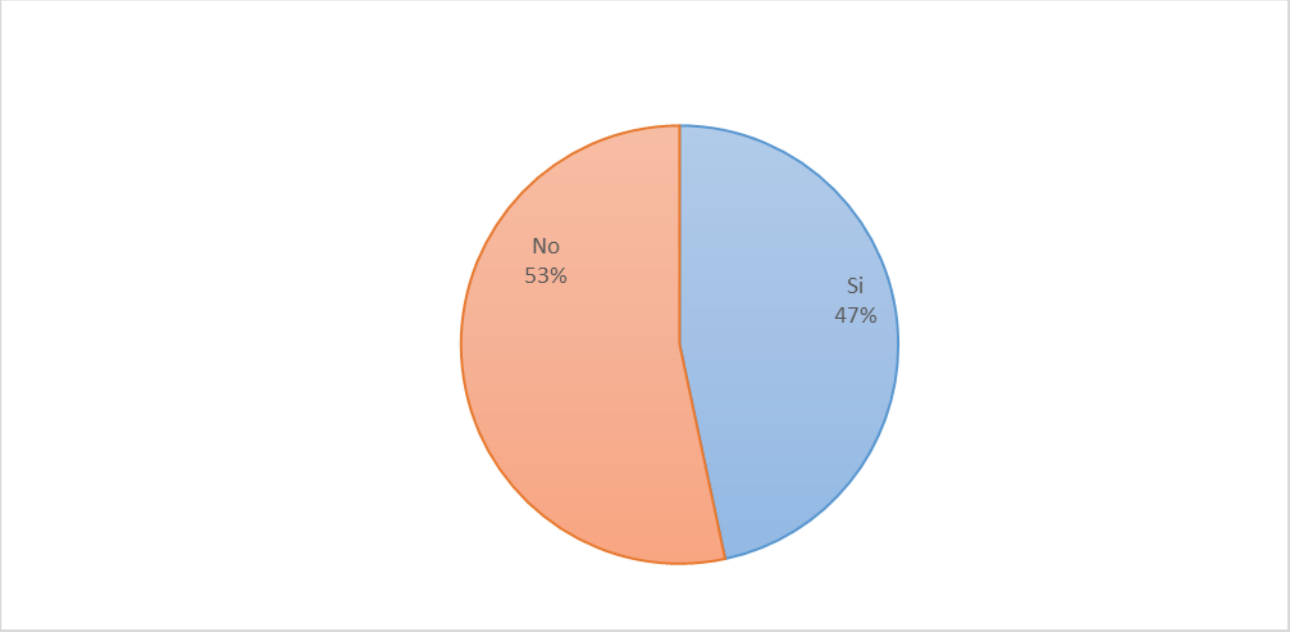
Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	42	47%
No	48	53%
Total	**90**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 158,Figura 115) que 48 viviendas, correspondientes al 53% de las encuestadas, no han realizado mejoras destinadas a favorecer la conservación térmica. En tanto, 42 viviendas (47%) señalaron haber implementado algún tipo de intervención orientada a mejorar las condiciones térmicas de sus hogares.

De esta forma, se observa una distribución relativamente equilibrada entre ambos grupos, aunque existe una ligera predominancia de viviendas que no han realizado mejoras. Esto permite identificar una brecha relevante en materia de acondicionamiento térmico, considerando que estas intervenciones pueden contribuir a reducir las pérdidas de calor y disminuir los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Figura 115. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar las principales medidas de mejoramiento térmico incorporadas en las viviendas encuestadas. Debido a que una vivienda podía señalar más de una alternativa, los resultados se presentan como número de menciones y no corresponden al total de hogares encuestados.

Tabla 159. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	17
Aislación de muros o techo	15
Sellado de filtraciones de aire	20
Cambios de sistemas de calefacción	1
Otro (gomas puerta , sellado puerta)	7
No se realizó mejoras	46
Total menciones	**106**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las medidas de mejoramiento implementadas, la más mencionada corresponde al sellado de filtraciones de aire, con 20 menciones. Le siguen el cambio de ventanas, con 17 menciones, y la aislación de muros o techumbres, con 15 menciones. En menor medida, se identifican otras acciones de acondicionamiento, como la instalación de gomas en puertas y el sellado de accesos, con 7 menciones, mientras que solo una vivienda señaló haber realizado cambios en su sistema de calefacción.

Por otra parte, se registran 46 menciones correspondientes a viviendas que no han realizado mejoras térmicas, lo que representa la categoría más frecuente y es consistente con el 53% de los hogares que declaró no haber implementado este tipo de intervenciones.

En términos generales, las mejoras realizadas se concentran principalmente en medidas destinadas a reducir las infiltraciones de aire y las pérdidas de calor a través de la envolvente de las viviendas, mientras que las intervenciones relacionadas con los sistemas de calefacción presentan una presencia menor.

5.2.2.4.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, las tecnologías de calefacción utilizadas, la antigüedad de los artefactos y los patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y analizar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones derivadas del uso residencial de combustibles, especialmente de la leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar el principal sistema de calefacción utilizado en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del

hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas más utilizadas y su relación con las necesidades de calefacción residencial.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 160: Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	81
Pellet	1
Leña/ Electricidad	5
Leña/ Gas	5
Leña/ Parafina	1
Total menciones	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 159) un claro predominio de la leña como principal fuente de calefacción residencial, registrando 81 menciones como alternativa exclusiva. Asimismo, la leña aparece combinada con electricidad en 5 menciones, con gas en otras 5 y con parafina en 1 caso. En menor medida, se registra 1 mención correspondiente al uso de pellets.

La leña está presente en 92 de las 93 menciones registradas, lo que evidencia su elevada relevancia dentro de las prácticas de calefacción de las viviendas encuestadas. Estos antecedentes muestran una alta dependencia de la biomasa leñosa como fuente energética residencial en la comuna de Hijuelas.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independientemente de si corresponde al sistema principal o complementario de calefacción del hogar.

Tabla 161. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	90	100%
Total	**90**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 161) que la totalidad de las viviendas encuestadas utiliza leña como fuente de calefacción, registrándose 90 casos, equivalentes al 100% de la muestra. No se identificaron viviendas que declararan no utilizar este combustible.

Esta distribución confirma la fuerte dependencia de la leña como fuente energética residencial en la comuna de Hijuelas, constituyéndose en un elemento central de las prácticas de calefacción de los

hogares encuestados. Este resultado es consistente con la información previamente analizada, donde la leña concentra la mayor parte de las menciones asociadas al sistema principal de calefacción.

Desde una perspectiva energética y ambiental, la utilización generalizada de leña constituye un antecedente relevante, considerando que las condiciones de uso de los artefactos, la calidad y humedad del combustible y las prácticas de operación pueden incidir en la eficiencia energética y en la generación de emisiones asociadas a la combustión residencial.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

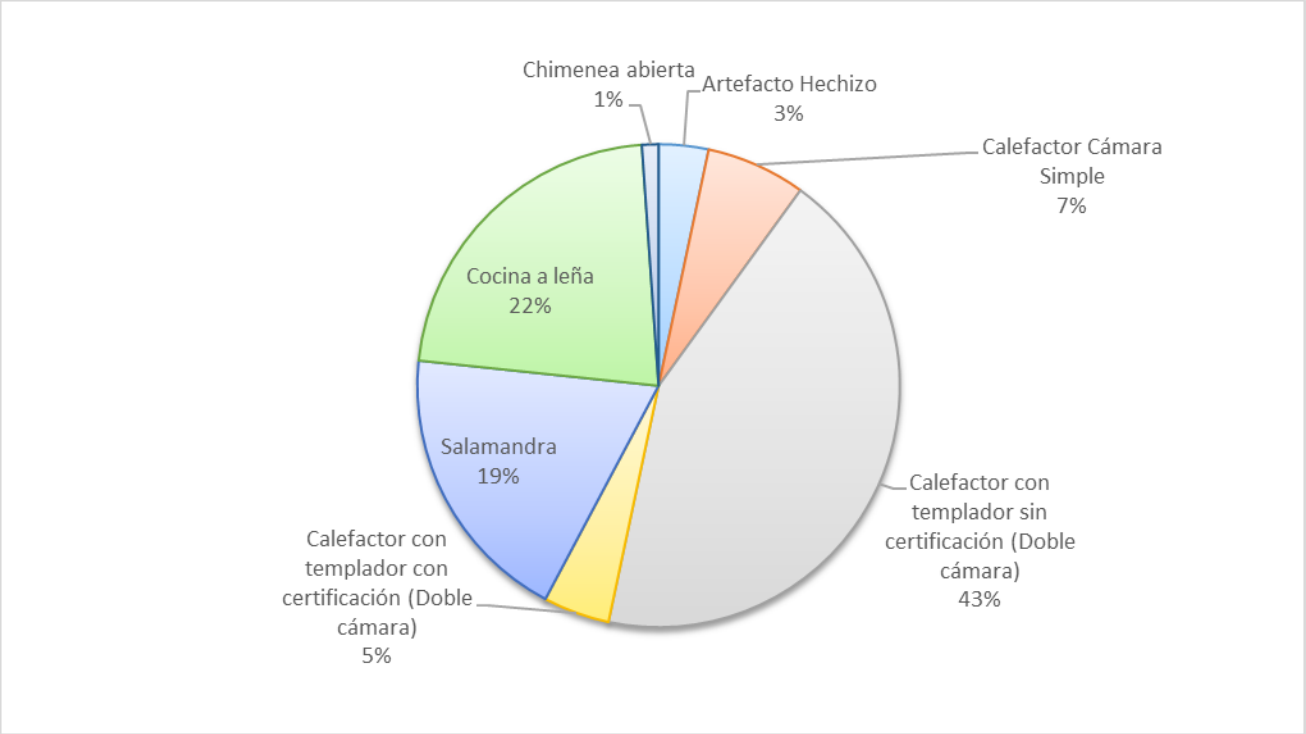
La siguiente variable permite identificar las principales tecnologías y tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas, considerando diferencias asociadas a eficiencia energética, tecnología de combustión y certificación de los equipos.

Tabla 162. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Tipos de artefactos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Artefacto hechizo	3	3%
Calefactor Cámara simple	6	7%
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	39	43%
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	4	5%
Salamandra	17	19%
Cocina a leña	20	22%
Chimenea abierta	1	1%
Total	**90**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 116. Distribución porcentual de tipos de artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 162) que el artefacto a leña más utilizado corresponde al calefactor con templador sin certificación y doble cámara, presente en 39 viviendas, equivalentes al 43% de la muestra. En segundo lugar, se encuentra la cocina a leña, utilizada en 20 viviendas (22%), seguida por la salamandra, presente en 17 hogares (19%).

Los calefactores de cámara simple registran 6 casos (7%), mientras que los calefactores con templador certificados y doble cámara alcanzan 4 viviendas (5%). Finalmente, se identifican 3 artefactos hechizos (3%) y 1 chimenea abierta (1%).

La distribución observada (Figura 116) evidencia una predominancia de equipos de doble cámara sin certificación, junto con una presencia comparativamente reducida de equipos certificados. Este aspecto resulta relevante para el análisis de eficiencia energética y emisiones, considerando las diferencias que pueden existir entre tecnologías y condiciones de operación de los equipos.

Asimismo, la presencia de cocinas a leña y salamandras muestra que el uso de este combustible se encuentra asociado a distintas prácticas y tecnologías de calefacción presentes en los hogares encuestados.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 163. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en Comuna de Hijuelas.

Antigüedad del artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	56	62%
6-10 años	19	21%
11- 15 años	4	4%
16-20 años	8	9%
22-más años	3	3%
Total	**90**	**100%**

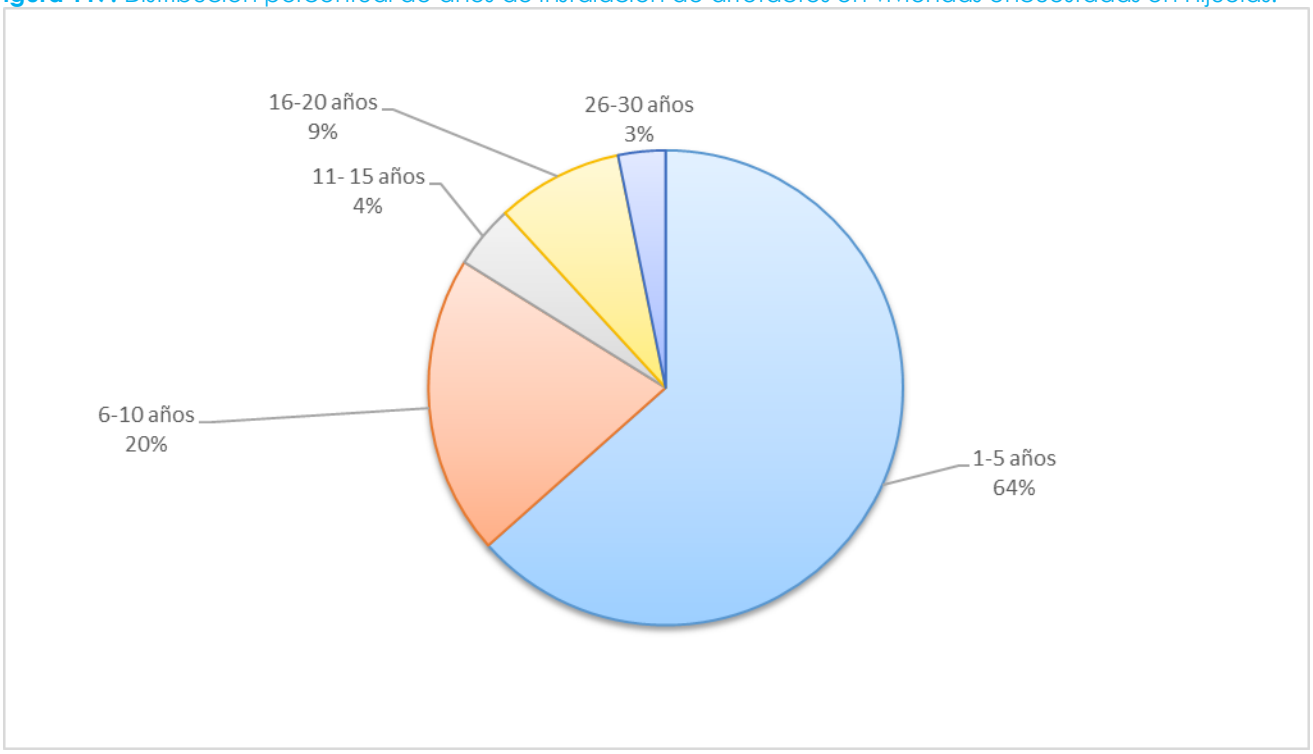
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican (Tabla 163,Figura 117) que la mayoría de los artefactos de calefacción corresponde a equipos relativamente recientes. La categoría más frecuente es la de artefactos con una antigüedad de entre 1 y 5 años, con 56 casos, equivalentes al 62% de la muestra. En segundo lugar, se ubican los equipos instalados entre 6 y 10 años, con 19 casos (21%).

Las categorías de mayor antigüedad presentan una menor participación: 8 artefactos (9%) tienen entre 16 y 20 años, 4 (4%) entre 11 y 15 años y 3 (3%) registran una antigüedad de 22 años o más.

De este modo, el 83% de los artefactos presenta una antigüedad igual o inferior a 10 años, lo que sugiere un proceso de renovación relativamente reciente de los sistemas de calefacción utilizados por los hogares encuestados. No obstante, persiste un grupo minoritario de equipos de mayor antigüedad que podría requerir especial atención en materia de mantención y eventual recambio tecnológico.

Figura 117. Distribución porcentual de años de instalación de artefactos en viviendas encuestadas en Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas, según percepción de las personas encuestadas.

Tabla 164. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	83	92%
Regular	5	6%
Malo	1	1%
Fuera de uso	1	1%
Total	**90**	**100%**

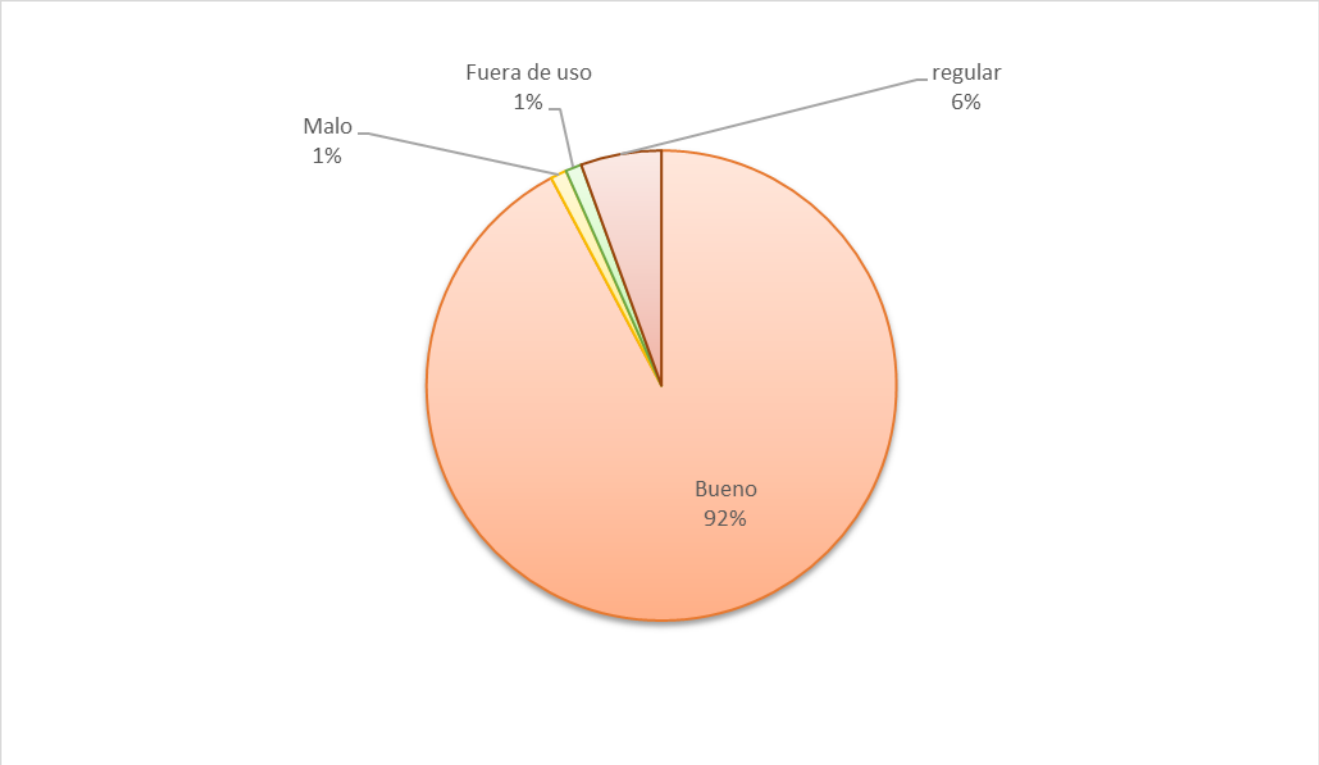
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 164) que la gran mayoría de los artefactos a leña utilizados en los hogares encuestados se encuentra en buen estado, alcanzando 83 casos, equivalentes al 92% del total. Por su parte, 5 artefactos (6%) fueron clasificados en estado regular, mientras que 1 (1%) fue declarado en mal estado y otro 1% se encontraba fuera de uso.

En términos generales, los resultados (Figura 118) evidencian una percepción favorable respecto del estado de conservación de los equipos utilizados en los hogares encuestados. Cabe señalar que esta

información corresponde a la percepción declarada por las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de los artefactos.

Figura 118. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su incidencia en la combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 165. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Completamente abierto	16	18%
Cerrado	20	22%
Semi abierto	46	51%
Sin información	8	9%
Total	**90**	**100%**

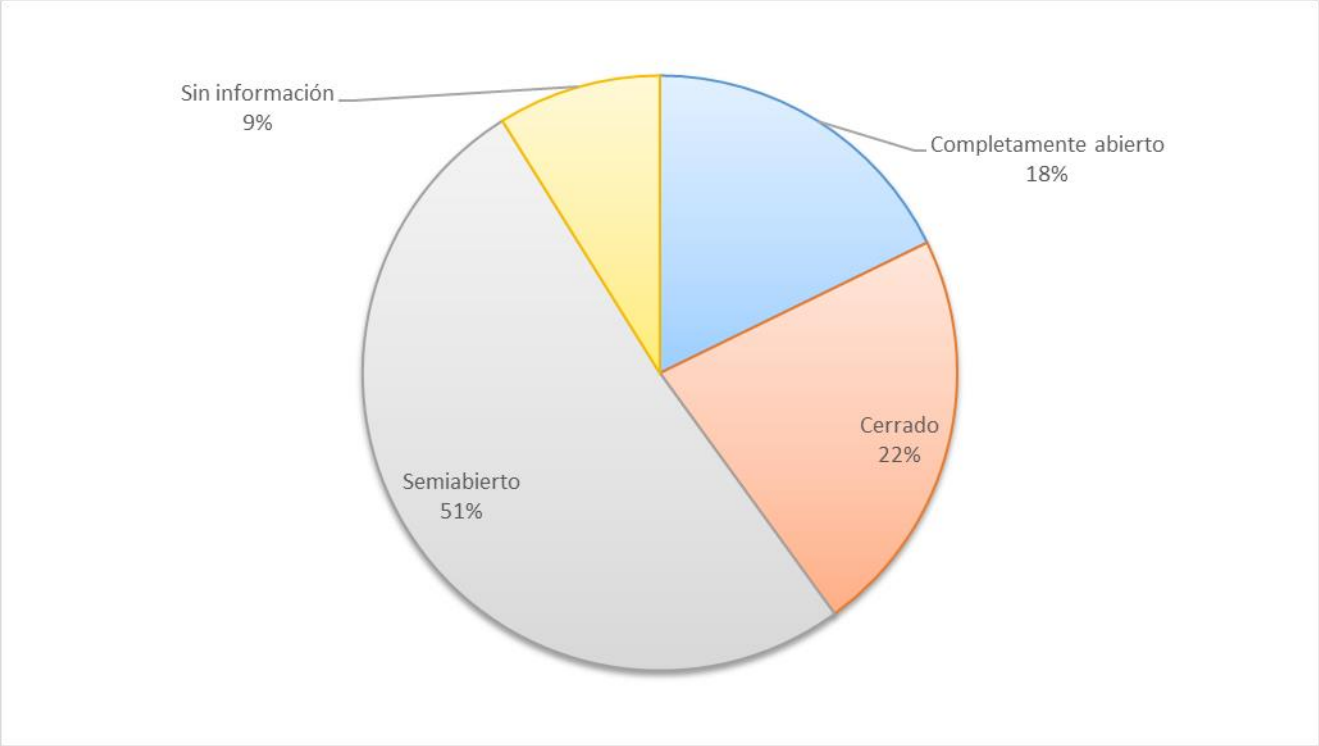
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 165) que la configuración más frecuente del tiraje corresponde a la categoría semiabierto, con 46 viviendas (51%), representando más de la mitad de los hogares encuestados. En segundo lugar, se encuentran los artefactos con el tiraje cerrado, con 20 casos (22%),

mientras que 16 viviendas (18%) declaran utilizarlo completamente abierto. Por su parte, 8 viviendas (9%) no entregaron información respecto del uso del tiraje.

La distribución evidencia (Figura 119) diversidad en las prácticas de operación de los equipos a leña. La forma en que se regula el tiraje puede incidir en el proceso de combustión y en el desempeño del artefacto, por lo que resulta relevante fortalecer la información sobre prácticas adecuadas de operación, especialmente considerando la alta dependencia de la leña observada en la comuna.

Figura 119. Porcentaje de tiraje de artefacto de leña en los hogares encuestados en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso anual del artefacto:**

La presente variable permite identificar la estacionalidad de uso de los artefactos de calefacción en las viviendas encuestadas, considerando los períodos del año en que los equipos son utilizados con mayor frecuencia.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 166. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	39
Julio – Septiembre (Invierno)	87
Sin información	1

Uso anual artefacto	N° menciones
Enero- Marzo (Verano)	1
Total menciones	**128**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 166) que el uso de los artefactos a leña se concentra principalmente durante la temporada de invierno, correspondiente al período julio–septiembre, con 87 menciones, constituyéndose como el período de mayor utilización dentro de los hogares encuestados. En segundo lugar, se identifica el período de otoño (abril–junio), con 39 menciones, lo que evidencia que una proporción importante de viviendas comienza a utilizar sus sistemas de calefacción antes del período invernal.

El uso durante el verano (enero–marzo) registra solo 1 mención, mientras que 1 caso no respondió la consulta. La distribución confirma que la utilización de estos equipos se concentra principalmente durante los meses de menores temperaturas.

Cabe señalar que el total corresponde a 128 menciones, debido a que una misma vivienda puede haber indicado más de un período de uso del artefacto. La distribución confirma que la leña cumple principalmente una función de calefacción estacional, concentrándose durante los meses de menores temperaturas.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La siguiente variable permite identificar la frecuencia semanal de utilización de los artefactos de calefacción a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante los períodos de calefacción.

Tabla 167. Distribución de uso semanal de artefacto a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	21	23%
6 a 5 días por semana	7	8%
4 a 3 veces por semana	32	36%
2 o menos veces por semana	29	32%
Sin información	1	1%
Total	**90**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

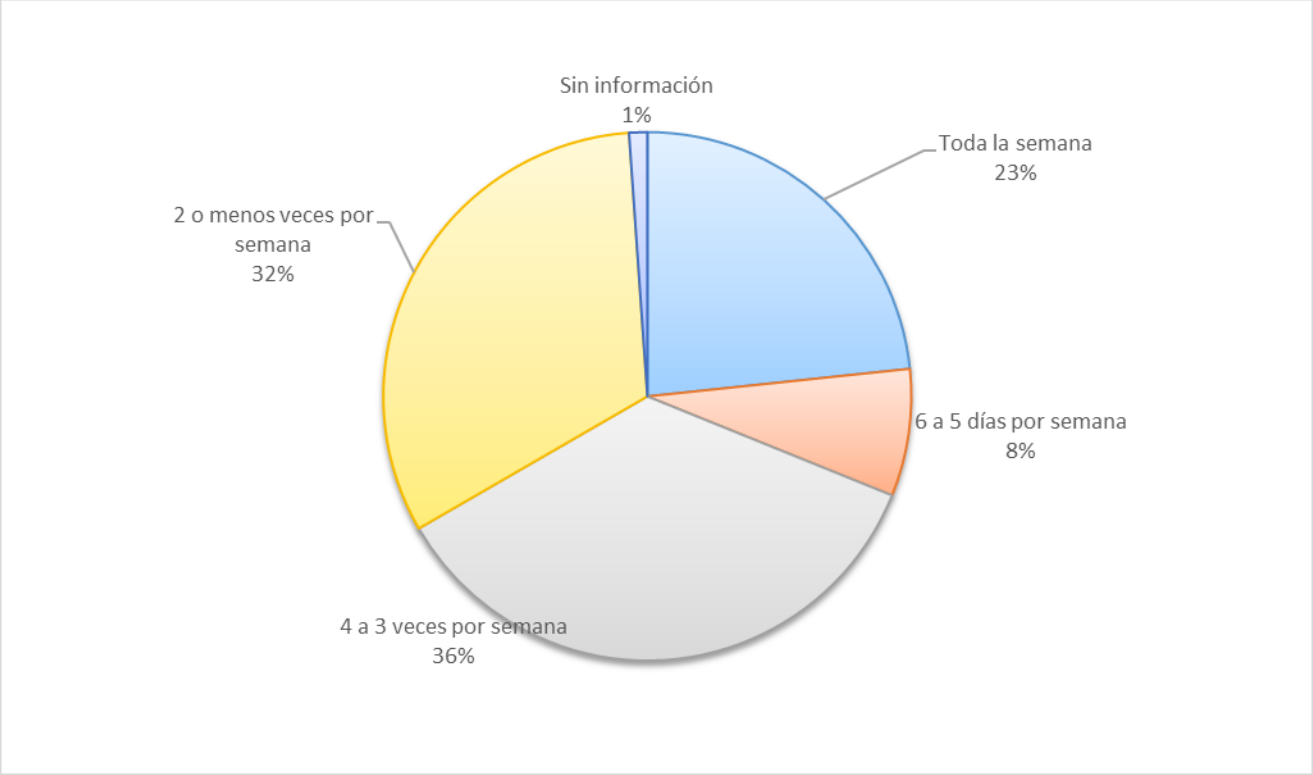
Los resultados muestran (Tabla 167) una distribución diversa en la frecuencia semanal de uso de los artefactos a leña, aunque con una concentración en patrones de utilización intermedia. La categoría más frecuente corresponde a las viviendas que utilizan el artefacto entre 3 y 4 veces por semana, con 32 hogares (36%).

En segundo lugar, se encuentran aquellas viviendas que lo utilizan 2 o menos veces por semana, con 29 casos (32%). Por otra parte, 21 viviendas (23%) declaran utilizar el artefacto durante toda la semana,

mientras que 7 viviendas (8%) señalan utilizarlo entre 5 y 6 días por semana. Finalmente, 1 vivienda (1%) no respondió la consulta.

Así, el 31% de las viviendas declara utilizar sus artefactos a leña al menos 5 días por semana, mientras que el 67% los utiliza 3 o más veces por semana. Estos antecedentes evidencian que la leña constituye un recurso energético de uso habitual para una proporción importante de los hogares encuestados (Figura 120).

Figura 120. Porcentaje de uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La siguiente variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas. Su análisis permite reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción residencial y su posible relación con el consumo de combustible y las necesidades de calefacción (Tabla 168).

Tabla 168. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	7	8%
Más de 12 horas	5	5%
Entre 12 y 6 horas	10	11%
Entre 6 y 3 horas	41	46%

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 3 horas	26	29%
No indica	1	1%
Total	**90**	**100%**

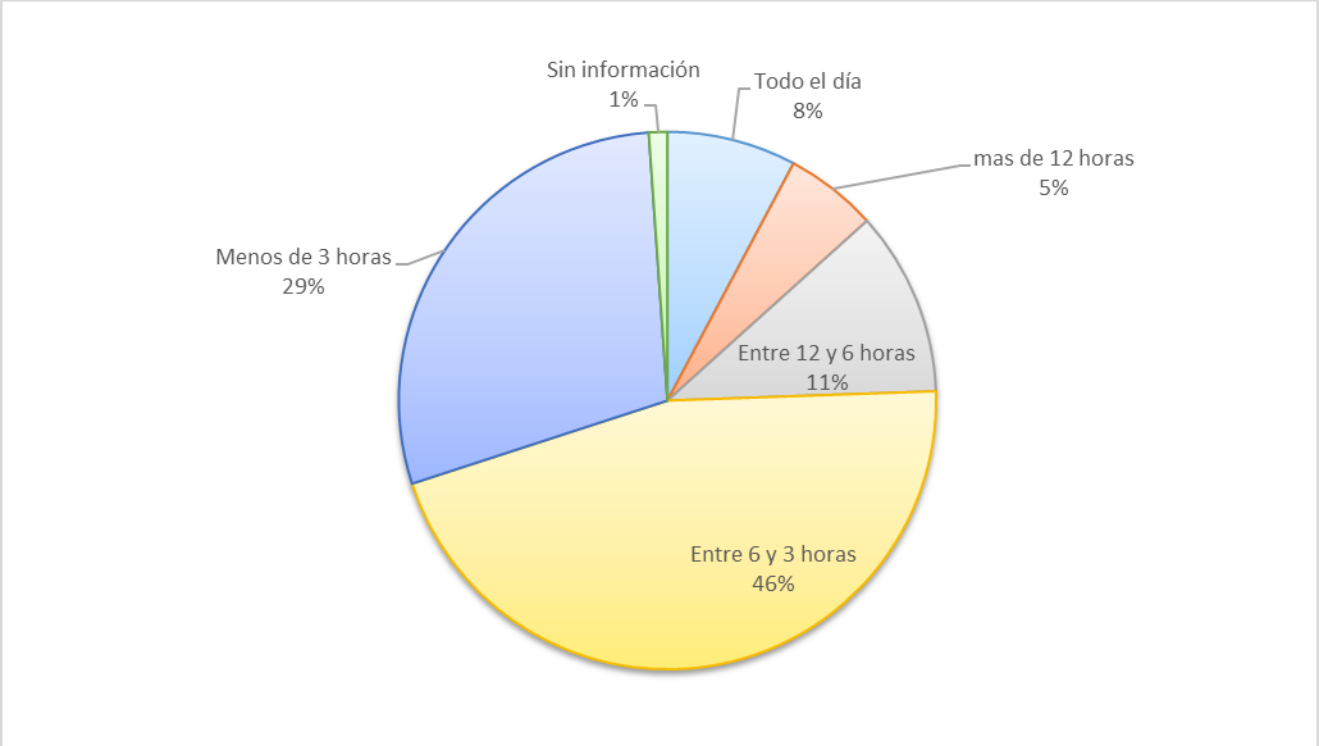
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Figura 121) que el tiempo diario de funcionamiento de los artefactos a leña se concentra principalmente en rangos de uso moderado. La categoría más frecuente corresponde a las viviendas que utilizan el artefacto entre 3 y 6 horas diarias, con 41 casos (46%), seguida por aquellas que lo utilizan menos de 3 horas al día, con 26 casos (29%).

Por otra parte, 10 viviendas (11%) utilizan sus artefactos entre 6 y 12 horas diarias, mientras que 5 hogares (6%) declaran un uso superior a 12 horas. Asimismo, 7 viviendas (8%) indican mantener el artefacto encendido durante todo el día y 1 caso (1%) no entrega información.

De este modo, el 75% de las viviendas utiliza sus equipos entre menos de 3 y 6 horas diarias, evidenciando una concentración del uso en períodos acotados o intermedios durante la jornada. No obstante, existe un grupo de hogares que presenta un uso intensivo de los sistemas de calefacción, aspecto relevante al analizar el consumo de leña y las emisiones asociadas a su combustión.

Figura 121. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes. Su análisis resulta relevante para reconocer el potencial interés de los hogares en procesos de recambio tecnológico orientados a mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones derivadas de la calefacción residencial.

Tabla 169. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	25	28%
No	53	59%
Tal vez	12	13%
Total	**90**	**100%**

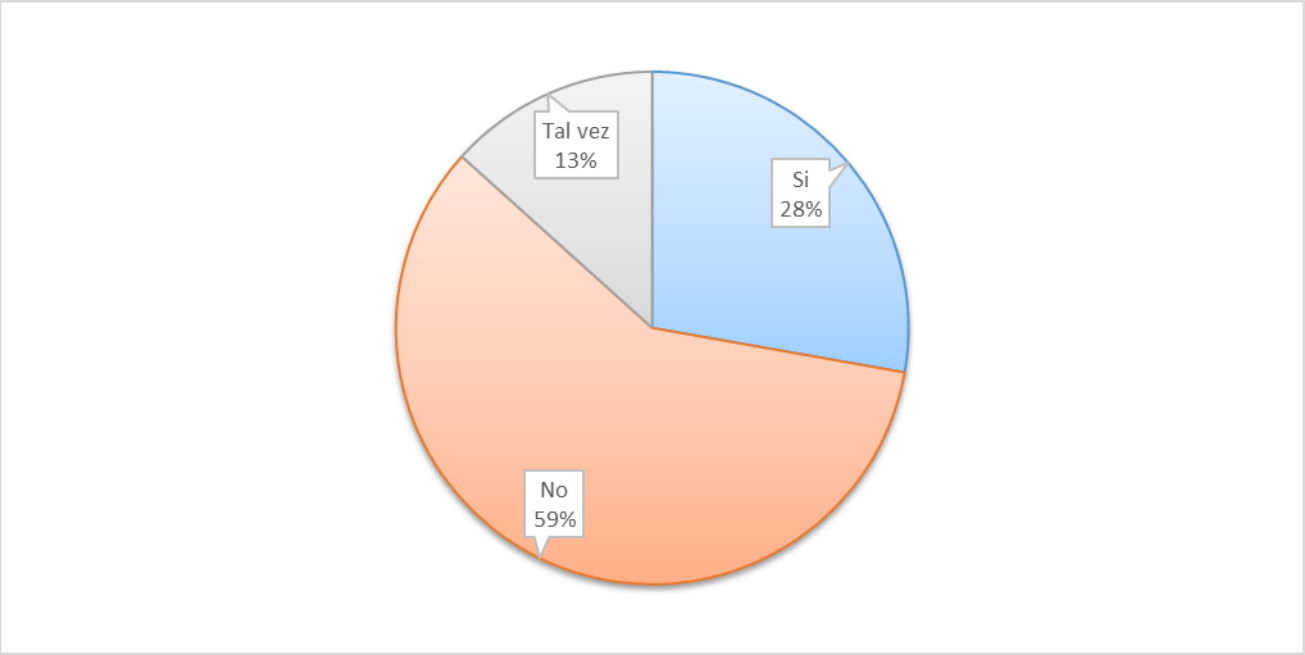
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 169, Figura 122) que la mayoría de los hogares encuestados no presenta disposición a cambiar su actual artefacto de calefacción, alcanzando 53 viviendas (59%) del total de la muestra. En contraste, 25 viviendas (28%) manifiestan una disposición favorable al recambio, mientras que 12 hogares (13%) adoptan una posición intermedia al responder "tal vez".

En suma, el 41% de los hogares presenta algún grado de apertura al recambio, ya sea de manera favorable o eventual. Este grupo constituye un segmento relevante para el desarrollo de estrategias de información, sensibilización y apoyo al recambio tecnológico.

Por otra parte, la predominancia de respuestas negativas sugiere que las estrategias de recambio deben considerar posibles barreras económicas, prácticas y culturales que pueden influir en la decisión de mantener los sistemas actualmente utilizados.

Figura 122. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de Hijuelas



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La siguiente variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 170. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	5
Eléctrica/ Aire Acondicionado	1
Aire Acondicionado	1
Gas	1
Pellets	23
Otro	1
Total menciones	**32**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran (Tabla 170) que los artefactos a pellets constituyen la principal alternativa de recambio, con 23 menciones, concentrando la mayor preferencia entre las opciones registradas. En

menor medida, se identifican alternativas eléctricas, con 5 menciones, mientras que los sistemas eléctricos combinados con aire acondicionado y los equipos de aire acondicionado registran 1 mención cada uno. Asimismo, se registra 1 mención para sistemas a gas y 1 para otro tipo de alternativa.

De este modo, los resultados evidencian una preferencia por alternativas de calefacción distintas de la leña, destacando especialmente los sistemas a pellets. Estos antecedentes permiten identificar oportunidades para orientar eventuales estrategias de recambio tecnológico hacia las alternativas de mayor interés entre los hogares, considerando simultáneamente factores económicos, disponibilidad, costos de instalación y condiciones de operación.

5.2.2.4.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales combustibles utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas, considerando aspectos asociados al tipo de combustible empleado, gasto de adquisición, modalidades de abastecimiento, períodos de compra y características de la leña utilizada.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

La siguiente variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando tanto la leña como otras fuentes energéticas complementarias.

Cabe señalar que el total corresponde a 94 menciones, debido a que algunas viviendas pueden utilizar más de un tipo de combustible durante el año o complementar su sistema principal de calefacción con otras alternativas.

Tabla 171. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas**.**

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	87
Podas	5
Carbón vegetal	1
Pellets	1
Total menciones	**94**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian (Tabla 171) una marcada predominancia de la leña como principal combustible utilizado para calefacción, con 87 menciones de un total de 94. En una proporción considerablemente menor se identifica las podas, con 5 menciones, mientras que el carbón vegetal y el pellet registran 1 mención cada uno.

La distribución observada confirma la relevancia de la leña dentro de las prácticas de calefacción residencial de los hogares encuestados, con una presencia considerablemente mayor que otras fuentes energéticas. Asimismo, la utilización de podas constituye un antecedente relevante, en tanto

da cuenta del uso de recursos vegetales disponibles en el entorno como fuente complementaria de combustible.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

Tabla 172. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	58	64%
Entre $30.000 y $60.000	23	26%
Entre $60.000 y $100.000	5	6%
Más de $100.000	2	2%
No responde/ no sabe	2	2%
Total	**90**	**100%**

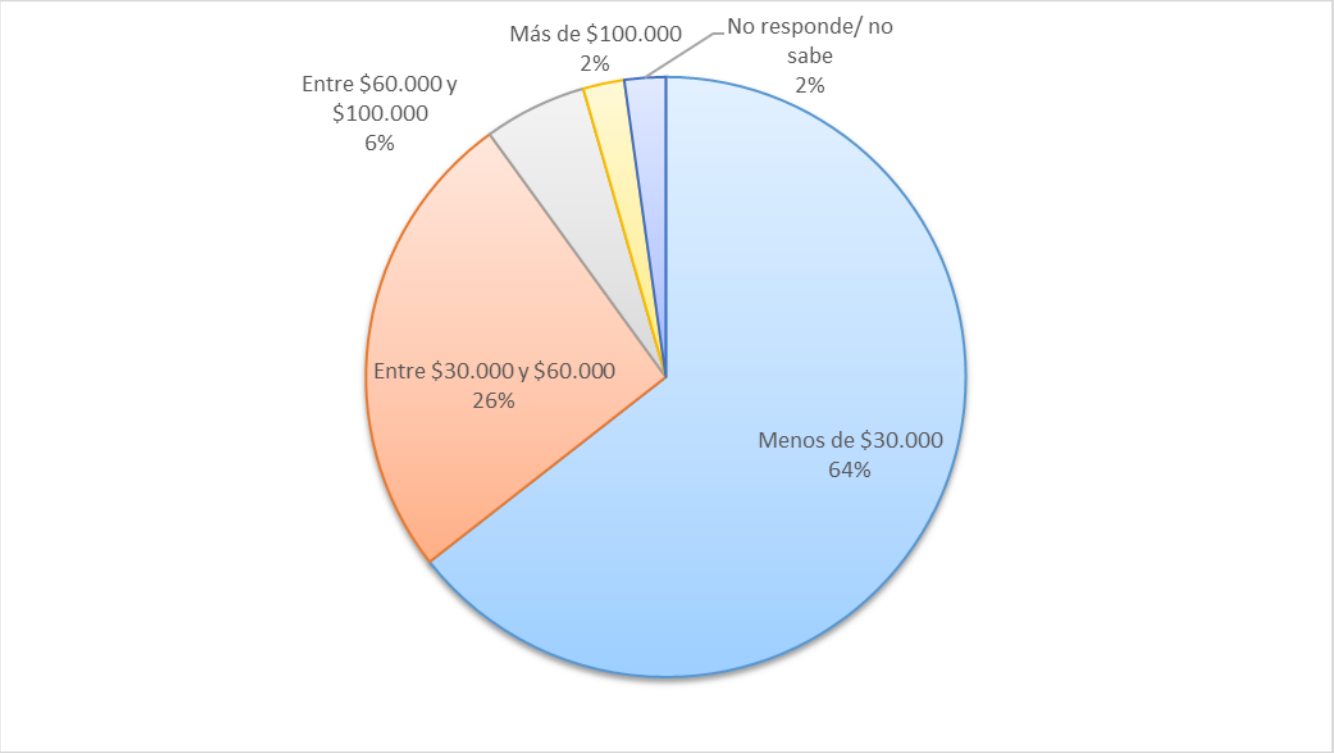
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 172) que el gasto mensual destinado a la compra de leña se concentra principalmente en los rangos inferiores. La categoría más frecuente corresponde a los hogares que destinan menos de $30.000 mensuales, con 58 viviendas (64%), seguida por aquellos que declaran un gasto de entre $30.000 y $60.000, con 23 casos (26%).

En menor proporción, 5 viviendas (6%) señalan gastos entre $60.000 y $100.000 mensuales, mientras que 2 hogares (2%) reportan un gasto superior a $100.000. Por su parte, 2 viviendas (2%) no responden o desconocen el monto aproximado.

De este modo, se evidencia (Figura 123) que el 90% de las viviendas encuestadas declara un gasto mensual inferior a $60.000 en leña. No obstante, este resultado debe interpretarse considerando que el gasto monetario no necesariamente refleja el nivel efectivo de consumo, debido a posibles diferencias en la frecuencia de uso, las modalidades de abastecimiento y la disponibilidad de leña propia o proveniente de otras fuentes.

Figura 123. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 173. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	42
Metro	2
Compra directa (camión)	15
Recolección propia	33
Otro (regalo, KG)	8
No utiliza leña	1
Total menciones	**101**

Fuente: Elaboración propia.

La información muestra (Tabla 173) que la principal modalidad de adquisición de leña corresponde a la compra mediante saco, con 42 menciones. En segundo lugar, se encuentra la recolección propia, con 33 menciones, evidenciando la presencia de prácticas de autoabastecimiento entre una proporción relevante de los hogares encuestados.

Por otra parte, la compra directa mediante camión registra 15 menciones, mientras que otras modalidades de abastecimiento, como la recepción de leña como regalo o la compra por kilogramo, alcanzan 8 menciones. La compra por metro presenta una menor frecuencia, con 2 menciones, mientras que 1 vivienda indica no utilizar leña.

Siguiendo esta línea, los resultados muestran una combinación de modalidades de compra y prácticas de autoabastecimiento, destacando la relevancia de la recolección propia como forma de acceso al combustible. Este antecedente resulta pertinente para el diagnóstico, dado que las modalidades de abastecimiento pueden influir en las condiciones de almacenamiento y en la calidad de la leña utilizada.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que el total corresponde a 95 menciones, debido a que algunos hogares pueden realizar compras en más de un período del año o combinar distintas estrategias de abastecimiento.

Tabla 174. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	58
Verano anterior	30
Primavera anterior	5
Otoño	1
No responde	1
Total	**95**

Fuente: Elaboración propia.

Los datos muestran (Tabla 174) que la principal época de adquisición de leña corresponde al mismo período de invierno, con 58 menciones. En segundo lugar, se encuentra la compra durante el verano anterior, con 30 menciones, mientras que la adquisición durante la primavera anterior registra 5 menciones.

La compra durante el otoño presenta 1 mención, asimismo, solo una vivienda no entrego información sobre la variable.

De este modo, se observa que la adquisición de leña se concentra principalmente durante el invierno, aunque existe también una proporción relevante de hogares que realiza compras durante el verano anterior. La compra anticipada constituye un antecedente relevante, ya que permite disponer de un mayor período para el almacenamiento y eventual secado del combustible antes de su utilización.

- **Especie de leña utilizada:**

La siguiente variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados.

En esta variable las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 175. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	20
Palto	25
Nogal	1
Eucalipto/ Árboles Frutales	1
Eucalipto/ Limón	1
Palto/ Almendro	2
Espino/ Palto	28
Eucalipto/ Pino	1
Eucalipto/ Plátano Oriental	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	1
Eucalipto/ Aromo/ Palto	1
Eucalipto/ Guindo	1
Eucalipto/ Nogal/ Naranjo/ Limón/ Palto	1
Eucalipto/ Peumo	1
Eucalipto/ Pino/ Espino/ Palto	1
Palto/ Limón	1
Palto/ Durazno/ Membrillo	1
Sauce	1
Palto/ Parra	1
Sauce/ Palto	1
No responde	2
Total Menciones	**137**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 175) una alta diversidad de especies y combinaciones de especies utilizadas como combustible por los hogares encuestados. Entre las menciones individuales destacan

el palto, con 25 menciones, y el eucalipto, con 20. Asimismo, destaca la categoría combinada de espino/palto, con 28 menciones.

La presencia de múltiples combinaciones evidencia que los hogares utilizan distintas especies de manera individual o conjunta, incluyendo especies asociadas a árboles frutales y otras disponibles en el entorno local. Esta diversidad constituye un antecedente relevante para comprender las prácticas de abastecimiento y uso de biomasa en la comuna.

- **Uso de leña seca:**

La presente variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión.

Tabla 176. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.

Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	88	98%
No	1	1%
No responde	1	1%
Total	**90**	**100%**

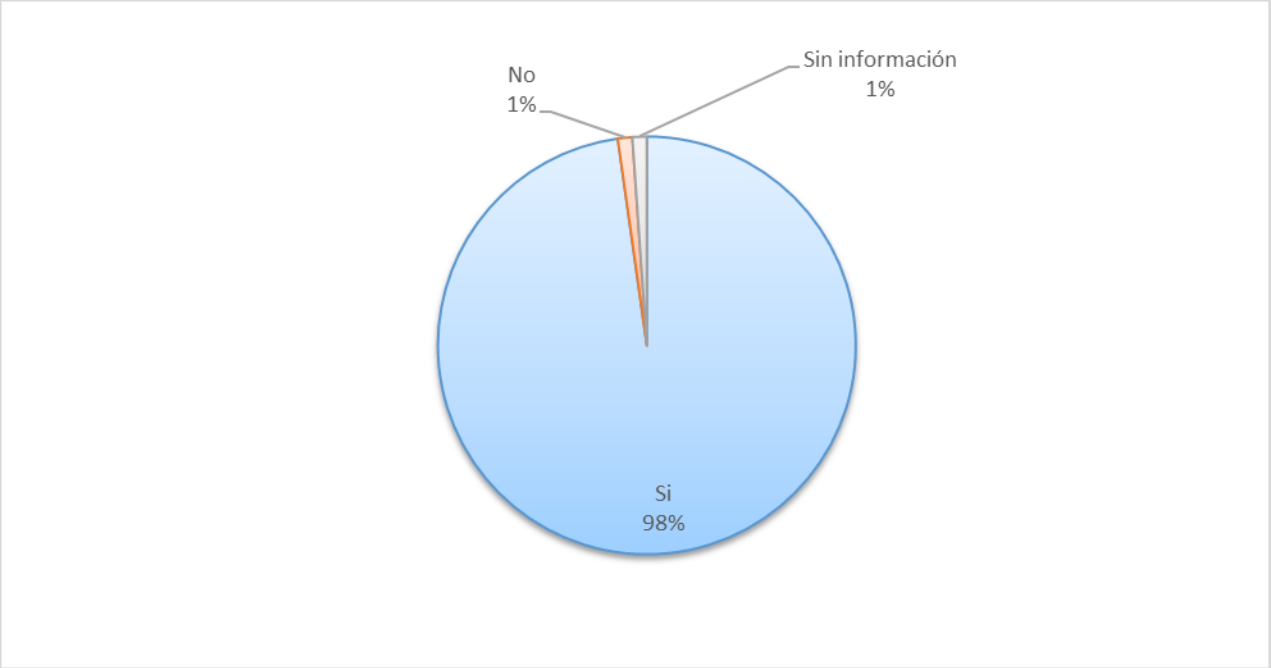
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 176, Figura 124) que 88 viviendas (98%) declaran utilizar leña seca para calefacción, mientras que 1 vivienda (1%) señala utilizar leña que no se encuentra seca y 1 vivienda (1%) no responde.

La alta proporción de hogares que declara utilizar leña seca constituye un antecedente favorable, considerando que un menor contenido de humedad puede favorecer una combustión más eficiente y un mejor rendimiento térmico de los artefactos. No obstante, este resultado corresponde a la declaración de las personas encuestadas y no a una medición directa del contenido de humedad de la leña.

En este contexto, las prácticas de almacenamiento y secado adquieren relevancia, especialmente considerando que una proporción importante de los hogares combina modalidades de compra con prácticas de recolección propia.

Figura 124. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.4.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Hijuelas

A continuación, se presentan las principales características y resultados generales obtenidos a partir del instrumento aplicado en las viviendas encuestadas de la comuna de Hijuelas. En particular, se considera la distribución de las viviendas según su localización en sectores urbanos y rurales, con el propósito de contextualizar los resultados del diagnóstico y reconocer las características territoriales de la muestra analizada.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Tabla 177. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	47
Urbano	43
Total	**90**

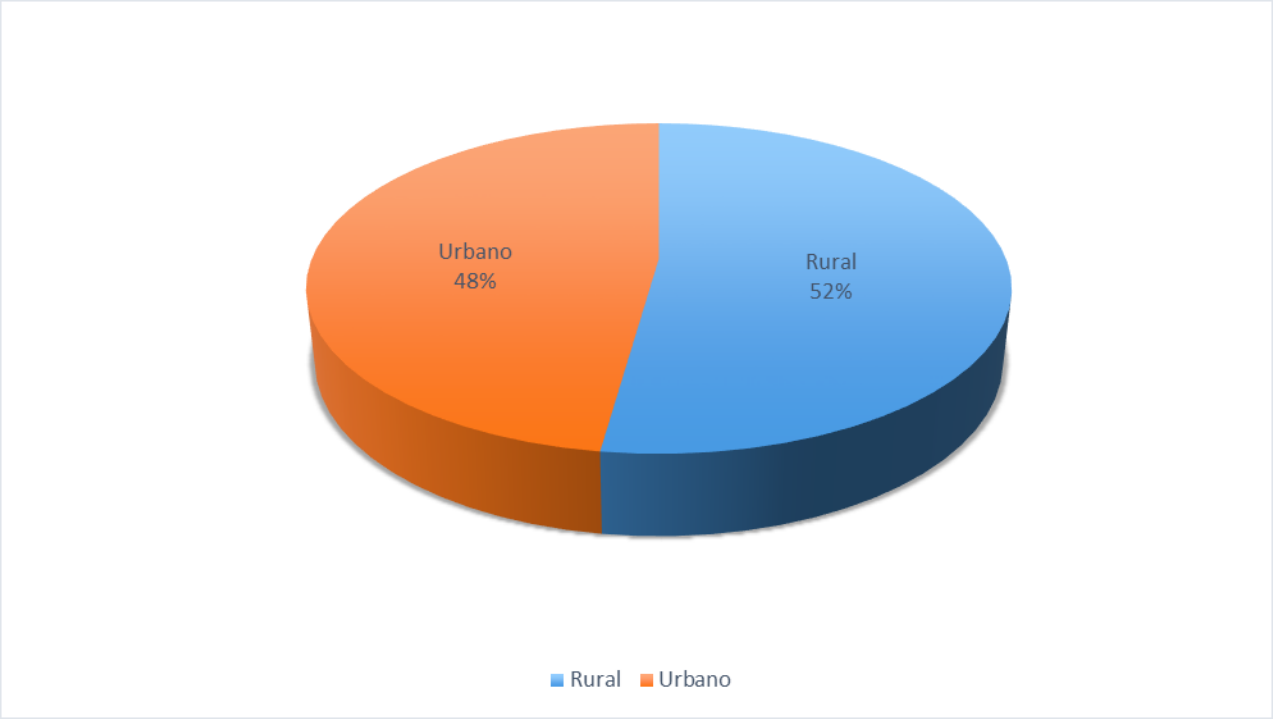
Fuente: Elaboración propia.

De las 90 viviendas encuestadas (Tabla 177, Figura 125), 47 se localizan en sectores rurales, equivalentes al 52% del total, mientras que 43 corresponden a sectores urbanos, representando el 48%. La distribución evidencia una composición territorial relativamente equilibrada, aunque con una leve mayor representación del sector rural.

Esta composición permite realizar comparaciones entre ambos sectores respecto de las condiciones habitacionales y las prácticas energéticas de los hogares, considerando que el contexto territorial

puede relacionarse con diferencias en las características constructivas de las viviendas, el acceso a combustibles y las tecnologías utilizadas para calefacción.

Figura 125. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de las viviendas según su localización territorial, se analizó el tipo de vivienda registrado en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Hijuelas. Esta información permite contextualizar las condiciones constructivas de los hogares y su posible relación con las necesidades de calefacción y consumo energético residencial.

Tabla 178. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

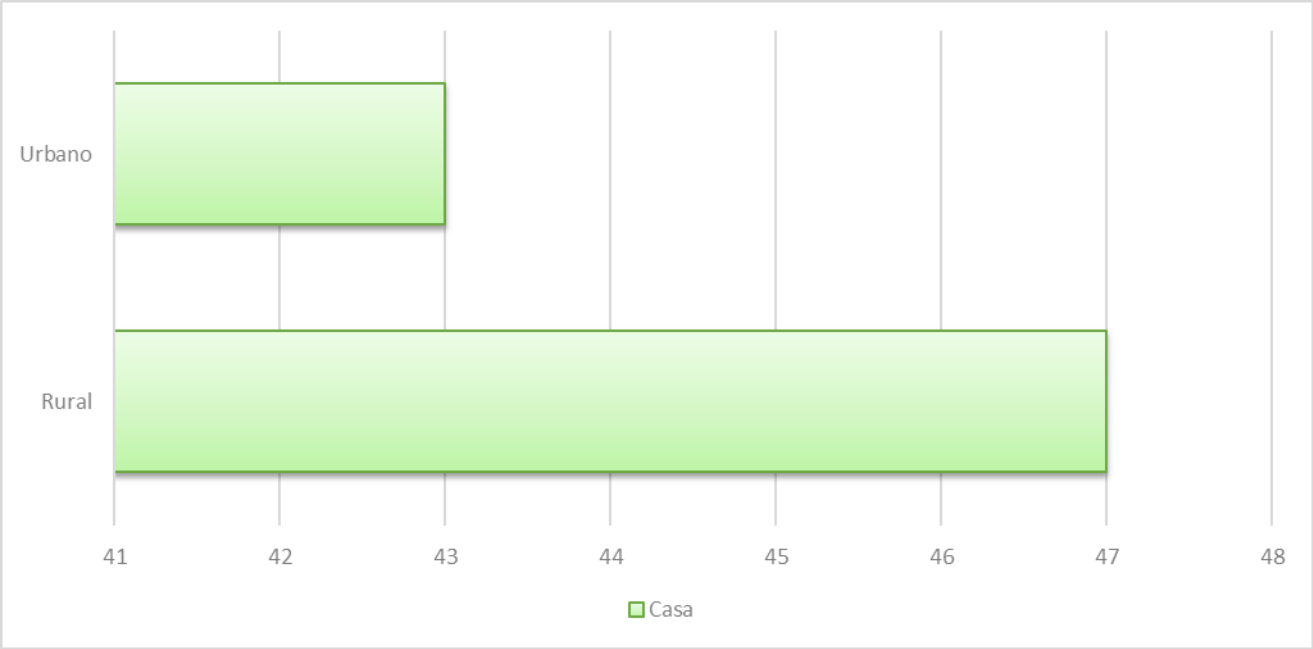
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Total
Casa	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas (Figura 126) encuestadas corresponde a casas, tanto en el sector rural como en el urbano. En consecuencia, no se observan diferencias en la tipología habitacional asociadas al tipo de sector.

Esta homogeneidad permite centrar el análisis comparativo en otras características de las viviendas, tales como su configuración constructiva, condiciones de aislación y sistemas de calefacción, sin que la tipología de vivienda constituya un factor diferenciador entre ambos sectores.

Figura 126. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Hijuelas, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 179. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Hijuelas.

Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	10	47
Urbano	2	44
Total	**12**	**91**

Fuente: Elaboración propia.

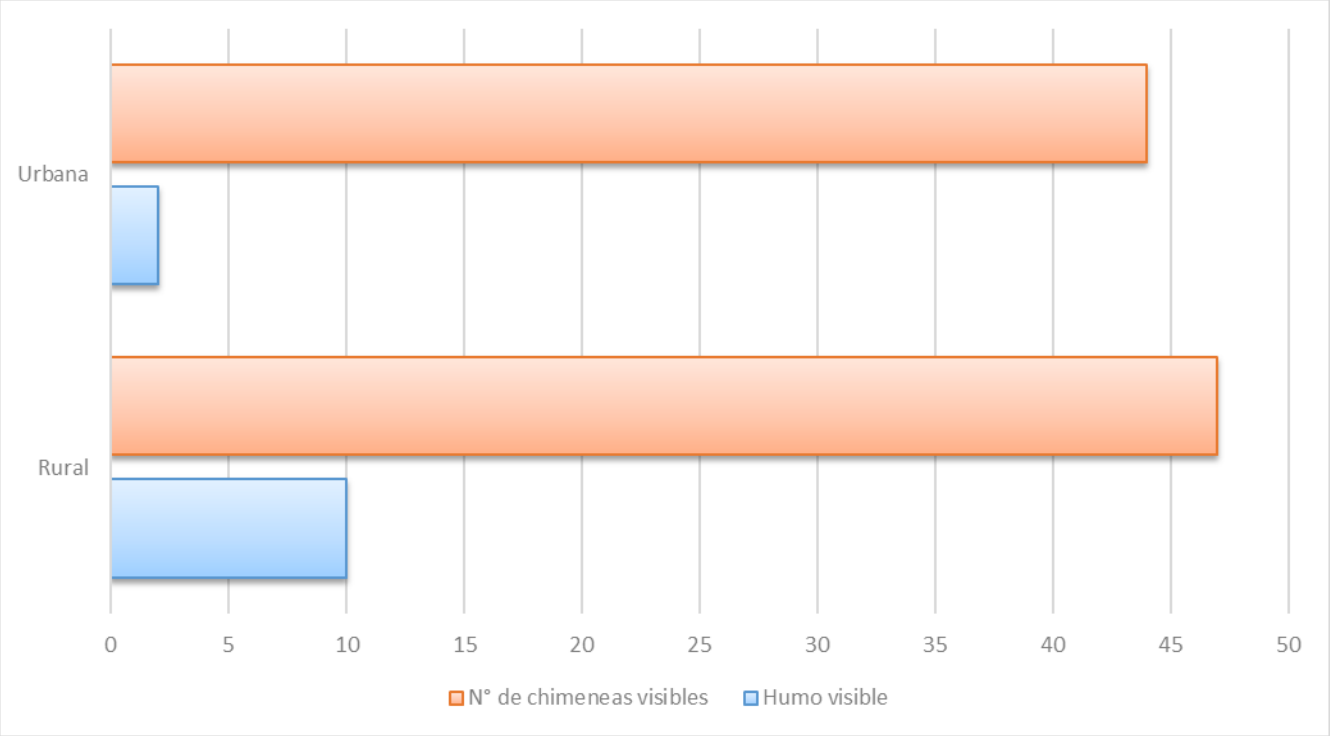
En los sectores rurales se observaron (Tabla 179) 10 viviendas con presencia de humo visible, equivalentes al 21% de las viviendas encuestadas en dicho sector. En el ámbito urbano, esta condición se identificó en 2 viviendas, correspondientes al 5%.

En términos proporcionales, la presencia de humo visible es, por tanto, considerablemente mayor en el sector rural. Esta diferencia constituye un antecedente relevante para complementar la información declarada por los hogares respecto del uso de leña y de los sistemas de calefacción.

Respecto de las chimeneas, se registraron 47 en el sector rural y 44 en el urbano, alcanzando un total de 91 observaciones. Dado que este registro corresponde al número de chimeneas observadas y no necesariamente al número de viviendas con chimenea, el total puede superar las 90 viviendas encuestadas cuando una unidad presenta más de una chimenea.

De este modo, los resultados (Figura 127) evidencian una presencia extendida de elementos asociados a sistemas de combustión en ambos sectores, junto con una mayor proporción de observaciones de humo visible en las viviendas rurales.

Figura 127. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de Hijuelas. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 180. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de sector	Rural	Urbano	Total
Si	32	32	64
No	14	9	23
Sin información	1	2	3
Total	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

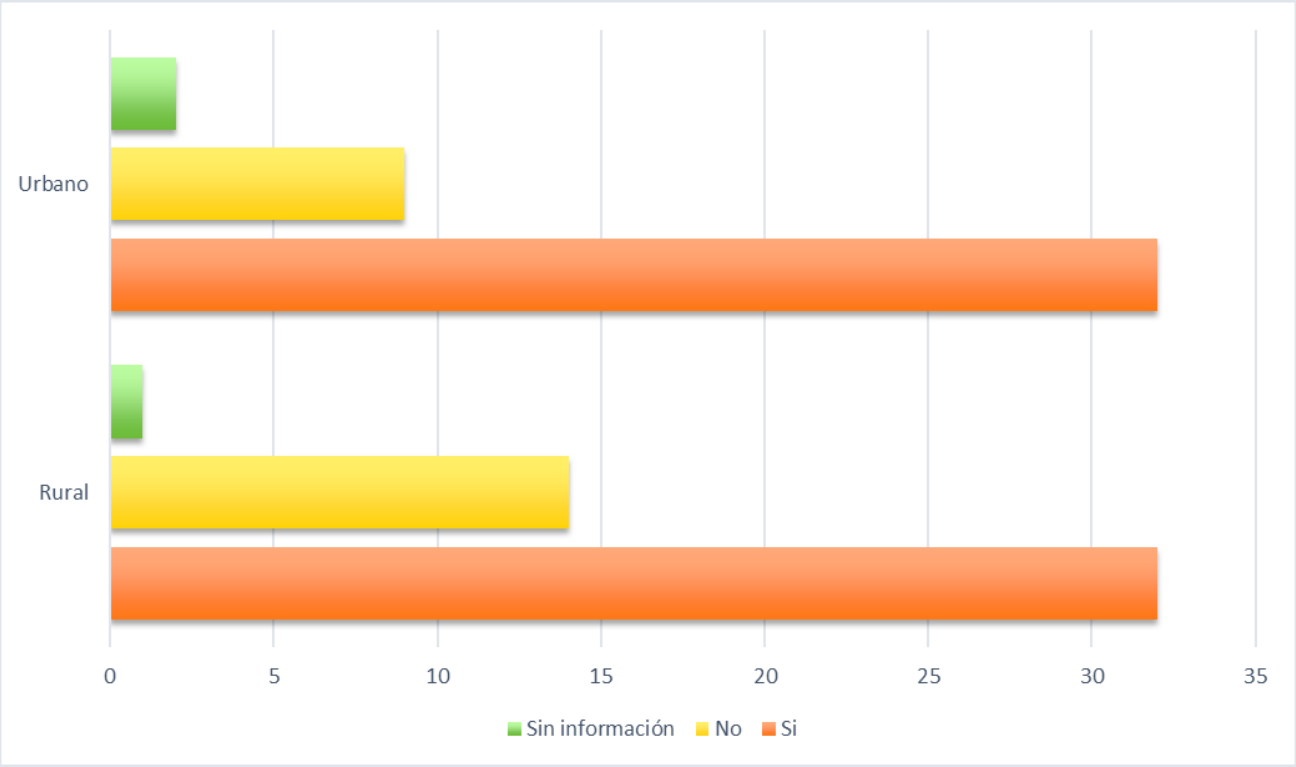
En el sector rural, 32 de las 47 viviendas encuestadas, equivalentes al 68%, declaran contar con aislación térmica. Por su parte, 14 viviendas (30%) señalan no disponer de ella y 1 vivienda (2%) no registra información para la variable (Tabla 180).

En el sector urbano, también 32 viviendas declaran contar con aislación, pero al considerar el tamaño del sector esta proporción alcanza el 75%. En tanto, 9 viviendas (21%) indican no disponer de aislación y 2 (5%) no entregan información.

Los resultados muestran (Figura 128) una mayor proporción de viviendas con aislación térmica declarada en el sector urbano, aunque la diferencia entre ambos sectores es relativamente acotada. En ambos casos, una proporción importante de viviendas declara contar con algún tipo de acondicionamiento térmico; sin embargo, persiste un grupo de hogares que no dispone de aislación, particularmente en el sector rural.

Esta situación constituye un antecedente relevante para el diagnóstico energético, considerando que las deficiencias en la envolvente térmica pueden incrementar las necesidades de calefacción y el consumo de combustible durante los períodos de bajas temperaturas.

Figura 128. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Hijuelas. El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

Tabla 181. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Total
Leña	43	35	78
Leña/ Gas	2	3	5
Leña/ Electricidad	2	3	5
Leña/ Parafina	0	1	1
Pellets	0	1	1
Total	**47**	**43**	**90**

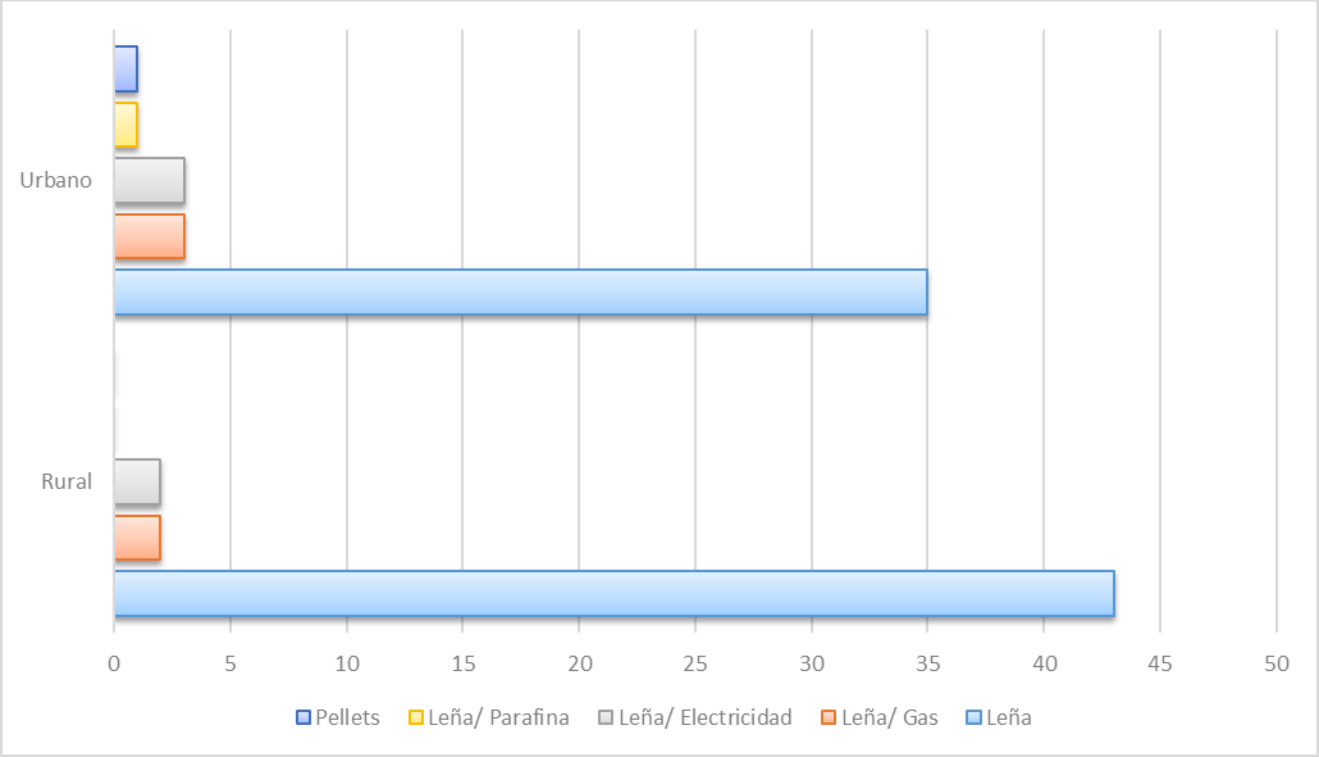
Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia (Tabla 181) que la leña constituye ampliamente el principal sistema de calefacción declarado en ambos sectores. En el ámbito rural, 43 de las 47 viviendas encuestadas utilizan exclusivamente leña, equivalentes al 92%. En el sector urbano, esta proporción alcanza 35 de 43 viviendas, correspondientes al 81%.

Los sistemas combinados presentan una participación menor. En el sector rural se registran combinaciones de leña con gas y electricidad, mientras que en el sector urbano se identifican combinaciones de leña con gas, electricidad y parafina. Asimismo, se registra una vivienda urbana que declara utilizar pellets como sistema de calefacción.

De este modo, los resultados (Figura 129) evidencian una alta dependencia de la leña en ambos sectores, aunque esta es ligeramente mayor en el ámbito rural. La presencia de sistemas complementarios es reducida, lo que da cuenta de una matriz de calefacción residencial poco diversificada.

Figura 129. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 182. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de sector	Rural	Urbano	Total
Calefactor con templador sin certificación	19	17	36
Artefacto Hechizo	0	3	3
Calefactor Cámara Simple	3	2	5
Cocina a leña	15	8	23
Salamandra	7	11	18
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	3	1	4
Chimenea abierta	0	1	1
Total	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

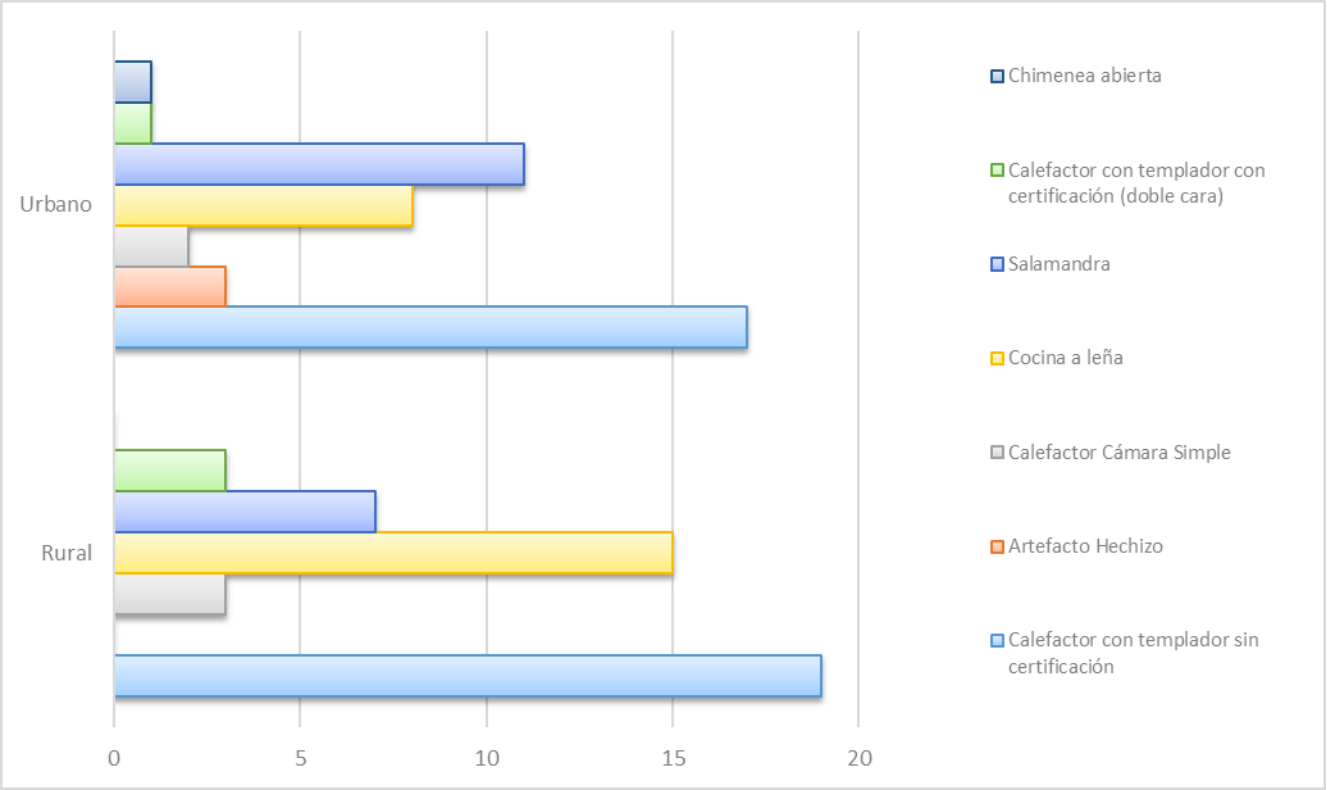
En el sector rural (Tabla 182), los artefactos con mayor presencia corresponden a los calefactores con templador sin certificación, con 19 menciones (40%), seguidos por las cocinas a leña, con 15 (32%), y las salamandras, con 7 (15%).

En el sector urbano, los calefactores con templador sin certificación también presentan una presencia importante, con 17 menciones (40%), seguidos por las salamandras, con 11 (26%), y las cocinas a leña, con 8 (19%).

Los calefactores con templador certificado presentan una presencia reducida, con 3 unidades en el sector rural y 1 en el urbano. Asimismo, se identifican artefactos hechizos exclusivamente en el sector urbano, además de una chimenea abierta.

A partir del análisis se identifica (Figura 130) una presencia relevante de equipos tradicionales y calefactores con templador sin certificación en ambos sectores. Esta situación permite identificar oportunidades de intervención asociadas al recambio tecnológico y a la incorporación de equipos de mayor eficiencia y menores emisiones.

Figura 130. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 183. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Total
Sí	8	17	25
No	31	22	53
Tal vez	8	4	12
Total	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

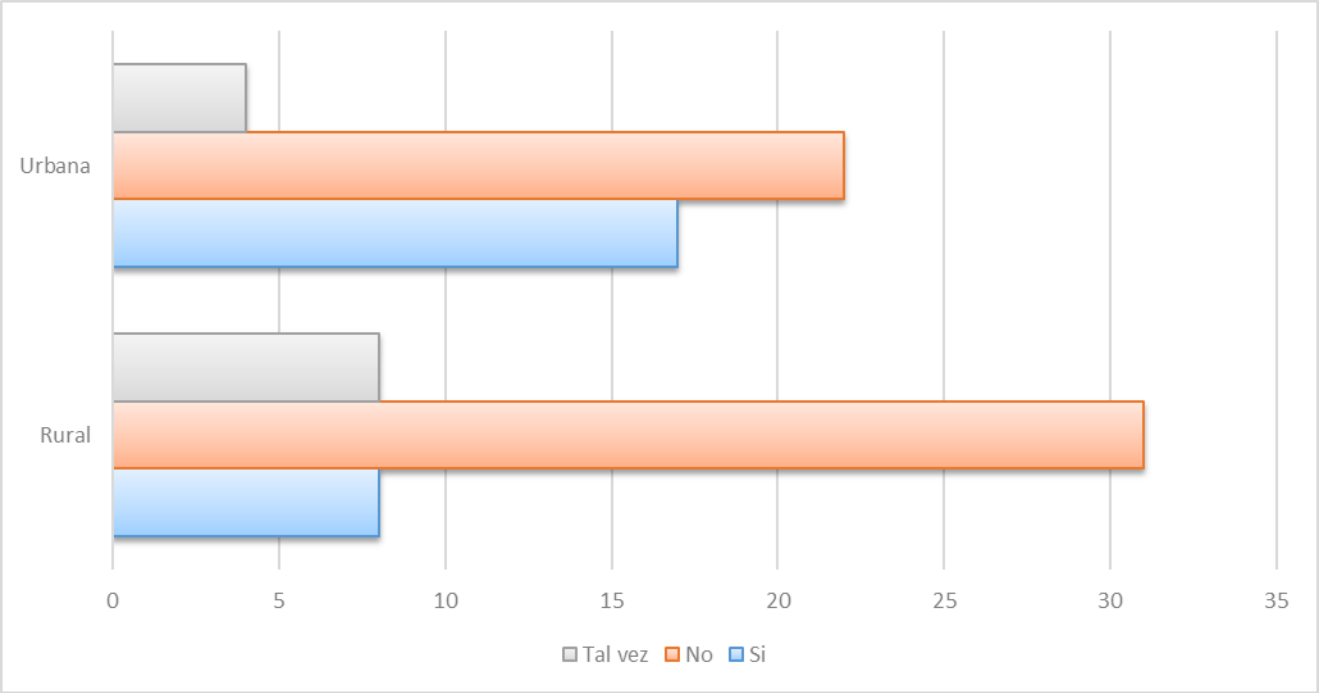
En el sector rural (Tabla 183), 8 viviendas (17%) manifiestan estar dispuestas a cambiar su artefacto, mientras que 31 (66%) declaran no estarlo. Por otro lado, otras 8, equivalente al 17% indicaron que tal vez podrían realizar el cambio.

En el sector urbano se observa una mayor apertura al recambio tecnológico. En este sector, 17 viviendas (40%) señalan estar dispuestas a cambiar su equipo, mientras que 22 (51%) manifiestan no estarlo y 4 (9%) presentan una disposición eventual.

Los datos (Figura 131) reflejan una diferencia territorial relevante: mientras en el sector rural predomina con mayor intensidad la negativa al recambio, en el sector urbano existe una mayor proporción de hogares que manifiesta disposición a sustituir sus equipos.

No obstante, en ambos sectores existe un grupo de hogares que presenta algún grado de apertura al cambio. Este segmento puede constituir un público potencial para estrategias de información, incentivos económicos y acompañamiento técnico orientadas al recambio de equipos.

Figura 131. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 184. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Eléctrica/ Aire acondicionado	0	1	1
Pellets	8	14	22
Gas	0	1	1
Eléctrica	2	3	5

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Aire acondicionado	1	0	1
Otro	1	0	1
Sin información	35	24	59
Total	**47**	**43**	**90**

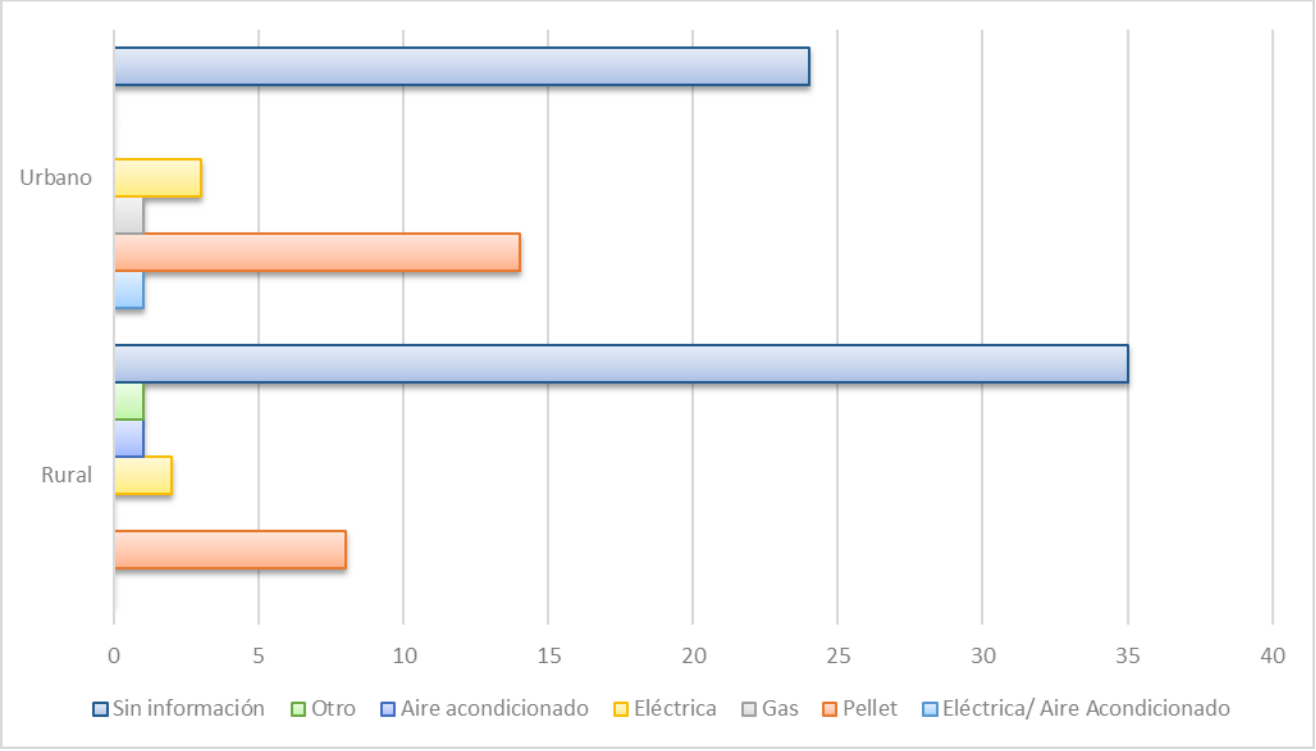
Fuente: Elaboración propia.

Entre las alternativas señaladas (Tabla 184,Figura 132), los sistemas a pellets concentran ampliamente la mayor preferencia, con 8 menciones en el sector rural y 14 en el urbano, alcanzando 22 menciones en total. Le siguen los sistemas eléctricos, con 5 menciones, mientras que las demás alternativas presentan una presencia puntual.

Sin embargo, 59 viviendas no entregaron información respecto de la alternativa que preferirían para un eventual recambio. Por esta razón, las preferencias deben interpretarse considerando que solo una parte de la muestra manifestó una alternativa específica.

Entre quienes sí señalaron una opción, los pellets constituyen claramente la tecnología con mayor aceptación potencial en ambos sectores, particularmente en el ámbito urbano. Este antecedente puede ser considerado en el diseño de futuras estrategias de recambio, aunque su pertinencia deberá evaluarse en función de los costos, disponibilidad de combustible, condiciones de las viviendas y capacidad de los hogares para asumir los costos de adquisición y operación.

Figura 132. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción (Tabla 185).

Tabla 185. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Total
Leña	42	40	82
Leña/ Carbón vegetal	1	0	1
Leña/ Podas	4	1	5
Pellets	0	1	1
Sin información	0	1	1
Total	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

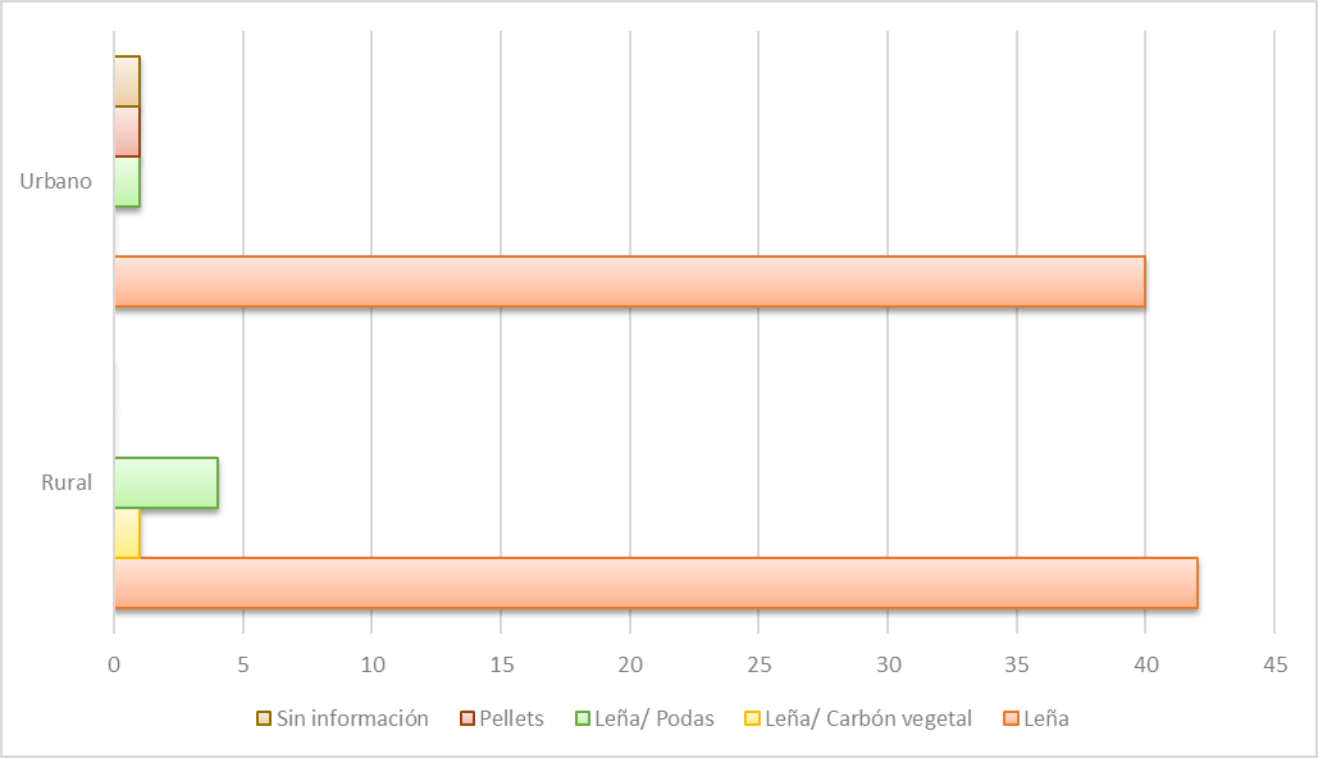
El uso de leña como combustible exclusivo predomina ampliamente en ambos sectores, con 42 viviendas rurales y 40 urbanas. Esto representa el 89% de las viviendas rurales y el 93% de las urbanas.

En el sector rural se identifican, además, 4 viviendas que combinan leña y podas y una que utiliza leña junto con carbón vegetal. En el sector urbano se registra una vivienda que combina leña y podas y una que utiliza pellets.

La información confirma (Figura 133) una alta dependencia de la leña como combustible residencial, sin diferencias sustantivas entre ambos sectores. No obstante, el sector rural presenta una mayor diversidad de combinaciones, especialmente mediante el uso conjunto de leña y podas.

Este patrón constituye un antecedente relevante para futuras acciones relacionadas con educación energética, manejo adecuado de combustibles, calidad de la biomasa y reducción de emisiones asociadas a la combustión residencial.

Figura 133. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas (Tabla 186).

Tabla 186. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Hijuelas.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Eucalipto	7	11	18
Palto	15	8	23
Eucalipto/ Palto	15	13	28
Nogal	1	0	1
Palto/ Durazno/ Membrillo	1	0	1
Sauce/ Palto	1	0	1
Eucalipto/ Guindo	1	0	1

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Eucalipto/ Nogal/ Naranjo/ Limón/ Palto	1	0	1
Eucalipto/ Limón	1	1	2
Palto/ Acacio	1	0	1
Palto/ Parra	1	0	1
Eucalipto/ Aromo/ Palto	0	1	1
Eucalipto/ Pino/ Espino/ otro Palto	0	1	1
Eucalipto/ Pino	0	1	1
eucalipto/ Plátano oriental	0	1	1
eucalipto/ pino/ otro palto	0	1	1
Eucalipto/ Peumo	0	1	1
Eucalipto/ Árboles frutales	0	1	1
Almendro/ Palto	1	1	2
Sauce	1	0	1
Sin información	0	2	2
Total	**47**	**43**	**90**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las especies utilizadas de manera individual, el palto presenta la mayor frecuencia, con 23 menciones, seguido por el eucalipto, con 18. El palto presenta una mayor presencia en el sector rural, con 15 menciones, mientras que el eucalipto registra una mayor frecuencia en el sector urbano, con 11 menciones.

Destaca especialmente la combinación de eucalipto y palto, que alcanza 28 menciones en total, correspondientes a 15 viviendas rurales y 13 urbanas. Esta combinación constituye la modalidad de uso más frecuente dentro de las categorías registradas.

Asimismo, se observa una importante diversidad de combinaciones de especies, particularmente en el sector rural, donde aparecen mezclas que incorporan especies frutales y forestales como nogal, durazno, membrillo, sauce, acacio, parra y guindo, entre otras.

Siguiendo esta línea, la información levantada da cuenta de un predominio del palto, eucalipto y la combinación de ambas especies, junto con una diversidad considerable de mezclas utilizadas por los hogares. Este patrón constituye un antecedente relevante para comprender las prácticas de abastecimiento y uso de biomasa en Hijuelas, especialmente considerando las características productivas y territoriales de la comuna.

5.2.2.4.8 Principales hallazgos de la comuna de Hijuelas

La caracterización habitacional y energética de la comuna de Hijuelas revela un predominio de viviendas tipo casa, con una distribución equilibrada entre sectores urbanos y rurales, lo que permite reconocer elementos comunes y posibles particularidades territoriales. Se observa un parque habitacional compuesto principalmente por viviendas de baja altura y superficies intermedias, con una presencia importante de sistemas constructivos livianos, especialmente tabiquería, junto con viviendas de albañilería. En términos generales, las condiciones de conservación son favorables, aunque persiste un grupo de viviendas que presenta condiciones regulares o deficientes que podrían requerir acciones de mantención y mejoramiento.

La composición de los hogares muestra un predominio de familias de tamaño medio, junto con una presencia relevante de adultos mayores, niños, niñas y adolescentes y personas con enfermedades crónicas. Estos antecedentes resultan relevantes para comprender las necesidades de calefacción y confort térmico de los hogares, considerando que determinados grupos pueden presentar mayores requerimientos de protección frente a las bajas temperaturas y condiciones ambientales desfavorables.

En materia de eficiencia térmica, se observa que una parte importante de las viviendas cuenta con algún tipo de aislación; sin embargo, persisten brechas en este ámbito y en la implementación de mejoras destinadas a conservar el calor. Las intervenciones realizadas se concentran principalmente en el sellado de filtraciones, el cambio de ventanas y la aislación de muros o techumbres. En este sentido, existe una oportunidad para fortalecer el acondicionamiento térmico de las viviendas, especialmente en aquellos hogares que aún no han implementado mejoras, contribuyendo con ello a reducir las pérdidas de calor y las necesidades de calefacción.

La calefacción residencial presenta una alta dependencia de la leña, tanto en los sectores urbanos como rurales, siendo esta la principal fuente de calefacción y combustible utilizada por los hogares. Esta situación se relaciona con una presencia importante de artefactos tradicionales y equipos sin certificación, entre los que destacan los calefactores con templador sin certificación, las cocinas a leña y las salamandras. Si bien los equipos son mayoritariamente recientes y se encuentran en buenas condiciones según lo declarado por los hogares, persisten oportunidades para avanzar hacia tecnologías más eficientes y con menores emisiones.

El uso de los sistemas de calefacción se concentra principalmente durante el otoño y el invierno y presenta una frecuencia elevada entre los hogares. A ello se suma una diversidad de prácticas asociadas a la operación de los artefactos, particularmente respecto del manejo del tiraje, lo que refuerza la importancia de fortalecer la información sobre el uso adecuado de los equipos, la mantención y las condiciones que favorecen una combustión eficiente.

En cuanto a la disposición al recambio tecnológico, se observa una actitud mayoritariamente conservadora, aunque existe un grupo relevante de hogares que manifiesta algún grado de apertura a reemplazar sus actuales artefactos. Entre las alternativas consideradas, los sistemas a pellets concentran la mayor preferencia, seguidos por opciones eléctricas y de aire acondicionado. Esto permite identificar un segmento potencialmente receptivo a programas de recambio, cuya implementación debería considerar las condiciones económicas, territoriales y las prácticas de calefacción existentes.

Respecto del abastecimiento de combustible, se observa una importante presencia de mecanismos de autoabastecimiento mediante recolección propia, junto con una concentración de las compras durante la temporada invernal. Esta situación resulta relevante desde la perspectiva de la calidad del combustible, dado que el momento de adquisición y las condiciones de almacenamiento pueden incidir en el adecuado secado de la leña. Si bien los hogares declaran mayoritariamente utilizar leña seca, este antecedente corresponde a una apreciación de las personas encuestadas y no a una medición directa de su contenido de humedad. Asimismo, se identifica una amplia diversidad de especies utilizadas, destacando especialmente el palto y el eucalipto, tanto de manera individual como combinada.

En términos territoriales, los resultados muestran más elementos comunes que diferencias estructurales entre los sectores urbanos y rurales. Ambos presentan una fuerte dependencia de la leña y una presencia significativa de tecnologías tradicionales. Las principales diferencias se relacionan con la disponibilidad de aislación térmica, la composición de los artefactos y la disposición al recambio, observándose una mayor apertura al cambio en los hogares urbanos, mientras que en el sector rural adquieren mayor relevancia las prácticas de autoabastecimiento y la diversidad de especies de leña utilizadas.

En resumen, los principales desafíos de Hijuelas se vinculan con la alta dependencia de la leña, el fortalecimiento del acondicionamiento térmico de las viviendas, la promoción de prácticas adecuadas de uso, secado y almacenamiento del combustible y la incorporación progresiva de tecnologías de calefacción más eficientes. Estos desafíos se presentan de manera transversal en la comuna, pero requieren considerar las particularidades de los sectores urbanos y rurales para el diseño de futuras acciones de eficiencia energética, recambio tecnológico y reducción de emisiones asociadas a la calefacción residencial.

5.2.2.5 Comuna de Panquehue

En la comuna de Panquehue se realizó un levantamiento de información que contempló un total de 123 fichas de viviendas, correspondientes al universo de viviendas registradas durante el trabajo en terreno, tanto en sectores urbanos como rurales.

De este total, fue posible aplicar 107 encuestas a personas residentes en las viviendas, quienes proporcionaron información respecto de sus características habitacionales, sistemas de calefacción utilizados y patrones de consumo asociados.

De esta manera, el levantamiento permitió complementar la información obtenida mediante la observación y registro de las 123 viviendas fichadas con la información declarada directamente por los residentes de las 107 viviendas que participaron de la encuesta.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del levantamiento de información realizado en la comuna de Panquehue.

5.2.2.5.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Panquehue

La presente sección tiene por objetivo caracterizar las principales condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno en la comuna de Panquehue.

El análisis considera un total de 123 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales de la comuna.

La caracterización integra información obtenida mediante la observación y registro directo de las viviendas, considerando variables asociadas a la localización territorial, tipología habitacional, número de pisos, tamaño aproximado, materialidad predominante, estado general de conservación y elementos visibles relacionados con sistemas de calefacción y combustión, tales como la presencia de chimeneas y emisiones visibles de humo.

El análisis de estas variables permite reconocer las principales características del parque habitacional observado en la muestra y aproximarse a aquellos factores que podrían relacionarse con las condiciones de habitabilidad, el confort térmico, la eficiencia energética y las necesidades de calefacción de los hogares.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

La variable permite identificar la ubicación territorial de las viviendas fichadas, diferenciando entre sectores urbanos y rurales de la comuna de Panquehue.

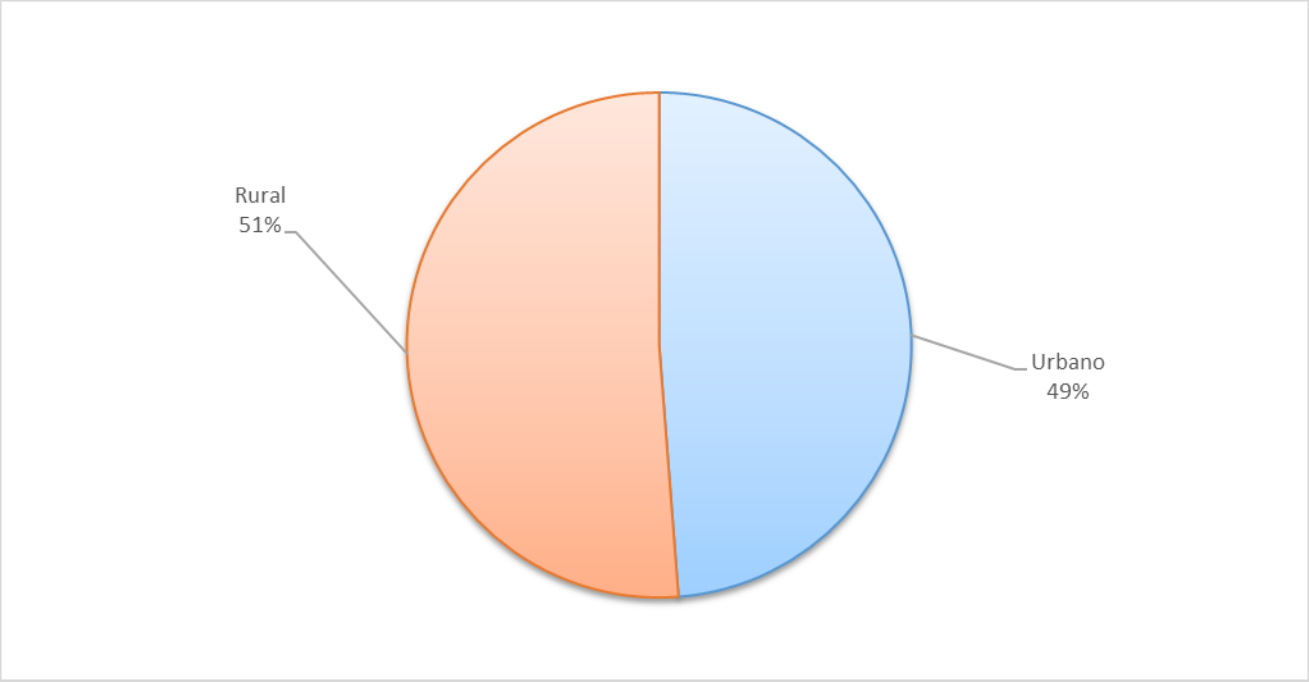
Tabla 187. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Panquehue.

Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	60	49%
Rural	63	51%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de las viviendas fichadas (Tabla 187, Figura 134) presenta una composición relativamente equilibrada entre sectores urbanos y rurales, aunque con una ligera mayor presencia de viviendas rurales. Del total registrado, el 51% se localiza en sectores rurales y el 49% en sectores urbanos. Esta distribución permite contar con una representación de ambas realidades territoriales, facilitando posteriormente la identificación de posibles diferencias en las condiciones habitacionales y energéticas de los hogares.

Figura 134. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La variable permite identificar la tipología habitacional de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno de la comuna de Panquehue.

Tabla 188. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de Panquehue.

Tipo de vivienda fichada	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	123	100%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas fichadas (Tabla 188) corresponde a casas (100%), revelando una tipología habitacional completamente homogénea en la muestra. Esta condición permite centrar el análisis posterior en las características constructivas, condiciones de conservación y elementos asociados a calefacción, más que en diferencias derivadas de distintos tipos de vivienda.

- **Número de pisos de la vivienda:**

La variable permite identificar la configuración estructural de las viviendas fichadas, considerando el número de pisos presentes en cada unidad habitacional.

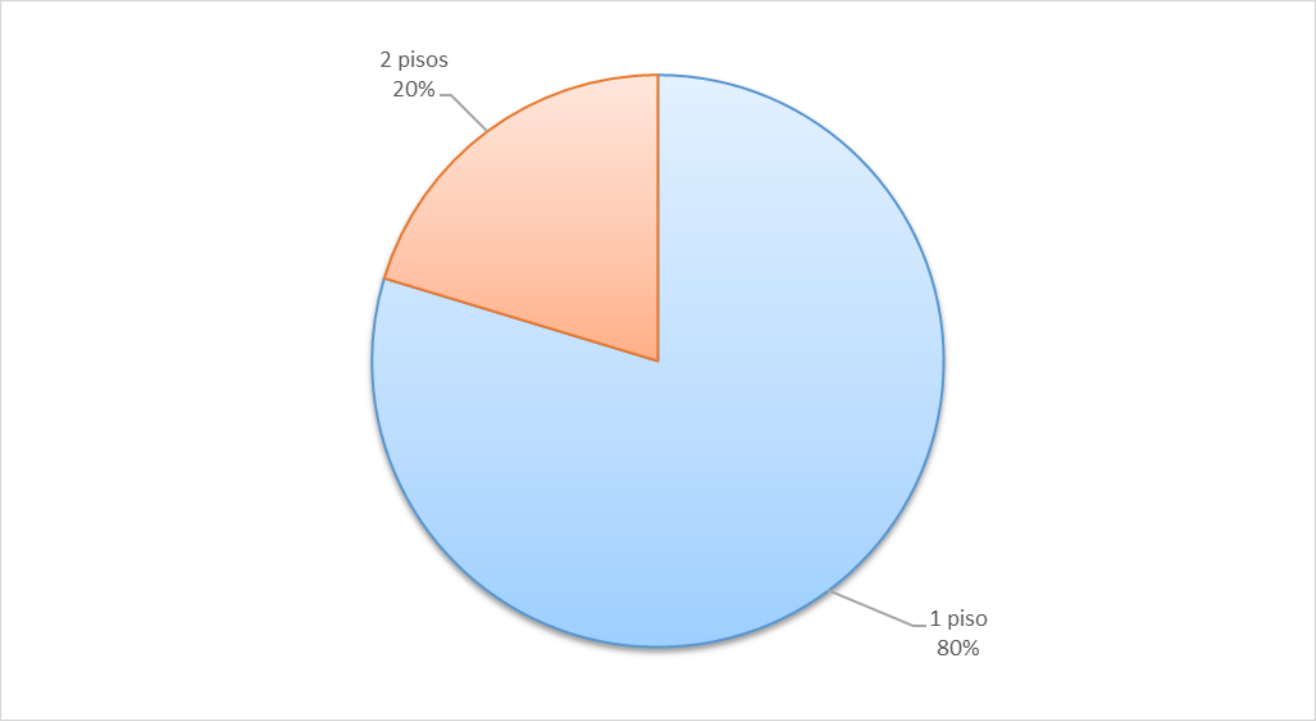
Tabla 189. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Panquehue.

Número de piso	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	98	80%
2	25	20%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa (Tabla 189, Figura 135) un claro predominio de viviendas de baja altura, dado que el 80% corresponde a viviendas de un piso, mientras que el 20% presenta dos pisos. Esta configuración da cuenta de un parque habitacional principalmente horizontal, característica que puede ser relevante para analizar posteriormente las condiciones de acondicionamiento térmico y las necesidades de calefacción de las viviendas.

Figura 135. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La variable permite caracterizar la superficie aproximada de las viviendas fichadas y reconocer diferencias en términos de escala habitacional y requerimientos de acondicionamiento térmico (Tabla 190).

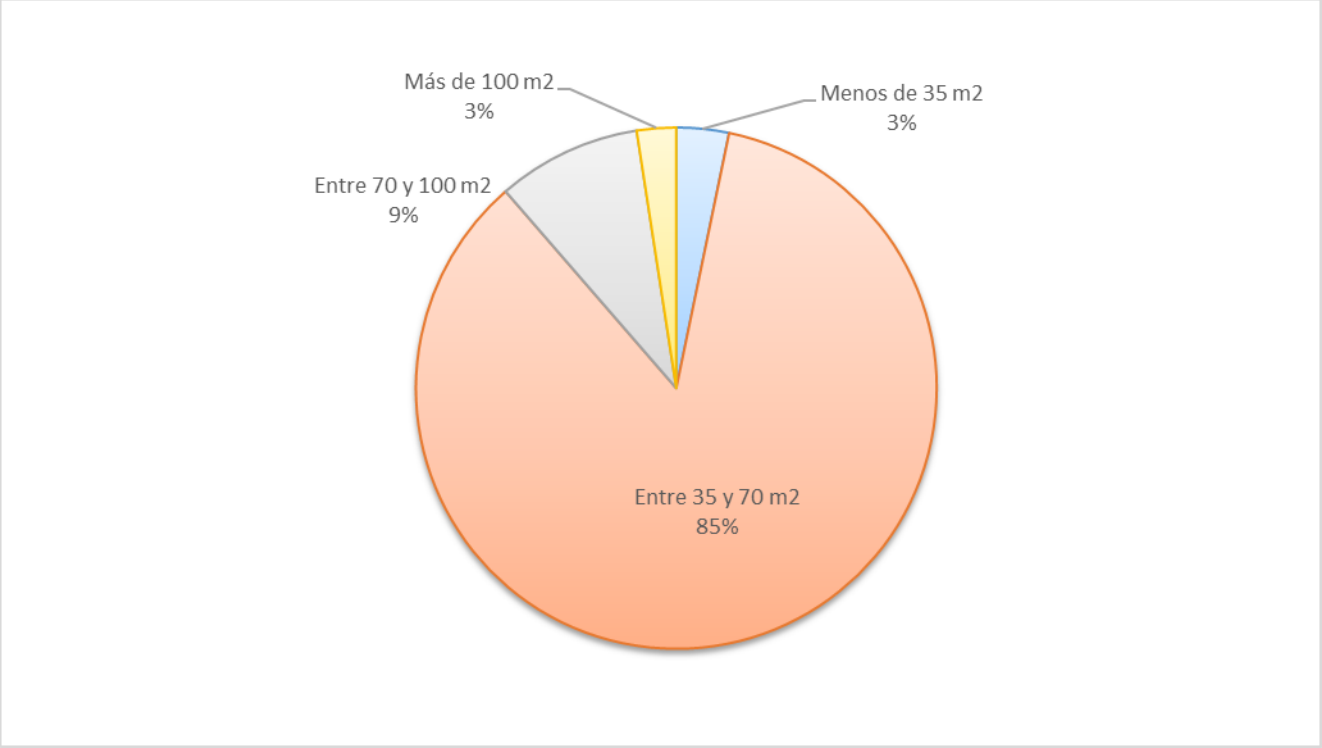
Tabla 190. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Panquehue.

Tamaño aproximado de la vivienda fichadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	4	3%
Entre 35 y 70 m²	105	85%
Entre 70 y 100 m²	11	9%
Más de 100 m²	3	3%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Las viviendas fichadas (Figura 136) presentan una marcada concentración en superficies intermedias, ya que el 85% se encuentra entre 35 y 70 m². En menor proporción se identifican viviendas de entre 70 y 100 m² (9%), mientras que las viviendas de menos de 35 m² y aquellas superiores a 100 m² representan, cada una, el 3%. La distribución sugiere, los datos muestran un parque habitacional de escala predominantemente media, lo que constituye un antecedente relevante para interpretar las necesidades de calefacción y acondicionamiento térmico.

Figura 136. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

La variable permite identificar el principal material constructivo predominante en las viviendas fichadas, constituyendo un antecedente relevante para la caracterización de sus condiciones constructivas y su posible comportamiento térmico (Tabla 191).

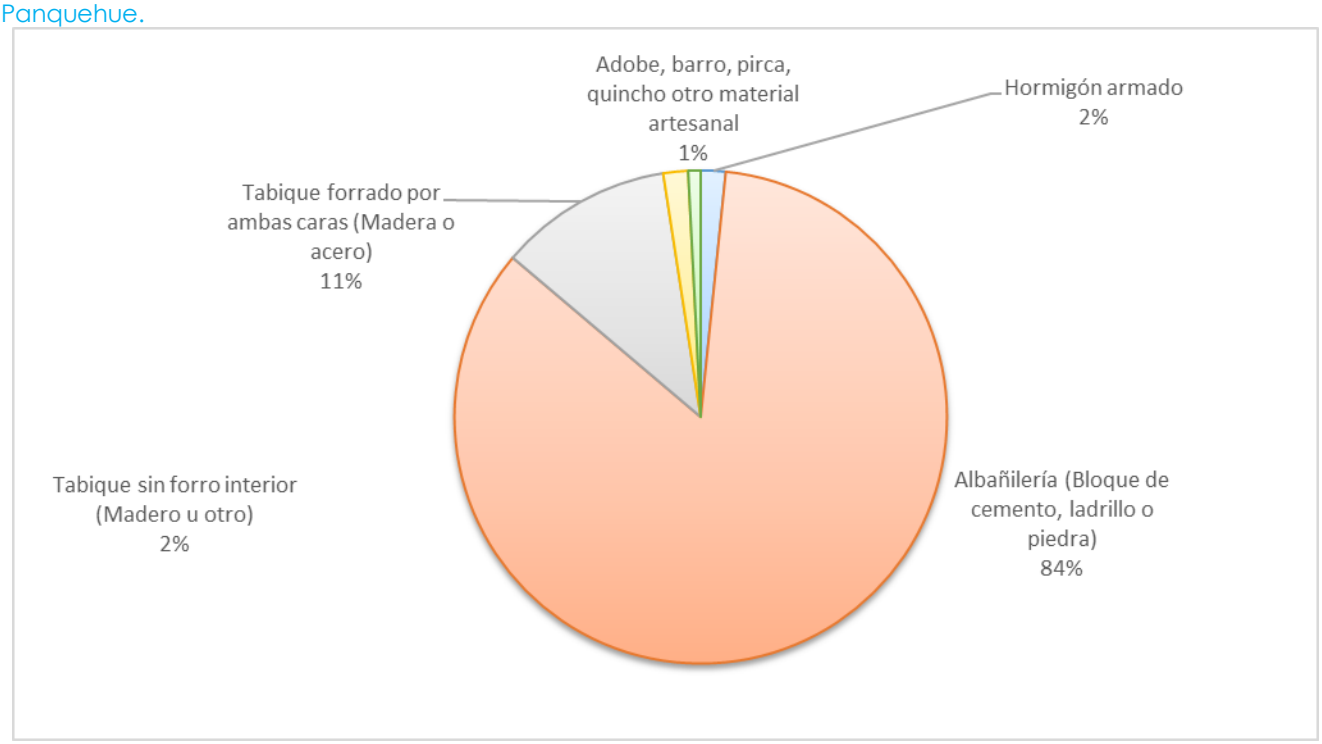
Tabla 191. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de Panquehue.

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	2	2%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	104	84%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	14	11%
Tabique sin forro interior (madera u otro)	2	2%
Adobe, barro, pirca , quincha u otro material artesanal	1	1%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La materialidad predominante (Figura 137) corresponde a la albañilería, presente en el 84% de las viviendas fichadas, seguida por el tabique forrado por ambas caras, que representa el 11%. Los restantes sistemas constructivos presentan una participación reducida, incluyendo hormigón armado y tabiques sin forro interior, con 2% cada uno, y materiales artesanales con 1%. Esta composición expone un parque habitacional predominantemente construido en albañilería, aunque mantiene una presencia secundaria de sistemas de tabiquería que resulta pertinente considerar al analizar las condiciones térmicas de las viviendas.

Figura 137. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en Comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La variable permite identificar la condición general de conservación de las viviendas fichadas, a partir de la percepción registrada durante el levantamiento de información.

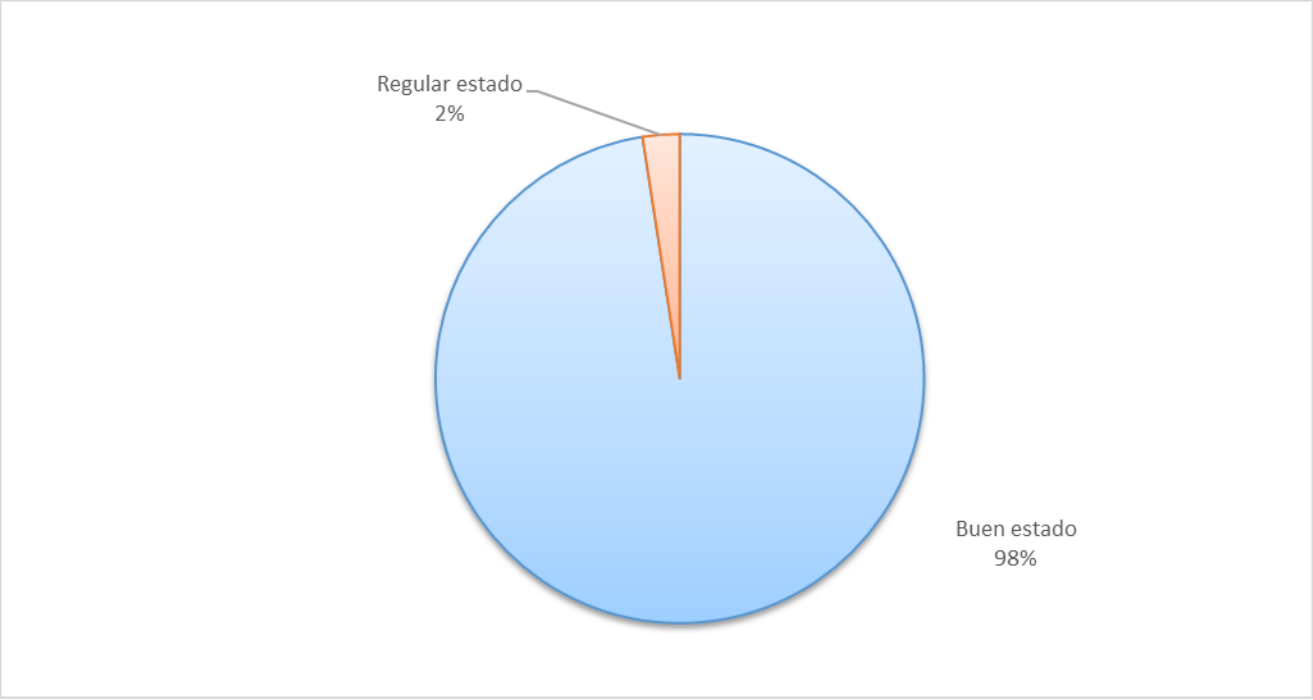
Tabla 192. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna Panquehue.

Estado general de la vivienda fichadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	120	98%
Regular estado	3	2%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación visual realizada (Tabla 192,Figura 138) durante el levantamiento muestra condiciones generales de conservación favorables, dado que el 98% de las viviendas fue clasificado en buen estado, mientras que solo el 2% presenta un estado regular. No se registraron viviendas en mal estado. A partir de estos antecedentes los datos identifican un parque habitacional con condiciones de conservación mayoritariamente adecuadas dentro de la muestra observada, sin perjuicio de que el estado general no permite por sí solo determinar las condiciones de eficiencia o desempeño térmico de las viviendas.

Figura 138. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según información levantada en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas visibles observadas en las viviendas fichadas durante el levantamiento de información en terreno.

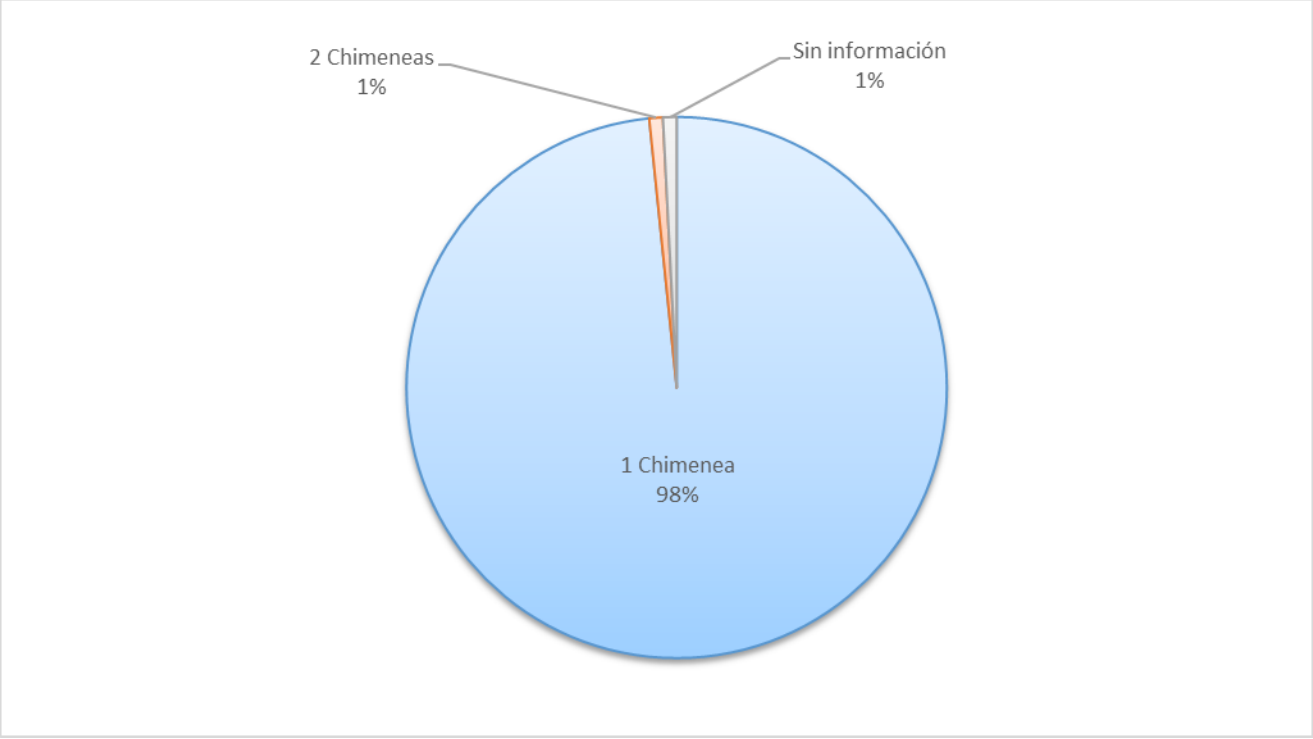
Tabla 193. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Panguehue.

N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	121	98%
2	1	1%
Sin información	1	1%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de chimeneas visibles es prácticamente generalizada (Tabla 193, Figura 139) en las viviendas observadas: el 98% presenta una chimenea visible, mientras que el 1% registra dos chimeneas y en otro 1% no fue posible obtener información. Este resultado constituye un antecedente relevante respecto de la presencia de sistemas asociados a combustión residencial y refuerza la pertinencia de analizar, mediante la información de las encuestas, los sistemas de calefacción, combustibles y prácticas de uso de los hogares.

Figura 139. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Panguehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La variable permite identificar la presencia de emisiones visibles de humo asociadas a las viviendas durante el momento específico en que se realizó la observación en terreno.

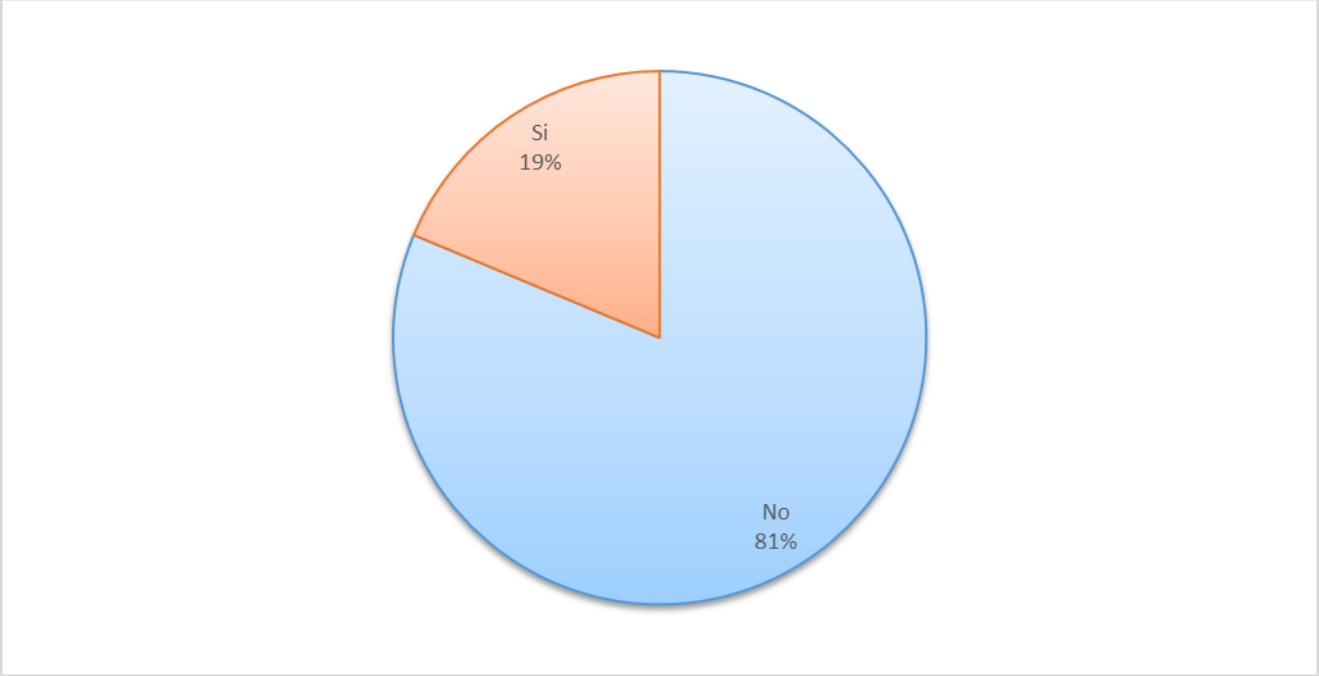
Tabla 194. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de Panquehue.

Presencia de humo visible en las viviendas fichadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	100	81%
Si	23	19%
Total	**123**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En la mayor parte de las viviendas observadas (Tabla 139,Figura 140) no se registró presencia de humo visible (81%) al momento del levantamiento. Sin embargo, el 19% presentó humo visible, lo que constituye un antecedente relevante considerando la alta presencia de chimeneas observada en la muestra. Cabe señalar que este resultado corresponde exclusivamente a una observación realizada en un momento determinado y, por tanto, no permite establecer la frecuencia o intensidad habitual de las emisiones de las viviendas.

Figura 140. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible de la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.5.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Panquehue

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las 107 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Panquehue, correspondientes a viviendas localizadas en sectores urbanos y rurales. La información recopilada permite complementar la caracterización habitacional desarrollada previamente, incorporando antecedentes sobre la composición y las características de los hogares participantes.

Para ello, se analizan variables relacionadas con el tamaño del hogar, la presencia de distintos grupos etarios y la existencia de personas pertenecientes a grupos potencialmente vulnerables. Estos

antecedentes permiten caracterizar la estructura sociodemográfica de la población encuestada y aportar elementos para comprender cómo la composición de los hogares puede incidir en sus necesidades de calefacción, consumo energético y confort térmico, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Número de integrantes del hogar:**

La variable permite identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar su composición y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, el consumo energético y el uso de combustibles dentro de las viviendas.

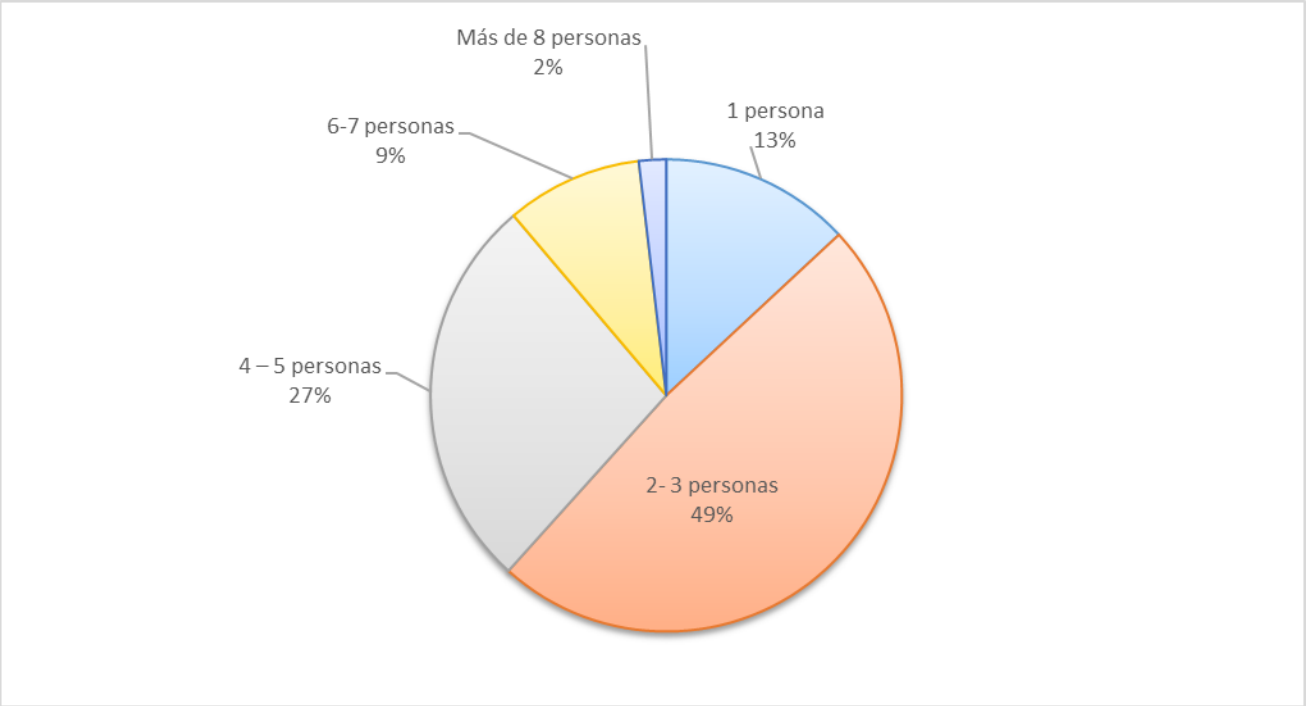
Tabla 195. Distribución del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Panguehue.

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	14	13%
2 a 3 personas	52	49%
4 a 5 personas	29	27%
6 a 7 personas	10	9%
Más de 8 personas	2	2%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los hogares encuestados (Tabla 140) se concentran principalmente en grupos de tamaño pequeño y medio. El 49% corresponde a hogares de 2 a 3 integrantes, seguido por aquellos conformados por 4 a 5 personas, que representan el 27%. Los hogares unipersonales alcanzan el 13%, mientras que aquellos de 6 a 7 integrantes representan el 9% y los hogares de más de 8 personas alcanzan el 2%. En conjunto, los resultados (Figura 141) muestran una estructura predominantemente compuesta por hogares de 2 a 5 integrantes, aspecto relevante para comprender las necesidades de calefacción, consumo energético y uso de los espacios al interior de las viviendas.

Figura 141. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La presente variable permite identificar la presencia de grupos etarios y personas con condiciones de vulnerabilidad al interior de los hogares encuestadas, considerando población infantil, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Su análisis resulta relevante para reconocer grupos potencialmente más expuestos a condiciones ambientales adversas, bajas temperaturas y contaminación intradomiciliaria.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, pudiendo superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 196. Distribución de grupos etarios identificados en los hogares encuestadas en la comuna de Panquehue.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	30
Adultos mayores (60 años o más)	78
Personas con enfermedades crónicas	44
Personas en situación de discapacidad	16
No registran tales grupos	11
Total menciones	**179**

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de adultos mayores (Tabla 196) constituye el grupo con mayor número de menciones, identificándose en aproximadamente el 73% de los hogares encuestados, seguido por las personas con enfermedades crónicas, presentes en cerca del 41%, y los niños, niñas y adolescentes, identificados en el 28%. Asimismo, el 15% de los hogares registra personas en situación de discapacidad, mientras que en aproximadamente el 10% no se identifican los grupos considerados. Dado que esta pregunta permitía seleccionar más de una alternativa, las categorías no son excluyentes. En términos generales, la presencia significativa de adultos mayores y otros grupos potencialmente vulnerables constituye un antecedente relevante para el análisis de las necesidades de confort térmico y las condiciones de calefacción de los hogares.

5.2.2.5.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue

A partir de las 107 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Panquehue, esta sección analiza las principales condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, considerando la presencia de aislación térmica y los sectores en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten conocer, desde la percepción de las personas encuestadas, las condiciones de acondicionamiento térmico de las viviendas y reconocer posibles brechas que podrían influir en el confort térmico y en las necesidades de calefacción de los hogares durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica destinada a mejorar la conservación de la temperatura interior.

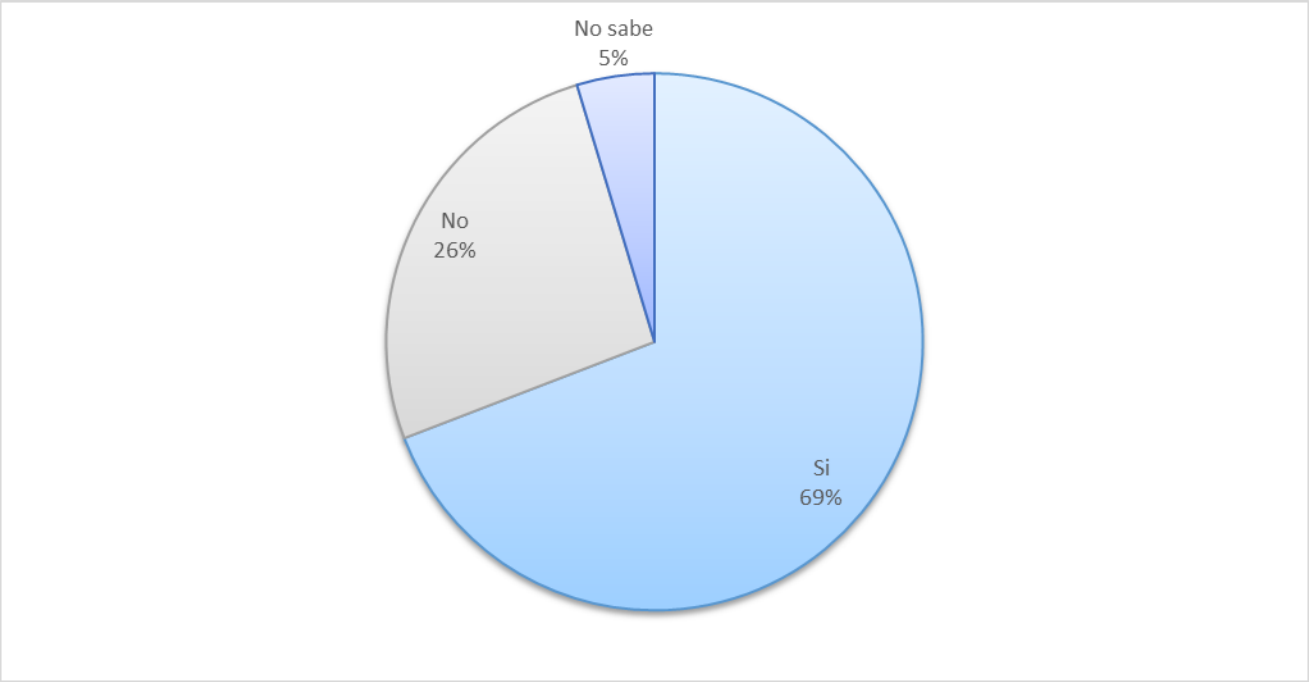
Tabla 197. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Panquehue.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	74	69%
No	28	26%
No sabe	5	5%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 197) muestran que la mayoría de las viviendas encuestadas declara contar con algún tipo de aislación térmica. En concreto, 74 viviendas (69%) señalan disponer de aislación, mientras que 28 viviendas (26%) indican no contar con ella y 5 viviendas (5%) manifiestan desconocer esta condición. Estos resultados (Figura 142) indican una presencia mayoritaria de medidas de aislación térmica en las viviendas encuestadas; sin embargo, la existencia de un grupo relevante que no dispone de aislación constituye una brecha que podría incidir en la conservación del calor y, consecuentemente, en los requerimientos de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Figura 142. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales sectores de las viviendas donde se encuentra presente la aislación térmica. Debido a que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un sector, los resultados se presentan como número de menciones (Tabla 198).

Tabla 198. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Panquehue.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	69
Muros	29
Piso	1
Ventanas	2
Sin información	5
No cuenta con aislación	29
Total menciones	**135**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los sectores donde se encuentra incorporada la aislación térmica, se registran 69 menciones para la techumbre, constituyéndose en el componente donde se concentra principalmente este tipo de acondicionamiento. Le siguen los muros, con 29 menciones, mientras que el piso registra 1 mención y las ventanas 2 menciones. Asimismo, se registran 5 menciones asociadas a

desconocimiento y 29 menciones correspondientes a viviendas que no cuentan con aislación. Dado que la pregunta permite seleccionar más de una alternativa, los resultados corresponden a menciones y no a viviendas exclusivas. La concentración de la aislación en techumbres y, en menor medida, en muros, permite identificar una menor incorporación de medidas en pisos y ventanas, configurándose estos componentes como posibles ámbitos de mejoramiento del acondicionamiento térmico residencial.

5.2.2.5.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue

A partir de las 107 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Panquehue, esta sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las viviendas encuestadas.

Los resultados permiten identificar la proporción de hogares que ha realizado mejoras orientadas a favorecer la conservación del calor y reconocer los principales tipos de intervenciones implementadas, aportando antecedentes sobre el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas y las posibles brechas existentes en esta materia.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si las viviendas encuestadas han incorporado medidas orientadas a mejorar la conservación del calor al interior del hogar.

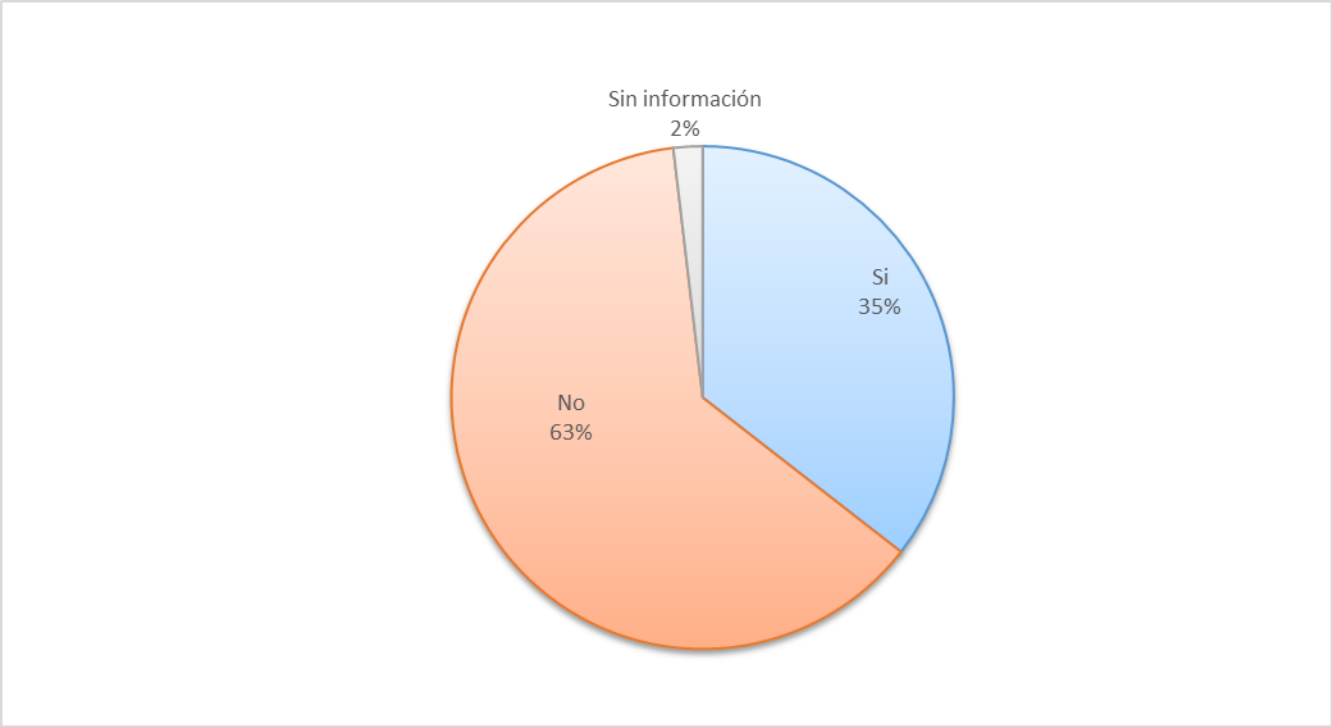
Tabla 199. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Panquehue.

Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	38	35%
No	67	63%
Sin información	2	2%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican (Tabla 199, Figura 143) que 38 viviendas (35%) declaran haber implementado mejoras orientadas a la conservación térmica, mientras que 67 viviendas (63%) señalan no haber realizado este tipo de intervenciones y 2 viviendas (2%) no entregan información. Se observa, por tanto, un predominio de viviendas que no han realizado mejoras específicas para conservar el calor, lo que constituye una brecha relevante en materia de acondicionamiento térmico y revela un potencial espacio de intervención para reducir las pérdidas de calor y las necesidades de calefacción.

Figura 143. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar los principales tipos de mejoras realizadas en las viviendas encuestadas. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas (Tabla 200).

Tabla 200. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Panquehue.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	7
Aislación de muros o techo	15
Sellado de filtraciones de aire	20
Otro	2
No se realizó mejoras	69
Total menciones	**113**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las medidas de mejoramiento térmico mencionadas, destaca el sellado de filtraciones de aire, con 20 menciones, seguido por la aislación de muros o techo, con 15 menciones, y el cambio de ventanas, con 7 menciones. Asimismo, se registran 2 menciones correspondientes a otras medidas.

En contraste, 69 menciones corresponden a viviendas que no han realizado mejoras. Considerando que esta pregunta permite seleccionar más de una alternativa, los resultados se expresan como número de menciones y no corresponden necesariamente a viviendas diferentes. En términos generales, las medidas implementadas se concentran en acciones destinadas a disminuir las pérdidas de calor por infiltraciones y mejorar la envolvente, aunque la elevada cantidad de menciones asociadas a la ausencia de mejoras confirma la existencia de un margen importante para fortalecer el acondicionamiento térmico de las viviendas.

5.2.2.5.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Panquehue, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y evaluar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones del uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas utilizadas y su relevancia dentro de las estrategias de calefacción residencial.

Cabe señalar que en aquellos hogares que utilizan más de una fuente de calefacción, estas fueron registradas como categorías combinadas. Por esta razón, los resultados corresponden a la clasificación de las 107 viviendas encuestadas.

Tabla 201. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Calefacción principal	N° Frecuencia
Leña	97
Leña/ Gas	1
Leña/ Electricidad	9
Total menciones	**107**

Fuente: Elaboración propia.

La información detalla (Tabla 201) una marcada concentración de la calefacción residencial en el uso de leña, con 97 menciones, mientras que se registran 9 menciones de la combinación leña/electricidad y 1 mención de leña/gas. Debido a que la pregunta permite seleccionar más de una alternativa, los resultados se presentan como menciones.

El fuerte predominio de la leña revela una elevada dependencia de este combustible como fuente de calefacción residencial en las viviendas encuestadas, constituyendo un aspecto central para el análisis del consumo energético y de las emisiones asociadas a la combustión de biomasa.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario utilizado en el hogar.

Tabla 202. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	107	100%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas (Tabla 202) encuestadas, correspondiente a 107 viviendas (100%), declara utilizar leña para calefaccionarse. Este resultado confirma que la leña constituye un componente transversal de las estrategias de calefacción de los hogares consultados, independientemente de que pueda combinarse con otras fuentes energéticas.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Panquehue, considerando sus características tecnológicas y posibles diferencias asociadas a eficiencia de combustión y emisiones generadas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 203. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	3
Calefactor Cámara simple	12
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	46
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	4
Salamandra	26
Cocina a leña	16
Chimenea abierta	2
Total menciones	**107**

Fuente: Elaboración propia.

Entre los artefactos utilizados, el grupo más frecuente (Tabla 203) corresponde a los calefactores con templador sin certificación (doble cámara), con 46 menciones, seguido por las salamandras, con 26

menciones, las cocinas a leña, con 16 menciones, y los calefactores de cámara simple, con 12 menciones. En menor medida, se registran 4 menciones de calefactores con templador certificado, 3 de artefactos hechizos y 2 de chimeneas abiertas. La pregunta permite múltiples respuestas, por lo que se contabilizan menciones. La predominancia de calefactores con templador sin certificación, junto con la presencia de salamandras, cocinas a leña y otros artefactos, muestra una matriz tecnológica diversa, pero con una importante presencia de equipos cuya eficiencia y comportamiento de emisiones pueden constituir un ámbito de atención en materia de recambio y uso adecuado.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 204. Distribución de la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción en las viviendas encuestadas en Comuna de Panguehue.

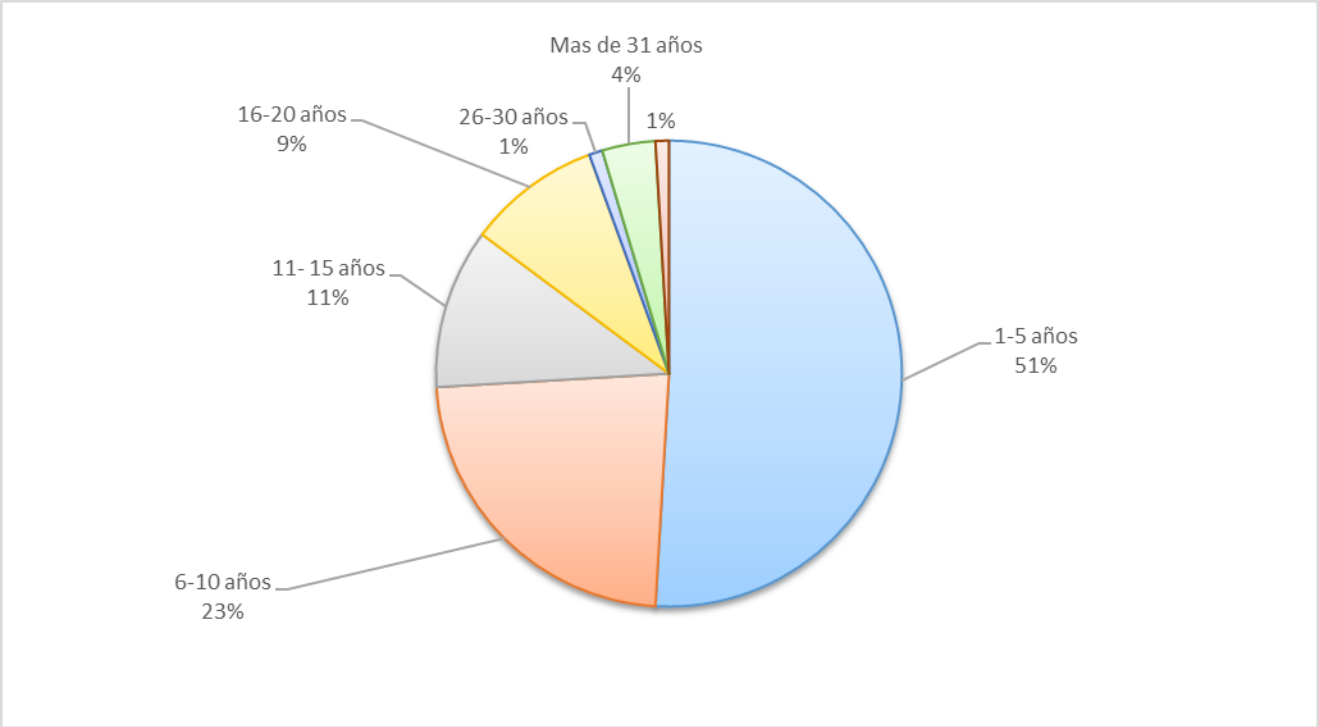
Antigüedad aproximada	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	55	51%
6-10 años	25	23%
11- 15 años	12	11%
16-20 años	10	9%
26-30 años	1	1%
Más de 31 años	4	4%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la antigüedad de los equipos (Tabla 204), 55 viviendas (51%) declaran contar con artefactos instalados hace entre 1 y 5 años, mientras que 25 viviendas (23%) presentan equipos de entre 6 y 10 años. A su vez, 12 viviendas (11%) cuentan con artefactos de entre 11 y 15 años, 10 viviendas (9%) con equipos de entre 16 y 20 años, 1 vivienda (1%) con un artefacto de entre 26 y 30 años y 4 viviendas (4%) con equipos de más de 31 años.

De este modo, se observa (Figura 144) una concentración de los artefactos en los rangos de menor antigüedad, aunque persiste un grupo de viviendas con equipos de larga data que podría requerir especial atención en eventuales estrategias de recambio tecnológico.

Figura 144. Porcentaje de años de instalación de artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según la percepción de las personas encuestadas.

Tabla 205. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	81	76%
Malo	2	2%
Fuera de uso	1	1%
Regular	23	21%
Total	**107**	**100%**

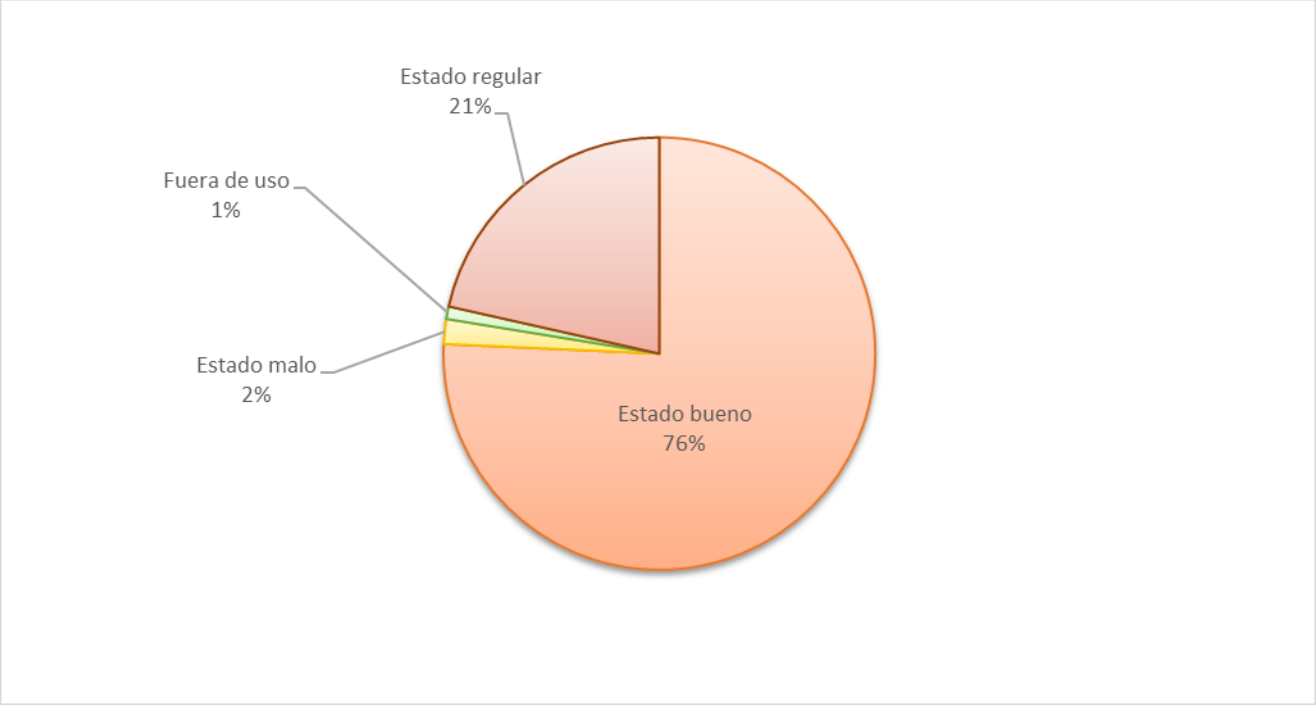
Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los artefactos (Tabla 205,Figura 145) es reportada en buen estado, con 81 viviendas (76%), mientras que 23 viviendas (21%) los califican como en estado regular. En menor medida, se registran 2 viviendas (2%) con artefactos en mal estado y 1 vivienda (1%) con un equipo fuera de uso.

Los datos muestran una condición general favorable de los equipos desde la percepción de las personas encuestadas; no obstante, la presencia de artefactos en estado regular o deficiente

constituye un aspecto relevante para las condiciones de funcionamiento, eficiencia y seguridad de los sistemas de calefacción.

Figura 145. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 206. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Tiraje artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Completamente abierto	13	12%
Cerrado	38	35%
Semiabierto	52	49%
Sin información	4	4%
Total	**107**	**100%**

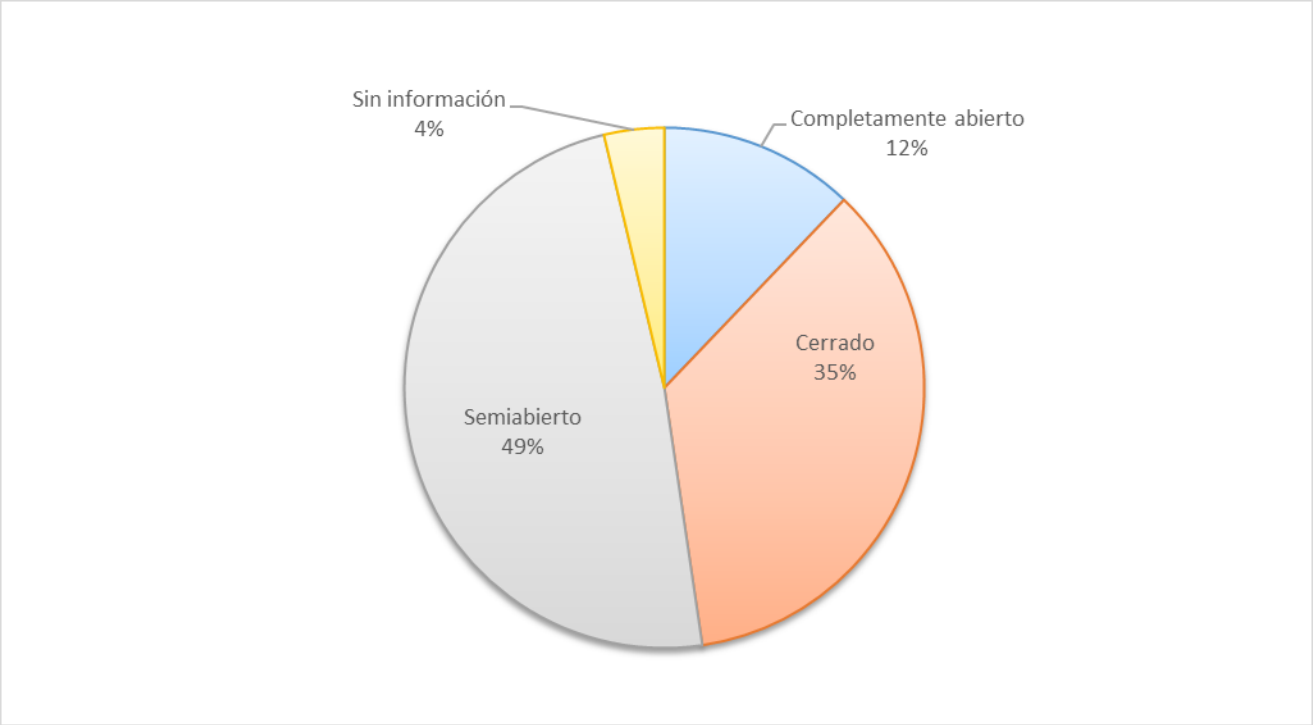
Fuente: Elaboración propia.

El uso del tiraje (Tabla 206, Figura 146) se concentra principalmente en la modalidad semiabierta, con 52 viviendas (49%), seguida por el tiraje cerrado, con 38 viviendas (35%), y el completamente abierto,

con 13 viviendas (12%). En 4 viviendas (4%) no se obtuvo información. La diversidad de prácticas observadas da cuenta de diferencias en la forma de operación de los artefactos.

En particular, el predominio del uso semiabierto y cerrado permite relevar la importancia de fortalecer conocimientos sobre el manejo adecuado del tiraje, considerando su relación con las condiciones de combustión y el funcionamiento eficiente de los equipos.

Figura 146. Distribución porcentual de uso del tiraje de artefacto a leña en viviendas encuestadas en comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 207. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	53
Julio – Septiembre (Invierno)	106
Todo el año	1
Total menciones	**160**

Fuente: Elaboración propia.

El uso de los artefactos (Tabla 207) se concentra claramente durante los meses más fríos. Se registran 106 menciones para el período julio-septiembre (invierno) y 53 menciones para abril-junio (otoño), mientras que solo se registra 1 mención correspondiente al uso durante todo el año. Dado que la pregunta permite seleccionar más de una alternativa, los resultados se presentan como menciones.

La marcada concentración del uso durante otoño e invierno expone una fuerte estacionalidad de la calefacción residencial y una dependencia particularmente intensa de los sistemas durante los meses de menores temperaturas.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas.

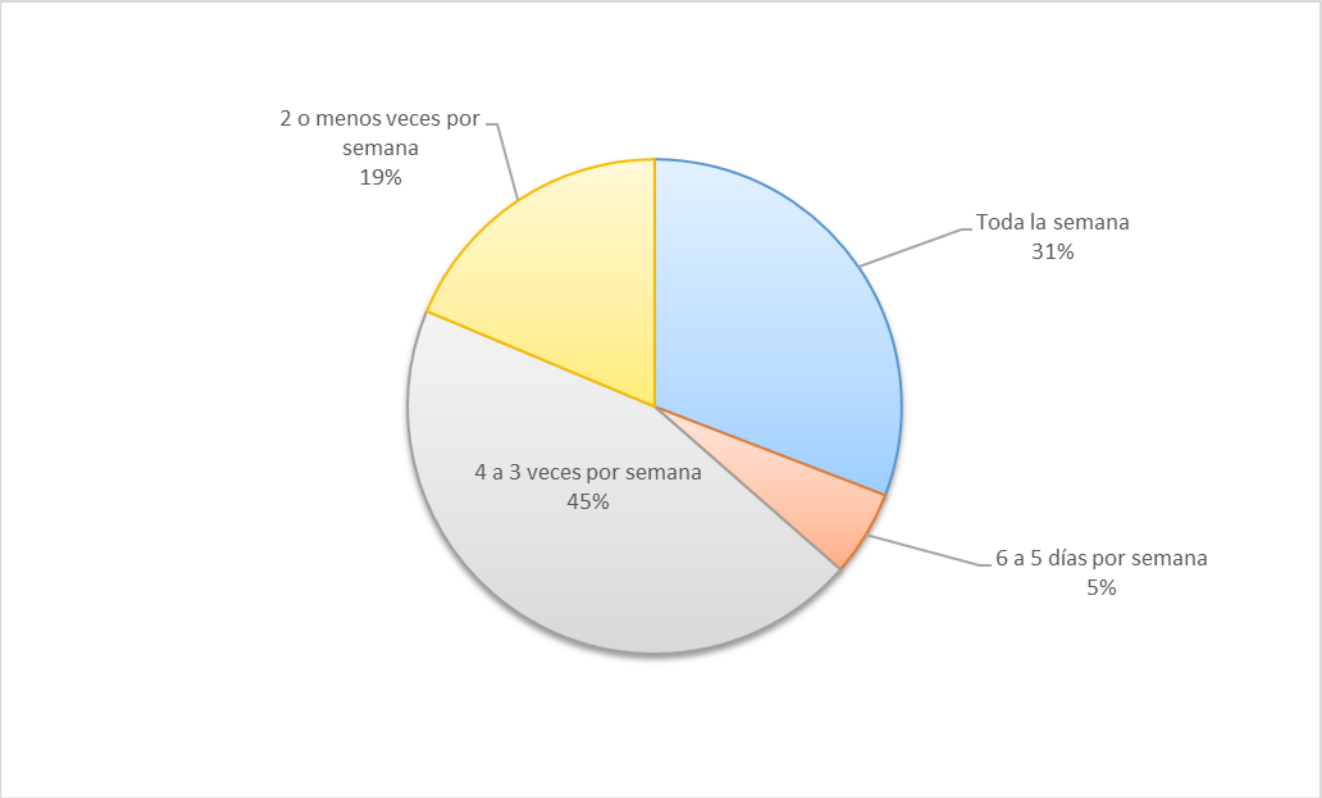
Tabla 208. Distribución del uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en la comuna de Panquehue.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	33	31%
5 a 6 días por semana	6	5%
4 a 3 veces por semana	48	45%
2 o menos veces por semana	20	19%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la frecuencia (Tabla 208, Figura 147) semanal, 48 viviendas (45%) declaran utilizar sus artefactos entre 3 y 4 veces por semana, mientras que 33 viviendas (31%) señalan utilizarlos durante toda la semana. Por su parte, 6 viviendas (5%) los utilizan entre 5 y 6 días por semana y 20 viviendas (19%) los utilizan dos veces o menos por semana. En conjunto, se observa que una proporción importante de los hogares mantiene un uso frecuente de sus sistemas de calefacción durante la temporada fría, lo que refuerza la relevancia de la eficiencia de los equipos y del adecuado manejo del combustible.

Figura 147. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Tabla 209. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	3	3%
Más de 12 horas	2	2%
Entre 6 y 12 horas	10	9%
Entre 6 y 3 horas	70	65%
Menos de 3 horas	22	21%
Total	**107**	**100%**

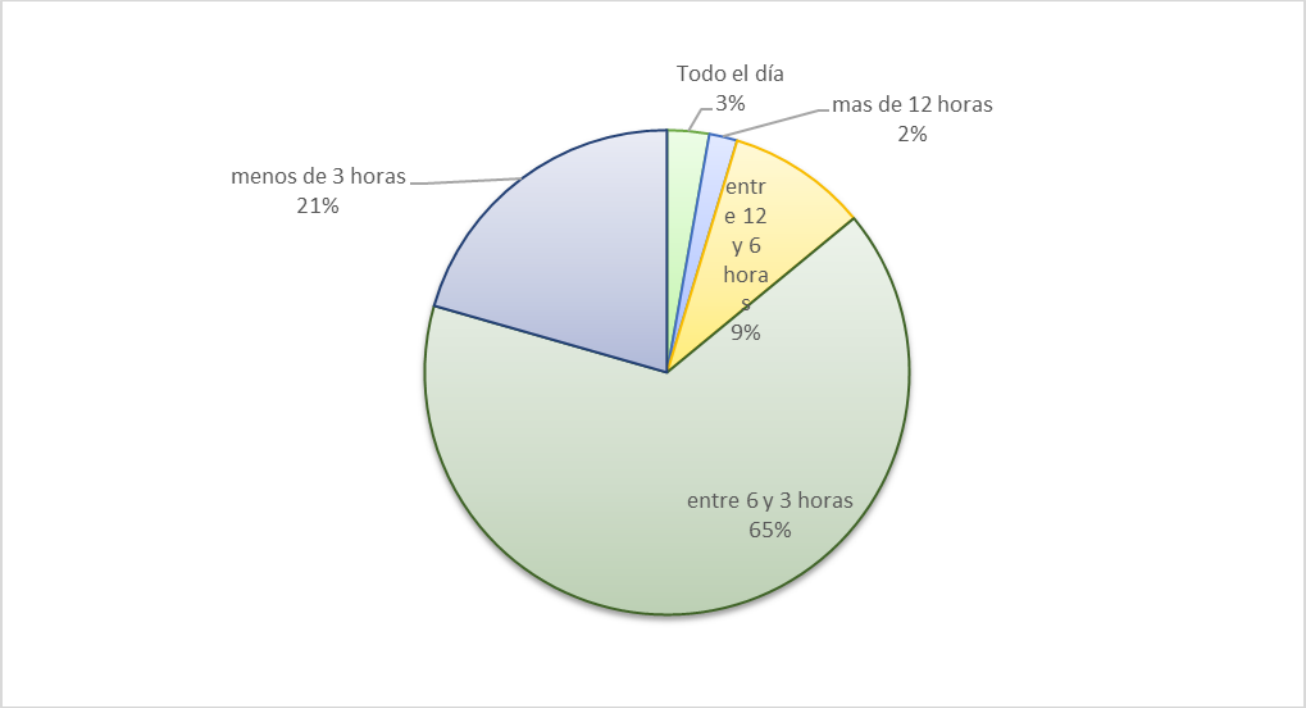
Fuente: Elaboración propia.

La duración diaria del uso (Tabla 209) se concentra principalmente entre 3 y 6 horas, con 70 viviendas (65%). Le siguen 22 viviendas (21%) que utilizan sus artefactos menos de 3 horas al día y 10 viviendas

(9%) que los mantienen funcionando entre 6 y 12 horas. En menor medida, se registran 2 viviendas (2%) con un uso superior a 12 horas y 3 viviendas (3%) que declaran utilizarlos durante todo el día.

Los resultados (Figura 148) detallan que el patrón predominante corresponde a un uso diario de duración intermedia, aunque existe un grupo de hogares que mantiene los equipos durante períodos prolongados, lo que puede traducirse en mayores requerimientos de combustible y exposición a emisiones derivadas de la combustión.

Figura 148. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes (Tabla 210).

Tabla 210. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

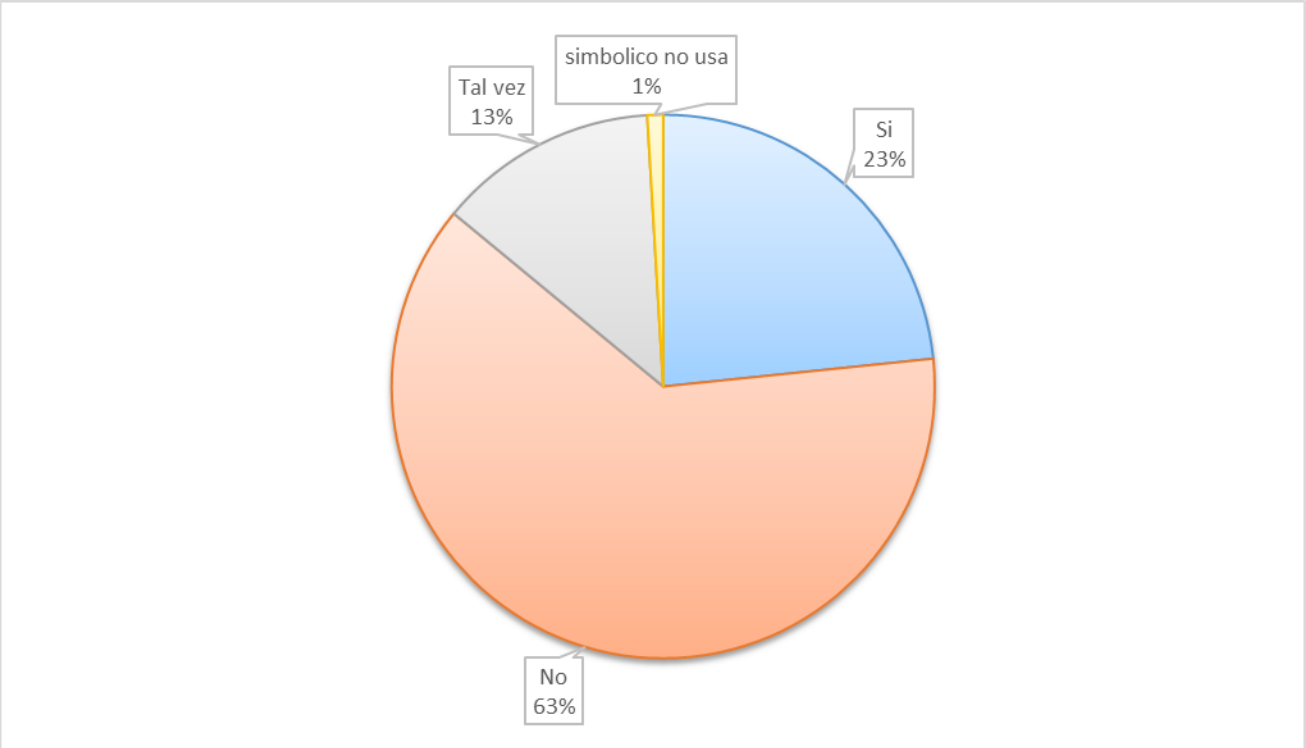
Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	25	23%
No	67	63%
Tal vez	14	13%
Simbólico no usa	1	1%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los datos revelan (Figura 149) una disposición mayoritariamente limitada al recambio de los actuales sistemas de calefacción. 25 viviendas (23%) manifiestan estar dispuestas a cambiar su artefacto, mientras que 67 viviendas (63%) señalan que no lo harían y 14 viviendas (13%) indican que tal vez realizarían el cambio. Además, se registra 1 vivienda (1%) que señala no utilizar el artefacto.

Por lo general, aunque existe un grupo de hogares con apertura al recambio, predomina la resistencia a sustituir los equipos actuales, aspecto que podría constituir un desafío para eventuales programas de recambio tecnológico y que requeriría considerar factores económicos, de acceso y de adecuación de las alternativas a las necesidades de los hogares.

Figura 149. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, los participantes registraron categorías combinadas, con el fin de precisar la información recopilada.

Tabla 211. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	10
Gas	4

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Pellets	12
Pellet/ Electricidad	1
Aire acondicionado	2
Panel solar	1
Total menciones	**30**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las alternativas de recambio mencionadas, los pellets concentran la mayor cantidad de menciones, con 12, seguidos por los sistemas eléctricos, con 10 menciones, el gas, con 4 menciones, y el aire acondicionado, con 2 menciones. También se registra 1 mención para la combinación pellet/electricidad y 1 mención para panel solar. Como la pregunta permite seleccionar más de una alternativa, los resultados corresponden a menciones.

De este modo, las preferencias se concentran en alternativas a pellets y eléctricas, lo que permite identificar estas tecnologías como las opciones con mayor aceptación entre quienes manifiestan algún grado de disposición al recambio.

5.2.2.5.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue

La presente sección tiene como objetivo caracterizar el uso de combustibles destinados a la calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Panquehue, considerando el tipo de combustible empleado, las modalidades de adquisición, los períodos de compra, las especies de leña utilizadas y los costos asociados.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando las distintas fuentes energéticas empleadas por los hogares.

Cabe señalar que en aquellos hogares que utilizan más de un tipo de combustible, estas fueron registradas como categorías combinadas. Por esta razón, los resultados corresponden a la clasificación de las 107 viviendas encuestadas.

Tabla 212. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	97
Leña/ Podas	10
Total menciones	**107**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 212) un claro predominio de la leña como combustible utilizado para calefacción. Se registran 97 casos asociados al uso exclusivo de leña, mientras que 10 corresponden al

uso combinado de leña y podas. En conjunto, los antecedentes revelan que la biomasa constituye la base de la calefacción residencial en la totalidad de los hogares analizados.

La presencia de podas como complemento de la leña constituye además un antecedente relevante respecto de las prácticas de aprovechamiento de recursos vegetales disponibles en el entorno. No obstante, para efectos del diagnóstico resulta importante considerar que las características de estos combustibles, especialmente su contenido de humedad y condiciones de almacenamiento, pueden incidir en el comportamiento de la combustión.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

Tabla 213. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

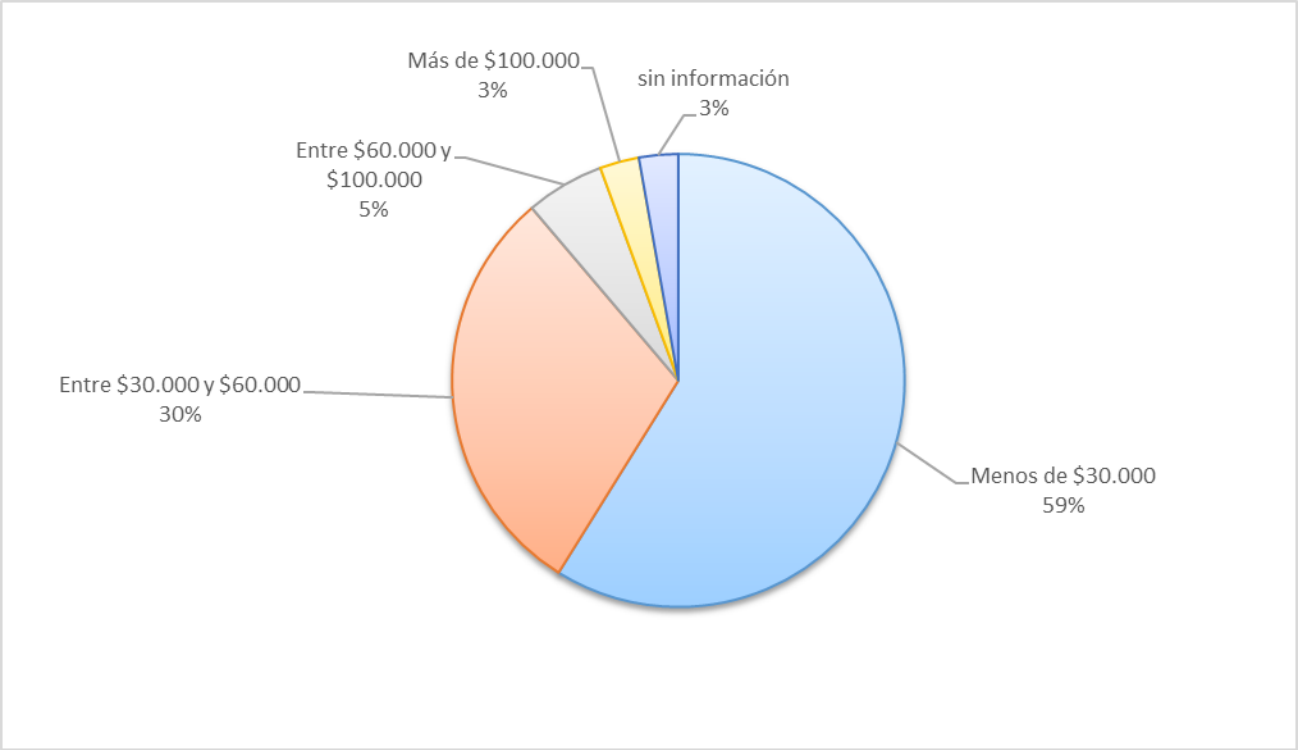
Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	63	59%
Entre $30.000 y $60.000	32	30%
Entre $60.000 y $100.000	6	5%
Más de $100.000	3	3%
Sin información	3	3%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El gasto mensual (Tabla 213, Figura 150) se concentra principalmente en los rangos de menor desembolso. 63 viviendas (59%) declaran gastar menos de $30.000 mensuales, mientras que 32 hogares (30%) destinan entre $30.000 y $60.000. En menor proporción, 6 viviendas (5%) gastan entre $60.000 y $100.000, y 3 hogares (3%) superan $100.000 mensuales. Otros tres casos (3%) no registran información.

En conjunto, la mayor parte de los hogares destina menos de $60.000 mensuales a la compra de leña, lo que deja en manifiesto un patrón de gasto relativamente concentrado en los tramos inferiores. Sin embargo, este resultado debe interpretarse junto con las modalidades de abastecimiento, dado que la recolección propia u otras formas de obtención pueden disminuir el gasto monetario sin necesariamente implicar un menor consumo de combustible.

Figura 150. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 214. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	50
Compra directa (camión)	18
Recolección propia	30
Otro	25
Total menciones	**123**

Fuente: Elaboración propia.

La compra (Tabla 214) por saco constituye la modalidad de abastecimiento más mencionada, con 50 menciones, seguida por la recolección propia, con 30, y por otras formas de adquisición, con 25 menciones. La compra directa mediante camión registra 18 menciones, mientras que no se identifican

menciones de adquisición por metro. En total se registraron 123 menciones, debido a que los hogares podían recurrir a más de una modalidad.

La información muestra la coexistencia de mecanismos de compra y autoabastecimiento. La importancia de la recolección propia y de otras formas de acceso al combustible sugiere que el abastecimiento de leña no depende exclusivamente del mercado, aspecto que debe considerarse al interpretar los niveles de gasto y al diseñar acciones relacionadas con la calidad, origen, secado y almacenamiento del combustible.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 215. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	76
Verano anterior	46
Primavera anterior	1
Otoño	1
No usa	1
Total menciones	**125**

Fuente: Elaboración propia.

La adquisición durante el mismo invierno (Tabla 215) constituye la alternativa más frecuente, con 76 menciones, seguida por la compra durante el verano anterior, con 46 menciones. La primavera anterior y el otoño registran solo 1 mención cada uno, mientras que también se registra 1 mención asociada a no uso. En total se contabilizaron 125 menciones.

La concentración del abastecimiento durante el invierno deja un manifiesto que una parte importante de los hogares adquiere el combustible coincidiendo con el período de mayor demanda. En contraste, la compra durante el verano anterior representa una estrategia de abastecimiento anticipado que puede otorgar mejores condiciones para el almacenamiento y secado de la leña antes de su utilización.

- **Especie de leña utilizada:**

La variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando diferencias asociadas a disponibilidad, poder calorífico y características de combustión.

En esta variable, las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Tabla 216. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Panguehue.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	70
Palto	39
Pino	4
Parra	7
Plátano oriental	2
Cítricos/ frutales	9
Total Menciones	**131**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las especies declaradas (Tabla 216), el eucalipto concentra la mayor cantidad de menciones, con 70, seguido por el palto, con 39. En menor medida se registran 9 menciones de cítricos y otros frutales, 7 de parra, 4 de pino y 2 de plátano oriental. Debido a la posibilidad de utilizar más de una especie, se contabilizan 131 menciones en total.

Los resultados muestran un claro predominio del eucalipto y el palto, acompañado por la utilización de especies asociadas al entorno agrícola y productivo. La presencia de parra, cítricos y otros frutales constituye un antecedente relevante para comprender las prácticas locales de aprovechamiento de biomasa disponible para calefacción.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión.

Tabla 217. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Panguehue.

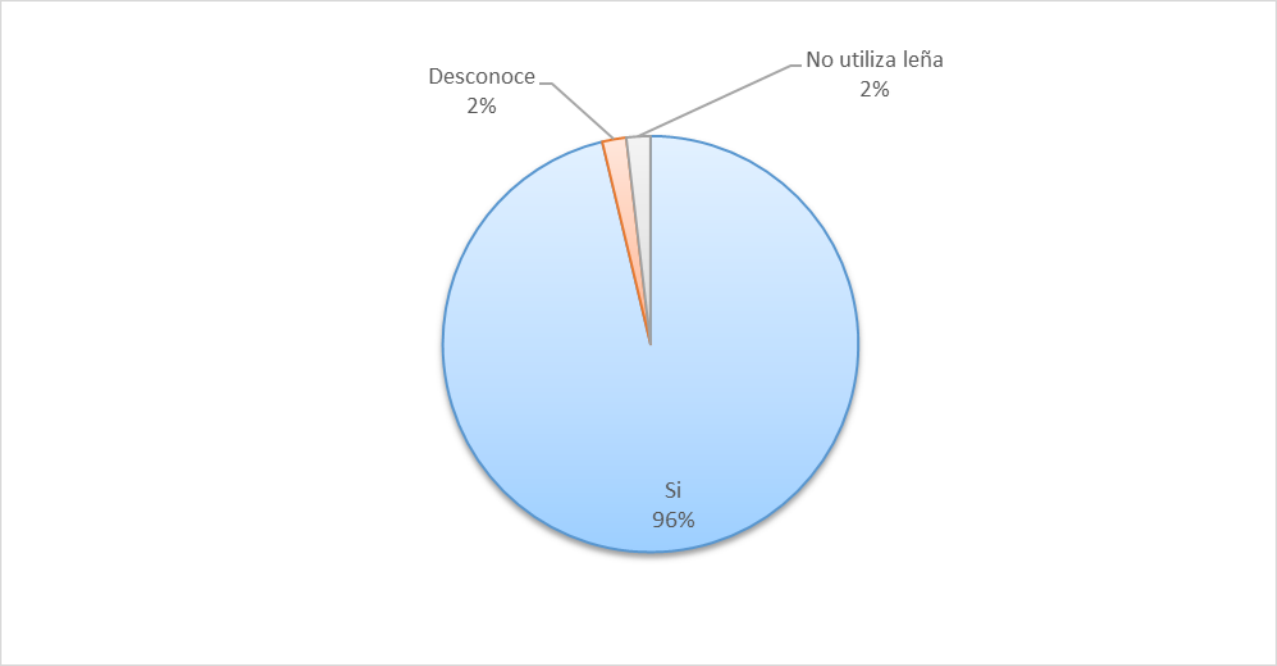
Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	103	96%
No	2	2%
No responde	2	2%
Total	**107**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La utilización declarada de leña seca (Tabla 217) se encuentra ampliamente extendida: 103 viviendas (96%) señalan emplear leña seca, mientras que 2 hogares (2%) indican no hacerlo y otros 2 casos (2%) no entregan información.

Este resultado (Figura 151) constituye un antecedente favorable desde el punto de vista de las prácticas de uso del combustible. No obstante, debe interpretarse con cautela, dado que corresponde a la percepción de las personas encuestadas y no a una medición directa del contenido de humedad de la leña.

Figura 151. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.5.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Panquehue

En esta sección se comparan las viviendas encuestadas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Panquehue, utilizando la información obtenida mediante la aplicación de encuestas a 107 hogares.

El análisis considera variables asociadas a las características de las viviendas, las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los combustibles utilizados y la disposición al recambio tecnológico, con el fin de reconocer patrones territoriales y aportar antecedentes para el diagnóstico energético comunal.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Como punto de partida, se presenta la distribución territorial de las viviendas encuestadas, diferenciando aquellas ubicadas en sectores urbanos y rurales. Esta clasificación permite contextualizar los resultados de las secciones siguientes, considerando que las características del territorio pueden influir en las condiciones habitacionales y en las prácticas de calefacción de los hogares (Tabla 218).

Tabla 218. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Panquehue.

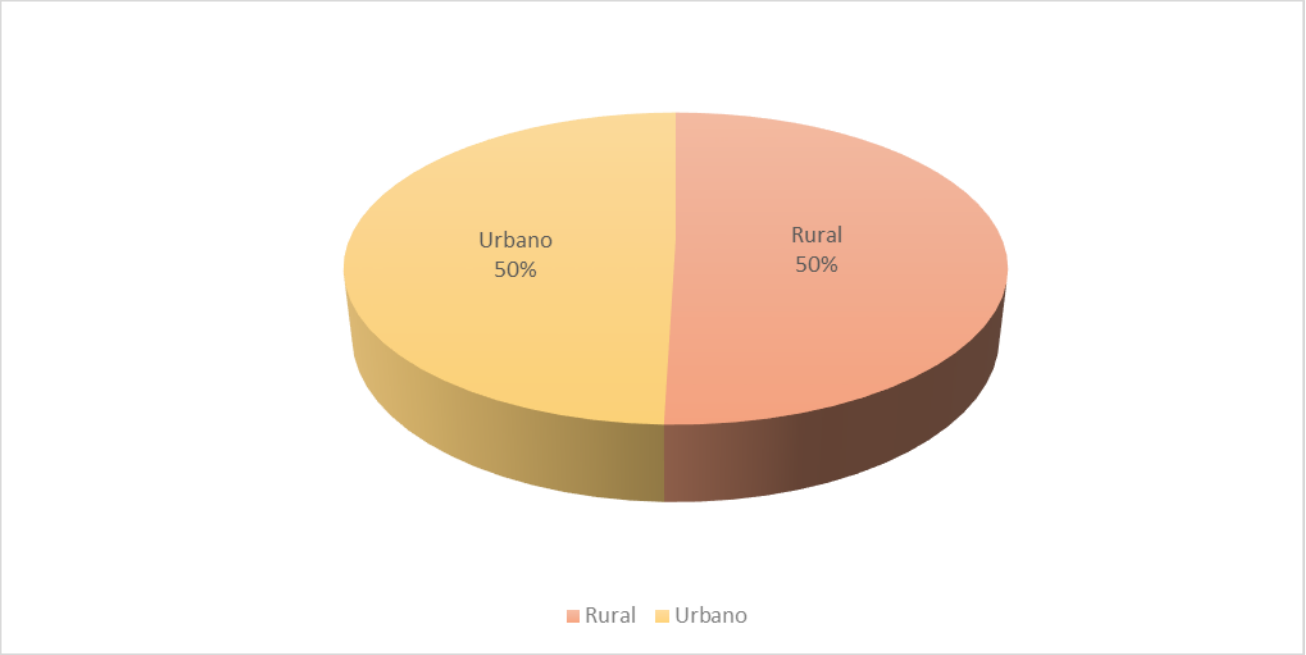
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	54
Urbano	53
Total	**107**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución (Figura 152) territorial de las 107 viviendas encuestadas es prácticamente equilibrada: 54 viviendas se localizan en sectores rurales (50%) y 53 en sectores urbanos (50%).

Esta composición constituye una fortaleza para el análisis comparativo, dado que permite observar posibles diferencias entre ambos contextos sin que exista una sobrerrepresentación significativa de uno de ellos.

Figura 152. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de la muestra, se analizó la distribución del tipo de vivienda según su localización en sectores rurales y urbanos de la comuna de Panquehue. Esta información permite establecer si existen diferencias en la tipología habitacional entre ambos contextos territoriales y complementar el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética de los hogares.

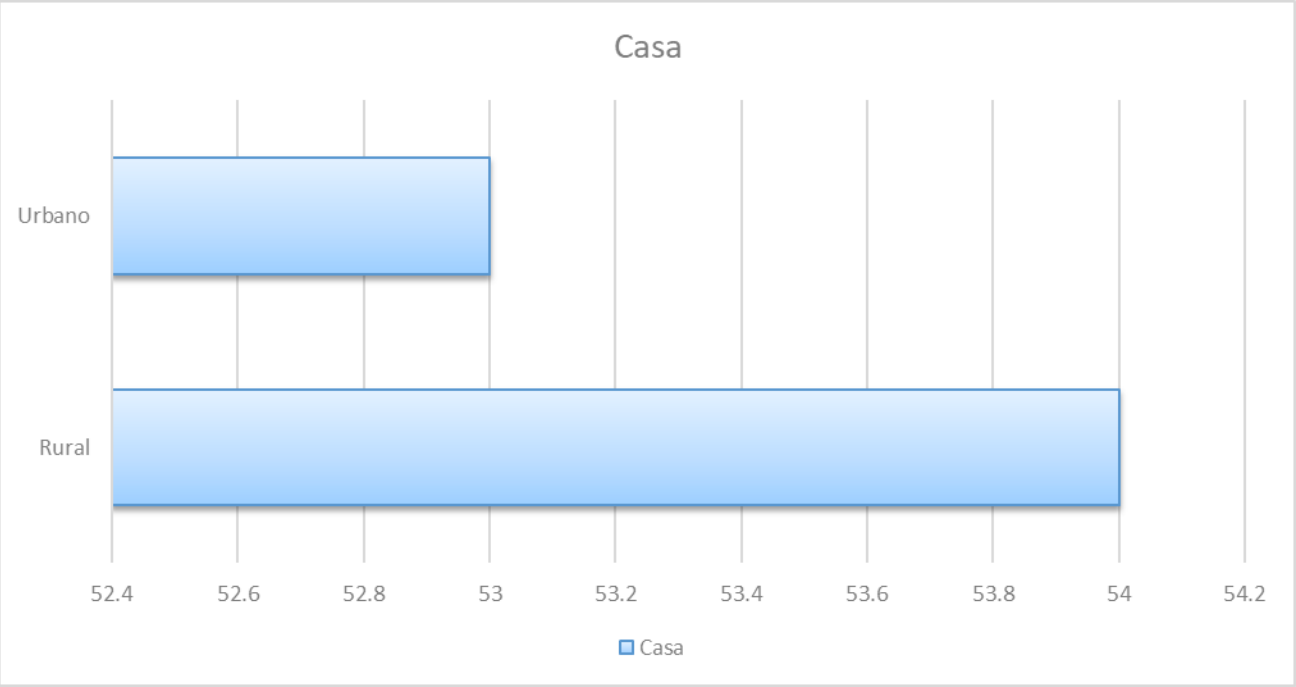
Tabla 219. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Total
Casa	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas encuestadas (Tabla 219,Figura 153) corresponde a casas, distribuidas en 54 viviendas rurales y 53 urbanas. En consecuencia, no se identifican diferencias territoriales asociadas a la tipología habitacional.

Figura 153. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Panquehue, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento.

Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 220. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Panquehue.

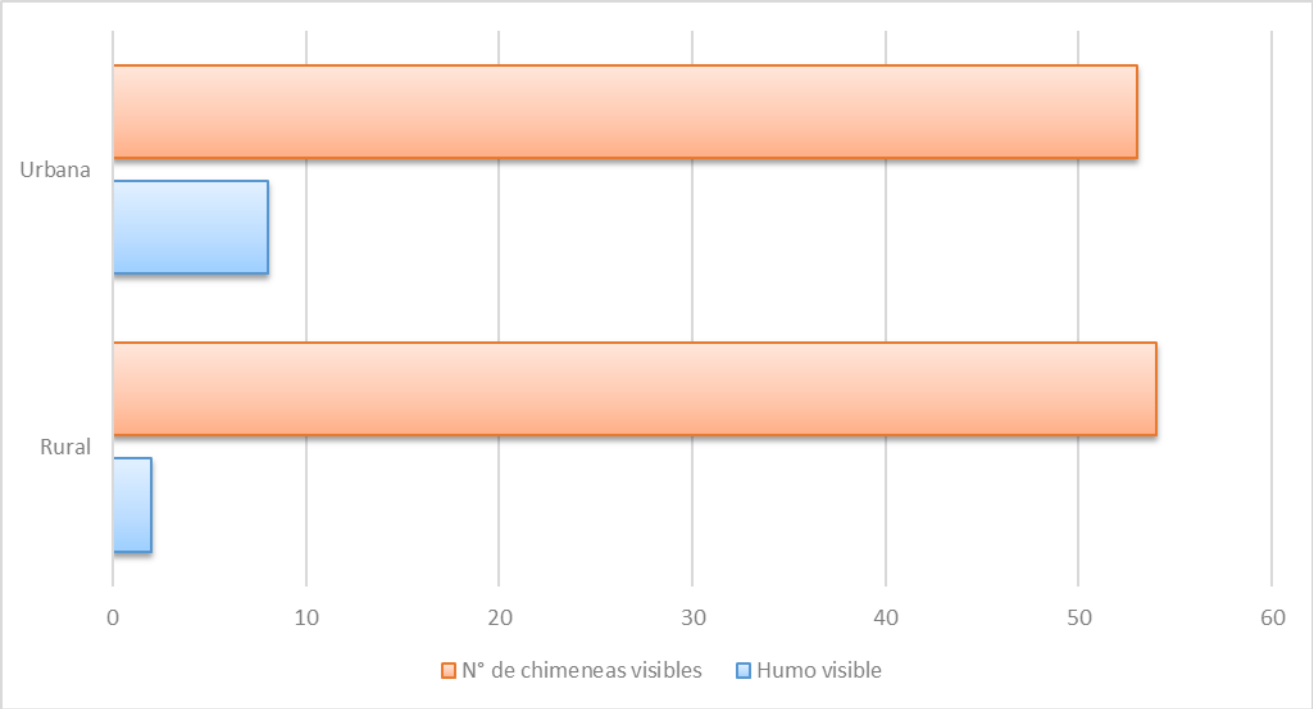
Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	**2**	**54**
Urbano	**8**	**53**
Total	**10**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

En las viviendas rurales se registran 2 casos con humo visible, equivalentes aproximadamente al 4% de dicho sector, mientras que en el ámbito urbano se observan 8 casos, correspondientes a cerca del 15%. Respecto de las chimeneas, se registran 54 en el sector rural y 53 en el urbano, coincidiendo con el número de viviendas considerado en cada grupo (Tabla 220, Figura 154).

En términos comparativos, la presencia de humo visible fue mayor en el sector urbano durante el momento específico de la observación. No obstante, esta diferencia debe interpretarse con cautela, dado que corresponde a una observación puntual y puede depender del horario de visita, condiciones meteorológicas y funcionamiento del artefacto en ese instante.

Figura 154. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de Panquehue.

La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción (Tabla 221).

Tabla 221. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

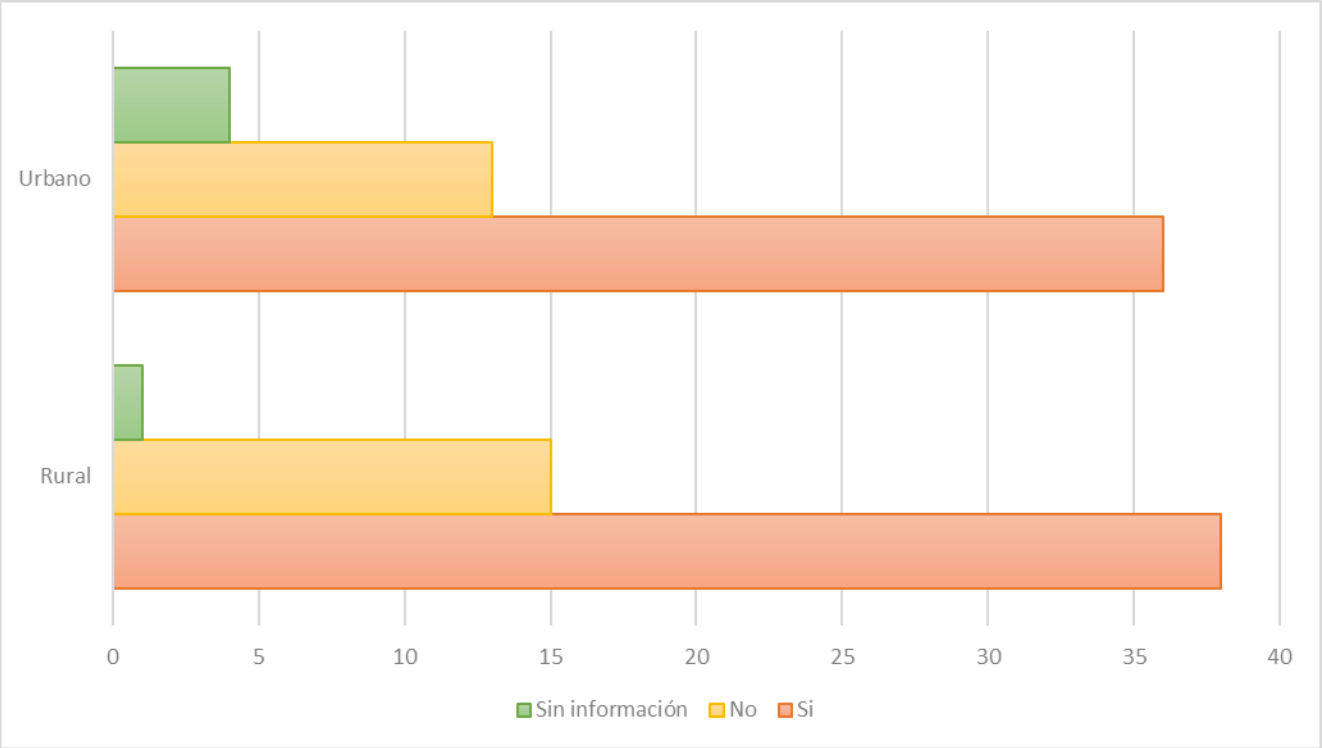
Presencia de aislación térmica	Rural	Urbano	Total
Si	38	36	74
No	15	13	28
Sin información	1	4	5
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

En el sector rural, 38 de las 54 viviendas (70%) declaran contar con aislación térmica, mientras que 15 (28%) señalan no disponer de ella y 1 caso (2%) no registra información. En el ámbito urbano, 36 de las 53 viviendas (68%) cuentan con aislación, 13 (25%) indican no tenerla y 4 (8%) no entregan información.

Los datos muestran (Figura 155) condiciones relativamente similares entre ambos sectores, sin observarse una diferencia territorial marcada en la presencia declarada de aislación térmica. En consecuencia, las brechas de acondicionamiento parecen constituir un desafío transversal más que exclusivamente rural o urbano.

Figura 155. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Panquehue.

El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

Tabla 222. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

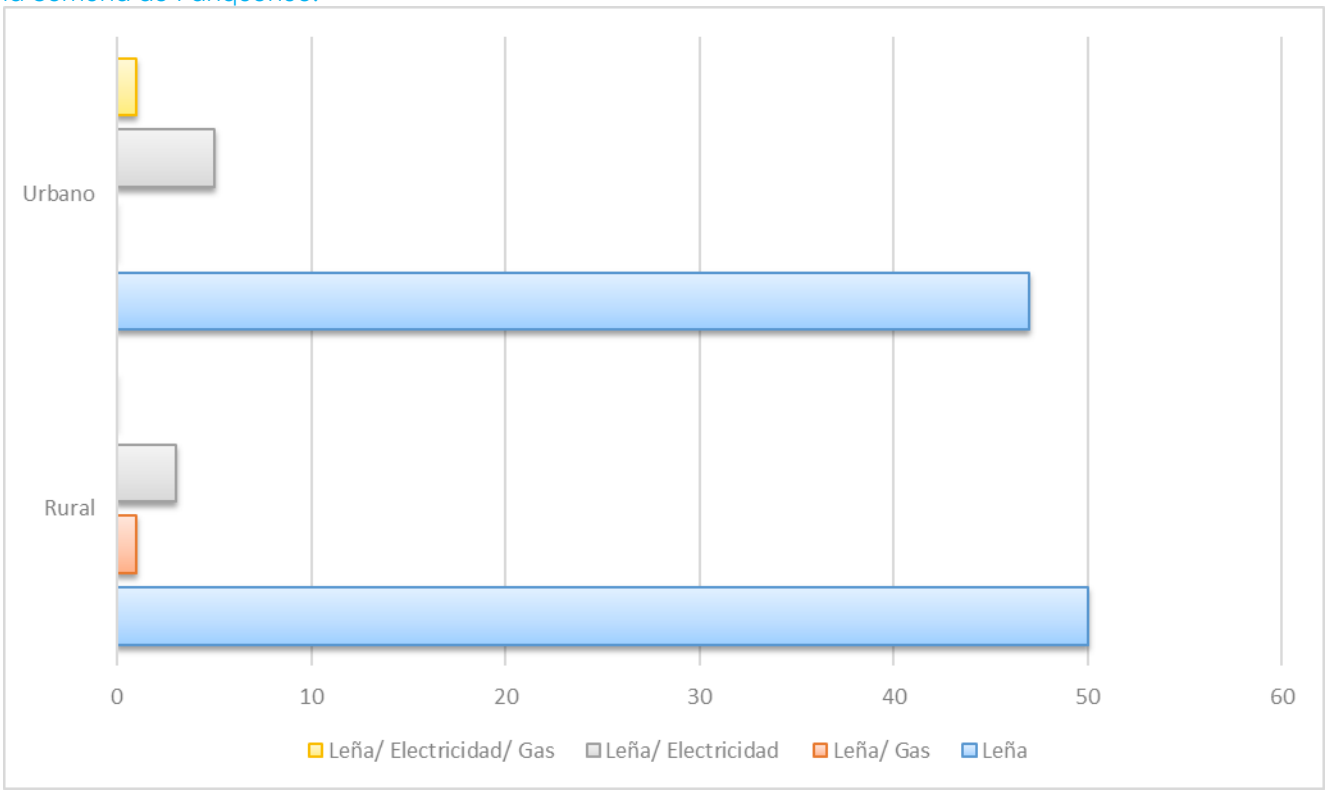
Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Total
Leña	50	47	97
Leña/ Gas	1	0	1
Leña/ Electricidad/	3	5	8
Leña/ Electricidad/Gas	0	1	1
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

El uso exclusivo de leña predomina ampliamente en ambos sectores, registrándose 50 viviendas rurales y 47 urbanas. En el ámbito rural se identifica además 1 vivienda que combina leña y gas y 3 que combinan leña y electricidad. En el sector urbano se registran 5 viviendas con leña y electricidad y 1 con una combinación de leña, electricidad y gas (Tabla 222,Figura 156).

En términos proporcionales, el uso exclusivo de leña alcanza aproximadamente 93% de las viviendas rurales y 89% de las urbanas, exponiendo una elevada dependencia de este combustible en ambos contextos. El sector urbano presenta una diversificación ligeramente mayor mediante combinaciones con otras fuentes energéticas, aunque estas continúan siendo minoritarias.

Figura 156. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 223. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

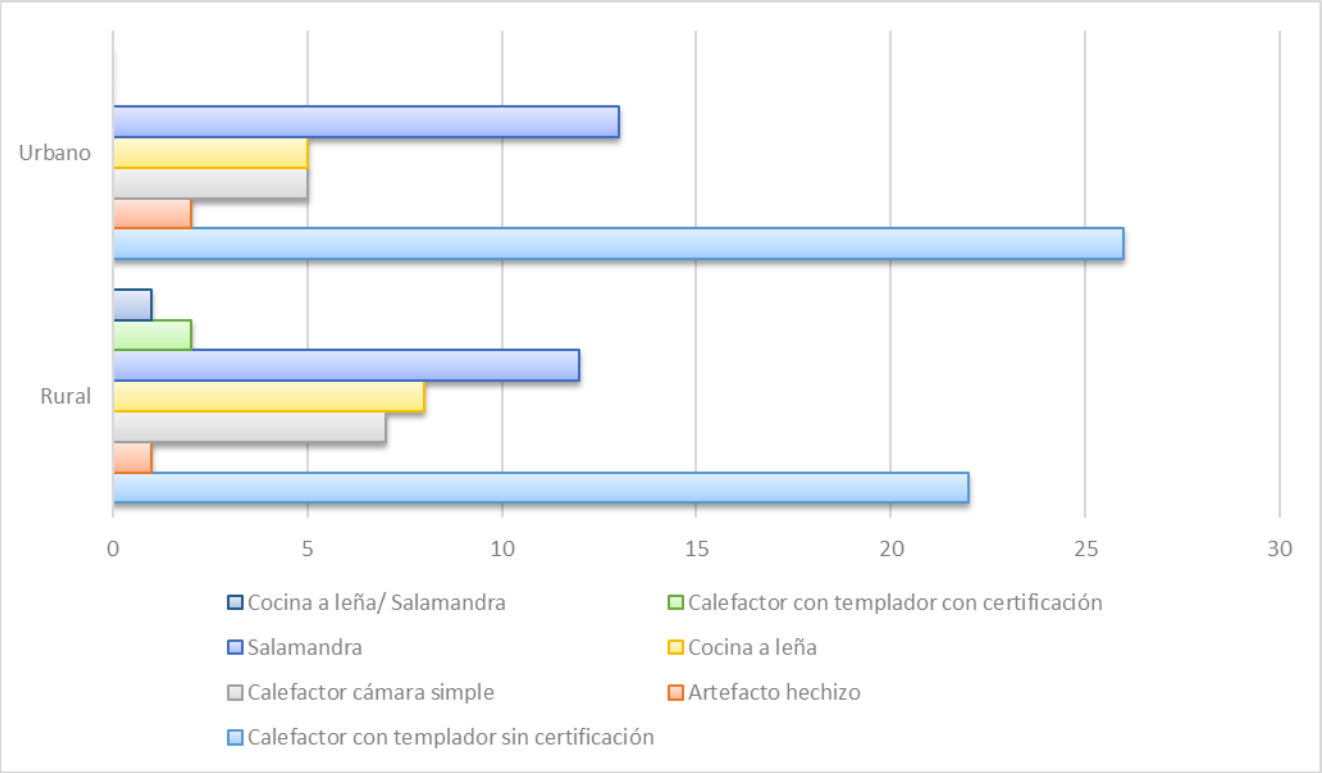
Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Total
Calefactor con templador sin certificación	22	26	48
Artefacto Hechizo	1	2	3
Calefactor Cámara Simple	7	5	12
Cocina a leña	8	5	13
Salamandra	12	13	25
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	2	0	2
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)/ Cocina a leña	1	0	1
Chimenea abierta	1	1	2
Cocina a leña/ Salamandra	0	1	1
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos disponibles (Tabla 223,Figura 157), los calefactores con templador sin certificación presentan la mayor frecuencia, con 22 registros en el sector rural y 26 en el urbano. Les siguen las salamandras, con 12 casos rurales y 13 urbanos, mientras que los calefactores de cámara simple y las cocinas a leña presentan una mayor presencia relativa en el sector rural.

En términos generales, ambos sectores comparten una importante presencia de artefactos tradicionales y equipos sin certificación. Las diferencias territoriales se relacionan principalmente con la composición específica de los artefactos, mientras que la baja presencia de equipos certificados constituye un elemento transversal.

Figura 157. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 224. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Total
Sí	10	17	27
No	34	31	65
Tal vez	9	5	14
Simbólico	1	0	1
Total	**54**	**53**	**107**

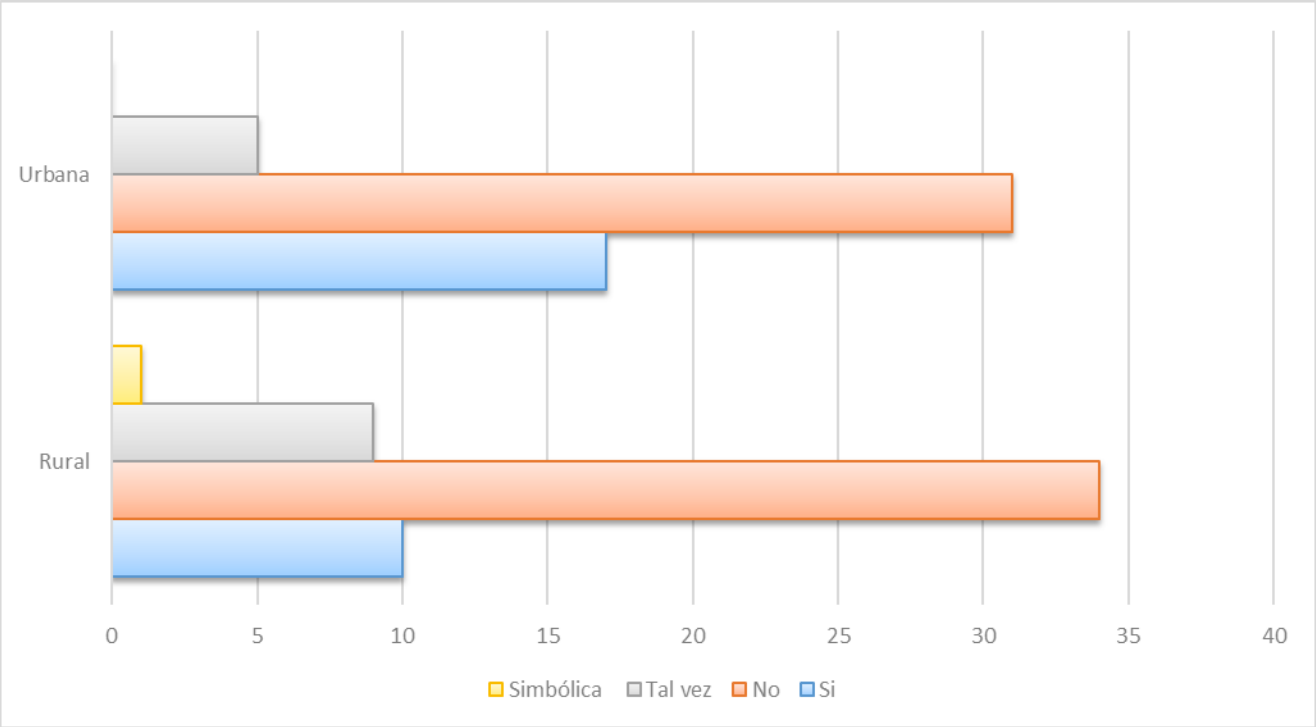
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la disposición al recambio del artefacto de calefacción, se observan (Tabla 224) diferencias entre ambos sectores. En el área rural, 10 viviendas (19%) manifiestan estar dispuestas a realizar el cambio, mientras que 34 (63%) señalan no estarlo y 9 (17%) indican que eventualmente

podrían considerarlo. Adicionalmente, se registra 1 caso (2%) correspondiente a la categoría simbólica. En el sector urbano, la disposición favorable alcanza a 17 viviendas (32%), mientras que 31 (58%) no manifiestan interés en el recambio y 5 (9%) presentan una disposición eventual.

Los resultados muestran (Figura 158) una mayor disposición inmediata al recambio en el sector urbano, aunque en ambos contextos predomina la respuesta negativa. Este antecedente sugiere que eventuales programas de reemplazo de artefactos podrían enfrentar barreras de aceptación, especialmente en los hogares rurales, requiriendo estrategias complementarias de información e incentivos.

Figura 158. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial (Tabla 225)

Tabla 225. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Aire acondicionado	1	0	1
Pellets	7	0	7
Gas	1	0	1

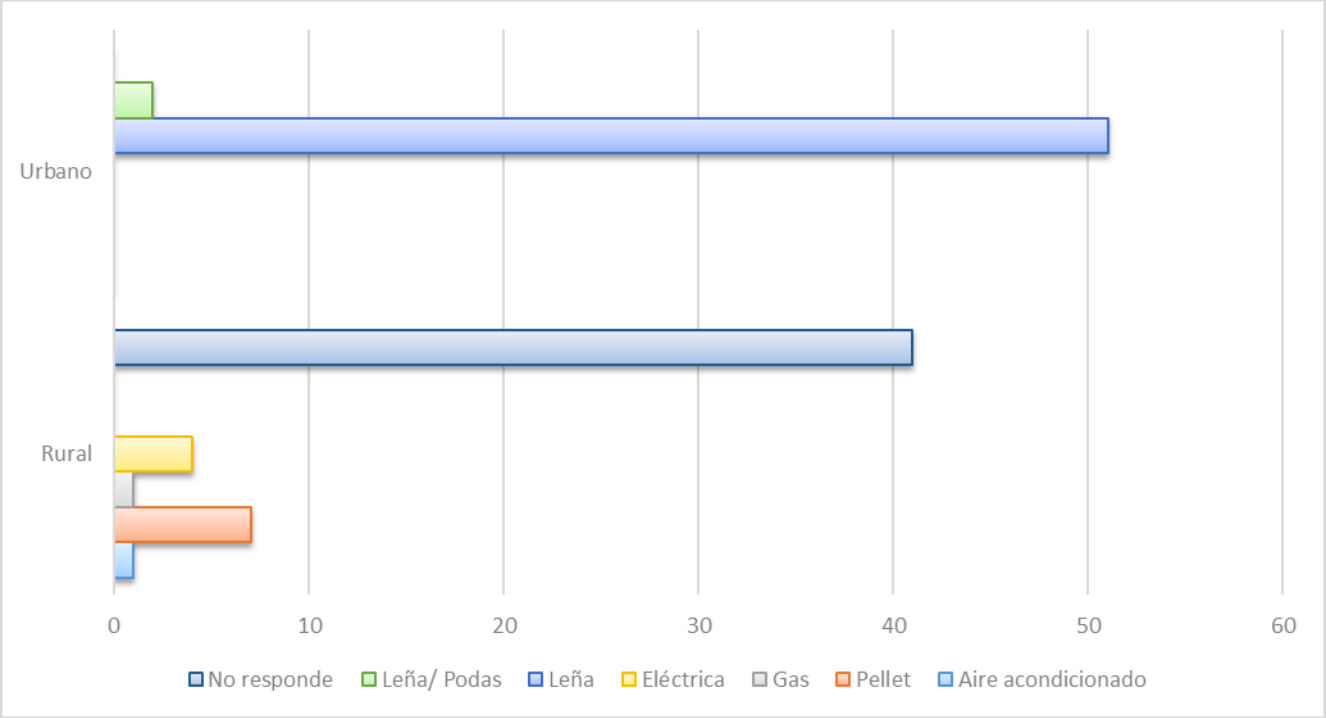
Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Eléctrica	4	0	4
Leña	0	51	51
Leña/ Podas	0	2	2
No responde	41	0	41
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

En el sector rural, 46 viviendas utilizan exclusivamente leña, mientras que 8 combinan leña y podas. En el sector urbano, 51 viviendas utilizan exclusivamente leña y 2 combinan leña y podas.

En términos proporcionales, el uso exclusivo de leña es mayor en el ámbito urbano, mientras que en el sector rural existe una presencia más relevante de combinación con podas. Este resultado (Figura 159) sugiere una mayor utilización de recursos vegetales complementarios en las viviendas rurales, posiblemente vinculada con las características productivas y disponibilidad de biomasa del entorno.

Figura 159. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 226. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

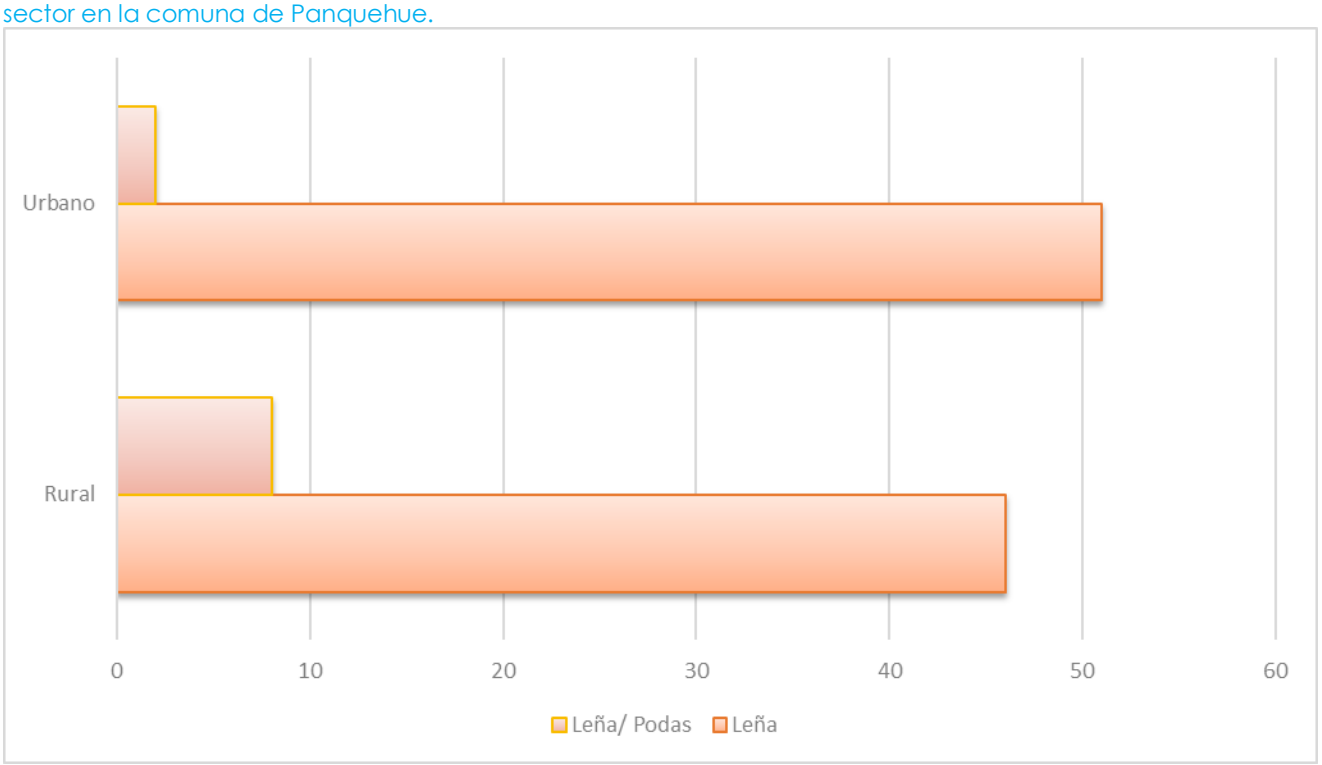
Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Total
Leña	46	51	97
Leña/ Podas	8	2	10
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

De las 107 viviendas encuestadas, 97 utilizan exclusivamente leña como combustible para calefacción, mientras que 10 combinan el uso de leña con podas. En el sector rural, 46 de las 54 viviendas (85%) utilizan únicamente leña y 8 (15%) complementan su uso con podas. En el sector urbano, la utilización exclusiva de leña es aún más predominante, registrándose en 51 de las 53 viviendas (96%), mientras que 2 (4%) emplean la combinación de leña y podas (Tabla 226).

En términos comparativos, los resultados (Figura 160) muestran una alta dependencia de la leña en ambos sectores, aunque en el ámbito rural se observa una mayor presencia del uso complementario de podas. Esta diferencia podría relacionarse con una mayor disponibilidad o acceso a este tipo de biomasa en sectores rurales, constituyendo un aspecto relevante para comprender las prácticas de abastecimiento de combustible en la comuna.

Figura 160. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas (Tabla 227).

Tabla 227. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Panquehue.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Eucalipto	15	24	39
Palto	13	4	17
Durazno	2	0	2
Naranjo / Durazno	1	0	1
Eucalipto/ Pino	0	2	2
Maitenes	1	0	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	1	0	1
Eucalipto/ Tabla	1	0	1
Nogal	1	0	1
Eucalipto/ Otro	1	2	3
Palto/ Durazno	1	0	1
Eucalipto/ Acacio	1	1	2
Eucalipto/ Sauce/ Maitén	1	0	1
Espino/ Palto	1	0	1
Eucalipto/ Parra	2	1	3
Nogal/ Sauce/ Palto	1	0	1
Olivo/ Parra/ Acacio/ Plátano oriental	1	0	1
Acacio	1	0	1
Palto/ Acacio	1	0	1
Eucalipto/ Palto	2	6	8
pino/ alerce	1	0	1
Eucalipto/ Palto/ Vides	1	0	1
Eucalipto/ Palto/ Acacios/ Vides	1	0	1
Eucalipto/ Vides	1	0	1

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Palto/ Vides	2	0	2
Eucalipto/ Plátano Oriental	0	1	1
Eucalipto/ Naranjo/ Durazno	0	1	1
Eucalipto/ Palto/ Parra	0	1	1
Eucalipto/ Limón/ Nogal	0	1	1
Pino/ Palto	0	1	1
Parra	0	1	1
Maitén/ Maqui	0	1	1
Pimiento	0	1	1
Eucalipto/ Palto/ Durazno	0	1	1
Eucalipto/ Pino/ Espino/ Palto	0	1	1
Eucalipto/ Durazno	0	1	1
Nogal/ Palto/ Parra	0	1	1
Sin información	0	1	1
Total	**54**	**53**	**107**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución por categorías muestra diferencias en las especies utilizadas entre ambos sectores. En el ámbito urbano destaca especialmente el eucalipto como especie exclusiva, con 24 registros, mientras que en el rural se registran 15 casos. En contraste, el palto presenta mayor presencia rural, con 13 casos, frente a 4 urbanos. La combinación eucalipto/palto registra 2 casos rurales y 6 urbanos.

Además, el sector rural presenta una diversidad importante de combinaciones asociadas a especies agrícolas y vegetación local, incluyendo Durazno, Naranjo, Maitén, Nogal, Parra, Acacio y otras especies. El ámbito urbano también muestra combinaciones diversas, aunque el eucalipto presenta una presencia más marcada.

En términos comparativos, los resultados sugieren diferencias en la composición de la biomasa utilizada, ya que el eucalipto adquiere mayor relevancia en el ámbito urbano, mientras que el sector rural presenta una utilización más diversificada de especies frutales y vegetales disponibles en el territorio. Este patrón puede constituir un antecedente relevante para comprender las formas de abastecimiento de leña en Panquehue.

5.2.2.5.8 Principales hallazgos de la comuna de Panquehue

El levantamiento realizado en la comuna de Panquehue permite reconocer un escenario residencial caracterizado por viviendas relativamente homogéneas en términos de tipología y configuración constructiva, pero con diferencias en sus condiciones de acondicionamiento térmico y en las prácticas

asociadas a la calefacción. La muestra incorpora de manera equilibrada sectores rurales y urbanos, lo que permite observar las dinámicas energéticas presentes en ambos contextos territoriales.

Las viviendas corresponden exclusivamente a casas, principalmente de un piso y de superficies intermedias, con un marcado predominio de la albañilería. A su vez, presentan en general buenas condiciones de conservación. Sin embargo, esta situación no necesariamente se traduce en condiciones óptimas de eficiencia térmica, ya que todavía se identifican viviendas sin aislación y una proporción importante de hogares que no ha efectuado mejoras destinadas a conservar el calor interior.

Entre las viviendas que cuentan con aislación térmica, esta se concentra principalmente en las techumbres y los muros, mientras que su incorporación en pisos y ventanas es considerablemente menor. Del mismo modo, las intervenciones realizadas por los hogares se orientan principalmente al sellado de filtraciones de aire, la aislación de muros o techumbres y, en menor medida, al cambio de ventanas. En consecuencia, el mejoramiento de la envolvente térmica aparece como uno de los ámbitos en los que todavía existe espacio para avanzar.

La composición de los hogares también constituye un aspecto relevante del diagnóstico. Si bien predominan hogares de tamaño pequeño y mediano, se registra una presencia importante de adultos mayores, además de personas con enfermedades crónicas, niños, niñas y adolescentes y personas en situación de discapacidad. La presencia de estos grupos resulta especialmente significativa al analizar las condiciones de confort térmico y calefacción residencial, debido a sus potenciales requerimientos diferenciados durante los períodos de bajas temperaturas.

En materia energética, el principal rasgo identificado es la fuerte dependencia de la leña. Su utilización se encuentra extendida en la totalidad de los hogares encuestados, predominando ampliamente como fuente exclusiva de calefacción y complementándose, en algunos casos, con electricidad, gas o podas. Esta dependencia también se refleja en la presencia generalizada de chimeneas observadas durante el levantamiento en terreno.

A lo anterior se suma una composición de artefactos marcada principalmente por calefactores con templador sin certificación, salamandras, cocinas a leña y calefactores de cámara simple. Los equipos certificados presentan una presencia reducida, lo que permite reconocer una brecha vinculada a la incorporación de tecnologías de combustión de mayor eficiencia. Si bien una parte importante de los equipos presenta una antigüedad relativamente baja y se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, también se registran artefactos en estado regular y equipos de mayor antigüedad.

Las prácticas de utilización muestran que la calefacción se concentra fundamentalmente durante los meses de invierno, extendiéndose en numerosos hogares hacia el otoño. El uso de los equipos es frecuente durante la semana y se concentra principalmente en períodos diarios de entre tres y seis horas. Junto con ello, se observan distintas modalidades de regulación del tiraje, lo que refuerza la importancia de considerar no solo las características tecnológicas de los artefactos, sino también las prácticas de operación como parte de las estrategias destinadas a mejorar la eficiencia de la combustión.

Las formas de abastecimiento muestran, asimismo, características particulares. La compra en sacos presenta una presencia importante, pero coexiste con la recolección propia y otras modalidades de obtención del combustible. Además, una parte relevante de los hogares adquiere la leña durante el mismo invierno, mientras que otros realizan la compra anticipadamente durante el verano. Esta

situación resulta significativa desde la perspectiva de la calidad del combustible, dado que las condiciones y tiempos disponibles para su secado y almacenamiento pueden influir en su comportamiento durante la combustión.

En relación con las especies utilizadas, existe una importante diversidad, aunque el eucalipto y el palto ocupan una posición predominante. A estas especies se agregan distintas combinaciones con especies forestales, frutales y biomasa asociada a las características productivas del territorio. La utilización complementaria de podas presenta una mayor presencia en los sectores rurales, dando cuenta de ciertas diferencias territoriales en las estrategias de abastecimiento de combustible. En este contexto, aunque la gran mayoría de los hogares declara utilizar leña seca, resulta pertinente considerar que esta condición corresponde a la percepción de las personas encuestadas y no a una medición directa de humedad.

Al comparar los sectores rurales y urbanos, no se identifican diferencias estructurales marcadas en las condiciones generales de calefacción. En ambos contextos predomina ampliamente la leña, se registra una presencia importante de artefactos sin certificación y las condiciones declaradas de aislación térmica son relativamente similares. Las diferencias se relacionan principalmente con algunas prácticas de abastecimiento y con la disposición frente a eventuales cambios tecnológicos. En particular, el uso complementario de podas adquiere mayor relevancia en el ámbito rural, mientras que en el sector urbano se observa una mayor disposición favorable al recambio de los actuales sistemas de calefacción.

En este último ámbito, la mayoría de los hogares manifiesta intención de mantener sus equipos actuales, lo que constituye un aspecto relevante para considerar en el diseño de futuras iniciativas. La limitada disposición al recambio sugiere que las medidas orientadas exclusivamente a sustituir artefactos podrían requerir acciones complementarias de información, incentivos y acompañamiento, considerando tanto los costos de las nuevas tecnologías como las prácticas de calefacción y las posibilidades de abastecimiento de los hogares.

En síntesis, Panquehue presenta un patrón energético residencial fuertemente asociado al uso de leña, en un contexto donde coexisten condiciones habitacionales generalmente favorables con brechas en acondicionamiento térmico y una presencia significativa de tecnologías de calefacción sin certificación. Los resultados sugieren que las oportunidades de intervención no se concentran únicamente en el recambio de artefactos, sino que requieren una aproximación integral que combine el mejoramiento térmico de las viviendas, el uso adecuado y eficiente de los equipos, mejores prácticas de abastecimiento y almacenamiento de la leña y la incorporación progresiva de alternativas tecnológicas compatibles con las condiciones económicas y territoriales de los hogares.

5.2.2.6 Comuna de Catemu

En la comuna de Catemu se realizó un levantamiento de información que contempló un total de 117 fichas de viviendas, correspondientes al universo de viviendas registradas durante el trabajo en terreno, tanto en sectores urbanos como rurales.

De este total, fue posible aplicar 98 encuestas a personas residentes en las viviendas, quienes proporcionaron información respecto de sus características habitacionales, sistemas de calefacción utilizados y patrones de consumo asociados.

De esta manera, el levantamiento permitió complementar la información obtenida mediante la observación y registro de las 117 viviendas fichadas con la información declarada directamente por los residentes de las 98 viviendas que participaron de la encuesta.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del levantamiento de información realizado en la comuna de Catemu.

5.2.2.6.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Catemu

La presente sección tiene por objetivo caracterizar las principales condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno en la comuna de Catemu.

El análisis considera un total de 117 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales de la comuna.

La caracterización integra información obtenida mediante la observación y registro directo de las viviendas, considerando variables asociadas a la localización territorial, tipología habitacional, número de pisos, tamaño aproximado, materialidad predominante, estado general de conservación y elementos visibles relacionados con sistemas de calefacción y combustión, tales como la presencia de chimeneas y emisiones visibles de humo.

El análisis de estas variables permite reconocer las principales características del parque habitacional observado en la muestra y aproximarse a aquellos factores que podrían relacionarse con las condiciones de habitabilidad, el confort térmico, la eficiencia energética y las necesidades de calefacción de los hogares.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

La variable permite identificar la ubicación territorial de las viviendas fichadas, diferenciando entre sectores urbanos y rurales de la comuna de Catemu.

Tabla 228. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Catemu.

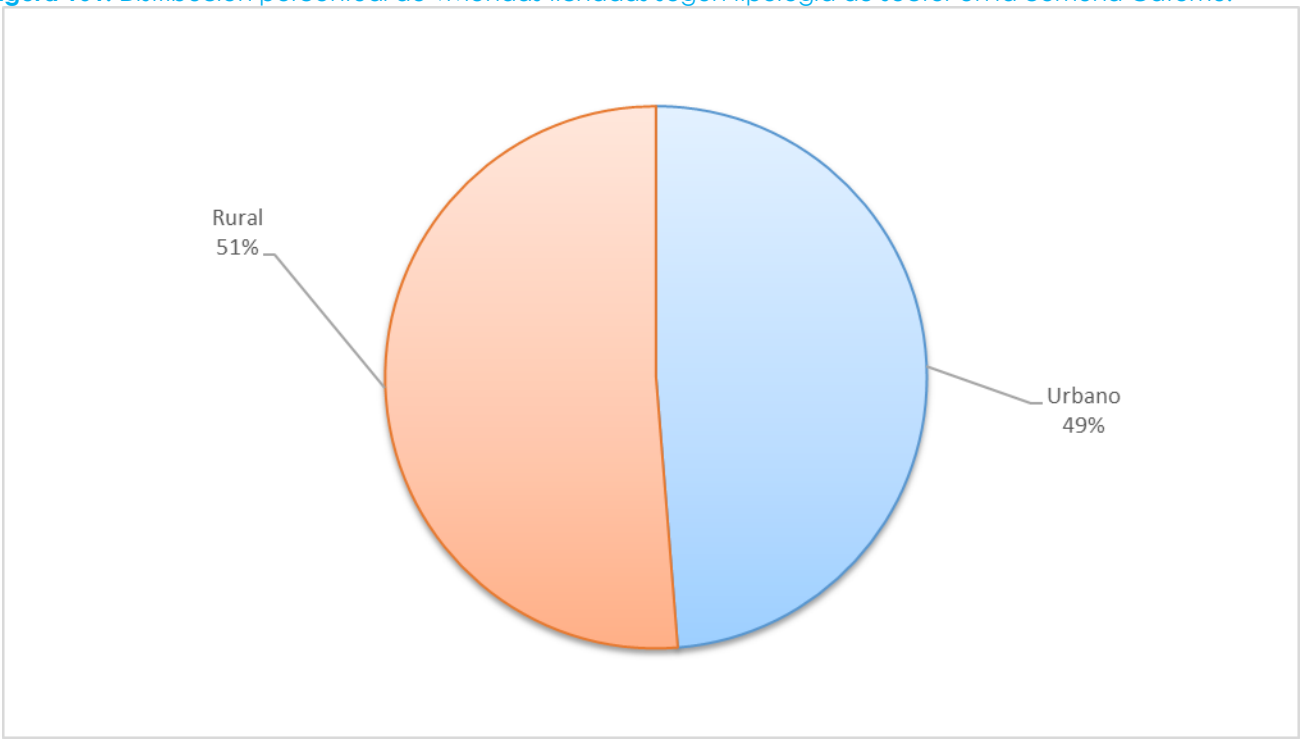
Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	57	49%
Rural	60	51%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de las 117 viviendas fichadas (Tabla 228) presenta una composición prácticamente equilibrada entre sectores rurales y urbanos. En particular, 60 viviendas se localizan en sectores rurales, equivalentes al 51%, mientras que 57 corresponden a sectores urbanos, representando el 49% del total.

Esta distribución (Figura 161) permite contar con una representación similar de ambos contextos territoriales dentro del levantamiento, favoreciendo posteriormente la comparación de las características habitacionales y de calefacción entre sectores urbanos y rurales.

Figura 161. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La variable permite identificar la tipología habitacional de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno de la comuna de Catemu.

Tabla 229. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de Catemu.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	117	100%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la tipología habitacional (Tabla 229), la totalidad de las 117 unidades registradas corresponde a casas, representando el 100% de las viviendas fichadas. Por consiguiente, la muestra presenta una composición homogénea en esta variable, sin presencia de departamentos u otras tipologías habitacionales. Esto permite que las diferencias observadas posteriormente en materia de

calefacción o acondicionamiento térmico sean analizadas dentro de una misma tipología general de vivienda.

- **Número de pisos de la vivienda:**

La variable permite identificar la configuración estructural de las viviendas fichadas, considerando el número de pisos presentes en cada unidad habitacional.

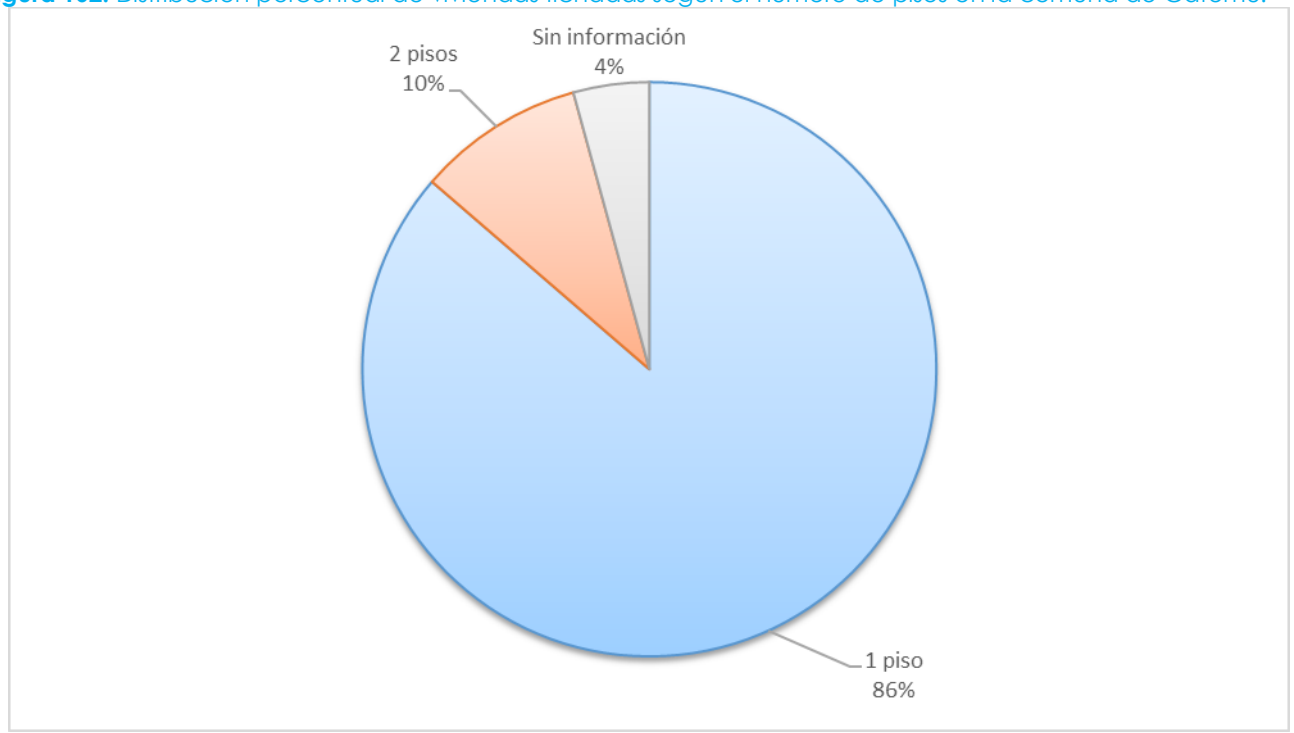
Tabla 230. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Catemu.

Número de piso	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	101	86%
2	11	9%
Sin información	5	4%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la configuración de las viviendas (Tabla 230, Figura 162), se observa un claro predominio de construcciones de un piso, con 101 casos, equivalentes aproximadamente al 86% del total. En una proporción considerablemente menor se encuentra 11 viviendas de dos pisos, correspondientes al 9%, mientras que, en 5 casos, equivalentes al 4%, no se dispone de información. En términos generales, los datos muestran que el parque habitacional registrado se caracteriza principalmente por edificaciones de baja altura.

Figura 162. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La variable permite caracterizar la superficie aproximada de las viviendas fichadas y reconocer diferencias en términos de escala habitacional y requerimientos de acondicionamiento térmico.

Tabla 231. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Catemu.

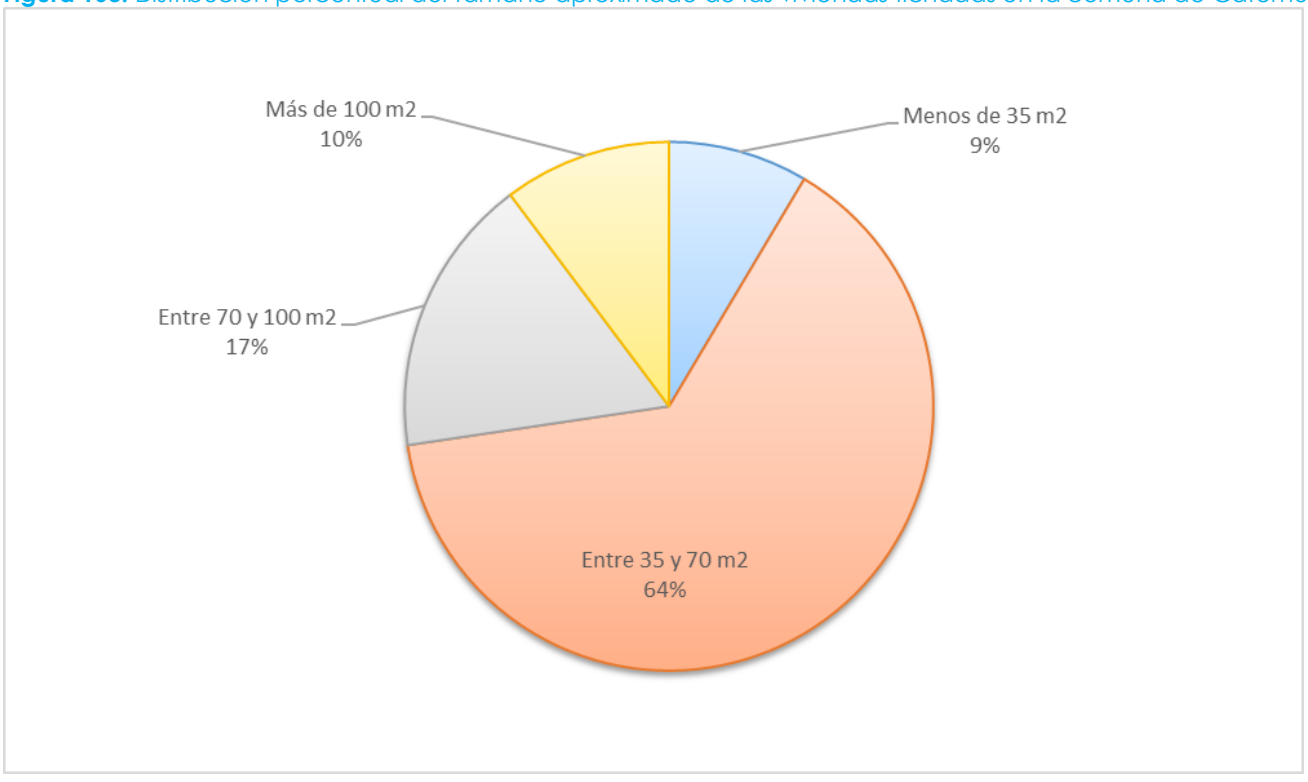
Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	10	9%
Entre 35 y 70 m²	75	64%
Entre 70 y 100 m²	20	17%
Más de 100 m²	12	10%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la superficie (Tabla 231,Figura 163) habitacional, la categoría predominante corresponde a viviendas de entre 35 y 70 m², con 75 casos, equivalentes aproximadamente al 64% de las unidades fichadas. A continuación, se ubican las viviendas de entre 70 y 100 m², con 20 casos (17%), seguidas por aquellas de más de 100 m², con 12 registros (10%).

Finalmente, 10 viviendas presentan una superficie inferior a 35 m², representando cerca del 9% del total. Esta distribución revela que la mayor parte de las viviendas se concentra en rangos de superficie intermedia, particularmente entre 35 y 70 m².

Figura 163. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

La variable permite identificar el principal material constructivo predominante en las viviendas fichadas, constituyendo un antecedente relevante para la caracterización de sus condiciones constructivas y su posible comportamiento térmico.

Tabla 232. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de Catemu.

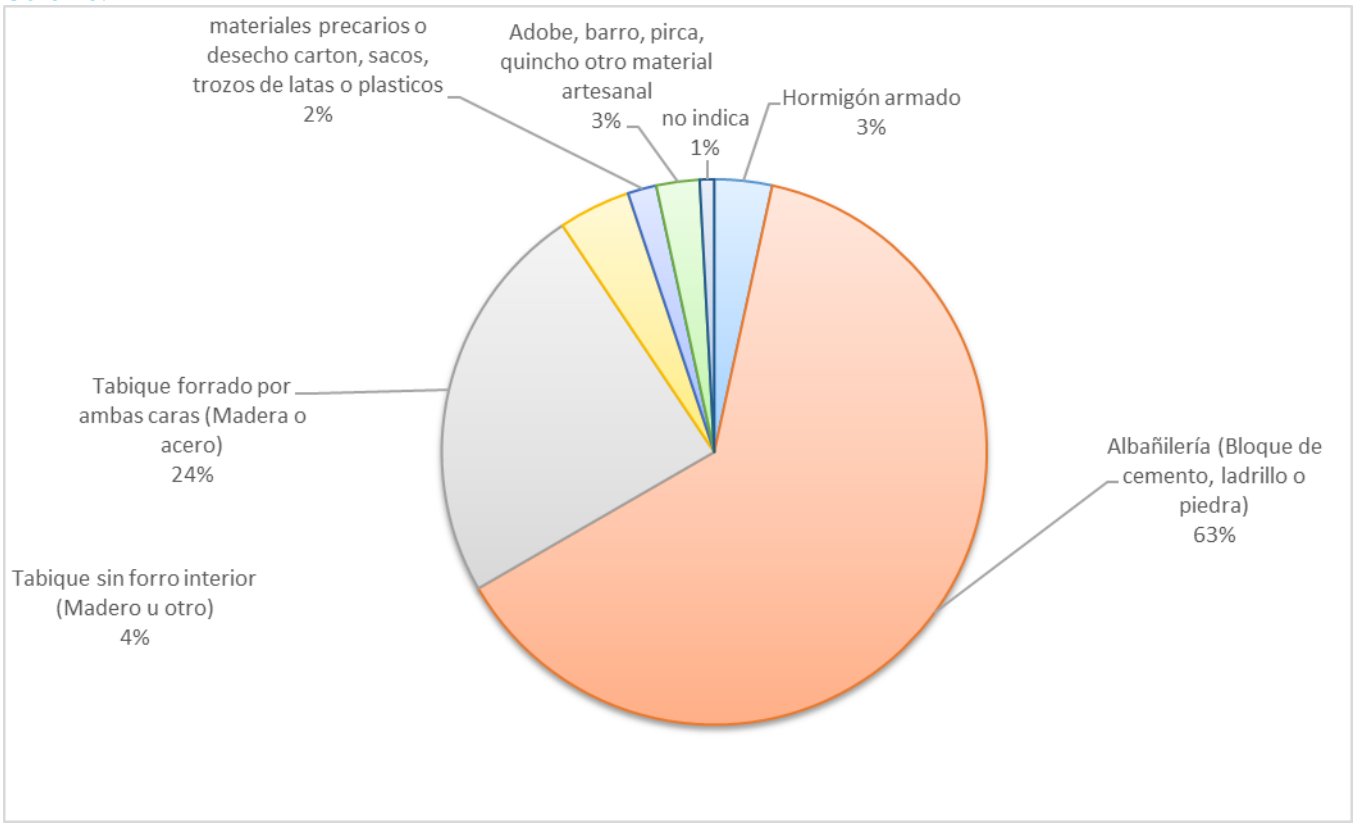
Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	4	3%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	74	63%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	28	24%
Tabique sin forro interior (madera u otro)	5	4%
Adobe, barro, pirca , quincha u otro material artesanal	3	3%
materiales precarios o desecho cartón, sacos, trozos de latas o plásticos	2	2%
No indica	1	1%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar la materialidad constructiva (Tabla 232, Figura 164), se aprecia un predominio de la albañilería, presente en 74 viviendas y equivalente al 63% del total. En segundo lugar, se encuentran las construcciones de tabique forrado por ambas caras, con 28 casos (24%).

Las restantes materialidades presentan una participación considerablemente menor: 5 viviendas corresponden a tabique sin forro interior (4%), 4 a hormigón armado (3%), 3 a adobe, barro, pirca, quincha u otros materiales artesanales (3%) y 2 a materiales precarios o de desecho (2%); adicionalmente, un caso no cuenta con información (1%). En conjunto, los datos muestran una marcada concentración en sistemas constructivos de albañilería y tabique revestido, aunque persiste un grupo reducido de viviendas con materialidades potencialmente más vulnerables desde el punto de vista del acondicionamiento térmico.

Figura 164. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en Comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La variable permite identificar la condición general de conservación de las viviendas fichadas, a partir de la percepción registrada durante el levantamiento de información.

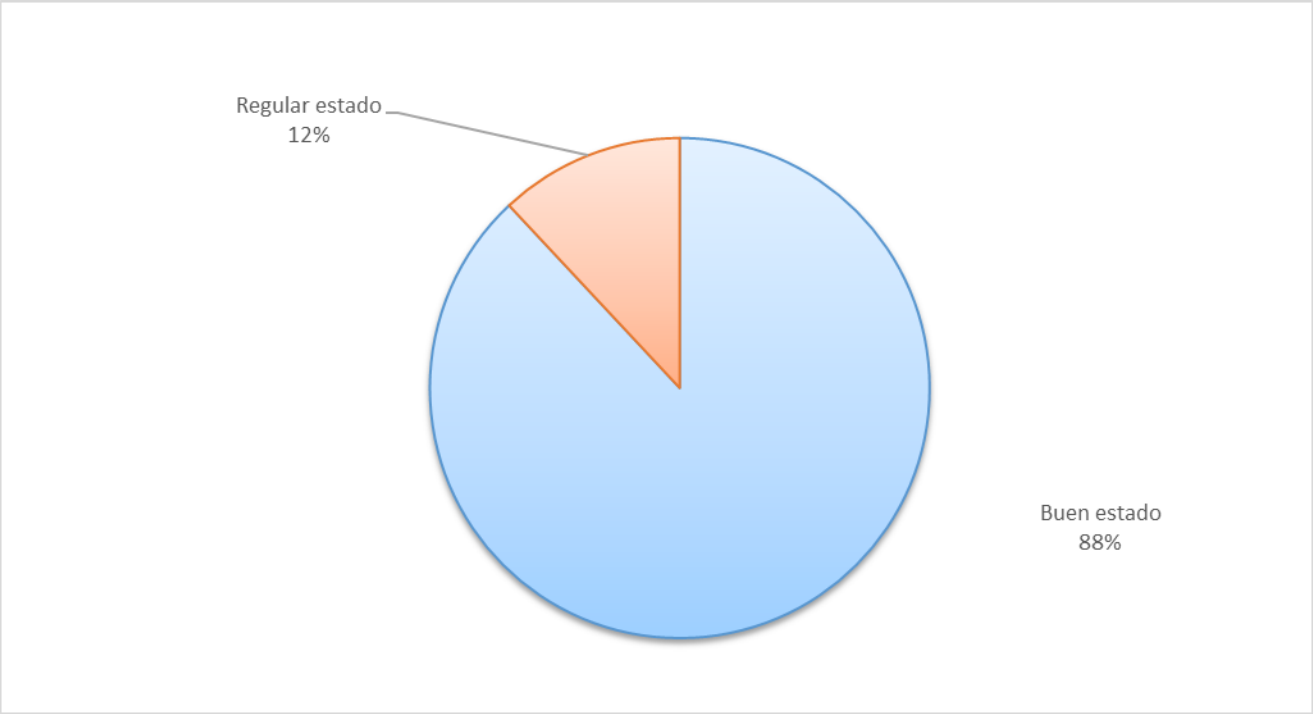
Tabla 233. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna Catemu.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	103	88%
Regular estado	14	12%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En términos de conservación (Figura 165, Tabla 233), 103 de las 117 viviendas fichadas, correspondientes al 88%, fueron registradas en buen estado, mientras que los 14 restantes (12%) presentan un estado regular. No se registraron viviendas clasificadas en mal estado. Este resultado da cuenta de condiciones generales de conservación favorables en la mayor parte de las unidades observadas, aunque este indicador no permite por sí solo determinar su desempeño térmico o eficiencia energética.

Figura 165. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según información levantada en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas visibles observadas en las viviendas fichadas durante el levantamiento de información en terreno.

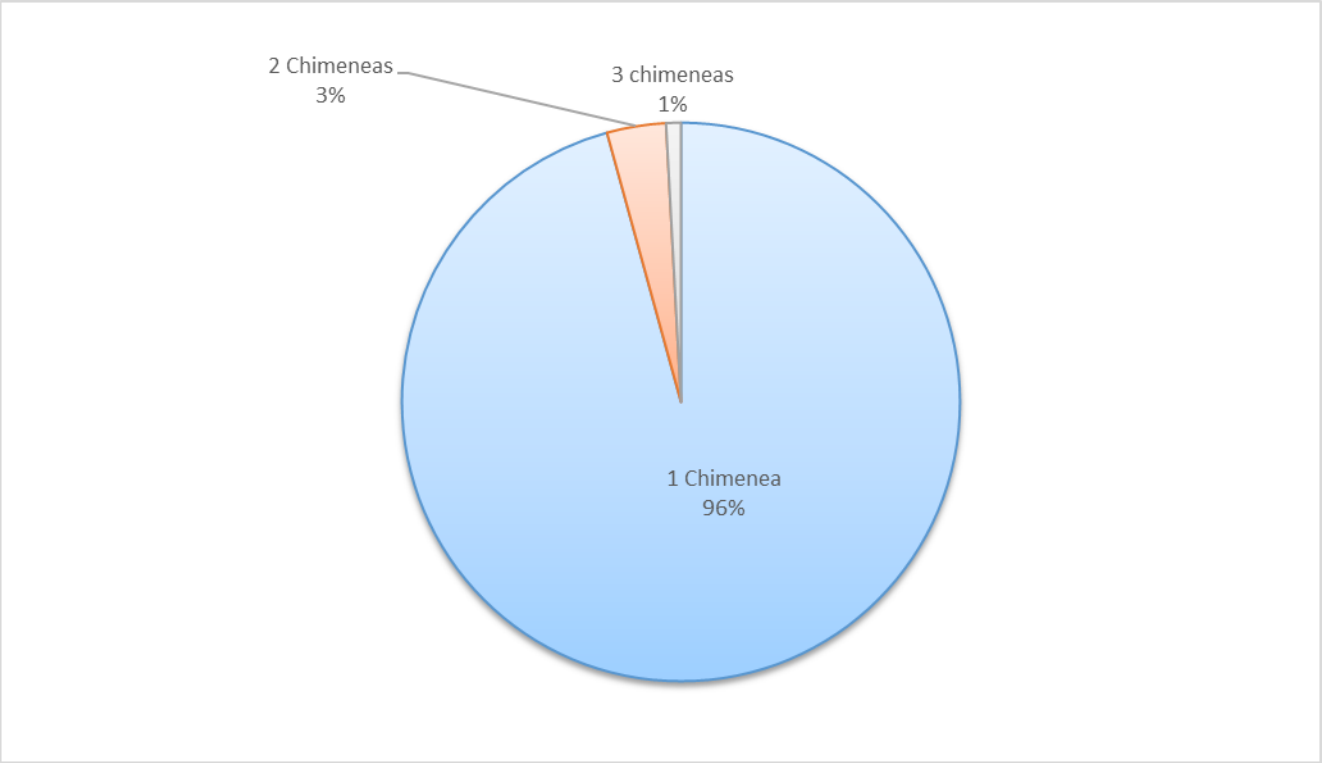
Tabla 234. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Catemu.

N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	112	96%
2	4	3%
3	1	1%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La observación realizada en terreno (Tabla 234, Figura 166) muestra una presencia generalizada de chimeneas en las viviendas fichadas. Del total, 112 viviendas (96%) presentan una chimenea visible, mientras que 4 viviendas (3%) registran dos chimeneas y una vivienda (1%) presenta tres. Este patrón indica que la gran mayoría de las unidades habitacionales cuenta con al menos una salida de evacuación de gases asociada a sistemas de combustión, aspecto coherente con la importancia que posteriormente presenta la calefacción a leña entre los hogares encuestados.

Figura 166. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La variable permite identificar la presencia de emisiones visibles de humo asociadas a las viviendas durante el momento específico en que se realizó la observación en terreno.

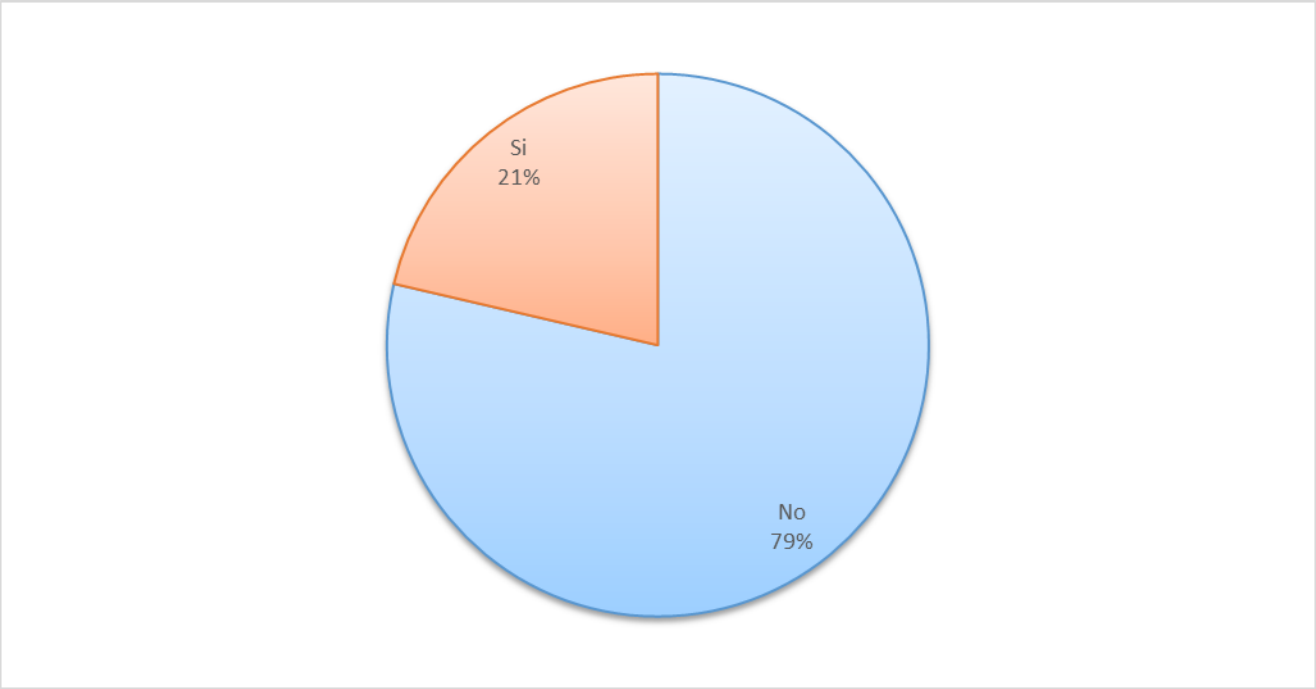
Tabla 235. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de Catemu.

Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	92	79%
Si	25	21%
Total	**117**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En lo relativo a las emisiones observables durante el trabajo en terreno (Tabla 235,Figura 167), 92 viviendas, equivalentes al 79%, no presentaban humo visible, mientras que en 25 casos (21%) sí se constató su presencia. De este modo, aproximadamente una de cada cinco viviendas registró emisiones visibles al momento de la visita. Sin embargo, este resultado debe interpretarse como una observación puntual, dado que la ausencia de humo durante la aplicación de la ficha no implica necesariamente que el sistema de calefacción no sea utilizado en otros horarios o períodos.

Figura 167. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible de la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.6.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Catemu

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las 98 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Catemu, correspondientes a viviendas localizadas en sectores urbanos y rurales. La información recopilada permite complementar la caracterización habitacional desarrollada previamente, incorporando antecedentes sobre la composición y las características de los hogares participantes.

Para ello, se analizan variables relacionadas con el tamaño del hogar, la presencia de distintos grupos etarios y la existencia de personas pertenecientes a grupos potencialmente vulnerables. Estos antecedentes permiten caracterizar la estructura sociodemográfica de la población encuestada y aportar elementos para comprender cómo la composición de los hogares puede incidir en sus necesidades de calefacción, consumo energético y confort térmico, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Número de integrantes del hogar:**

La variable permite identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar su composición y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, el consumo energético y el uso de combustibles dentro de las viviendas.

Tabla 236. Distribución del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Catemu

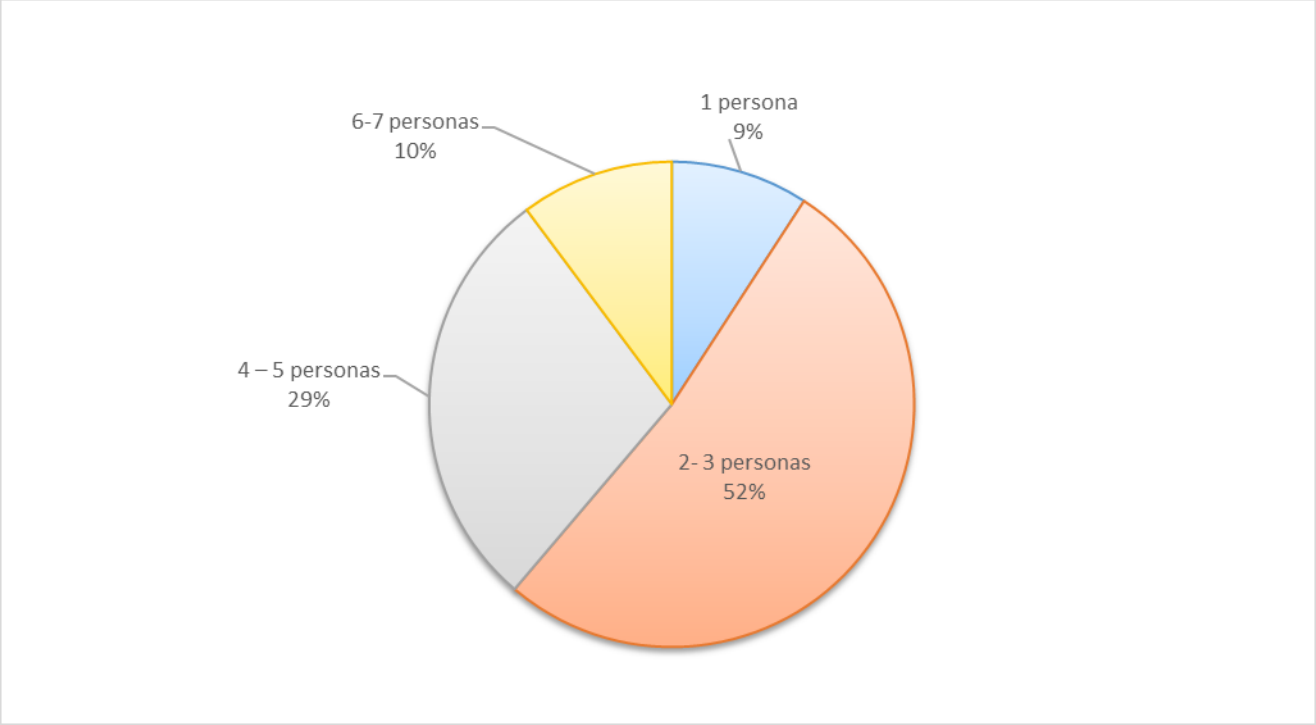
Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	9	9%
2 a 3 personas	51	52%

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
4 a 5 personas	28	29%
6 a 7 personas	10	10%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La composición de los hogares (Tabla 236, Figura 168) se concentra principalmente en grupos de tamaño reducido a intermedio. De las 98 viviendas encuestadas, 51 hogares (52%) están conformados por entre 2 y 3 personas, constituyendo la categoría más frecuente. Le siguen 28 hogares (29%) integrados por entre 4 y 5 personas y 10 hogares (10%) con entre 6 y 7 integrantes. Por su parte, 9 hogares (9%) corresponden a viviendas unipersonales, mientras que no se registraron hogares con más de ocho personas. En consecuencia, poco más de la mitad de los hogares encuestados presenta una composición de dos a tres integrantes.

Figura 168. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La presente variable permite identificar la presencia de grupos etarios y personas con condiciones de vulnerabilidad al interior de los hogares encuestadas, considerando población infantil, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Su análisis resulta relevante para reconocer grupos potencialmente más expuestos a condiciones ambientales adversas, bajas temperaturas y contaminación intradomiciliaria.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, pudiendo superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 237. Distribución de grupos etarios identificados en los hogares encuestadas en la comuna de Catemu.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	40
Adultos mayores (60 años o más)	63
Personas con enfermedades crónicas	37
Personas en situación de discapacidad	16
No registran tales grupos	13
Total menciones	**169**

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que esta pregunta admitía respuestas múltiples, se contabilizaron 169 menciones. La presencia de adultos mayores constituye la categoría más recurrente, con 63 menciones, seguida por niños, niñas y adolescentes, con 40 menciones, y personas con enfermedades crónicas, con 37 menciones (Tabla 237).

A su vez, las personas en situación de discapacidad reúnen 16 menciones, mientras que en 13 casos se señaló que el hogar no registra ninguno de estos grupos. La distribución constata una presencia relevante de población que puede presentar mayores requerimientos de confort térmico, aspecto que adquiere especial importancia al considerar las condiciones de calefacción y eficiencia energética de las viviendas.

5.2.2.6.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu

A partir de las 98 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Catemu, esta sección analiza las principales condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, considerando la presencia de aislación térmica y los sectores en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten conocer, desde la percepción de las personas encuestadas, las condiciones de acondicionamiento térmico de las viviendas y reconocer posibles brechas que podrían influir en el confort térmico y en las necesidades de calefacción de los hogares durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica destinada a mejorar la conservación de la temperatura interior.

Tabla 238. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Catemu.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	71	73%
No	17	17%

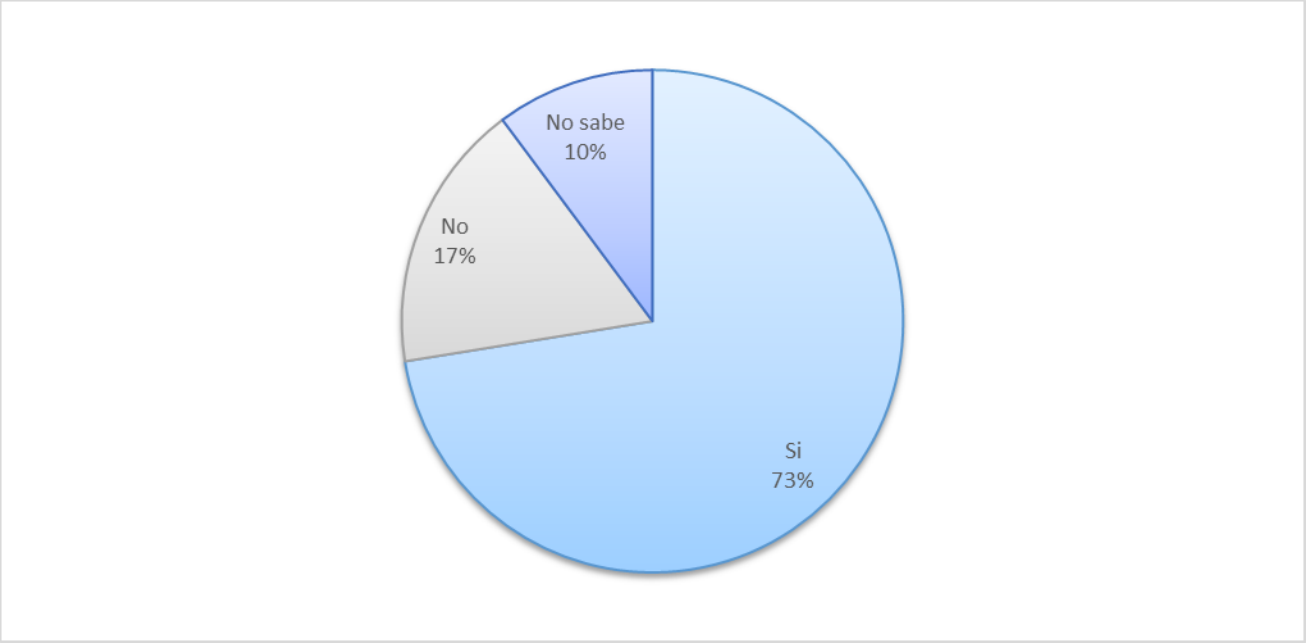
Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No sabe	10	10%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 238, Figura 169) muestran que 71 de las 98 viviendas encuestadas (73%) declaran contar con algún tipo de aislación térmica, mientras que 17 viviendas (17%) señalan no disponer de ella. En otros 10 casos (10%), las personas encuestadas manifiestan desconocer si su vivienda cuenta con aislación.

De esta forma, si bien la presencia declarada de aislación alcanza a cerca de tres cuartas partes de los hogares, todavía existe un grupo que carece de este tipo de acondicionamiento o que desconoce sus características térmicas.

Figura 169. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales sectores de las viviendas donde se encuentra presente la aislación térmica. Debido a que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un sector, los resultados se presentan como número de menciones.

Tabla 239. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Catemu.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	66
Muros	45

Sector con aislación térmica	N° menciones
Piso	4
Ventanas	9
No cuenta con aislación	17
Total menciones	**141**

Fuente: Elaboración propia.

Dado el carácter de respuesta múltiple de esta variable (Tabla 239), se registraron 141 menciones. La techumbre concentra la mayor cantidad, con 66 menciones, seguida por los muros, con 45 menciones. La aislación en ventanas aparece en 9 menciones y en pisos solamente en 4, mientras que 17 corresponden a viviendas que no cuentan con aislación térmica.

La distribución permite advertir que las intervenciones se concentran principalmente en los componentes superiores y verticales de la envolvente, mientras que pisos y ventanas presentan una incorporación considerablemente menor.

5.2.2.6.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu

A partir de las 98 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Catemu, esta sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las viviendas encuestadas.

Los resultados permiten identificar la proporción de hogares que ha realizado mejoras orientadas a favorecer la conservación del calor y reconocer los principales tipos de intervenciones implementadas, aportando antecedentes sobre el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas y las posibles brechas existentes en esta materia.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si las viviendas encuestadas han incorporado medidas orientadas a mejorar la conservación del calor al interior del hogar.

Tabla 240. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Catemu.

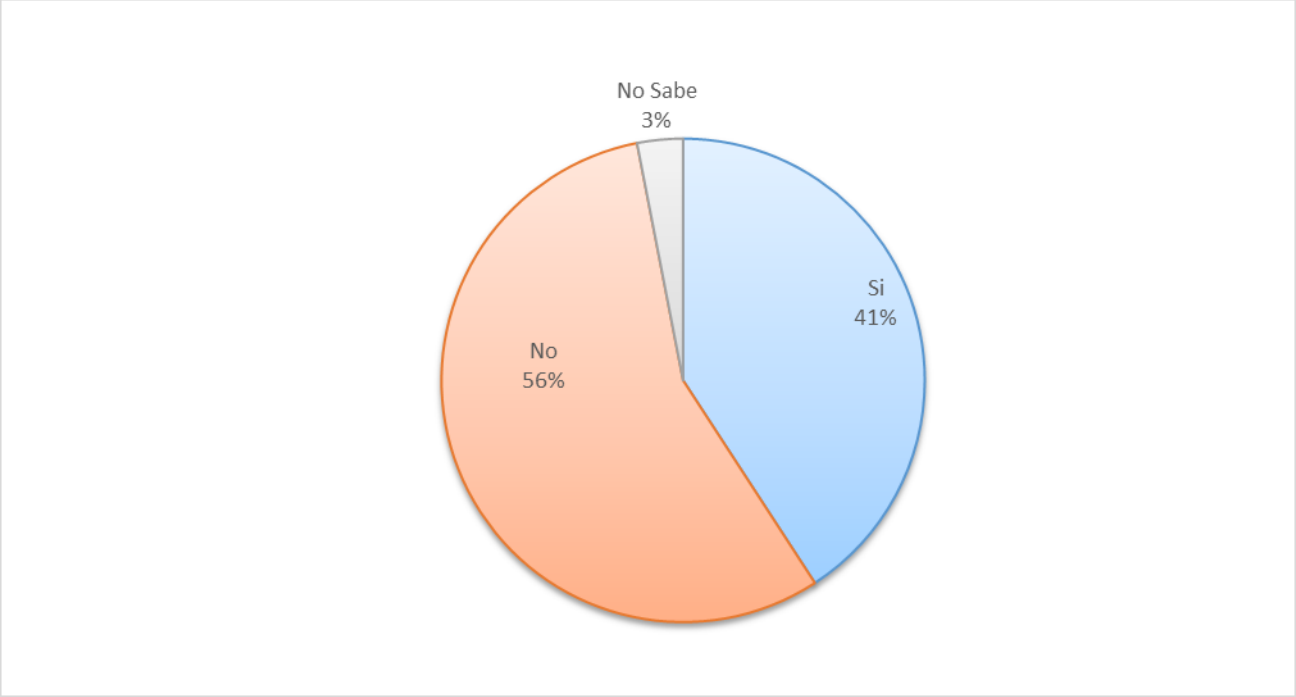
Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	40	41%
No	55	56%
Sin información	3	3%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

De las 98 viviendas encuestadas (Tabla 240), 40 hogares señalan haber implementado mejoras para favorecer la conservación térmica, mientras que 55 indican no haber efectuado intervenciones y 3 casos no presentan información.

De este modo, predomina el grupo que no ha realizado mejoras (Figura 170), lo que constata un margen relevante para fortalecer el acondicionamiento térmico del parque habitacional.

Figura 170. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar los principales tipos de mejoras realizadas en las viviendas encuestadas. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 241. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Catemu.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	23
Aislación de muros o techo	10
Sellado de filtraciones de aire	21
Otro	2
No se realizó mejoras	55
Total menciones	**111**

Fuente: Elaboración propia.

En esta variable (Tabla 241) se contabilizaron 111 menciones, debido a la posibilidad de registrar más de una medida por vivienda. La categoría con mayor frecuencia corresponde a quienes no realizaron mejoras, con 55 menciones. Entre las intervenciones efectivamente implementadas destaca el cambio

de ventanas, con 23 menciones, seguido por el sellado de filtraciones de aire, con 21 menciones, y la aislación de muros o techo, con 10 menciones. Otras medidas reúnen 2 menciones. En términos generales, las acciones desarrolladas se orientan principalmente a disminuir las pérdidas de calor mediante intervenciones en ventanas y filtraciones, aunque su implementación continúa siendo acotada dentro del conjunto de hogares encuestados.

5.2.2.6.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Catemu, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y evaluar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones del uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas utilizadas y su relevancia dentro de las estrategias de calefacción residencial.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 242. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	93
Leña / parafina	1
Leña/ Gas/Parafina	1
Leña/ Electricidad	3
Total menciones	**98**

Fuente: Elaboración propia.

La calefacción residencial (Tabla 242) presenta una marcada concentración en el uso de leña. De las 98 menciones registradas, 93 corresponden exclusivamente a leña, mientras que las combinaciones con otras fuentes energéticas son minoritarias: 3 casos utilizan leña y electricidad, uno combina leña y parafina y otro incorpora leña, gas y parafina. Esta distribución constata una dependencia prácticamente generalizada de la biomasa dentro de las estrategias de calefacción de los hogares encuestados.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario utilizado en el hogar.

Tabla 243. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	98	100%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El uso de leña (Tabla 243) alcanza a la totalidad de las 98 viviendas encuestadas (100%), sin registrarse hogares que declaren prescindir de este combustible. El resultado confirma que la leña constituye un componente transversal de la calefacción residencial en la muestra de Catemu, ya sea utilizada de manera exclusiva o complementada con otras fuentes energéticas.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Catemu, considerando sus características tecnológicas y posibles diferencias asociadas a eficiencia de combustión y emisiones generadas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 244. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	3
Calefactor Cámara simple	28
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	23
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	6
Salamandra	30
Cocina a leña	6
Chimenea abierta	2
Total menciones	**98**

Fuente: Elaboración propia.

Entre los 98 registros (Tabla 244), la salamandra constituye el artefacto más frecuente, con 30 menciones, seguida por el calefactor de cámara simple, con 28 menciones, y el calefactor con templador sin certificación, con 23 menciones. En menor proporción aparecen los calefactores con templador certificado y las cocinas a leña, ambos con 6 menciones; los artefactos hechizos, con 3; y las chimeneas abiertas, con 2. En conjunto, la distribución refleja una presencia predominante de

tecnologías tradicionales y equipos sin certificación, mientras que los calefactores certificados representan una fracción reducida de los artefactos registrados.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

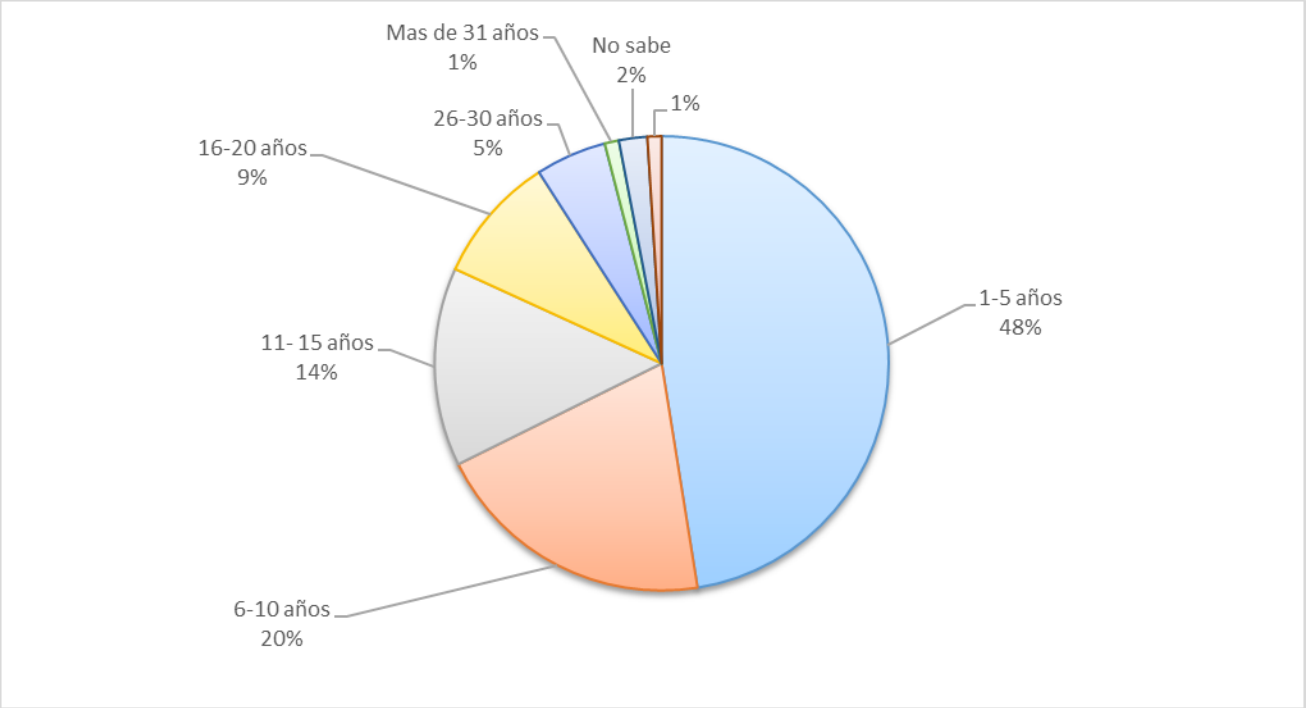
Tabla 245. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en comuna de Catemu.

Año de instalación	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	47	48%
6-10 años	20	20%
11- 15 años	14	14%
16-20 años	9	9%
21 -30 años	5	5%
Más de 31 años	1	1%
No sabe	2	2%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la antigüedad (Tabla 245,Figura 171), 47 artefactos (48%) tienen entre 1 y 5 años de instalación, constituyendo el grupo predominante. Otros 20 equipos (20%) presentan entre 6 y 10 años, mientras que 14 (14%) se sitúan entre 11 y 15 años. En los rangos de mayor antigüedad se identifican 9 artefactos (9%) de entre 16 y 20 años, 5 (5%) de entre 21 y 30 años y uno (1%) con más de 31 años; adicionalmente, 2 personas (2%) desconocen la antigüedad del equipo. En términos generales, cerca de dos tercios de los artefactos tienen hasta diez años de instalación, aunque persiste un conjunto de equipos con una trayectoria de uso considerablemente mayor.

Figura 171. Porcentaje de años de instalación de artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según la percepción de las personas encuestadas.

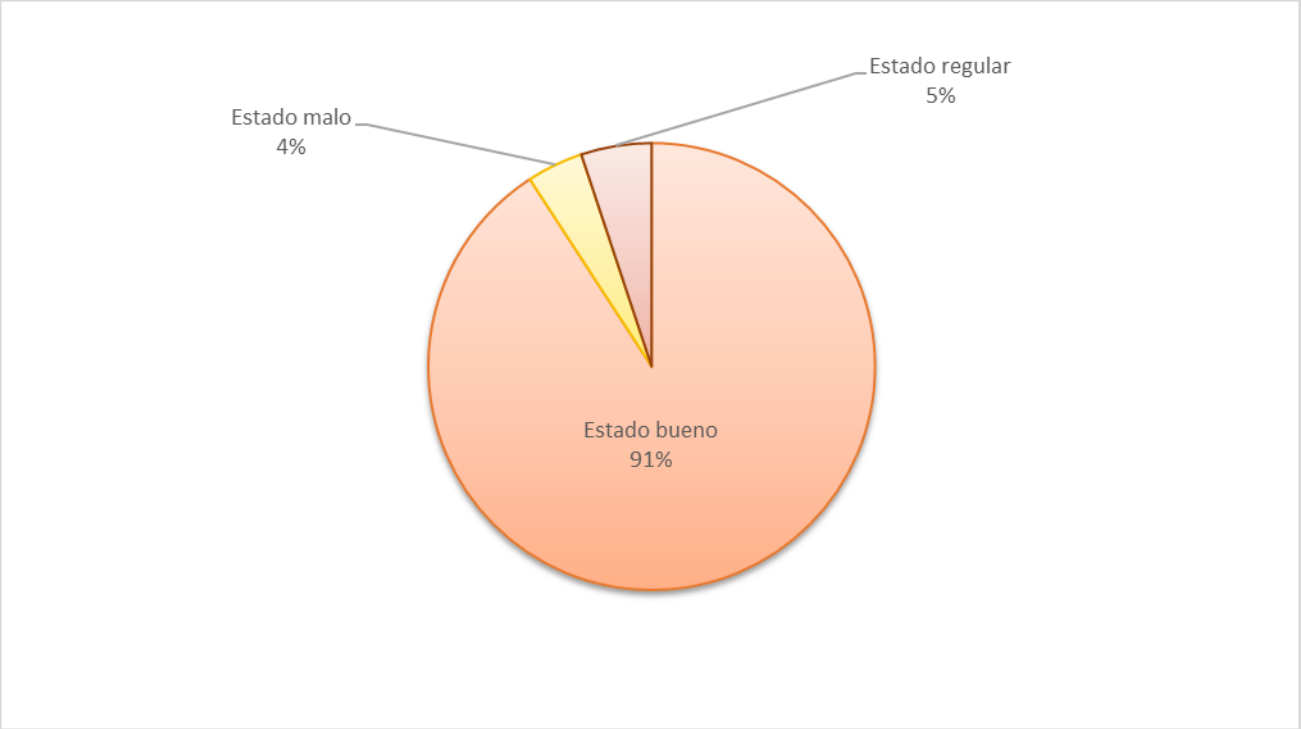
Tabla 246. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu

Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	89	91%
Malo	4	4%
Regular	5	5%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación declarada del estado de los equipos (Tabla 246,Figura 172) muestra condiciones mayoritariamente favorables: 89 artefactos (91%) son calificados en buen estado, 5 (5%) en estado regular y 4 (4%) en mal estado. Si bien la gran mayoría presenta una valoración positiva respecto de su conservación y funcionamiento, este antecedente debe distinguirse de su nivel de eficiencia o certificación, puesto que un equipo en buen estado no necesariamente corresponde a una tecnología de menores emisiones

Figura 172. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 247. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Tiraje artefacto	N° menciones
Completamente abierto	14
Cerrado	33
Semiabierto	50
No indica	4
Total menciones	**101**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la operación del tiraje (Tabla 247) se contabilizaron 101 menciones. La modalidad más frecuente corresponde al tiraje semiabierto, con 50 menciones, seguida por el tiraje cerrado, con 33 menciones, y completamente abierto, con 14 menciones. Los 4 registros restantes no entregan información. La concentración de respuestas en posiciones semiabiertas y cerradas identifica distintas prácticas de regulación del flujo de aire durante la combustión, aspecto relevante al considerar el desempeño de los artefactos y la generación de emisiones

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 248. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	31
Julio – Septiembre (Invierno)	95
Todo el año	2
Octubre- Diciembre (primavera)	1
Total menciones	**129**

Fuente: Elaboración propia.

El período de utilización (Tabla 248) se concentra claramente en los meses más fríos. De las 129 menciones, 95 corresponden al período julio-septiembre, es decir, al invierno, mientras que 31 menciones se vinculan con abril-junio. Solo 2 indican utilización durante todo el año y una corresponde al período octubre-diciembre. En consecuencia, el funcionamiento de los sistemas de calefacción presenta un marcado carácter estacional, concentrado fundamentalmente durante el invierno y, en segundo término, durante el otoño.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas.

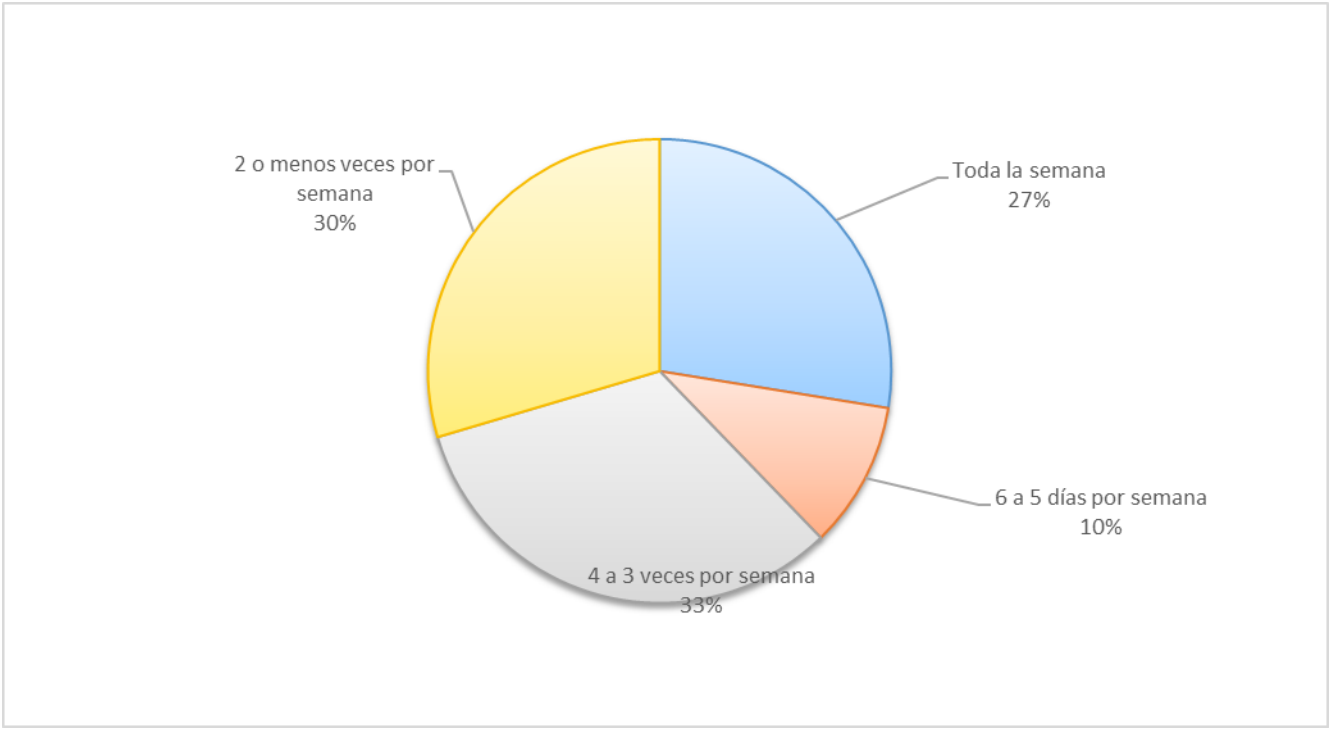
Tabla 249. Distribución del uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en la comuna de Catemu.

Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	27	27%
6 a 5 días por semana	10	10%
4 a 3 veces por semana	32	33%
2 o menos veces por semana	29	30%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La frecuencia de utilización presenta una distribución relativamente diversa (Tabla 249, Figura 173). El grupo más numeroso corresponde a quienes emplean el artefacto entre 3 y 4 veces por semana, con 32 hogares (33%), seguido por 29 hogares (30%) que lo utilizan dos veces o menos. Por otro lado, 27 hogares (27%) declaran utilizarlo durante toda la semana y 10 (10%) entre 5 y 6 días. En conjunto, los resultados muestran que el uso frecuente convive con patrones más ocasionales, sin concentrarse exclusivamente en una única modalidad semanal

Figura 173. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Tabla 250. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

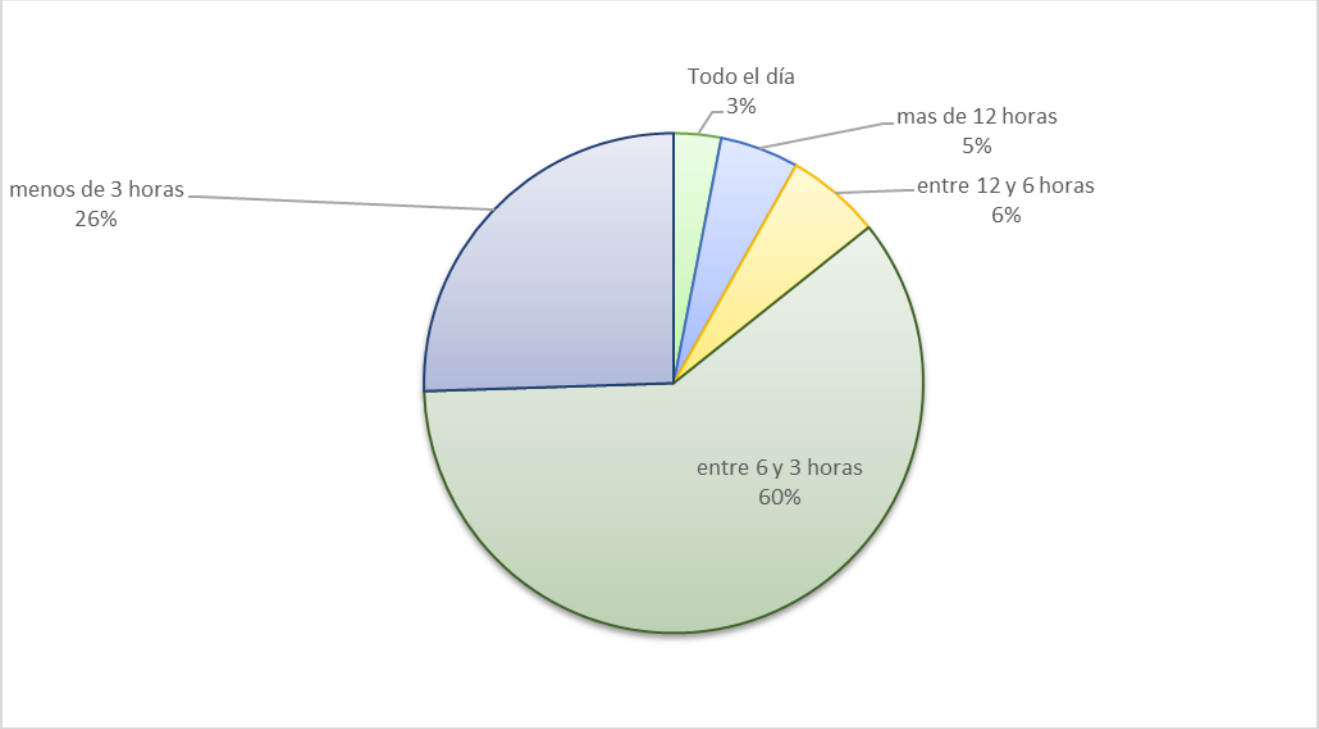
Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	3	3%
Más de 12 horas	5	5%
Entre 12 y 6 horas	6	6%
Entre 6 y 3 horas	59	60%
Menos de 3 horas	25	26%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las horas de funcionamiento (Tabla 250,Figura 174), 59 hogares (60%) utilizan el artefacto entre 3 y 6 horas diarias, constituyendo ampliamente el tramo predominante. Le siguen 25 hogares (26%) que lo emplean menos de tres horas al día.

Los usos de mayor duración son menos frecuentes: 6 hogares (6%) lo mantienen encendido entre 6 y 12 horas, 5 (5%) por más de 12 horas y 3 (3%) durante todo el día. Por tanto, el patrón predominante corresponde a períodos diarios de utilización acotados, particularmente de entre tres y seis horas.

Figura 174. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes.

Tabla 251. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

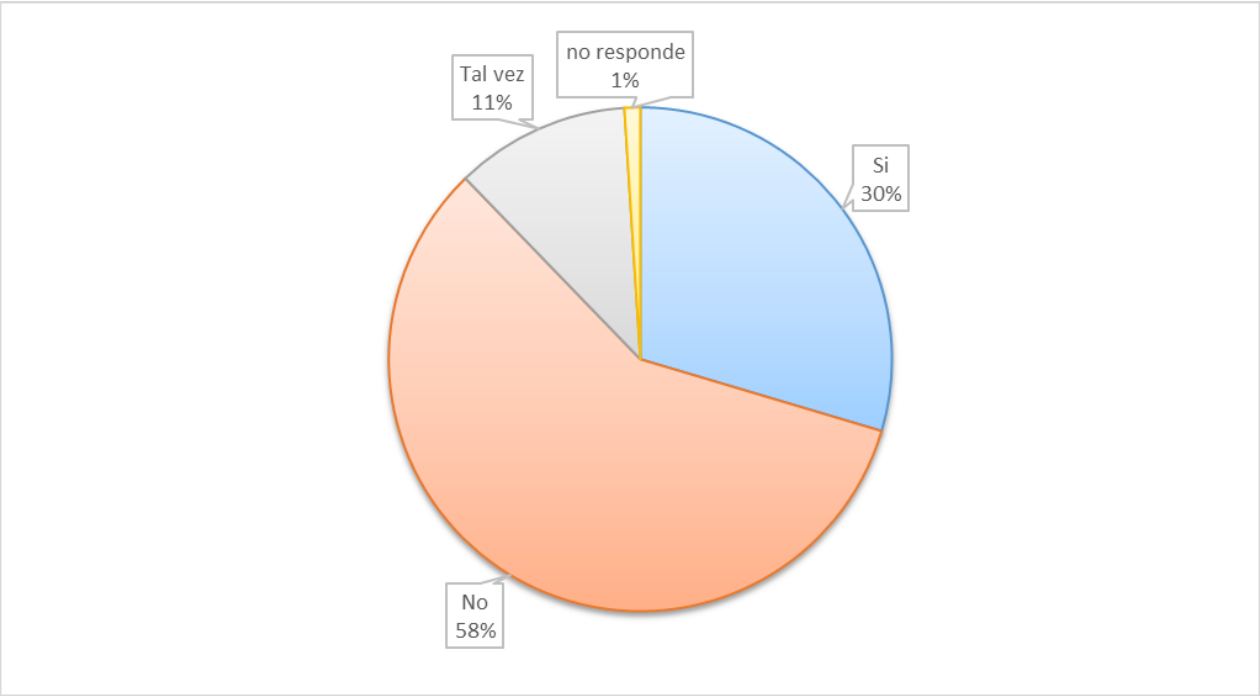
Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	29	30%
No	57	58%
Tal vez	11	11%
No responde	1	1%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Frente a la posibilidad de reemplazar el artefacto (Tabla 251, Figura 175) actual, 57 hogares (58%) manifiestan no estar dispuestos al cambio, mientras que 29 (30%) expresan una disposición favorable. Otros 11 hogares (11%) señalan que tal vez realizarían el recambio y uno (1%) no responde. De esta manera, aunque predomina la intención de mantener el equipo actual, existe un grupo equivalente al

41% que manifiesta una disposición afirmativa o potencial al cambio, lo que podría constituir una base relevante para eventuales iniciativas de recambio tecnológico.

Figura 175. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 252. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	4
Gas	2
Pellets	19
Electricidad/ Pellets	1
Aire acondicionado	3
Total menciones	**29**

Fuente: Elaboración propia.

Entre quienes señalaron alternativas de recambio (Tabla 252) se contabilizaron 29 menciones, destacando ampliamente los sistemas a pellets, con 19 menciones. A mayor distancia aparecen los sistemas eléctricos, con 4 menciones, aire acondicionado, con 3, gas, con 2, y la combinación electricidad/pellets, con una mención. La distribución muestra una preferencia particularmente marcada por los pellets entre las alternativas señaladas, sugiriendo una mayor aceptación potencial de esta tecnología frente a otras opciones de calefacción

5.2.2.6.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

La presente sección tiene como objetivo caracterizar el uso de combustibles destinados a la calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Catemu, considerando el tipo de combustible empleado, las modalidades de adquisición, los períodos de compra, las especies de leña utilizadas y los costos asociados.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando las distintas fuentes energéticas empleadas por los hogares.

Cabe señalar que la pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 253. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	89
Leña/ Podas	8
Leña/ tablas	1
Total menciones	**98**

Fuente: Elaboración propia.

La leña constituye el combustible (Tabla 253) predominante entre los hogares encuestados. De los 98 registros, 89 corresponden al uso de leña, mientras que 8 combinan leña con podas y uno utiliza leña junto con tablas. Así, independientemente de la modalidad específica de abastecimiento, la biomasa está presente en la totalidad de los casos analizados. La incorporación de podas y tablas en un grupo reducido de hogares también da cuenta del aprovechamiento de materiales vegetales o derivados de madera disponibles como complemento de la leña convencional.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

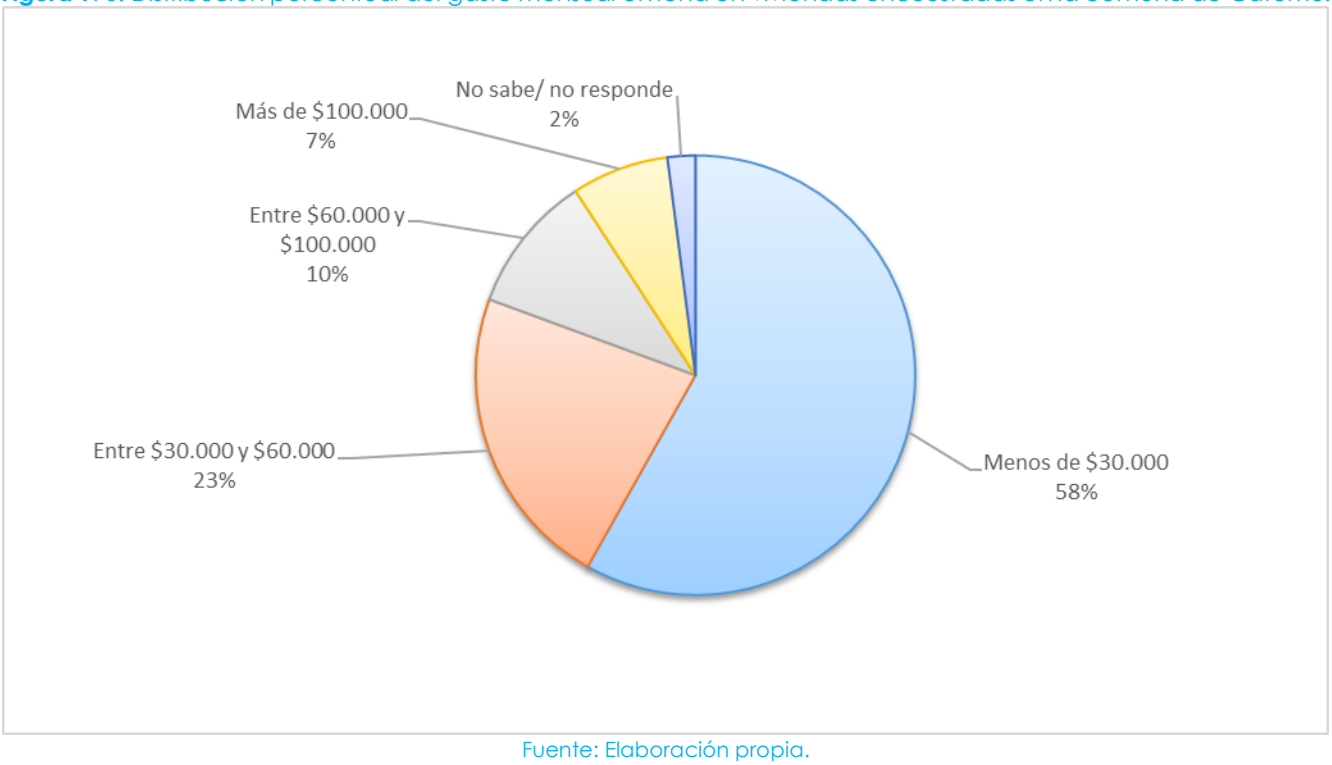
Tabla 254. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	57	58%
Entre $30.000 y $60.000	22	23%
Entre $60.000 y $100.000	10	10%
Más de $100.000	7	7%
No sabe / no responde	2	2%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El gasto destinado (Tabla 254,Figura 176) a la compra de leña se concentra principalmente en los rangos inferiores. 57 hogares (58%) declaran desembolsar menos de $30.000 mensuales, mientras que 22 (23%) gastan entre $30.000 y $60.000. En los tramos superiores se registran 10 hogares (10%) con gastos entre $60.000 y $100.000 y 7 (7%) que superan $100.000 mensuales; otros 2 casos (2%) no entregan información. En consecuencia, si bien la mayor parte de los hogares presenta gastos inferiores a $60.000, existe un grupo menor para el cual la adquisición de leña representa un desembolso mensual considerable.

Figura 176. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 255. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	39
Metro	3
Compra directa (camión)	27
Recolección propia	33
Otro (regalo, granel)	17
Total menciones	**119**

Fuente: Elaboración propia.

Las formas de abastecimiento presentan una mayor diversidad (Tabla 255). De las 119 menciones registradas, la compra por saco alcanza 39 menciones, seguida por la recolección propia, con 33, y la compra directa mediante camión, con 27. Otras modalidades, como regalo o compra a granel, reúnen 17 menciones, mientras que la adquisición por metro registra 3. Estos resultados muestran que el abastecimiento no depende exclusivamente del mercado formal de compra, sino que combina mecanismos comerciales con estrategias de obtención directa del combustible.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 256. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	67
Verano anterior	33
Primavera anterior	3
Total menciones	**103**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al momento de abastecimiento (Tabla 256), de las 103 menciones registradas, 67 corresponden a la adquisición de leña durante el mismo invierno, mientras que 33 indican compra durante el verano anterior y solo 3 durante la primavera precedente. La concentración de adquisiciones en plena temporada de uso sugiere un patrón de compra principalmente inmediato, mientras que el abastecimiento anticipado presenta una incidencia menor. Este aspecto puede resultar relevante al considerar las posibilidades de almacenamiento y secado previo del combustible.

- **Especie de leña utilizada:**

La variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando diferencias asociadas a disponibilidad, poder calorífico y características de combustión.

En esta variable, las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Tabla 257. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	54
Palto	23
Pino	6
Parra	6
Nogal	16
Cítricos y frutales	10
No sabe	6
Total Menciones	**121**

Fuente: Elaboración propia.

La información recopilada (Tabla 257) registra 121 menciones de especies utilizadas. El eucalipto concentra 54 menciones, posicionándose como la especie predominante, seguido por el palto, con 23, y el nogal, con 16. Los cítricos y otros frutales alcanzan 10 menciones, mientras que pino y parra registran 6 cada uno. En otros 6 casos no se identifica la especie utilizada. La diversidad observada muestra que, junto con el predominio del eucalipto, existe un aprovechamiento de distintas especies arbóreas y frutales, posiblemente vinculado con la disponibilidad local de biomasa.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión (Tabla 258).

Tabla 258. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.

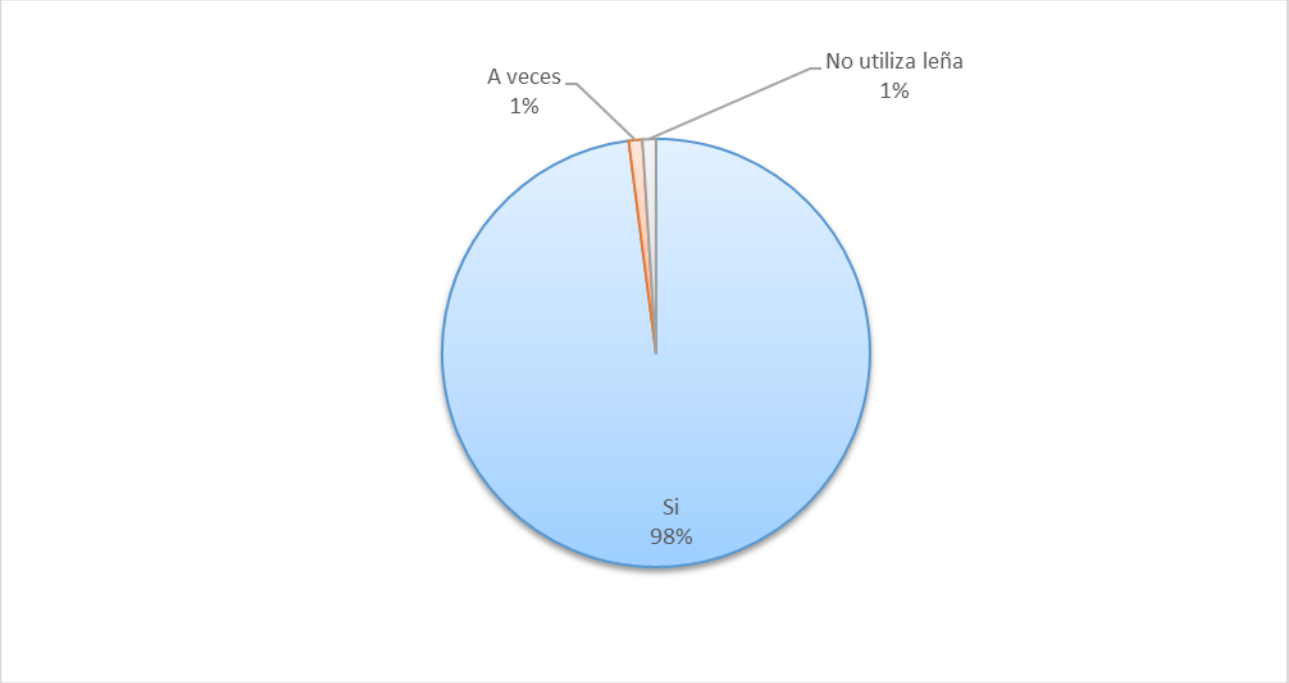
Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	96	98%
No	1	1%
A veces	1	1%
Total	**98**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La utilización declarada de leña seca es prácticamente generalizada: 96 de los 98 hogares encuestados (98%) señalan utilizarla, mientras que un hogar (1%) indica no hacerlo y otro (1%) declara

utilizarla solo algunas veces. El resultado refleja una alta percepción de uso de combustible seco entre las personas encuestadas. No obstante, al tratarse de información declarada y no de una medición instrumental del contenido de humedad, el dato debe interpretarse como una aproximación a las prácticas de consumo de los hogares (Figura 177).

Figura 177. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.6.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestas según tipo de sector en la comuna de Catemu

En esta sección se comparan las viviendas encuestadas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Catemu, utilizando la información obtenida mediante la aplicación de encuestas a 98 hogares.

El análisis considera variables asociadas a las características de las viviendas, las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los combustibles utilizados y la disposición al recambio tecnológico, con el fin de reconocer patrones territoriales y aportar antecedentes para el diagnóstico energético comunal.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Como punto de partida, se presenta la distribución territorial de las viviendas encuestadas, diferenciando aquellas ubicadas en sectores urbanos y rurales. Esta clasificación permite contextualizar los resultados de las secciones siguientes, considerando que las características del territorio pueden influir en las condiciones habitacionales y en las prácticas de calefacción de los hogares.

Tabla 259. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Catemu.

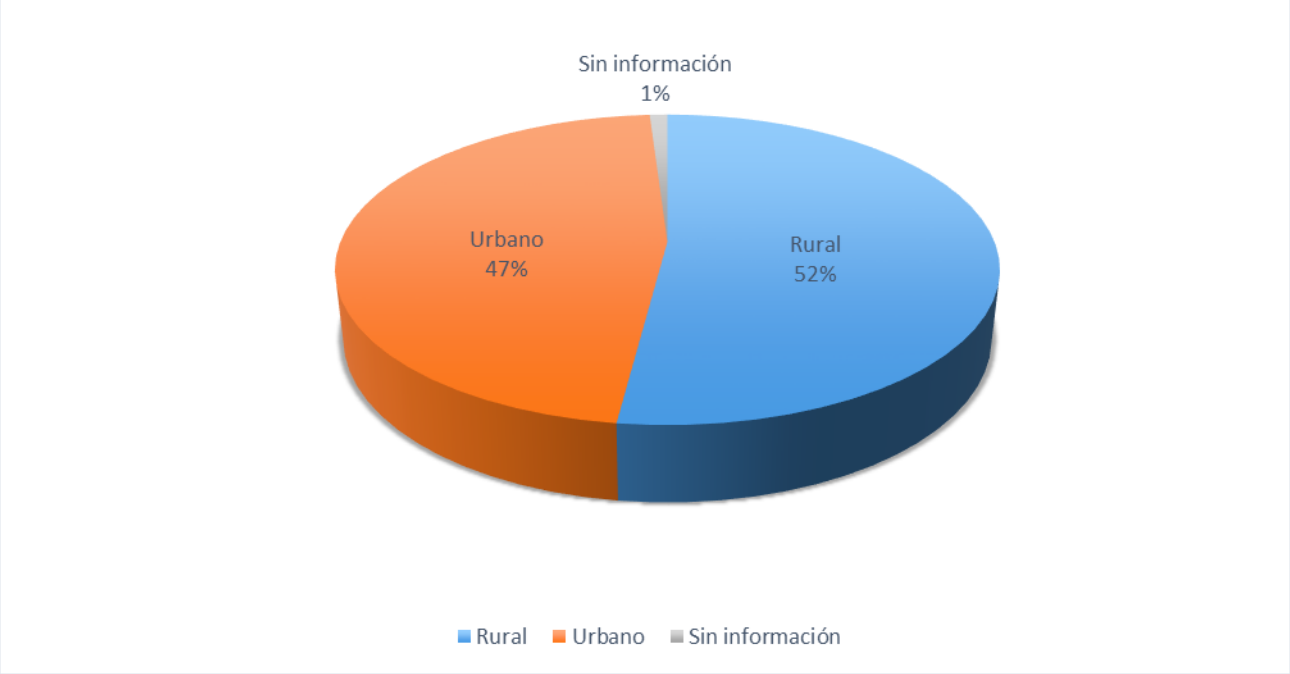
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	51
Urbano	46
Sin información	1
Total	**98**

Fuente: Elaboración propia.

De las 98 viviendas encuestadas (Tabla 259,Figura 178) en la comuna de Catemu, 51 se localizan en sectores rurales, equivalentes al 52% de la muestra, mientras que 46 corresponden a sectores urbanos, representando el 47%. Un caso, equivalente al 1%, no registra información respecto de su localización.

La distribución territorial presenta, por tanto, una composición relativamente equilibrada entre ambos sectores, aunque con una leve mayor representación del ámbito rural. Esta característica favorece la comparación de las condiciones habitacionales y energéticas entre ambos contextos sin que exista una concentración excesiva de la muestra en uno de ellos.

Figura 178. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de la muestra, se analizó la distribución del tipo de vivienda según su localización en sectores rurales y urbanos de la comuna de Catemu. Esta información permite establecer si existen diferencias en la tipología habitacional entre ambos contextos territoriales y complementar el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética de los hogares.

Tabla 260. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Catemu.

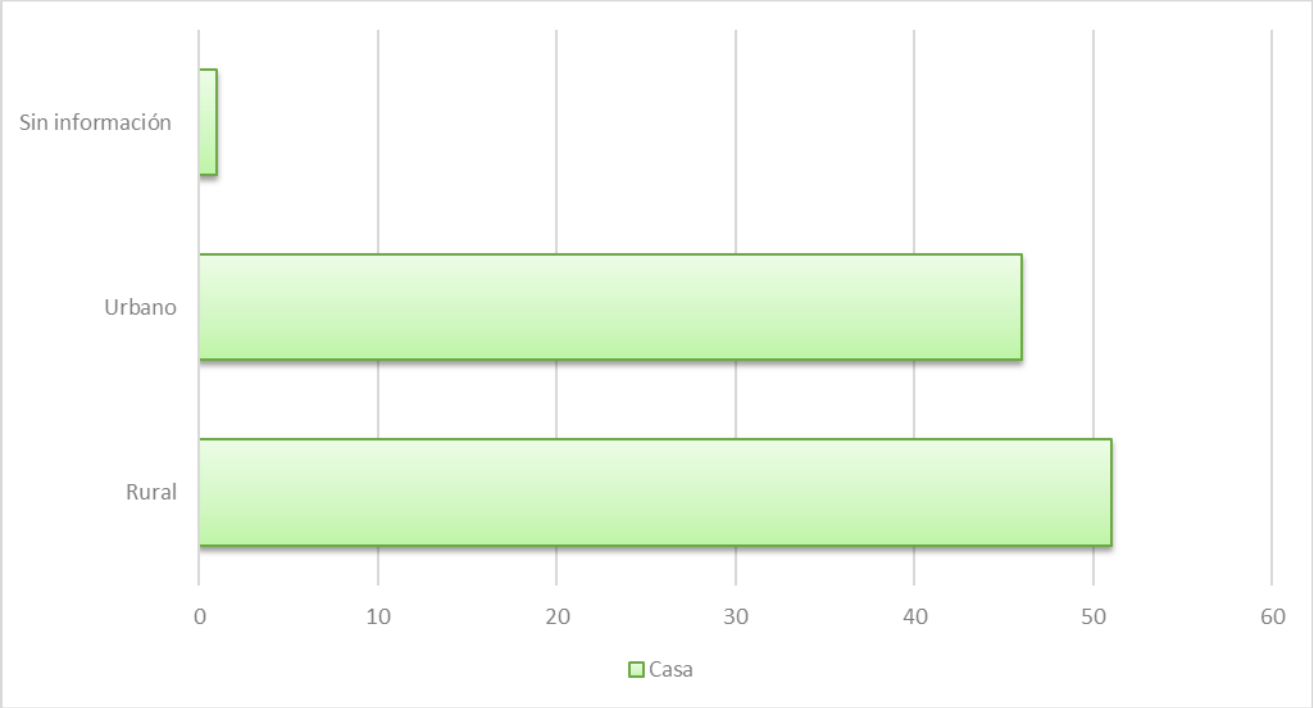
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Sin información	Total
Casa	**51**	**46**	**1**	**98**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las 98 viviendas encuestadas (Tabla 260, Figura 179) corresponde a la tipología casa, distribuyéndose en 51 casos rurales, 46 urbanos y una vivienda sin información territorial. En consecuencia, no se observan diferencias entre sectores respecto del tipo de vivienda.

Esta homogeneidad permite centrar el análisis comparativo en otras dimensiones que presentan mayor capacidad de diferenciación territorial, como las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los artefactos utilizados y las prácticas asociadas al abastecimiento de combustibles.

Figura 179. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Catemu, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 261. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Catemu.

Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	10	54
Urbano	7	47
Sin información	0	1
Total	**17**	**102**

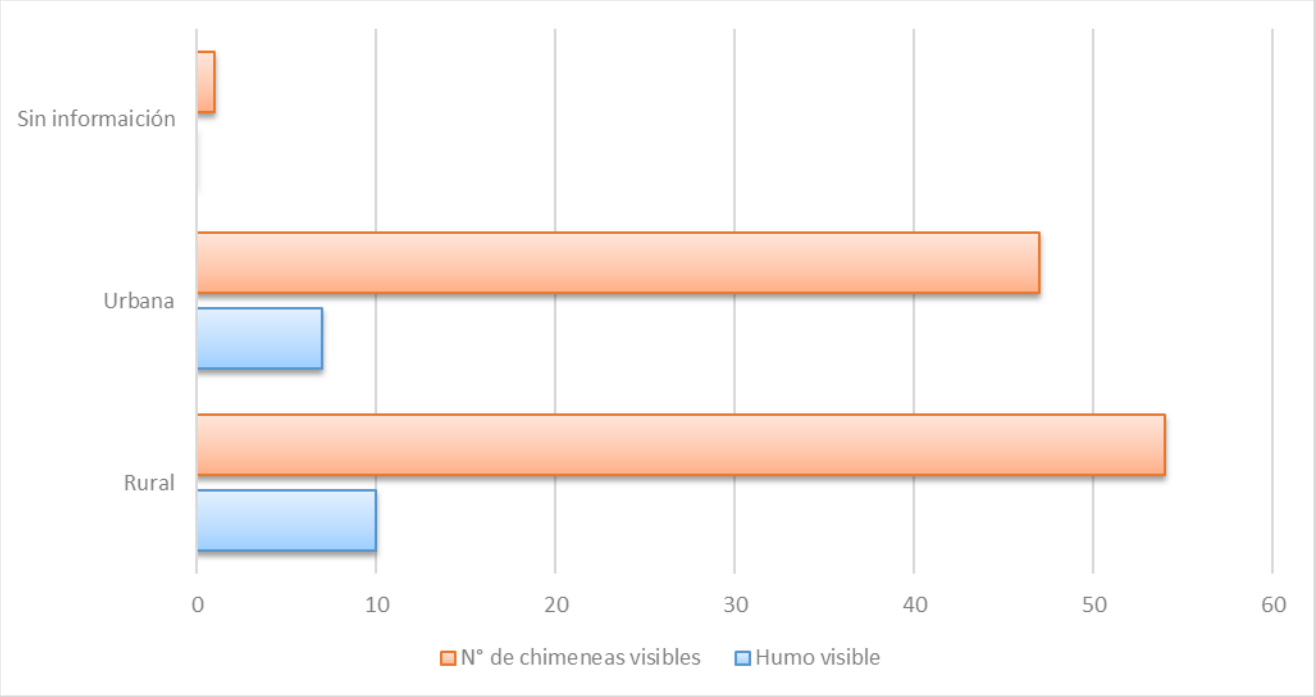
Fuente: Elaboración propia.

Durante la observación (Tabla 261) se registraron 102 chimeneas visibles en las 98 viviendas consideradas, de las cuales 54 se localizaron en el sector rural, 47 en el urbano y una en una vivienda sin información territorial. Cabe precisar que esta cifra corresponde al número de chimeneas observadas y no al número de viviendas, por lo que el total puede superar la cantidad de unidades habitacionales cuando una misma vivienda presenta más de una chimenea.

En relación con el humo visible, se identificaron 17 viviendas con emisiones observables al momento de la visita, de las cuales 10 corresponden al sector rural y 7 al urbano.

La distribución muestra (Figura 180) una presencia ligeramente mayor de humo visible en el ámbito rural. Sin embargo, la diferencia entre ambos sectores es acotada y debe interpretarse con cautela, debido a que la observación corresponde exclusivamente a las condiciones existentes durante el momento de la visita.

Figura 180. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de Catemu. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 262. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Presencia de aislación térmica	Rural	Urbano	Sin información	Total
Si	32	37	1	70
No	14	4	0	18
Sin información	5	5	0	10
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

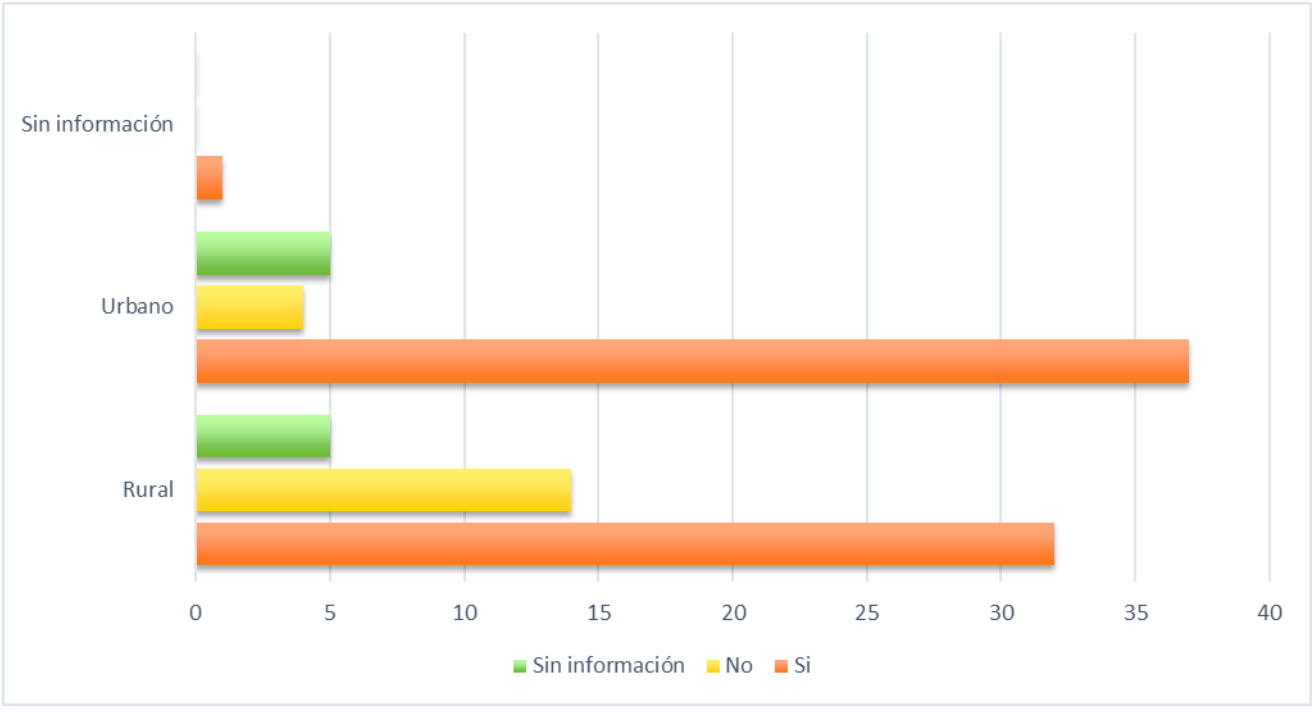
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 262) que la presencia declarada de aislación térmica es mayor en las viviendas urbanas que en las rurales. Mientras en el sector rural 32 viviendas señalan disponer de algún tipo de aislación, en el urbano esta condición se registra en 37 viviendas, pese a que este último sector presenta un menor número total de casos.

Esta diferencia sugiere una mayor incorporación de soluciones de acondicionamiento térmico entre las viviendas urbanas consideradas en la muestra. En contraste, en el sector rural se concentra una mayor cantidad de hogares que declaran no contar con aislación, configurándose como una de las principales brechas territoriales identificadas en la comuna.

No obstante, estos resultados (Figura 181) corresponden a información declarada por las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de la envolvente térmica de las viviendas.

Figura 181. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

La variable permite identificar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas utilizadas y su relevancia dentro de las estrategias de calefacción residencial.

En aquellos hogares que utilizan más de una fuente de calefacción, las combinaciones fueron registradas como categorías específicas. Por esta razón, los resultados corresponden a la frecuencia de viviendas asociadas a cada sistema o combinación de sistemas y no al número independiente de menciones.

Tabla 263. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.

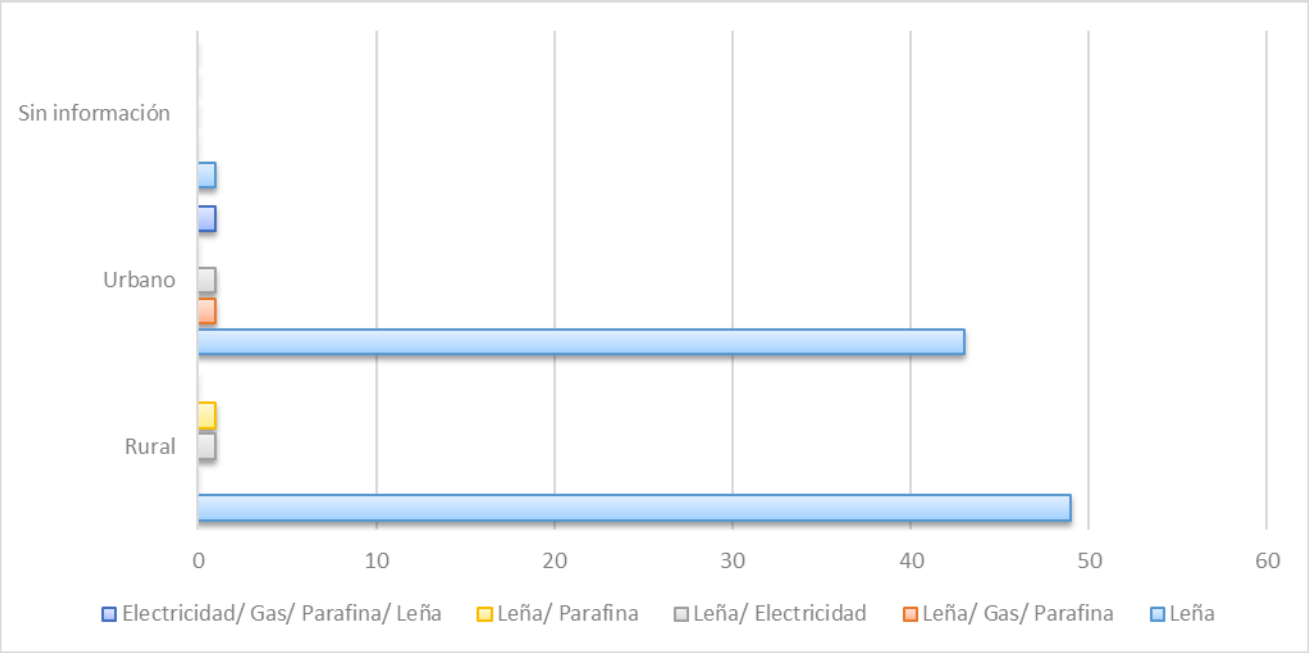
Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	49	43	1	93
Leña/ Gas/ Parafina	0	1	0	1
Leña/ Electricidad	1	1	0	2
Leña/ Parafina	1	0	0	1
Electricidad/ Gas/ Parafina/ Leña	0	1	0	1
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

Fuente: Elaboración propia.

La leña constituye el principal sistema de calefacción en ambos sectores (Tabla 263). En el ámbito rural, 49 de las 51 viviendas encuestadas utilizan exclusivamente este combustible, mientras que en el sector urbano esta condición se observa en 43 de las 46 viviendas. A ello se suman algunos hogares que combinan la leña con electricidad, gas o parafina.

En términos comparativos, no se observan (Figura 182) diferencias sustantivas entre ambos sectores respecto del predominio de la leña como fuente de calefacción, ya que su utilización es prácticamente transversal a toda la muestra. Las diferencias se concentran principalmente en la presencia puntual de sistemas complementarios.

Figura 182. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 264. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Sin información	Total
Calefactor con templador sin certificación	15	9	0	24
Artefacto Hechizo	2	1	0	3
Calefactor Cámara Simple	10	18	0	28
Cocina a leña	6	0	0	6

Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Sin información	Total
Salamandra	14	15	1	30
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	2	3	0	5
Chimenea abierta	2	0	0	2
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

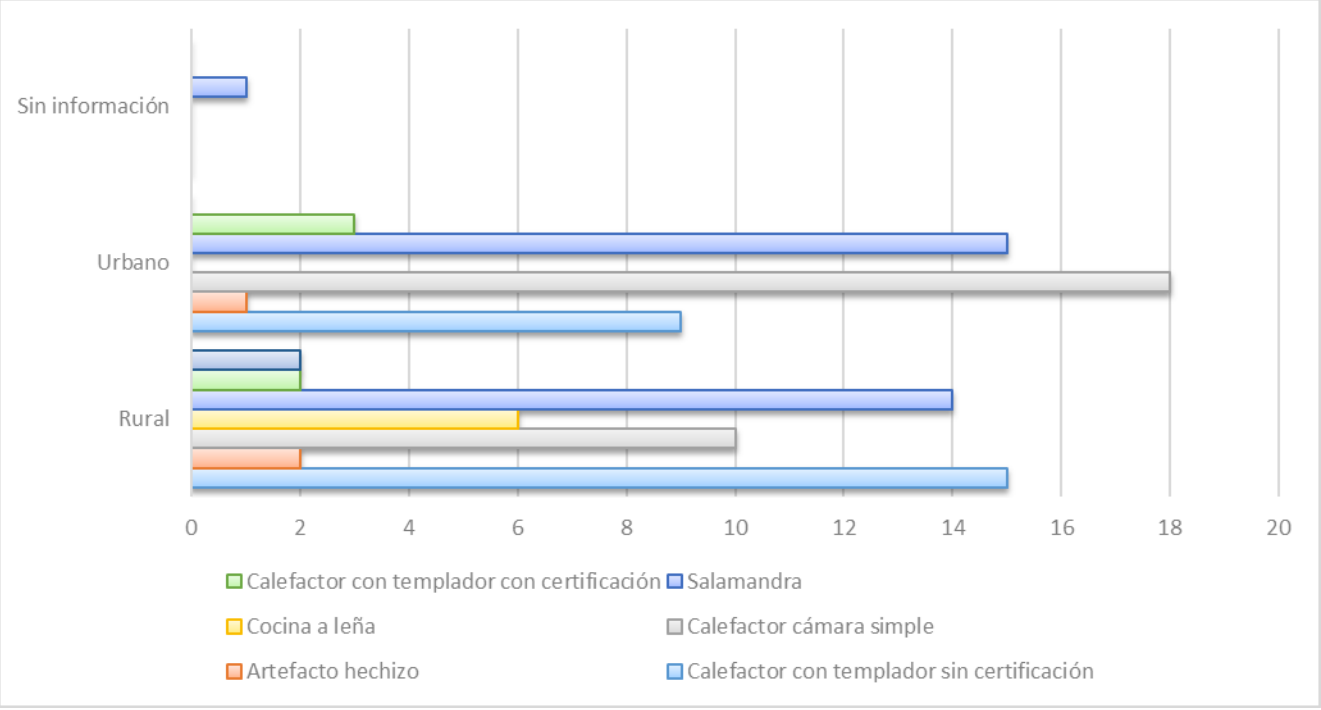
Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los artefactos (Tabla 264) muestra diferencias en su composición entre ambos sectores. En el ámbito rural destacan los calefactores con templador sin certificación y las salamandras, junto con una presencia relevante de calefactores de cámara simple. En el sector urbano, en cambio, las mayores frecuencias corresponden a calefactores de cámara simple y salamandras.

Los calefactores con templador certificado presentan una presencia reducida dentro de la muestra, tanto en términos generales como al comparar ambos sectores. Asimismo, se identifican cocinas a leña, artefactos hechizos y chimeneas abiertas, principalmente en el ámbito rural.

En conjunto, la distribución (Figura 183) muestra una presencia importante de tecnologías tradicionales y equipos sin certificación. Por esta razón, la antigüedad o el buen estado declarado de los artefactos no permiten establecer por sí solo mejores condiciones de eficiencia energética o menores emisiones, siendo necesario considerar también sus características tecnológicas, certificación y prácticas de operación.

Figura 183. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 265. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Disposición a cambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Sí	14	15	0	29
No	32	24	1	57
Tal vez	4	7	0	11
Sin información	1	0	0	1
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

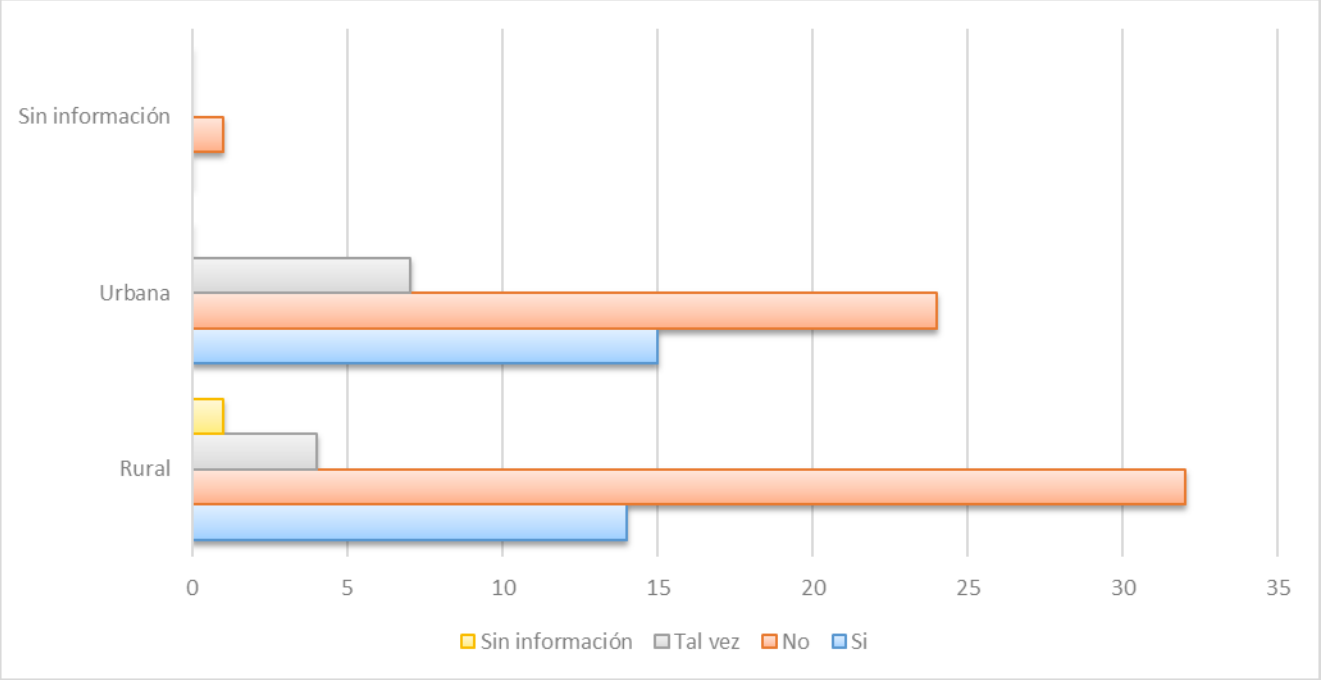
Fuente: Elaboración propia.

En el sector rural (Tabla 265, Figura 184) predomina la decisión de mantener el artefacto actual, mientras que la disposición favorable al cambio presenta una menor frecuencia. En el sector urbano también prevalece la respuesta negativa, aunque se registra una mayor cantidad de hogares que manifiestan disposición a reemplazar su sistema de calefacción.

De esta manera, la resistencia al recambio se observa en ambos sectores, pero adquiere mayor intensidad en el ámbito rural. En contraste, los hogares urbanos presentan una mayor apertura relativa hacia la sustitución de sus actuales equipos, configurándose esta variable como otra de las diferencias territoriales relevantes identificadas en Catemu.

La existencia de hogares que manifiestan disposición positiva o eventual al recambio permite reconocer un segmento potencial para futuras iniciativas, aunque la aceptación de nuevas tecnologías podría depender de factores económicos, costos de operación, disponibilidad de combustibles y características de las viviendas.

Figura 184. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 266. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Sin información	Total
Aire acondicionado	2	1	0	3
Pellets	8	11	0	19
Gas	1	1	0	2
Eléctrica	2	2	0	4
Eléctrica/ Pellets	0	1	0	1
Sin información	38	30	1	69
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

Fuente: Elaboración propia.

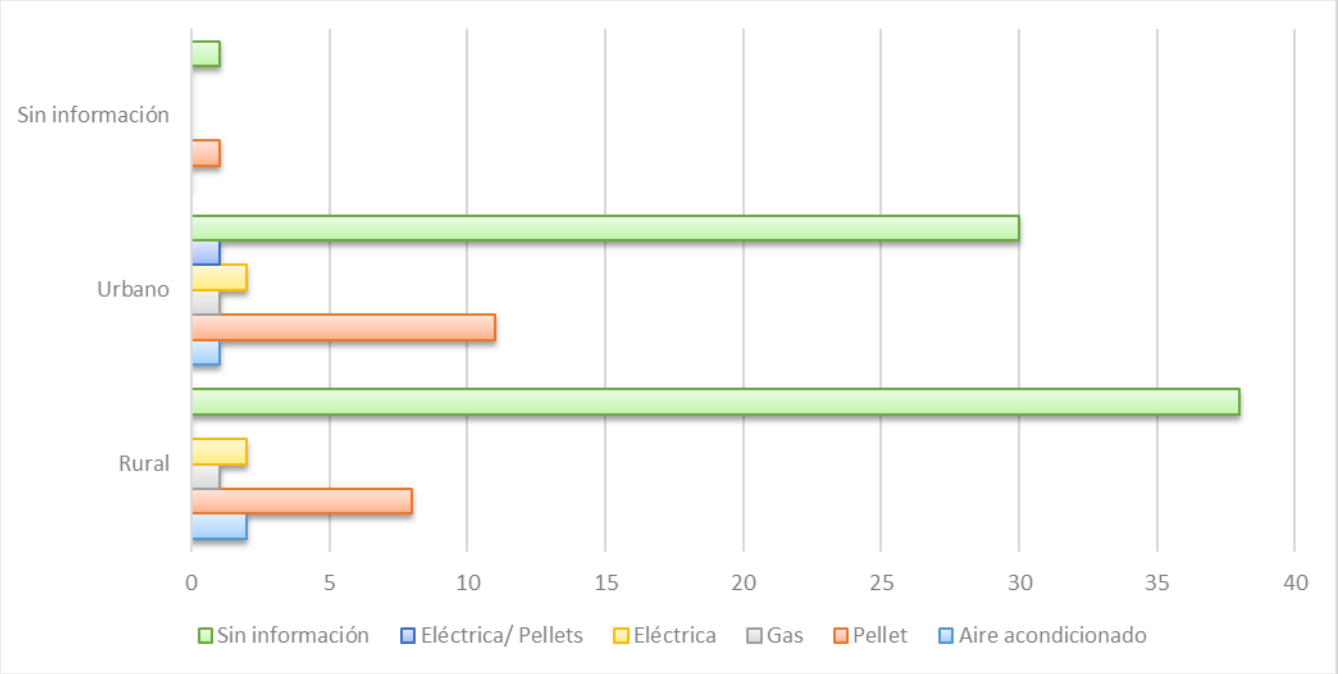
Entre quienes cuentan con información respecto de una eventual alternativa de recambio, los equipos a pellets presentan la mayor preferencia (Tabla 266,Figura 185), con 19 registros: 8 en el sector rural y 11 en el urbano. A continuación, se encuentran los sistemas eléctricos, con 4 casos, el aire acondicionado,

con 3, y los equipos a gas, con 2. Asimismo, se registra una preferencia por una combinación de electricidad y pellets.

Sin embargo, 69 de las 98 viviendas aparecen sin información en esta variable, debido principalmente a que una proporción importante de las personas previamente manifestó no estar dispuesta al recambio. Por ello, las preferencias señaladas deben analizarse sobre el grupo que efectivamente consideró alguna alternativa y no sobre el conjunto de la muestra.

Dentro de ese segmento, el pellet destaca claramente como la opción con mayor aceptación, especialmente en el sector urbano. Este antecedente puede resultar útil para explorar eventuales programas de recambio, aunque su viabilidad deberá considerar costos de adquisición, operación y disponibilidad del combustible.

Figura 185. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 267. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña	44	44	1	89
Leña/ Podas	6	2	0	8

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Sin información	Total
Leña/ Tablas	1	0	0	1
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

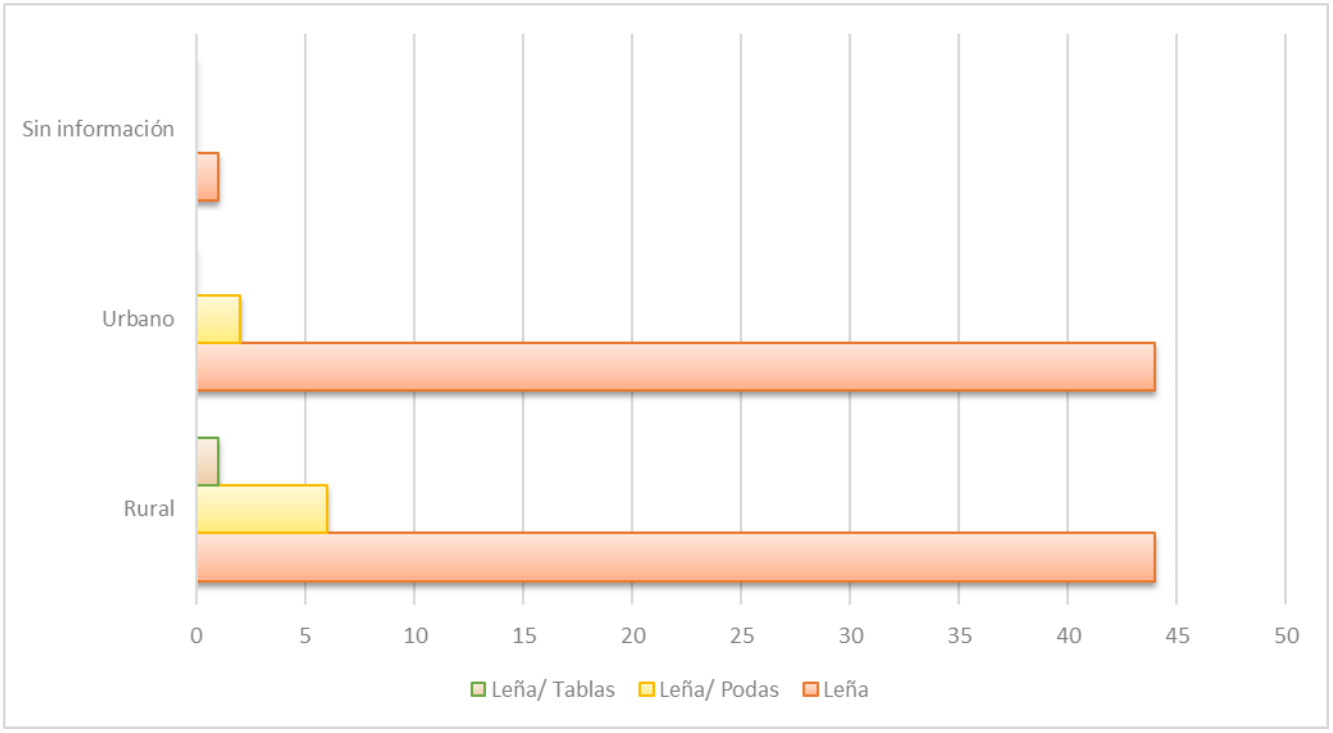
Fuente: Elaboración propia.

La leña aparece como el combustible predominante (Tabla 267) en ambos sectores de Catemu. Se registran 89 viviendas que utilizan exclusivamente leña, distribuidas de manera equivalente entre 44 casos rurales, 44 urbanos y una vivienda sin información territorial.

Adicionalmente, 8 viviendas combinan leña con podas, de las cuales 6 pertenecen al sector rural y 2 al urbano. Un único caso rural declara utilizar leña junto con tablas.

Los resultados muestran (Figura 186) que la dependencia de la biomasa es común a ambos contextos. Sin embargo, en el sector rural se observa una mayor presencia de combustibles complementarios derivados de podas o materiales vegetales, lo que podría relacionarse con una mayor disponibilidad local de estos recursos y con prácticas de autoabastecimiento.

Figura 186. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de La Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas.

Tabla 268. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Catemu.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eucalipto	11	22	0	33
Palto	7	3	0	10
Pino	0	2	0	2
Nogal	4	0	0	4
Parra	4	1	0	5
Durazno	2	0	0	2
Eucalipto/ Álamo	1	0	0	1
Palto/ Parra	1	0	0	1
Espino/ Acacio/ Nogales	1	0	0	1
Almendro/ Nogal/ Membrillo	1	0	0	1
Eucalipto/ Troncos	1	0	0	1
Eucalipto/ Nogal	1	1	0	2
Álamo	1	0	0	1
Eucalipto/ Vides	2	0	0	2
Eucalipto/ Vides/ Palto	2	0	0	2
Eucalipto/ Pino/ Vides	1	0	0	1
Sin información	2	4	0	6
Eucalipto/ Nogal/ Parra	1	0	0	1
Eucalipto/ Pino/ Nogal	1	0	0	1
Palto/ Nogal	2	1	0	3
Eucalipto/ Palto	1	0	0	1
Pino/ Litre/ Palto/ Cerezo	1	0	0	1
Eucalipto/ Palto / Nogal	1	1	0	2
Sauce/ Palto	1	0	0	1
Nogal/ Álamo/ palto	0	1	0	1
Eucalipto/ Durazno	0	2	0	2
Eucalipto/ Espino	0	1	0	1
Palto/ Mandarina	0	1	0	1

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Sin información	Total
Eucalipto/ Pino/ Espino	0	2	0	2
Durazno/ Damasco	0	1	0	1
Eucalipto/ Palto/ Durazno	0	1	0	1
Otro	1	2	0	3
Eucalipto/ sauce/ Álamo	0	0	1	1
Total	**51**	**46**	**1**	**98**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de especies (Tabla 268) constata una mayor concentración del eucalipto en el sector urbano, donde se registran 22 casos de uso exclusivo, frente a 11 en el sector rural. El palto presenta el comportamiento contrario, con 7 registros rurales y 3 urbanos, mientras que otras especies como nogal, parra y durazno también tienen una mayor presencia individual en el ámbito rural.

Más allá de las especies principales, se observa una amplia variedad de combinaciones que incorporan eucalipto, palto, nogal, parra, pino y otras especies forestales o frutales. Esta diversidad resulta particularmente visible en el sector rural, donde aparecen múltiples combinaciones asociadas a especies presentes en el territorio.

En términos comparativos, el sector urbano presenta una mayor concentración del uso exclusivo de eucalipto, mientras que el ámbito rural exhibe una composición más diversificada de especies y combinaciones. Esta diferencia podría relacionarse con distintas modalidades de acceso y abastecimiento de biomasa; sin embargo, la información disponible no permite establecer directamente las causas de este patrón.

5.2.2.6.8 Principales hallazgos de la comuna de Catemu

Los resultados obtenidos en la comuna de Catemu muestran un escenario habitacional caracterizado por una presencia equilibrada de viviendas en sectores urbanos y rurales, correspondiendo en su totalidad a casas. Esta composición permite comparar ambos contextos territoriales sobre una base habitacional relativamente homogénea, de modo que las principales diferencias observadas se relacionan con las condiciones de acondicionamiento térmico, los artefactos utilizados y la disposición de los hogares frente al recambio tecnológico.

En relación con la composición de los hogares, predominan aquellos conformados por un número reducido o intermedio de integrantes. Asimismo, se registra una presencia importante de adultos mayores, niños, niñas y adolescentes, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Estos antecedentes adquieren relevancia al considerar las necesidades de confort térmico y las condiciones ambientales al interior de viviendas que dependen ampliamente de sistemas de combustión a leña.

Respecto de la eficiencia térmica, la mayoría de los hogares declara contar con algún tipo de aislación, concentrada principalmente en techumbres y muros. No obstante, persisten viviendas que no disponen de estas soluciones o cuyos residentes desconocen su existencia. La comparación territorial muestra una mayor presencia declarada de aislación en el sector urbano, mientras que en el

ámbito rural se concentra una mayor cantidad de viviendas sin este tipo de acondicionamiento. Esta situación configura una de las principales brechas territoriales observadas en la comuna.

En materia energética, la leña constituye una fuente de calefacción prácticamente transversal a los hogares encuestados, tanto en sectores rurales como urbanos. Su utilización se presenta principalmente de manera exclusiva, mientras que las combinaciones con electricidad, gas o parafina son puntuales. De esta manera, las diferencias urbano-rurales no se encuentran en la dependencia de la leña propiamente tal, sino en algunas formas de abastecimiento, especies utilizadas y tecnologías empleadas para su combustión.

La composición del parque de artefactos identifica una presencia relevante de salamandras, calefactores de cámara simple y calefactores con templador sin certificación, mientras que los equipos certificados presentan una participación considerablemente menor. Este patrón indica que la renovación del parque de calefacción no debe analizarse únicamente a partir de la antigüedad o estado declarado de los equipos, sino también considerando su nivel tecnológico y certificación.

A ello se suman prácticas de utilización concentradas principalmente durante los meses más fríos, con una frecuencia relevante de funcionamiento de los artefactos. La regulación del tiraje, el estado de los equipos y las condiciones del combustible conforman, en conjunto, dimensiones sobre las cuales podrían orientarse acciones de educación y promoción de buenas prácticas de calefacción residencial.

En cuanto al abastecimiento, se observa una importante diversidad de especies, destacando especialmente el eucalipto y el palto, además de distintas combinaciones con especies forestales y frutales. El sector urbano presenta una mayor concentración en el uso de eucalipto, mientras que el ámbito rural muestra una composición más diversificada de biomasa. Este patrón podría relacionarse con diferencias en las modalidades de abastecimiento, aunque los antecedentes disponibles no permiten establecer de manera directa sus causas.

La información observada en terreno muestra, además, una presencia extendida de chimeneas y casos de humo visible en ambos sectores. La ocurrencia de humo fue algo mayor en el ámbito rural, aunque la diferencia es acotada y corresponde exclusivamente a las condiciones observadas durante las visitas, por lo que no permite establecer diferencias permanentes en los niveles de emisión entre ambos sectores.

Finalmente, predomina una baja disposición a reemplazar los actuales artefactos de calefacción. Sin embargo, el sector urbano presenta una mayor apertura relativa al recambio que el rural. Entre quienes manifiestan interés en incorporar una alternativa distinta, los sistemas a pellets concentran las principales preferencias, seguidos por opciones eléctricas, aire acondicionado y gas.

En síntesis, Catemu presenta un patrón energético fuertemente sustentado en el uso residencial de leña, condición compartida por los sectores urbanos y rurales. Las principales diferencias territoriales se relacionan con las condiciones declaradas de aislación térmica, la composición de los artefactos, la diversidad de biomasa utilizada y la disposición frente al recambio tecnológico. En este contexto, las oportunidades de intervención se vinculan con el mejoramiento térmico de las viviendas, la promoción de prácticas adecuadas de combustión y manejo de la leña y el avance gradual hacia tecnologías de calefacción más eficientes, considerando las particularidades de cada contexto territorial.

5.2.2.7 Comuna de La Cruz

En la comuna de La Cruz se realizó un levantamiento de información que contempló un total de 115 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales registradas durante el trabajo de campo en sectores urbanos y rurales.

De este total, fue posible aplicar 75 encuestas a personas residentes, mediante las cuales se recopiló información sobre las características de los hogares, las condiciones térmicas de las viviendas, los sistemas y artefactos de calefacción utilizados, así como las prácticas asociadas al consumo y abastecimiento de combustibles.

De esta manera, el diagnóstico integra dos fuentes complementarias de información. Por una parte, los antecedentes obtenidos mediante la observación directa de las 115 viviendas fichadas y, por otra, la información declarada por los residentes de las 75 viviendas encuestadas. Esta diferenciación permite complementar la caracterización física del parque habitacional con las prácticas de calefacción y consumo energético de los hogares.

5.2.2.7.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de La Cruz

Esta sección presenta las principales características habitacionales y constructivas de las 115 viviendas fichadas durante el levantamiento realizado en la comuna de La Cruz. El análisis considera antecedentes obtenidos mediante observación y registró directo en terreno, incorporando variables asociadas a la localización territorial, tipología habitacional, número de pisos, superficie aproximada, materialidad predominante y estado general de conservación.

Asimismo, se incluyen elementos observables relacionados con los sistemas de combustión residencial, particularmente el número de chimeneas y la presencia de humo visible durante la visita. En conjunto, estas variables permiten caracterizar el parque habitacional abordado por el estudio y reconocer factores que pueden relacionarse con las condiciones de habitabilidad, conservación del calor y necesidades de calefacción de los hogares.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

La variable permite identificar la ubicación territorial de las viviendas fichadas, diferenciando entre sectores urbanos y rurales de la comuna de La Cruz.

Tabla 269. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de La Cruz.

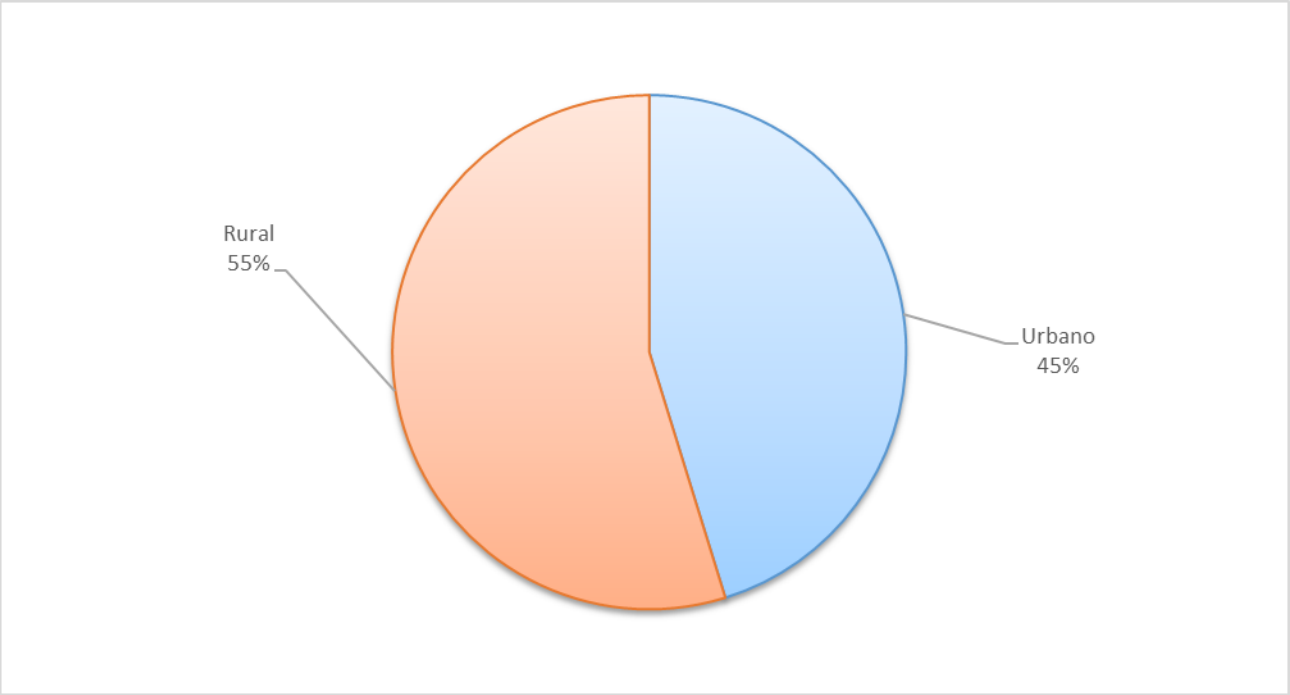
Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	52	45%
Rural	63	55%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 269, Figura 187) que 63 de las 115 viviendas fichadas se encuentran emplazadas en sectores rurales, equivalentes al 55% del total, mientras que 52 viviendas corresponden a sectores urbanos, representando el 45%.

La distribución revela una representación relativamente equilibrada entre ambos contextos territoriales, aunque con una leve predominancia del sector rural. Esta composición resulta favorable para incorporar las particularidades de ambos tipos de sectores en la caracterización comunal y en el posterior análisis de las prácticas de calefacción y uso de combustibles.

Figura 187. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La variable permite identificar la tipología habitacional de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno de la comuna de La Cruz.

Tabla 270. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de La Cruz.

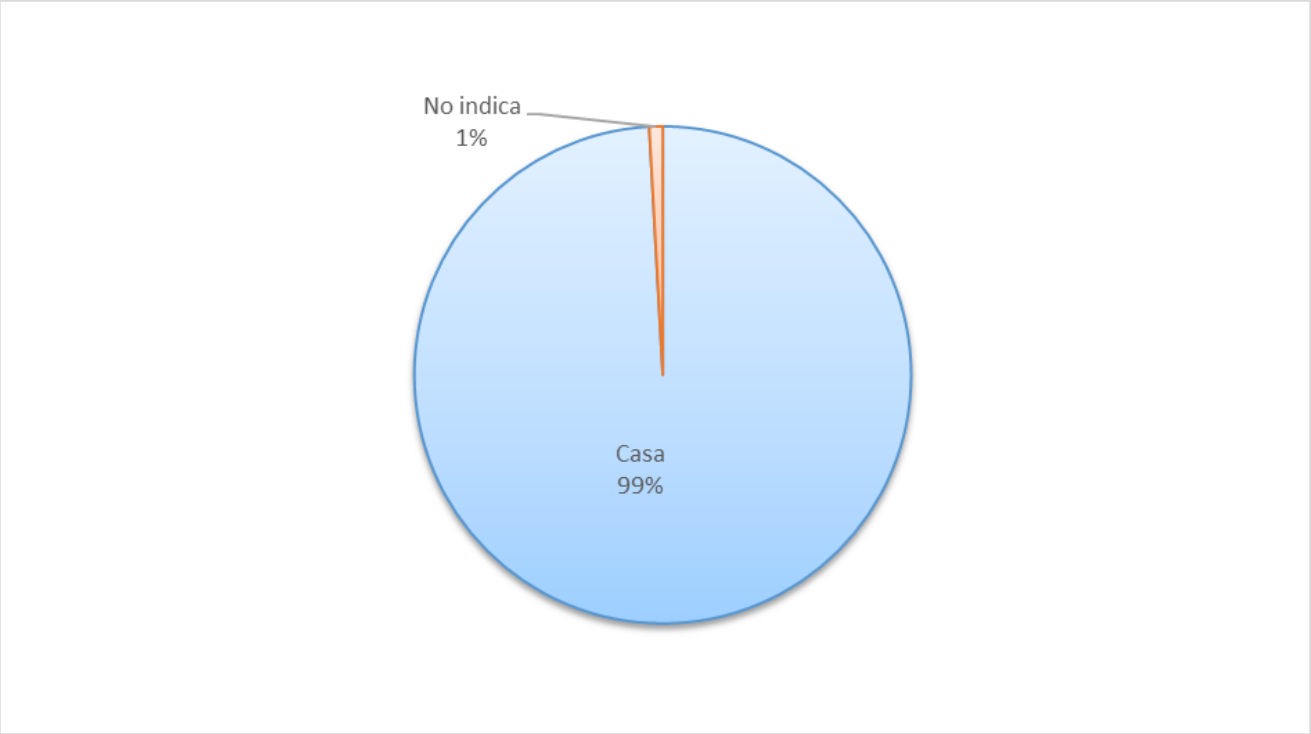
Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	114	99%
No indica	1	1%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

De las 115 viviendas fichadas (Tabla 270,Figura 188), 114 corresponden a casas, equivalentes al 99% del total. Solo un caso no cuenta con información respecto del tipo de vivienda.

Los datos muestran una elevada homogeneidad en la tipología habitacional, configurándose una muestra compuesta prácticamente en su totalidad por viviendas tipo casa. Por consiguiente, las principales diferencias en las condiciones de calefacción y comportamiento térmico deberán ser analizadas a partir de otras variables, tales como la superficie, materialidad, acondicionamiento térmico y tecnologías utilizadas.

Figura 188. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipo de vivienda en comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de pisos de la vivienda:**

La variable permite identificar la configuración estructural de las viviendas fichadas, considerando el número de pisos presentes en cada unidad habitacional.

Tabla 271. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de La Cruz.

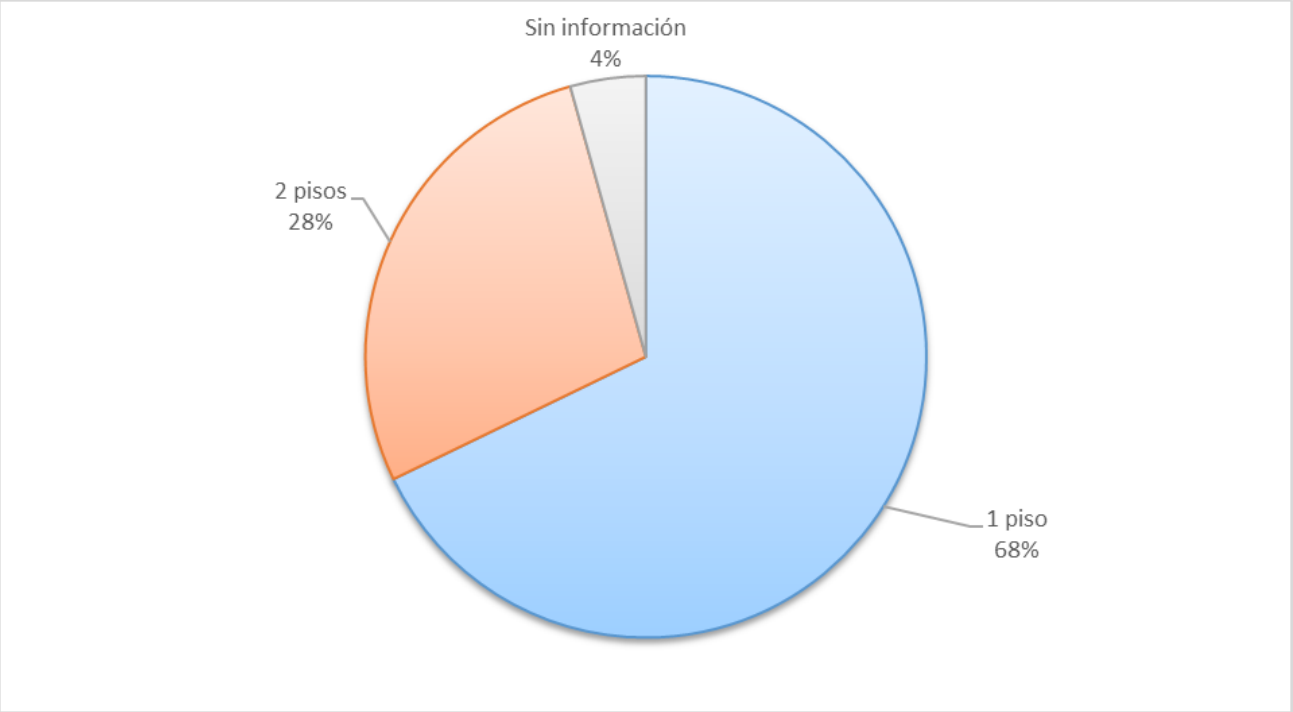
Número de pisos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	78	68%
2	32	28%
No indica	5	4%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Las viviendas de un piso constituyen la categoría predominante (Tabla 271, Figura 189), con 78 casos, equivalentes al 68% del total. A continuación, se encuentran las viviendas de dos pisos, con 32 registros y una participación del 28%. En cinco casos, correspondientes al 4%, no se dispone de información sobre esta variable.

En consecuencia, el parque habitacional analizado presenta una configuración predominantemente de baja altura. Esta característica, en conjunto con la superficie y materialidad de las viviendas, constituye un antecedente pertinente para analizar posteriormente los requerimientos térmicos de los hogares.

Figura 189. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La variable permite caracterizar la superficie aproximada de las viviendas fichadas y reconocer diferencias en términos de escala habitacional y requerimientos de acondicionamiento térmico.

Tabla 272. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de La Cruz.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	2	2%
Entre 35 y 70 m²	77	67%
Entre 70 y 100 m²	27	23%
Más de 100 m²	8	7%
No indica	1	1%
Total	**115**	**100%**

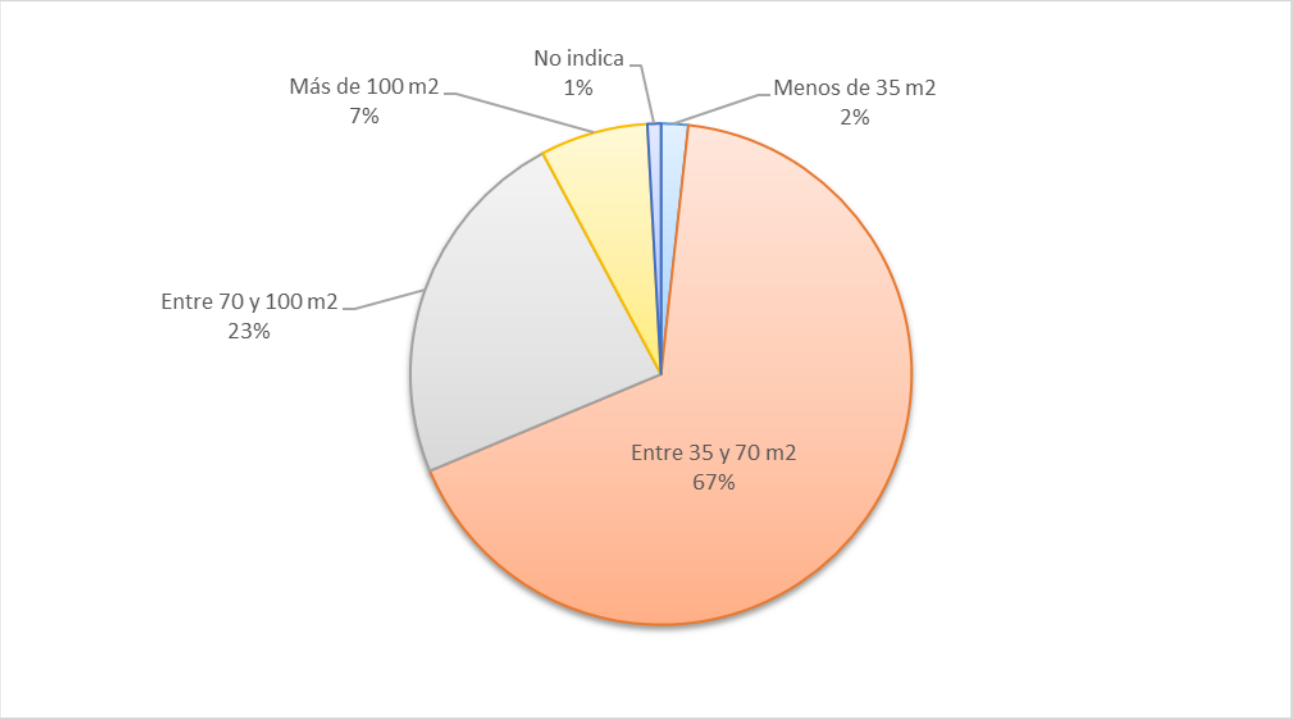
Fuente: Elaboración propia.

El rango comprendido entre 35 y 70 m² concentra 77 viviendas, equivalentes al 67% del total. Le siguen las viviendas de entre 70 y 100 m², con 27 casos y un 23%. En proporciones menores se encuentran las viviendas de más de 100 m², con ocho registros, y aquellas de menos de 35 m², con dos casos. Una vivienda no registra información respecto de su superficie aproximada (Tabla 272).

Los antecedentes muestran (Figura 190), por tanto, una concentración de viviendas de superficie intermedia, especialmente en el tramo de 35 a 70 m². Este perfil permite contextualizar los

requerimientos de calefacción, aunque el tamaño de la vivienda debe ser analizado conjuntamente con sus condiciones de aislación, materialidad y características de uso.

Figura 190. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

La variable permite identificar el principal material constructivo predominante en las viviendas fichadas, constituyendo un antecedente relevante para la caracterización de sus condiciones constructivas y su posible comportamiento térmico.

Tabla 273. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de La Cruz.

Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	1	1%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	64	56%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	36	31%
Tabique sin forro interior (madera u otro)	4	3%
Adobe, barro, pirca , quincha u otro material artesanal	8	7%
No indica	2	2%
Total	**115**	**100%**

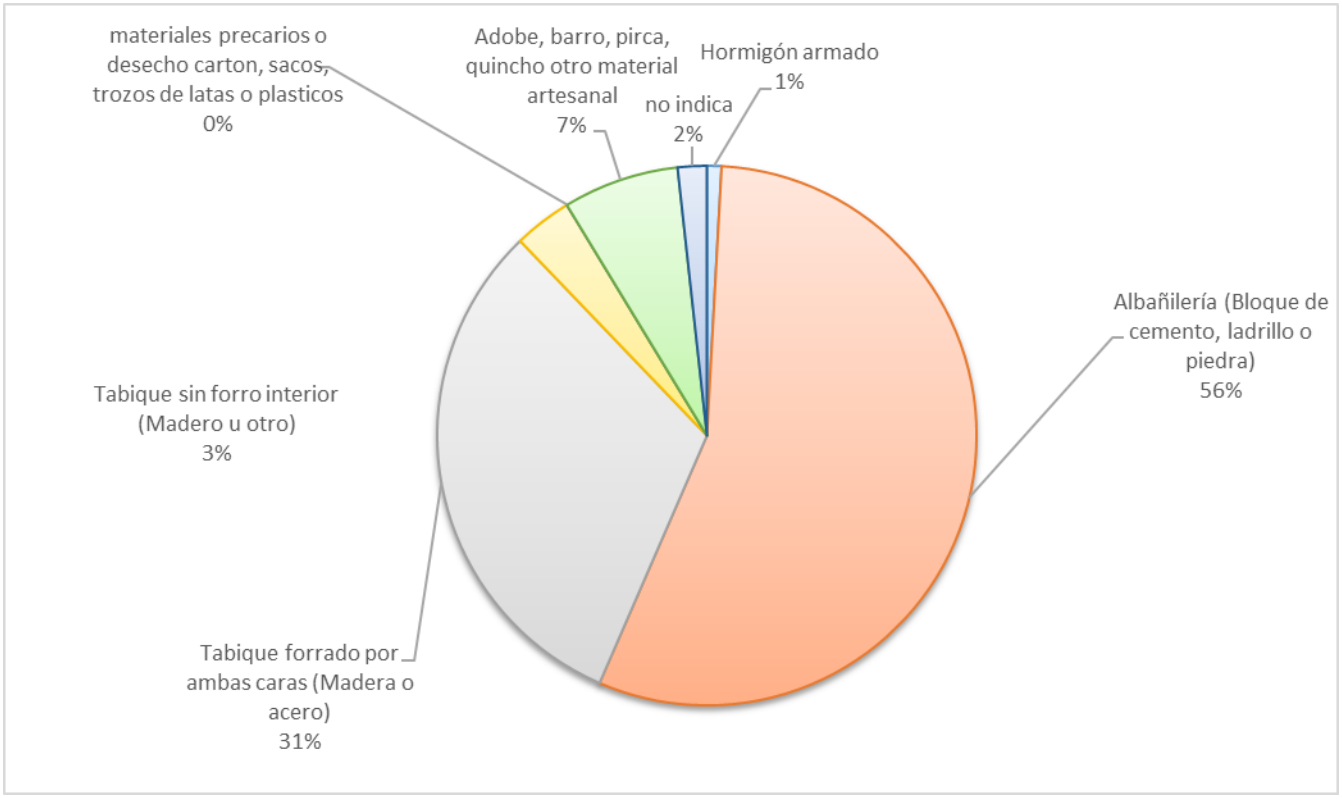
Fuente: Elaboración propia.

La albañilería constituye la materialidad predominante (Tabla 273), presente en 64 viviendas y equivalente al 56% de los casos. En segundo lugar, se encuentran los tabiques forrados por ambas

caras, con 36 viviendas y una participación del 31%. En proporciones menores se registran viviendas construidas con adobe u otros materiales artesanales, tabiques sin forro interior y hormigón armado. Dos casos no cuentan con información sobre esta variable y no se identificaron viviendas construidas con materiales precarios o de desecho.

La distribución muestra (Figura 191) un predominio de sistemas constructivos consolidados, particularmente albañilería y tabiquería revestida. Sin embargo, la presencia de distintas materialidades evidencia condiciones constructivas diversas que podrían asociarse a diferencias en el comportamiento térmico de las viviendas. Este antecedente debe complementarse con la información declarada sobre aislación y mejoras térmicas.

Figura 191. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La variable permite identificar la condición general de conservación de las viviendas fichadas, a partir de la percepción registrada durante el levantamiento de información.

Tabla 274. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna La Cruz.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	87	76%
Regular estado	26	22%
Mal estado	1	1%

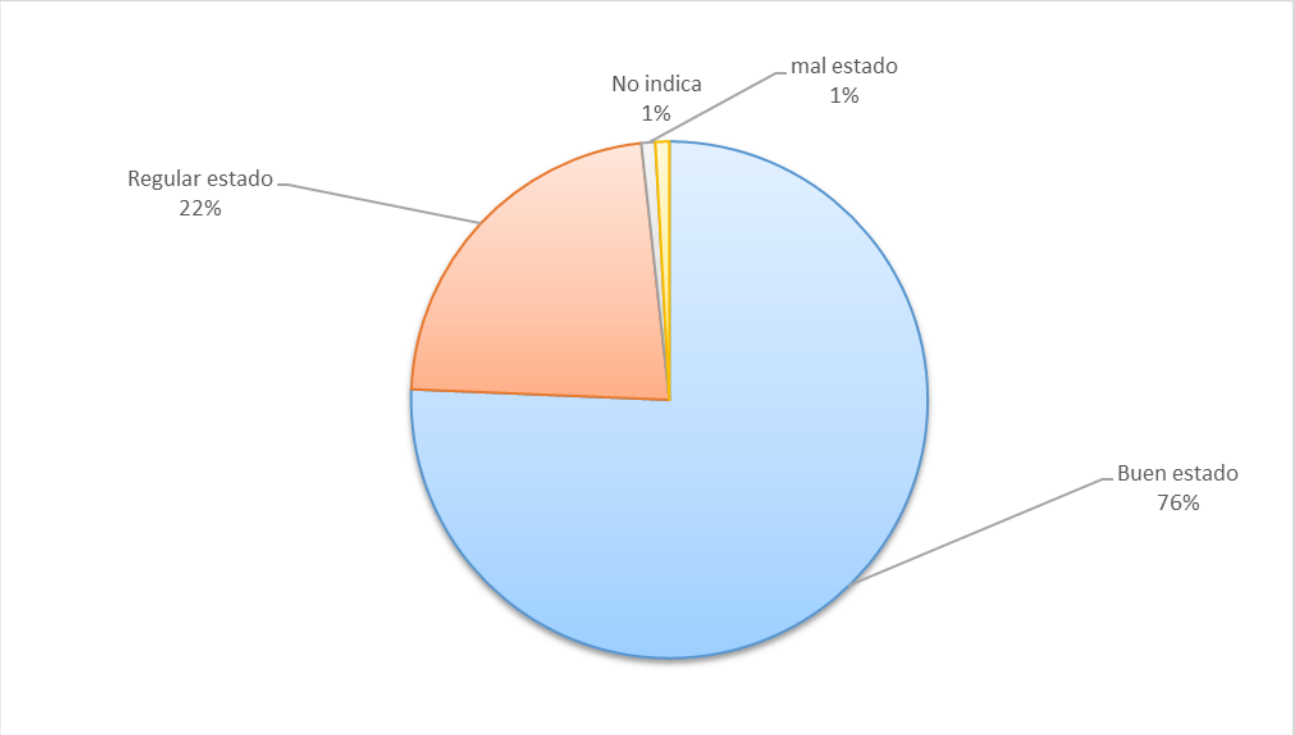
Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No indica	1	1%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Del total de viviendas fichadas (Tabla 274), 87 fueron clasificadas en buen estado, equivalentes al 76%. Otras 26 viviendas presentan un estado regular, representando el 22%, mientras que una vivienda fue registrada en mal estado y un caso no cuenta con información.

En términos generales, se observa (Figura 192) una condición de conservación predominantemente favorable. No obstante, la existencia de un grupo de viviendas en estado regular evidencia posibles necesidades de mantención o mejoramiento que podrían incidir en las condiciones de habitabilidad y, dependiendo del tipo de deterioro, en la capacidad de conservar adecuadamente la temperatura interior.

Figura 192. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según información levantada en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas visibles observadas en las viviendas fichadas durante el levantamiento de información en terreno.

Tabla 275. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de La Cruz.

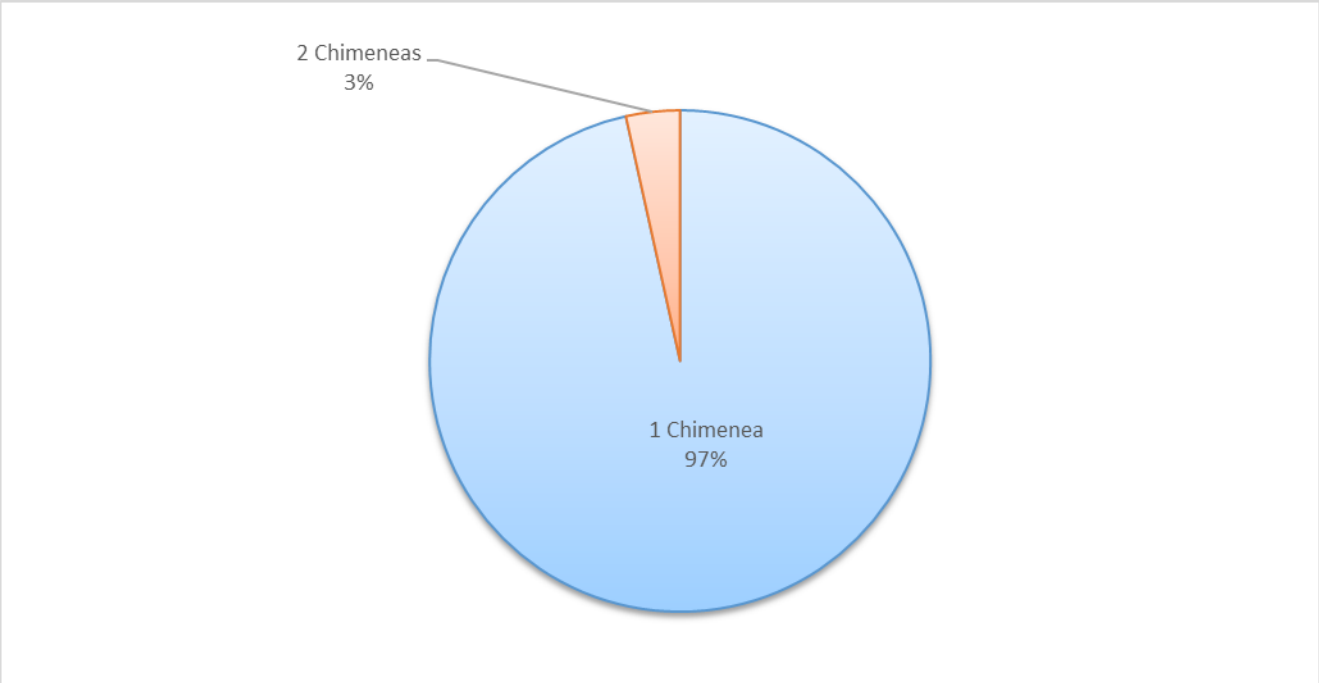
N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	111	97%
2	4	3%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En 111 de las 115 viviendas fichadas se observó una chimenea, correspondiente al 97% del total, mientras que cuatro viviendas presentaron dos chimeneas visibles, equivalentes al 3% (Tabla 275)

La presencia generalizada de chimeneas (Figura 193) constituye un antecedente relevante para el diagnóstico, dado que evidencia una amplia presencia de infraestructura asociada a sistemas de combustión residencial. Sin embargo, este indicador por sí solo no permite determinar el tipo de combustible utilizado, la intensidad de uso ni las características tecnológicas de los artefactos.

Figura 193. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

Esta variable registra la existencia de humo observable al momento específico de la visita realizada en terreno. Su interpretación debe circunscribirse al instante de la observación, ya que las emisiones pueden variar según el uso de los artefactos, el horario y las condiciones meteorológicas.

Tabla 276. Distribución de presencia de humo visible en viviendas fichadas de la comuna de La Cruz.

Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	112	97%

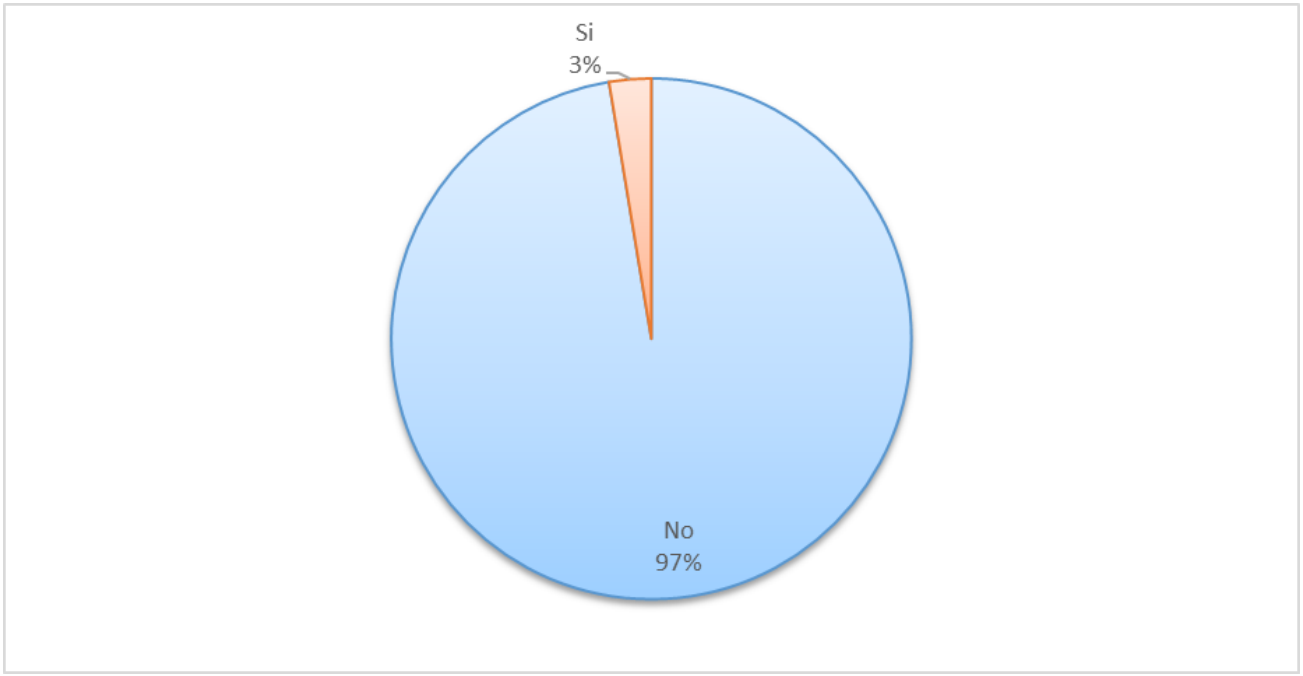
Presencia de humo visible en las viviendas encuestadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	3	3%
Total	**115**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En 112 de las 115 viviendas, equivalentes al 97%, no se observó humo visible durante el levantamiento. En contraste, tres viviendas, correspondientes al 3%, presentaron emisiones visibles al momento de la visita (Tabla 276,Figura 194).

La baja presencia de humo visible constituye un antecedente favorable en términos de la observación realizada; no obstante, no permite concluir que las viviendas no generen emisiones durante otros períodos. En este sentido, la información debe utilizarse como complemento de los antecedentes declarados sobre uso de leña, tipos de artefactos y frecuencia de calefacción.

Figura 194. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible de la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.7.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de La Cruz.

Esta sección presenta las principales características sociodemográficas de los hogares participantes a partir de las 75 encuestas aplicadas en la comuna de La Cruz. El análisis considera la cantidad de integrantes de los hogares y la presencia de grupos que pueden presentar requerimientos diferenciados de calefacción y confort térmico.

Estos antecedentes complementan la caracterización física de las viviendas, permitiendo incorporar las características de las personas que las habitan y reconocer condiciones que pueden adquirir especial relevancia frente a períodos de bajas temperaturas y exposición a contaminantes intradomiciliarios.

- **Número de integrantes del hogar:**

La variable permite identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar su composición y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, el consumo energético y el uso de combustibles dentro de las viviendas.

Tabla 277. Distribución del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de La Cruz.

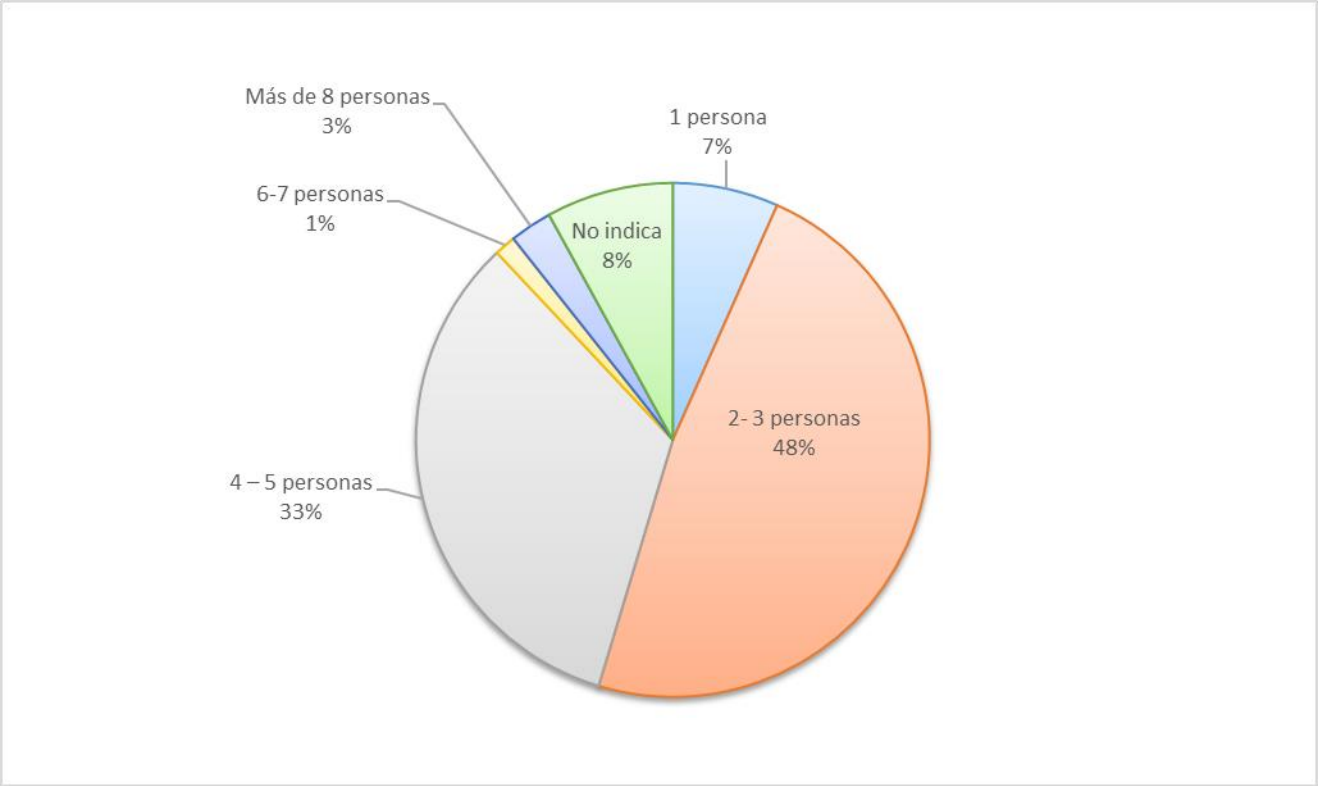
Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	5	7%
2 a 3 personas	36	48%
4 a 5 personas	25	33%
6 a 7 personas	1	1%
Más de 8 personas	2	3%
No indica	6	8%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Los hogares constituidos (Tabla 277) por dos a tres personas corresponden a la categoría más frecuente, con 36 viviendas, equivalentes al 48% del total. A continuación, se encuentran los hogares de cuatro a cinco integrantes, con 25 casos y una participación del 33%. Los hogares unipersonales representan el 7%, mientras que aquellos compuestos por seis o más personas presentan una frecuencia menor. En seis casos no se registró información sobre esta variable.

En conjunto, los resultados (Figura 195) reflejan una estructura familiar predominantemente de tamaño pequeño a mediano. Esta composición constituye un antecedente pertinente para interpretar las necesidades de calefacción y las dinámicas de ocupación de las viviendas.

Figura 195. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria y grupos en los hogares:**

La variable permite identificar la presencia de niños, niñas y adolescentes, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Debido a que un mismo hogar puede presentar más de una de estas condiciones, los resultados se expresan en número de menciones y no deben ser interpretados como categorías excluyentes.

Tabla 278. Distribución de grupos etarios identificados en los hogares encuestadas en la comuna de La Cruz.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	22
Adultos mayores (60 años o más)	54
Personas con enfermedades crónicas	31
Personas en situación de discapacidad	14
No registran tales grupos	8
Total menciones	**129**

Fuente: Elaboración propia.

De las 129 menciones registradas (Tabla 278), los adultos mayores constituyen el grupo con mayor presencia, alcanzando 54 menciones. Les siguen las personas con enfermedades crónicas, con 31 menciones, los niños, niñas y adolescentes, con 22, y las personas en situación de discapacidad, con

catorce. Adicionalmente, ocho menciones corresponden a hogares que no registran ninguno de los grupos considerados.

Los resultados muestran una presencia importante de población potencialmente sensible a las bajas temperaturas y a las condiciones ambientales intradomiciliarias. Por esta razón, las características sociodemográficas de los hogares deben ser consideradas al analizar las condiciones de aislación, calefacción y uso de combustibles de la comuna.

5.2.2.7.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

A partir de las 75 encuestas aplicadas, esta sección caracteriza las condiciones de acondicionamiento térmico declaradas por los hogares, considerando tanto la presencia de aislación como los sectores de la vivienda en que esta se encuentra incorporada.

La información permite reconocer el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas desde la percepción de sus residentes e identificar posibles brechas relacionadas con la conservación del calor y los requerimientos de calefacción.

- **Vivienda con aislación térmica:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica destinada a mejorar la conservación de la temperatura interior.

Tabla 279. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de La Cruz.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	51	68%
No	18	24%
No sabe	6	8%
Total	**75**	**100%**

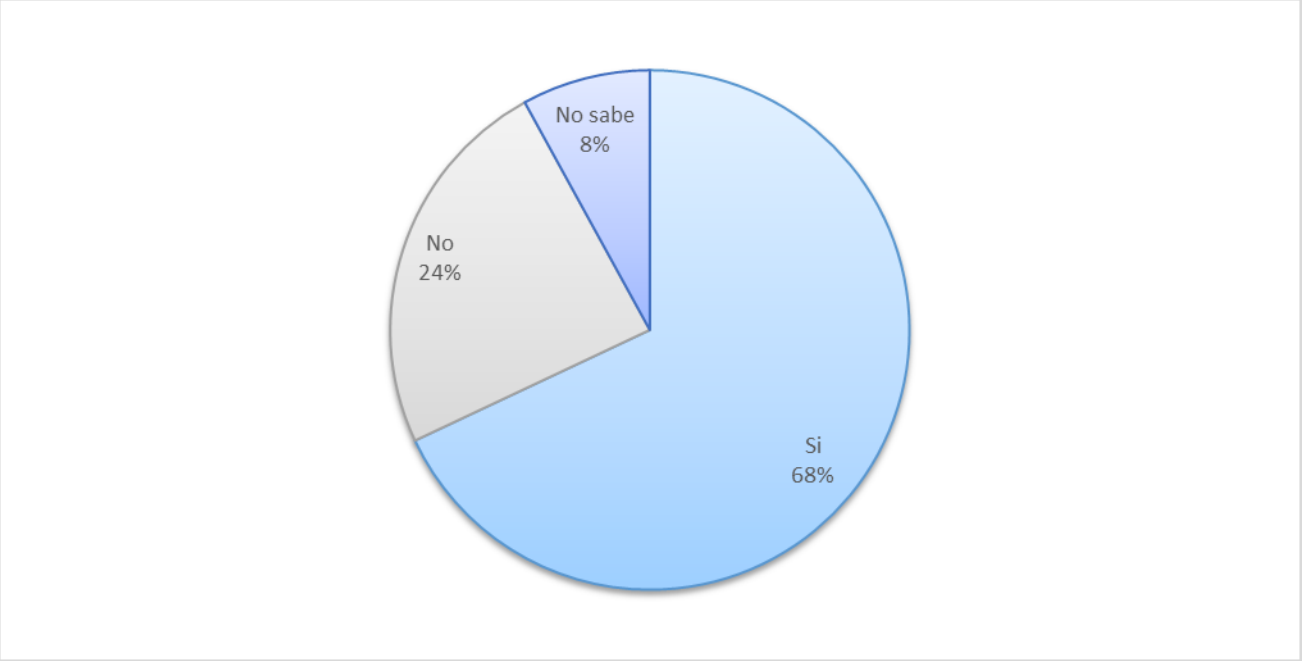
Fuente: Elaboración propia.

De las 75 viviendas encuestadas (Tabla 279), 51 declaran contar con aislación térmica, equivalentes al 68% del total. Por otra parte, 18 viviendas, correspondientes al 24%, señalan no disponer de este acondicionamiento, mientras que seis hogares, equivalentes al 8%, manifiestan desconocer si su vivienda cuenta con aislación. Las frecuencias de la tabla son 51, 18 y 6 casos respectivamente.

En términos generales (Figura 196), la mayoría de las viviendas declara contar con algún grado de aislación térmica. Pese a ello, permanece un grupo relevante sin este tipo de acondicionamiento, situación que podría relacionarse con mayores pérdidas de calor y necesidades de calefacción. A ello se suma un conjunto de hogares que desconoce las características térmicas de su vivienda, evidenciando cierto nivel de incertidumbre respecto de sus condiciones constructivas.

Cabe precisar que esta información corresponde a la percepción y conocimiento de las personas encuestadas y no a una evaluación técnica de la envolvente térmica.

Figura 196. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales sectores de las viviendas donde se encuentra presente la aislación térmica. Debido a que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un sector, los resultados se presentan como número de menciones.

Tabla 280. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de La Cruz.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	40
Muros	35
Piso	6
Ventanas	4
No cuenta con aislación	21
Total menciones	**106**

Fuente: Elaboración propia.

De las 106 menciones registradas (Tabla 280), la techumbre constituye el sector con mayor presencia de aislación, con 40 menciones, seguida por los muros, con 35. En una proporción considerablemente menor aparece el piso, con seis menciones, y las ventanas, con cuatro. Asimismo, se registran 21 menciones correspondientes a viviendas sin aislación.

La distribución muestra que el acondicionamiento térmico se concentra principalmente en techumbres y muros. En cambio, pisos y ventanas presentan una incorporación reducida, lo que permite reconocer ámbitos potenciales de mejoramiento para avanzar hacia intervenciones más integrales de la envolvente de las viviendas.

5.2.2.7.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz

Esta sección aborda las intervenciones que los hogares declaran haber realizado para favorecer la conservación de la temperatura interior de sus viviendas. Para ello se analiza tanto la implementación general de mejoras como los tipos de medidas ejecutadas.

La información permite complementar los antecedentes de aislación térmica, distinguiendo entre las características existentes de las viviendas y las acciones de mejoramiento efectuadas posteriormente por los hogares.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

La variable permite identificar la incorporación de medidas destinadas a disminuir pérdidas de calor o mejorar las condiciones térmicas interiores.

Tabla 281. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de La Cruz.

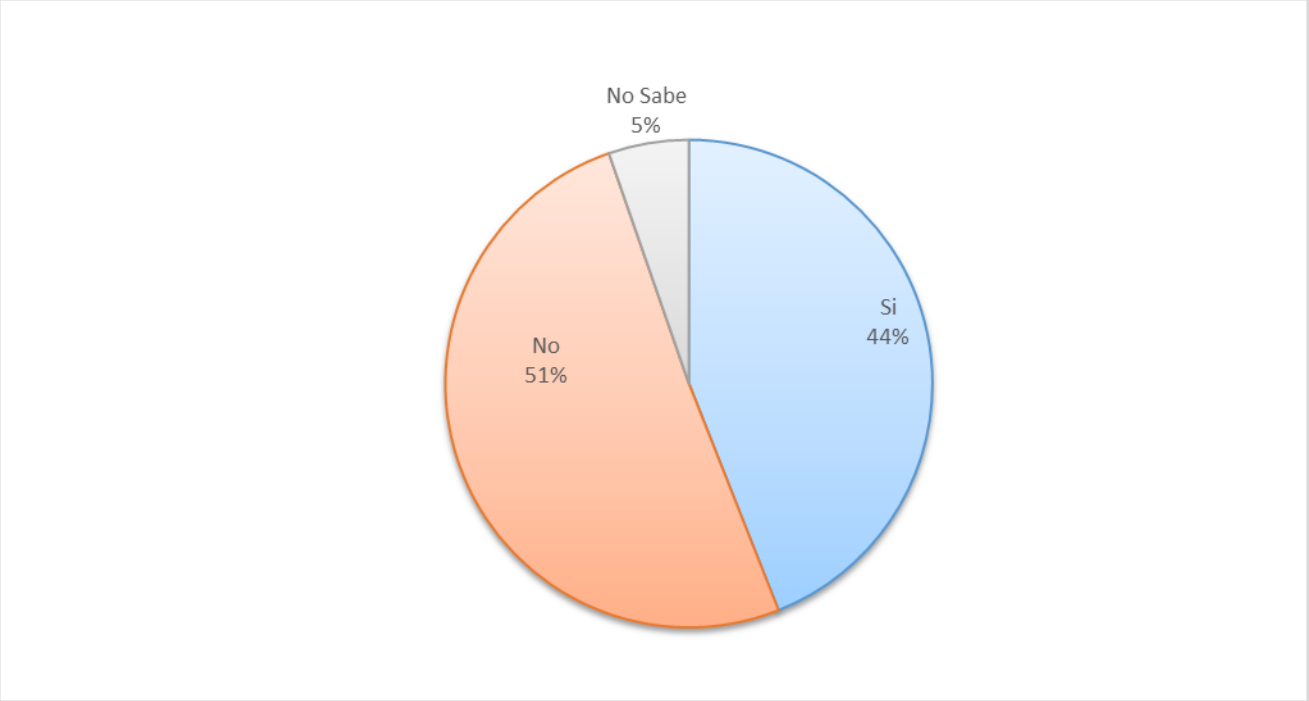
Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	33	44%
No	38	51%
No sabe	4	5%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Del total de viviendas encuestadas (Tabla 281), 38, equivalentes al 51%, indican no haber implementado mejoras para la conservación térmica. Por otro lado, 33 viviendas, correspondientes al 44%, declaran haber realizado alguna intervención, mientras que cuatro hogares, equivalentes al 5%, señalan no saber si se han efectuado mejoras.

Los resultados evidencian (Figura 197) una distribución relativamente equilibrada entre viviendas que han incorporado intervenciones y aquellas que no lo han hecho, aunque estas últimas presentan una leve predominancia. Lo anterior muestra que existe un margen relevante para fortalecer medidas destinadas al acondicionamiento térmico del parque habitacional.

Figura 197. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite reconocer las principales intervenciones desarrolladas. Dado que una misma vivienda puede haber incorporado más de una medida, los resultados corresponden al número de menciones registradas.

Tabla 282. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de La Cruz.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	15
Aislación de muros o techo	17
Sellado de filtraciones de aire	17
Otro	2
Cambio de sistema calefacción	1
No se realizó mejoras/ no indica	35
Total menciones	**87**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las intervenciones realizadas (Tabla 282) destacan la aislación de muros o techumbres y el sellado de filtraciones de aire, ambas con 17 menciones, seguidas por el cambio de ventanas, con 15. Las restantes acciones presentan una frecuencia menor: dos menciones corresponden a otras medidas y

una al cambio del sistema de calefacción. Por su parte, la categoría asociada a viviendas que no realizaron mejoras o no entregaron información registra 35 menciones.

Las mejoras identificadas se concentran principalmente en componentes de la envolvente de las viviendas, especialmente muros, techumbres, ventanas y puntos de infiltración de aire. Esto sugiere que las intervenciones implementadas se orientan principalmente a reducir las pérdidas térmicas, mientras que el reemplazo del sistema de calefacción aparece como una medida considerablemente menos frecuente.

5.2.2.7.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Esta sección caracteriza los sistemas utilizados para calefaccionar las viviendas y las principales características de los artefactos presentes en los hogares. Se consideran el sistema de calefacción, el uso de leña, tipo y antigüedad de los equipos, estado de conservación y prácticas relacionadas con su funcionamiento.

También se examinan los períodos, frecuencia y duración del uso de la calefacción, además de la disposición de los hogares frente a un eventual recambio tecnológico. Estos antecedentes permiten comprender las prácticas de climatización residencial y reconocer oportunidades de mejoramiento en materia de eficiencia energética y reducción de emisiones.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

Esta variable permite identificar la fuente o combinación de fuentes empleadas por los hogares para satisfacer sus necesidades de calefacción.

Tabla 283. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	65
Gas	1
Leña/ gas	2
Leña / parafina	1
Leña/ Gas/Parafina	2
Leña/ Electricidad	4
Total menciones	**75**

Fuente: Elaboración propia.

El uso exclusivo de leña constituye la categoría predominante (Tabla 283), con 65 registros. En una proporción considerablemente menor se encuentra las combinaciones de leña con electricidad, leña con gas, leña con gas y parafina y leña con parafina. Solo un caso declara utilizar exclusivamente gas.

Los antecedentes evidencian un claro predominio de la leña dentro de las estrategias de calefacción residencial de La Cruz. Las fuentes alternativas aparecen principalmente como sistemas complementarios, lo que confirma la importancia de la biomasa dentro de la matriz energética de los hogares encuestados.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario utilizado en el hogar.

Tabla 284. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	75	100%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 284 señala que las 75 viviendas encuestadas utilizan leña como fuente de calefacción, lo que representa la totalidad de la muestra.

De acuerdo con este resultado, la leña presenta una presencia transversal entre los hogares encuestados de La Cruz. Sin embargo, este dato debe verificarse con la base original, ya que la tabla anterior registra un hogar cuyo sistema de calefacción corresponde exclusivamente a gas. Mientras no se compruebe esta diferencia, conviene evitar afirmar definitivamente que el 100% utiliza leña.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de La Cruz, considerando sus características tecnológicas y posibles diferencias asociadas a eficiencia de combustión y emisiones generadas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 285. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	2
Calefactor Cámara simple	15
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	33
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	3
Salamandra	12
Cocina a leña	10
Total menciones	**75**

Fuente: Elaboración propia.

El calefactor con templador sin certificación y doble cámara constituye el tipo de artefacto más frecuente, con 33 registros. Le siguen los calefactores de cámara simple, con 15; las salamandras, con 12; y las cocinas a leña, con 10. Los calefactores con templador certificado presentan tres casos, mientras que los artefactos hechizos alcanzan dos.

La distribución evidencia (Tabla 285), una importante presencia de equipos sin certificación y tecnologías tradicionales. Aunque algunos corresponden a artefactos de doble cámara, la baja presencia de equipos certificados constituye un antecedente relevante para eventuales iniciativas de modernización y recambio tecnológico.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 286. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en comuna de La Cruz.

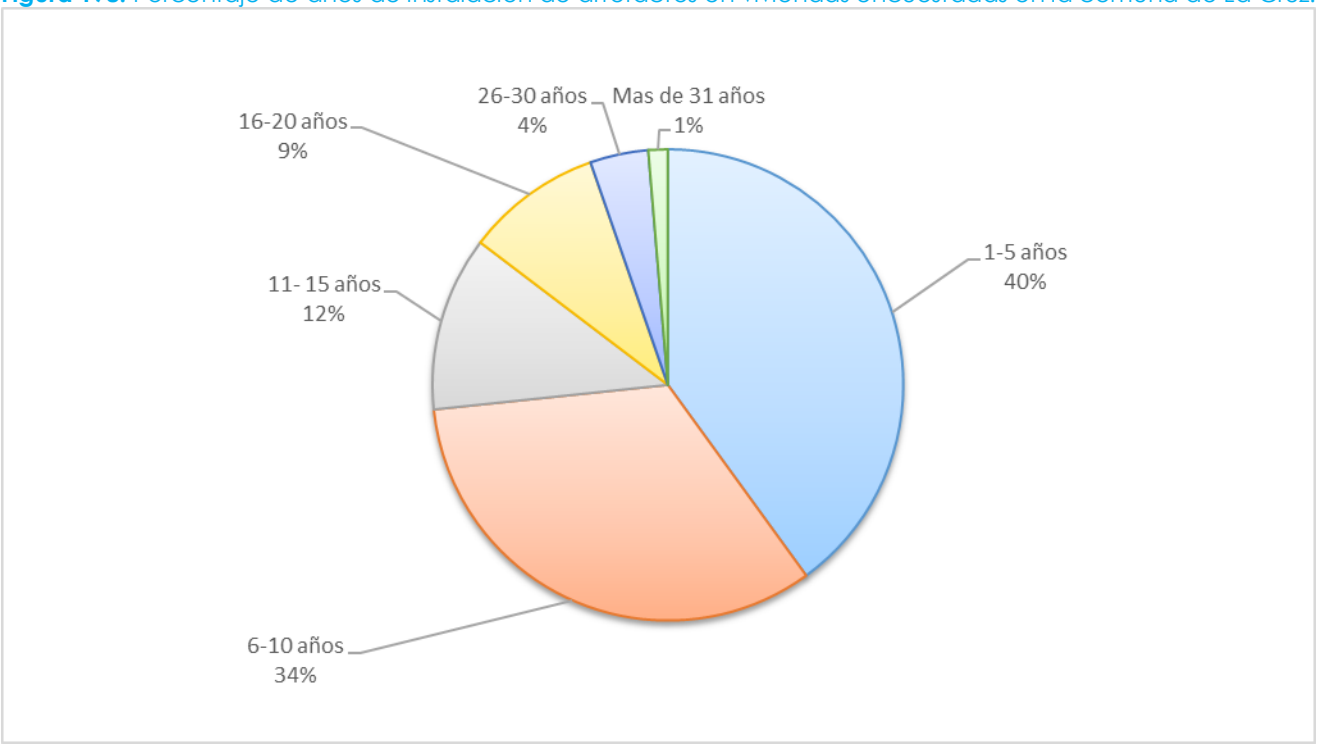
Año de instalación	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1-5 años	30	40 %
6-10 años	25	34 %
11- 15 años	9	12 %
16-20 años	7	9%
21 -30 años	3	4%
Más de 31 años	1	1%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los artefactos (Tabla 286) presenta una antigüedad de hasta diez años. Los equipos instalados entre uno y cinco años representan 30 casos, equivalentes al 40%, mientras que aquellos de seis a diez años alcanzan 25 registros, correspondientes al 34%. En conjunto, estos dos tramos concentran cerca de tres cuartas partes de los equipos. Las antigüedades superiores a diez años presentan una frecuencia progresivamente menor.

Los resultados muestran (Figura 198) un parque de artefactos relativamente reciente en términos de antigüedad. No obstante, este antecedente no permite inferir por sí solo mayores niveles de eficiencia o menores emisiones, particularmente considerando la importante presencia de equipos sin certificación identificada previamente

Figura 198. Porcentaje de años de instalación de artefactos en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según la percepción de las personas encuestadas.

Tabla 287. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

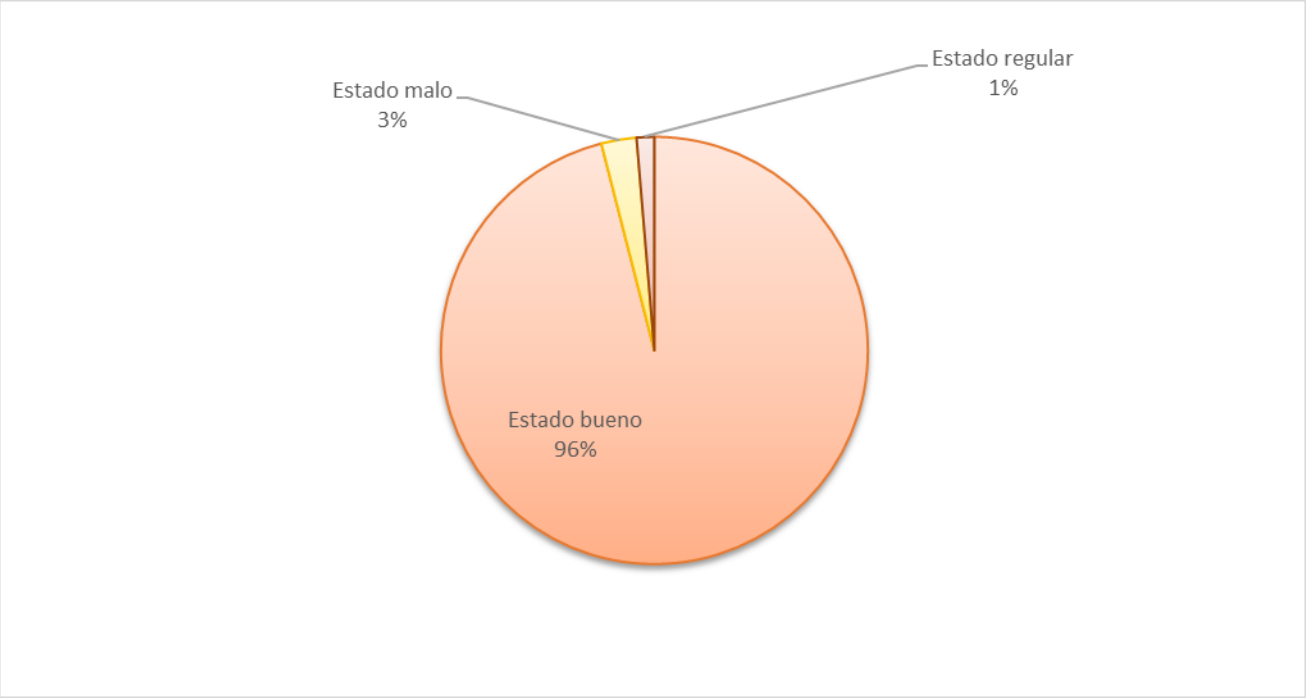
Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	72	96 %
Malo	2	3 %
Regular	1	1 %
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los artefactos fue reportada en buen estado (Tabla 287), alcanzando 72 casos, equivalentes al 96% de la muestra. Solo dos equipos fueron clasificados en mal estado y uno en estado regular.

Los datos muestran (Figura 199) una percepción ampliamente favorable respecto del estado de los equipos. Sin embargo, el buen estado declarado debe distinguirse de aspectos como certificación, eficiencia de combustión y emisiones, dado que un artefacto puede encontrarse bien conservado y, al mismo tiempo, corresponder a una tecnología menos eficiente.

Figura 199. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 288. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Tiraje artefacto	N° menciones
Completamente abierto	8
Cerrado	24
Semiabierto	39
No indica	4
Total menciones	**75**

Fuente: Elaboración propia.

La modalidad semiabierta constituye la práctica más frecuente, con 39 casos, seguida por el uso del tiraje cerrado, con 24. En ocho viviendas se señala mantenerlo completamente abierto, mientras que cuatro casos no cuentan con información (Tabla 288).

La coexistencia de distintas prácticas de operación evidencia la pertinencia de incorporar acciones educativas vinculadas con el manejo adecuado de los artefactos. El uso eficiente de la leña no

depende únicamente del equipo instalado, sino también de las condiciones de operación, calidad del combustible y mantención del sistema.

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 289. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	53
Julio – Septiembre (Invierno)	72
Todo el año	1
No indica	2
Total menciones	**128**

Fuente: Elaboración propia.

El invierno concentra ampliamente la mayor utilización (Tabla 289), con 72 menciones, mientras que el otoño registra 53. Solo una mención corresponde al uso durante todo el año y dos casos no entregaron información. En total se registraron 128 menciones.

El patrón observado muestra una marcada estacionalidad de la calefacción, concentrada principalmente durante los meses de menores temperaturas. La presencia de uso durante otoño evidencia, además, que las necesidades térmicas de algunos hogares se extienden más allá del período estrictamente invernal.

- **Frecuencia semanal de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas.

Tabla 290. Distribución del uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en la comuna de La Cruz.

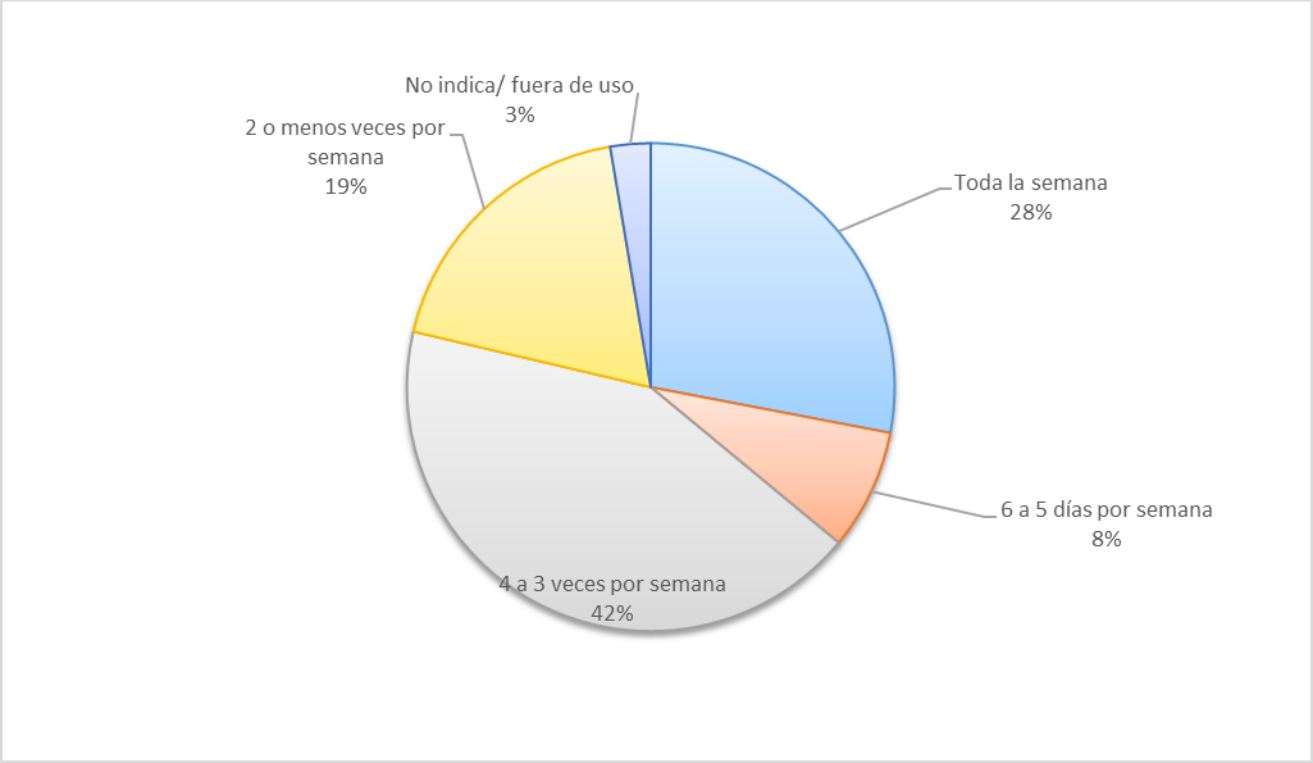
Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	21	28%
6 a 5 días por semana	6	8%
4 a 3 veces por semana	32	42%
2 o menos veces por semana	14	19%
Fuera de uso/ no indica	2	3%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La categoría más frecuente (Tabla 290) corresponde al uso entre tres y cuatro veces por semana, con 32 viviendas, equivalentes al 42%. Le siguen los hogares que utilizan el artefacto todos los días, con 21 casos y un 28%. Por otra parte, 14 viviendas, correspondientes al 19%, lo utilizan dos veces por semana o menos, mientras que seis hogares declaran un uso de cinco a seis días semanales. Dos casos se encuentran fuera de uso o no cuentan con información.

Los antecedentes evidencian (Figura 200) una utilización frecuente de los sistemas de calefacción durante la temporada fría, aunque con distintos niveles de intensidad entre los hogares. La combinación entre frecuencia y duración diaria resulta especialmente relevante para aproximarse a las necesidades de consumo de combustible.

Figura 200. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Tabla 291. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	1	1%
Más de 12 horas	2	3%

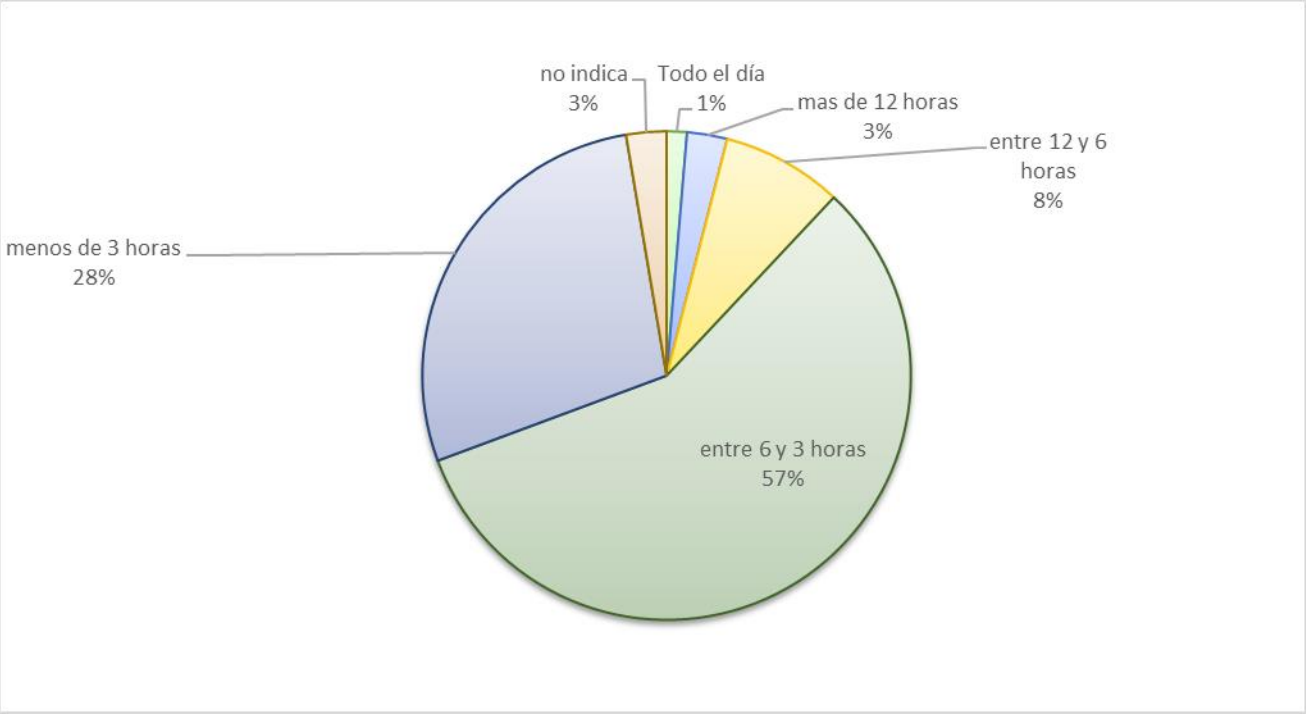
Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Entre 12 y 6 horas	6	8%
Entre 6 y 3 horas	43	57%
Menos de 3 horas	21	28%
No indica	2	3%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El tramo comprendido entre tres y seis horas (Tabla 291, Figura 201) concentra 43 viviendas, equivalentes al 57% de la muestra. A continuación, se encuentran 21 hogares que utilizan el artefacto menos de tres horas diarias, correspondientes al 28%. Los períodos superiores a seis horas presentan una frecuencia considerablemente menor, incluyendo seis viviendas que lo utilizan entre seis y doce horas, dos por más de doce horas y una durante todo el día.

En general, el uso diario se concentra en períodos de duración intermedia, particularmente entre tres y seis horas. No obstante, la existencia de viviendas con jornadas de calefacción más prolongadas evidencia distintos niveles de demanda térmica entre los hogares.

Figura 201. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes.

Tabla 292. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

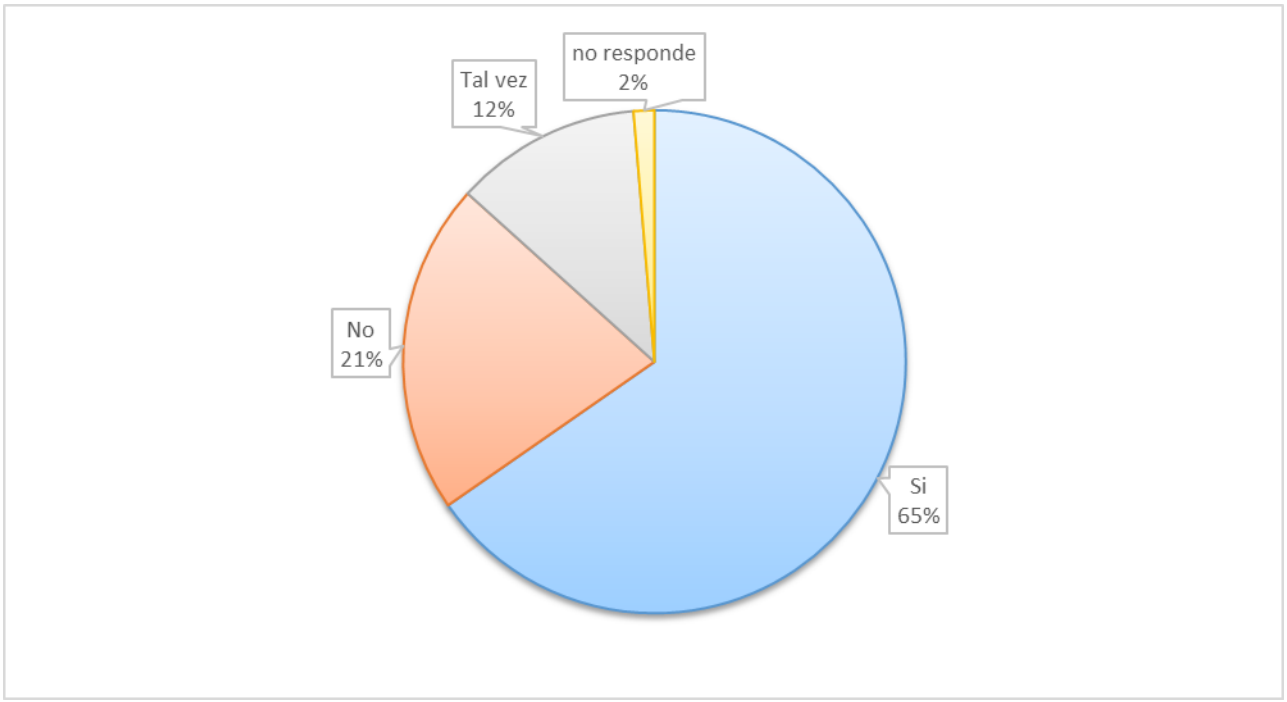
Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	16	21%
No	49	65%
Tal vez	9	12%
No responde	1	2%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La respuesta negativa constituye la alternativa predominante (Tabla 292), con 49 viviendas, equivalentes al 65% del total encuestado. En contraste, 16 hogares (21%) manifiestan estar dispuestos al recambio, mientras que nueve (12%) señalan que tal vez realizarían el cambio. Finalmente, un hogar no respondió la consulta.

Los resultados muestran (Figura 202) que en La comuna de la Cruz predomina una baja disposición al recambio tecnológico, dado que cerca de dos tercios de los hogares encuestados señalan no estar dispuestos a cambiar su artefacto actual. No obstante, la presencia de hogares que manifiestan una disposición favorable o eventual permite identificar un segmento potencialmente receptivo a iniciativas de sustitución de equipos. En este sentido, una eventual estrategia de recambio debería considerar las razones que explican la resistencia al cambio, así como las condiciones económicas, técnicas y de uso que podrían favorecer la adopción de alternativas más eficientes.

Figura 202. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 293. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	4
Pellets	14
Gas	1
Electricidad/ Pellets	2
Pellets/ gas	1
Pellets / otro	1
Pellets / solar	1
Total menciones	**23**

Fuente: Elaboración propia.

De las 24 menciones registradas (Tabla 293), los sistemas a pellets constituyen la alternativa individual más frecuente, con 14 menciones. La calefacción eléctrica registra cuatro, mientras que la combinación electricidad-pellets presenta dos. Las opciones a gas y distintas combinaciones que incorporan pellets con gas, energía solar u otras alternativas registran una mención cada una.

Entre quienes entregaron una preferencia específica, el pellet se posiciona claramente como la alternativa de mayor interés. No obstante, debido a que la tabla reúne solo 23 menciones frente a los 49 hogares que previamente manifestaron disposición al recambio, resulta necesario interpretar esta información exclusivamente respecto de quienes efectivamente señalaron una tecnología de preferencia.

5.2.2.7.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Esta sección profundiza en las prácticas asociadas al abastecimiento y consumo de combustibles para calefacción. Se consideran el tipo de combustible utilizado, el gasto mensual en leña, las modalidades y períodos de adquisición y las principales especies empleadas.

La información permite complementar la caracterización de los sistemas de calefacción, incorporando antecedentes económicos y prácticas concretas de abastecimiento que pueden influir en la calidad del combustible utilizado y en la eficiencia de la combustión.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando las distintas fuentes energéticas empleadas por los hogares.

Cabe señalar que la pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número de viviendas encuestadas.

Tabla 294. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	60
Leña/ Podas	11
Podas	2
Leña/ Podas/ otro	2
No indica	1
Total menciones	**76**

Fuente: Elaboración propia.

La categoría correspondiente (Tabla 294) al uso de leña registra 60 casos, seguida por la combinación de leña y podas, con 11. En menor medida se identifican dos registros de uso exclusivo de podas y dos correspondientes a una combinación de leña, podas y otro combustible. Un caso no cuenta con información. La tabla presenta 76 registros en total.

En términos generales, los resultados refuerzan la importancia de la leña dentro de las prácticas de calefacción, aunque también evidencian la utilización de podas y otras fuentes vegetales complementarias.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

Tabla 295. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

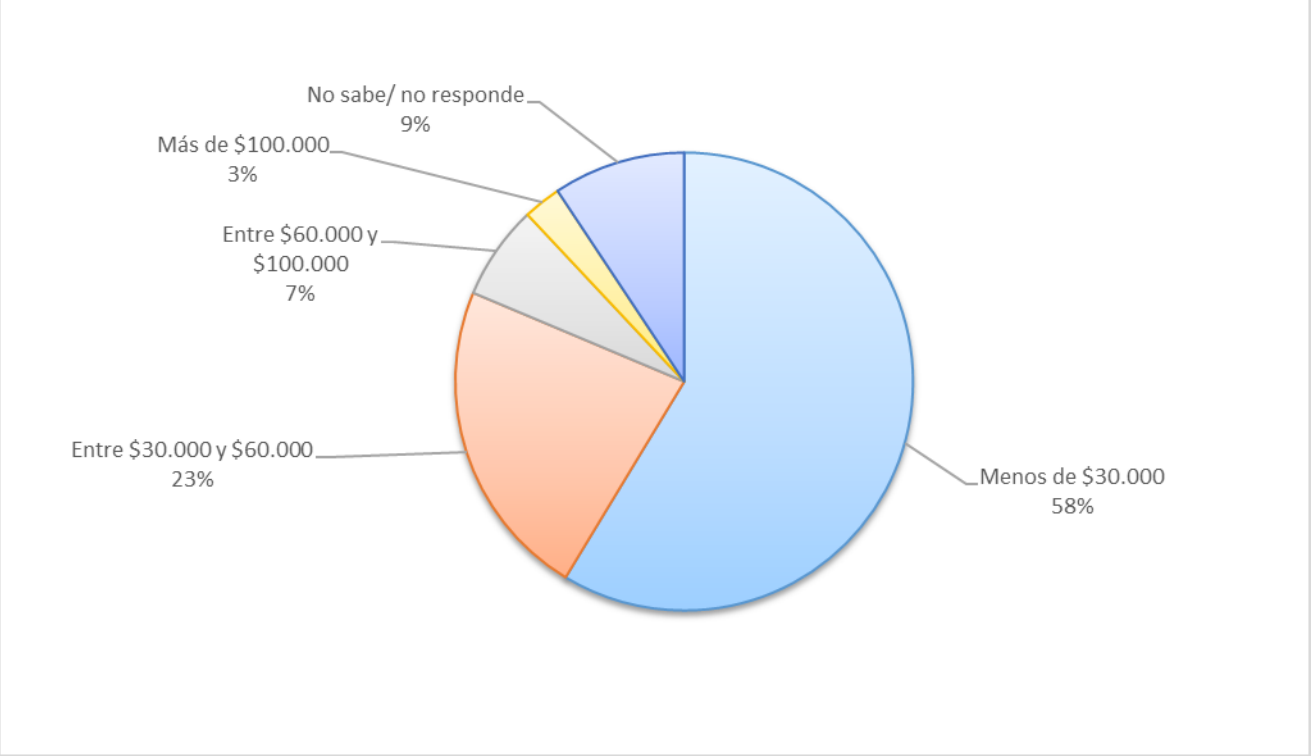
Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	44	58%
Entre $30.000 y $60.000	17	23%
Entre $60.000 y $100.000	5	7%
Más de $100.000	2	3%
No sabe / no responde	7	9%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El rango de gasto (Tabla 295) inferior a $30.000 mensuales concentra 44 viviendas, equivalentes al 58%. Le siguen 17 hogares que destinan entre $30.000 y $60.000, correspondientes al 23%. Los niveles superiores presentan una frecuencia menor: cinco hogares declaran gastos de entre $60.000 y $100.000 y dos superan los $100.000 mensuales. Siete personas no saben o no entregaron información.

Los resultados indican (Figura 203) que el gasto monetario se concentra principalmente en los tramos inferiores. Sin embargo, esta variable debe analizarse conjuntamente con las modalidades de abastecimiento, dado que prácticas como la recolección propia pueden disminuir el desembolso monetario sin necesariamente reflejar un menor consumo de combustible.

Figura 203. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

Esta variable permite identificar las distintas estrategias utilizadas por los hogares para obtener el combustible. Como una vivienda puede recurrir a más de una modalidad, los resultados se presentan como menciones.

Tabla 296. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	34
Metro	3
Compra directa (camión)	11

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Recolección propia	32
Otro (regalo, granel)	9
Total menciones	**89**

Fuente: Elaboración propia.

La compra (Tabla 296) por saco constituye la alternativa más mencionada, con 34 registros, seguida muy de cerca por la recolección propia, con 32. La compra directa mediante camión registra 11 menciones, mientras que otras modalidades, como regalos o adquisición a granel, alcanzan nueve. La compra por metro presenta tres menciones. En total se contabilizan 89 menciones.

La distribución evidencia la coexistencia de modalidades comerciales y mecanismos de autoabastecimiento. Particularmente relevante resulta la recolección propia, dado que puede incidir tanto en el gasto monetario de los hogares como en las condiciones de origen, secado y almacenamiento del combustible utilizado.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 297. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	45
Verano anterior	24
Primavera anterior	5
No indica	2
Total menciones	**76**

Fuente: Elaboración propia.

La compra (Tabla 297) durante el mismo invierno constituye la práctica más frecuente, con 45 menciones. En segundo lugar, se encuentra la adquisición durante el verano anterior, con 24, mientras que la primavera anterior registra cinco menciones. Dos casos no entregaron información.

Los resultados muestran que una parte importante del abastecimiento ocurre durante la misma temporada de mayor demanda. Este comportamiento puede limitar el período disponible para el secado y almacenamiento del combustible, dependiendo de las condiciones en que la leña sea adquirida. Paralelamente, la compra anticipada durante verano evidencia que algunos hogares implementan estrategias de planificación previa.

- **Especie de leña utilizada:**

La variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando diferencias asociadas a disponibilidad, poder calorífico y características de combustión.

En esta variable, las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Tabla 298. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	17
Palto	25
Eucalipto/ palto	22
Pino	2
Nogal	2
Cítricos y frutales	2
No sabe	5
Álamos	1
Madera	1
Total Menciones	**77**

Fuente: Elaboración propia.

El palto constituye la especie individual con mayor presencia (Tabla 298), con 25 menciones, seguido por el eucalipto, con 17. Asimismo, la combinación eucalipto-palto alcanza 22 menciones, constituyendo una categoría de alta frecuencia dentro de los resultados. El pino, nogal y los cítricos o frutales presentan dos menciones cada uno, mientras que álamo y madera registran una respectivamente. Cinco casos corresponden a personas que no saben qué especie utilizan.

Los antecedentes muestran que el palto y el eucalipto ocupan un lugar central dentro de las especies utilizadas, tanto individualmente como combinadas. La presencia del palto y de otras especies frutales puede relacionarse con la disponibilidad de biomasa derivada de actividades agrícolas del territorio, aunque para establecer dicha relación sería necesario contar con antecedentes específicos sobre el origen del combustible.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión.

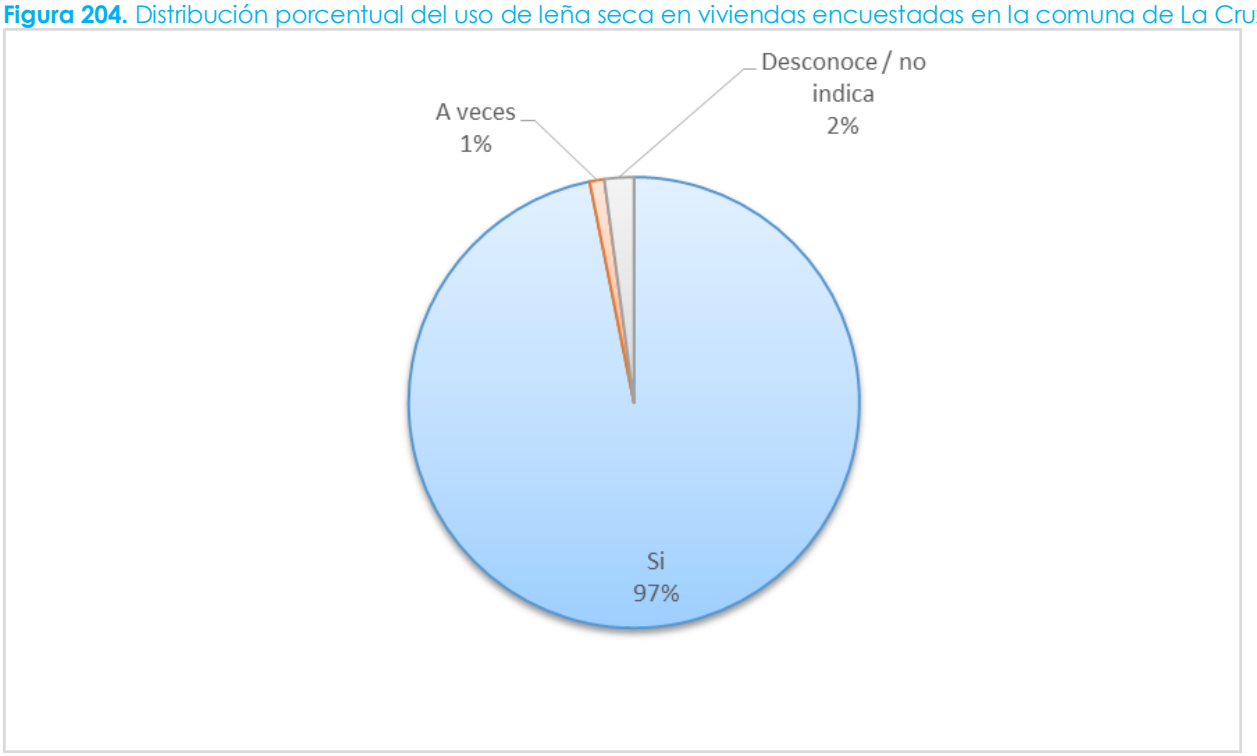
Tabla 299. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.

Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	72	97%

Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
A veces	1	1%
Sin información	2	2%
Total	**75**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 204. Distribución porcentual del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.7.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Cruz

Esta sección presenta un análisis comparativo de las principales características habitacionales y energéticas de las viviendas encuestadas en la comuna de La Cruz, diferenciando aquellas localizadas en sectores rurales y urbanos. A partir de las 75 encuestas aplicadas, se consideran variables relacionadas con la tipología habitacional, las condiciones de aislación térmica, los sistemas y artefactos de calefacción, el uso de combustibles y la disposición frente a un eventual recambio tecnológico.

La comparación territorial busca reconocer similitudes y diferencias entre ambos contextos y aportar antecedentes que permitan determinar si determinadas condiciones o prácticas requieren un abordaje diferenciado dentro de la comuna.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Como punto de partida, se presenta la distribución territorial de las viviendas encuestadas, diferenciando aquellas ubicadas en sectores urbanos y rurales. Esta clasificación permite contextualizar los resultados de las secciones siguientes, considerando que las características del territorio pueden influir en las condiciones habitacionales y en las prácticas de calefacción de los hogares.

Tabla 300. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Cruz.

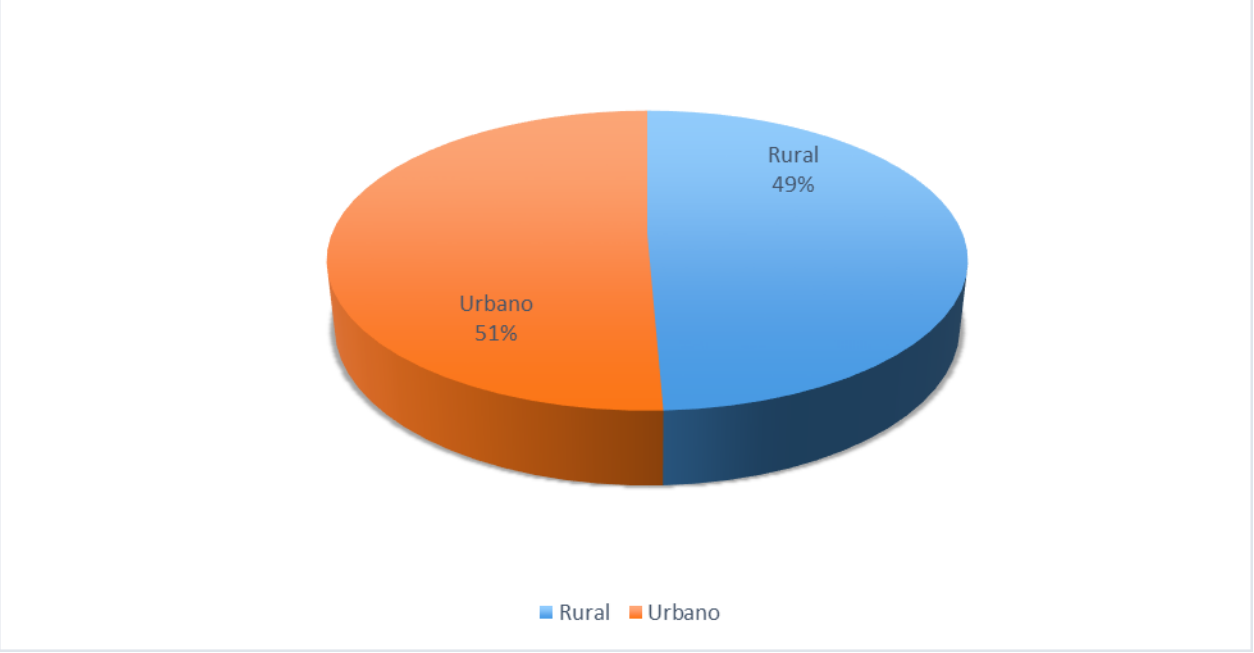
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	37
Urbano	38
Total	**75**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de las viviendas encuestadas (Tabla 300) presenta una composición equilibrada entre sectores rurales y urbanos. De las 75 viviendas consideradas en el levantamiento, 37 corresponden al sector rural y 38 al sector urbano.

Esta distribución (Figura 205) relativamente equilibrada favorece la comparación entre ambos contextos territoriales, al evitar una concentración marcada de la muestra en alguno de los sectores. En consecuencia, los resultados posteriores permiten examinar con mayor claridad las similitudes y diferencias observadas entre las viviendas rurales y urbanas.

Figura 205. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de la muestra, se analizó la distribución del tipo de vivienda según su localización en sectores rurales y urbanos de la comuna de La Cruz. Esta información permite establecer si existen diferencias en la tipología habitacional entre ambos contextos territoriales y complementar el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética de los hogares.

Tabla 301. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

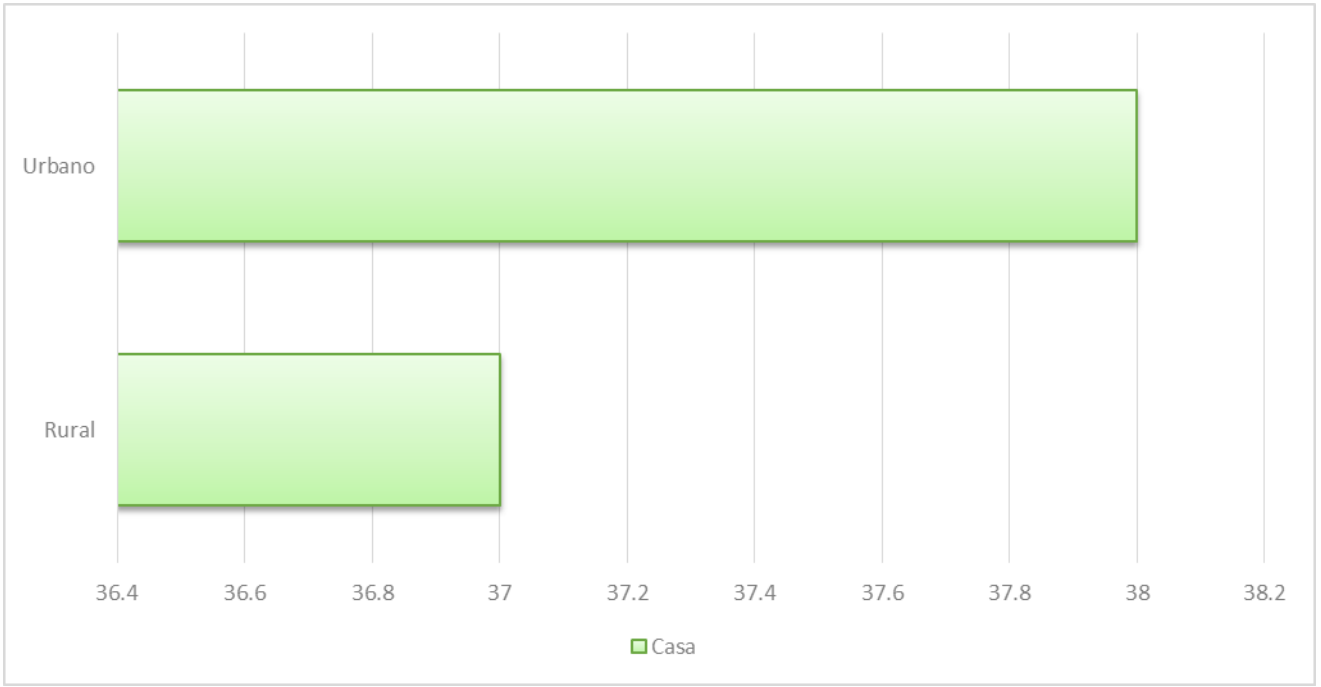
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Total
Casa	**37**	**38**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la tipología habitacional (Tabla 301), la totalidad de las viviendas encuestadas corresponde a casas, tanto en el sector rural como en el urbano. Esta característica se presenta de manera homogénea en las 75 viviendas consideradas en el estudio.

Por lo tanto, no se observan (Figura 206) diferencias territoriales respecto del tipo de vivienda, lo que permite centrar el análisis comparativo en otras características que sí presentan variaciones entre ambos sectores, como las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los tipos de artefactos y los combustibles utilizados.

Figura 206. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de la Cruz, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 302. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de La Cruz.

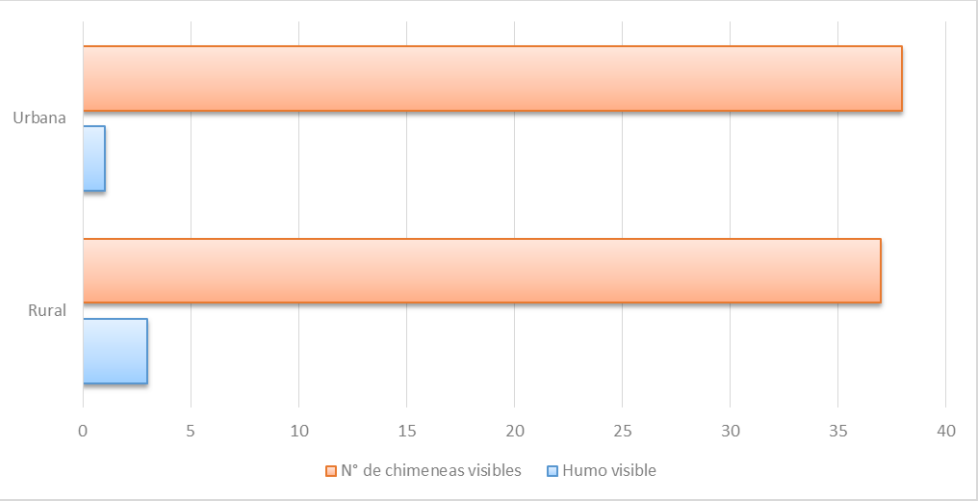
Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	**3**	**37**
Urbano	**1**	**38**
Total	**4**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la observación de chimeneas y humo visible (Tabla 302, Figura 207), se registraron chimeneas en las 75 viviendas encuestadas, distribuidas entre 37 casos rurales y 38 urbanos. Sin embargo, la presencia de humo visible al momento del levantamiento fue poco frecuente, identificándose únicamente cuatro casos: tres en el sector rural y uno en el urbano.

Si bien el humo visible se presentó con mayor frecuencia en las viviendas rurales, la cantidad de casos observados es reducida, por lo que no permite establecer una diferencia territorial significativa. Asimismo, este antecedente debe interpretarse como una observación puntual correspondiente al momento de aplicación del instrumento y no como un indicador de la frecuencia habitual de funcionamiento o de emisiones de los artefactos.

Figura 207. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de aislación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de La Cruz. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 303. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

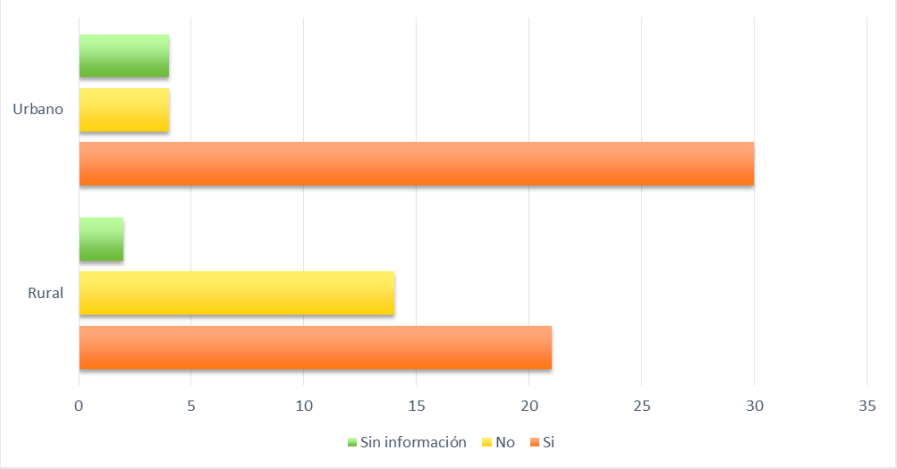
Presencia de aislación térmica	Rural	Urbano	Total
Si	21	30	51
No	14	4	18
Sin información	2	4	6
Total	**37**	**38**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con las condiciones de aislación térmica (Tabla 303), se observan diferencias entre las viviendas rurales y urbanas. En el sector rural, 21 de las 37 viviendas cuentan con aislación térmica, mientras que 14 no presentan esta condición y en dos casos no se dispone de información. En el sector urbano, 30 de las 38 viviendas cuentan con aislación, cuatro no la poseen y en otros cuatro casos no se dispone de información.

Los resultados (Figura 208) muestran una mayor presencia de aislación térmica entre las viviendas urbanas, mientras que la ausencia de este tipo de acondicionamiento es más frecuente en el sector rural. Esta diferencia constituye un aspecto relevante desde el punto de vista de la eficiencia energética, debido a que las viviendas sin aislación pueden presentar mayores dificultades para conservar el calor interior y, consecuentemente, mayores requerimientos de calefacción.

Figura 208. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de La Cruz. El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

Tabla 304. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

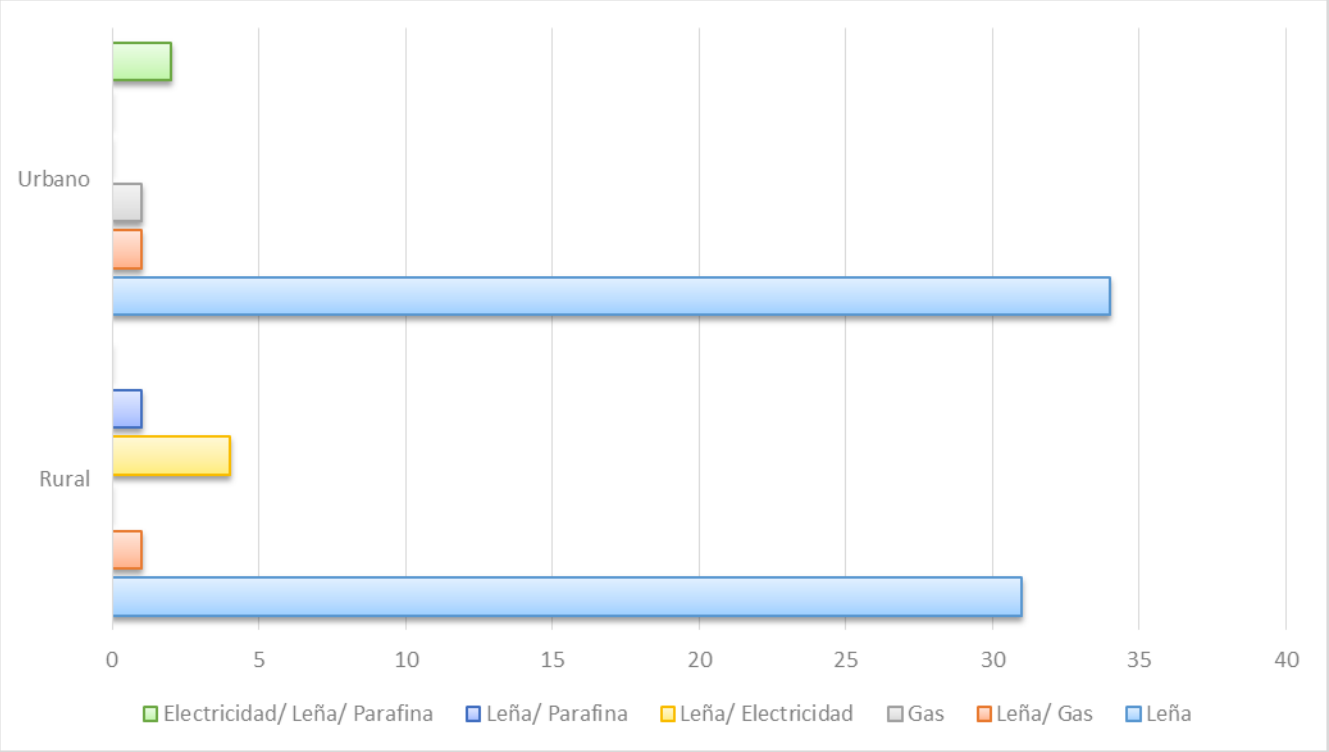
Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Total
Leña	31	34	65
Leña/ Gas	1	1	2
Gas	0	1	1
Leña/ Electricidad	4	0	4
Leña/ Parafina	1	0	1
Electricidad/ Leña/ Parafina	0	2	2
Total	**37**	**38**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de calefacción utilizado por las viviendas encuestadas (Tabla 304) evidencia un claro predominio de la leña en ambos sectores. Esta se utiliza como única fuente de calefacción en 31 viviendas rurales y 34 urbanas, alcanzando un total de 65 casos. Las restantes viviendas utilizan distintas combinaciones de leña con gas, electricidad o parafina, mientras que solo un caso urbano declara utilizar exclusivamente gas.

Si bien la leña constituye la principal fuente de calefacción tanto en sectores rurales como urbanos, se observa (Figura 209) una mayor diversidad de combinaciones energéticas en el sector rural. En particular, cuatro viviendas rurales combinan leña y electricidad, mientras que también se registran combinaciones con gas y parafina. En el sector urbano, en cambio, existe una mayor concentración en el uso exclusivo de leña. En consecuencia, la dependencia de este combustible constituye una característica transversal de la comuna, aunque las viviendas rurales presentan una matriz de calefacción algo más diversificada.

Figura 209. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 305. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Total
Calefactor con templador sin certificación	14	19	33
Artefacto Hechizo	1	1	2
Calefactor Cámara Simple	5	10	15
Cocina a leña	9	1	10
Salamandra	6	6	12
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	2	1	3
Total	**37**	**38**	**75**

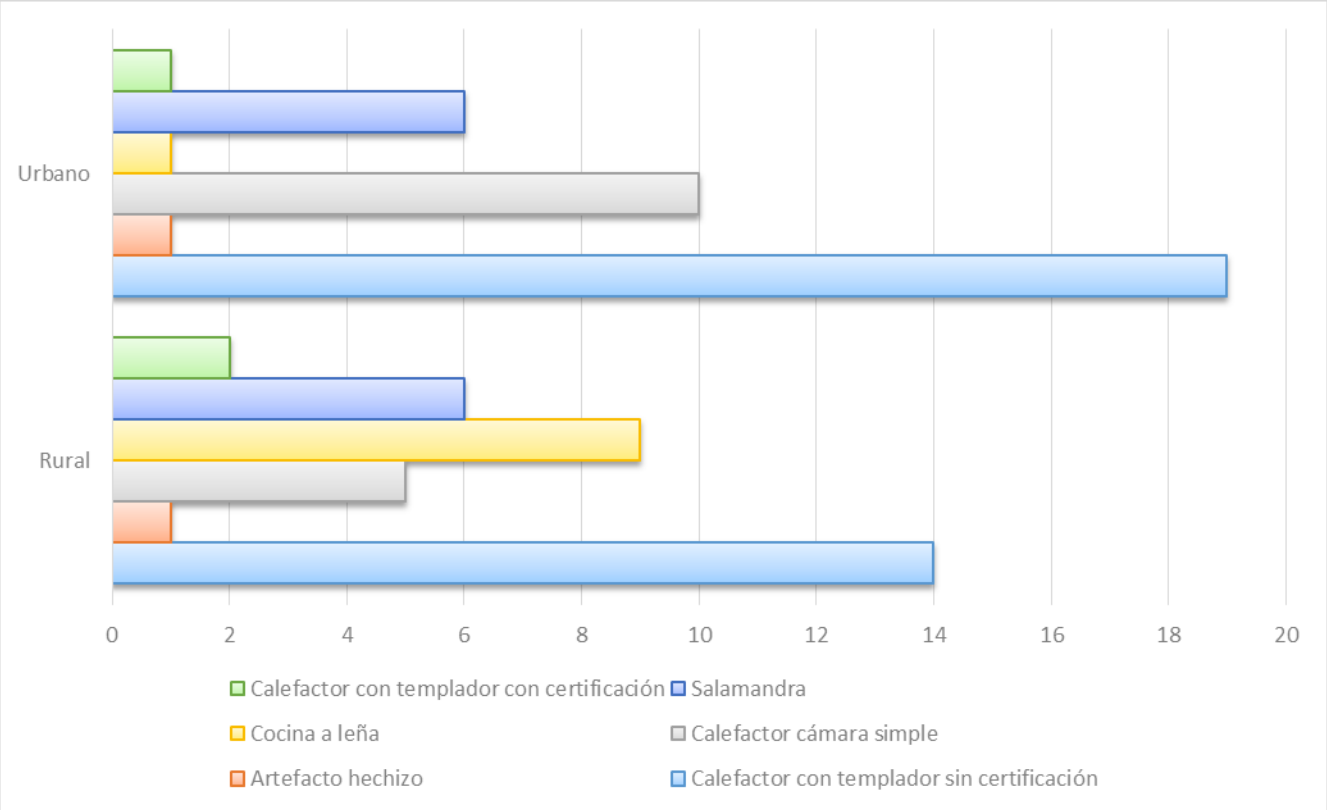
Fuente: Elaboración propia.

Respecto del tipo de artefacto utilizado (Tabla 305), el calefactor con templador sin certificación presenta la mayor frecuencia en ambos sectores, con 14 casos rurales y 19 urbanos. Le siguen los calefactores de cámara simple, con cinco casos rurales y diez urbanos, y las salamandras, presentes en seis viviendas de cada sector.

Una de las diferencias más importantes corresponde a las cocinas a leña, que se concentran principalmente en el sector rural, donde se registran nueve casos, frente a solo uno en el sector urbano. Por su parte, los calefactores con templador certificado presentan una baja presencia en ambos sectores, con dos casos rurales y uno urbano.

En términos generales, los resultados (Figura 210) muestran un predominio de artefactos sin certificación o de tecnologías tradicionales en ambos sectores. No obstante, se observan algunas diferencias en su composición: mientras en el sector urbano adquieren mayor presencia los calefactores sin certificación y de cámara simple, en el sector rural destaca comparativamente el uso de cocinas a leña.

Figura 210. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 306. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

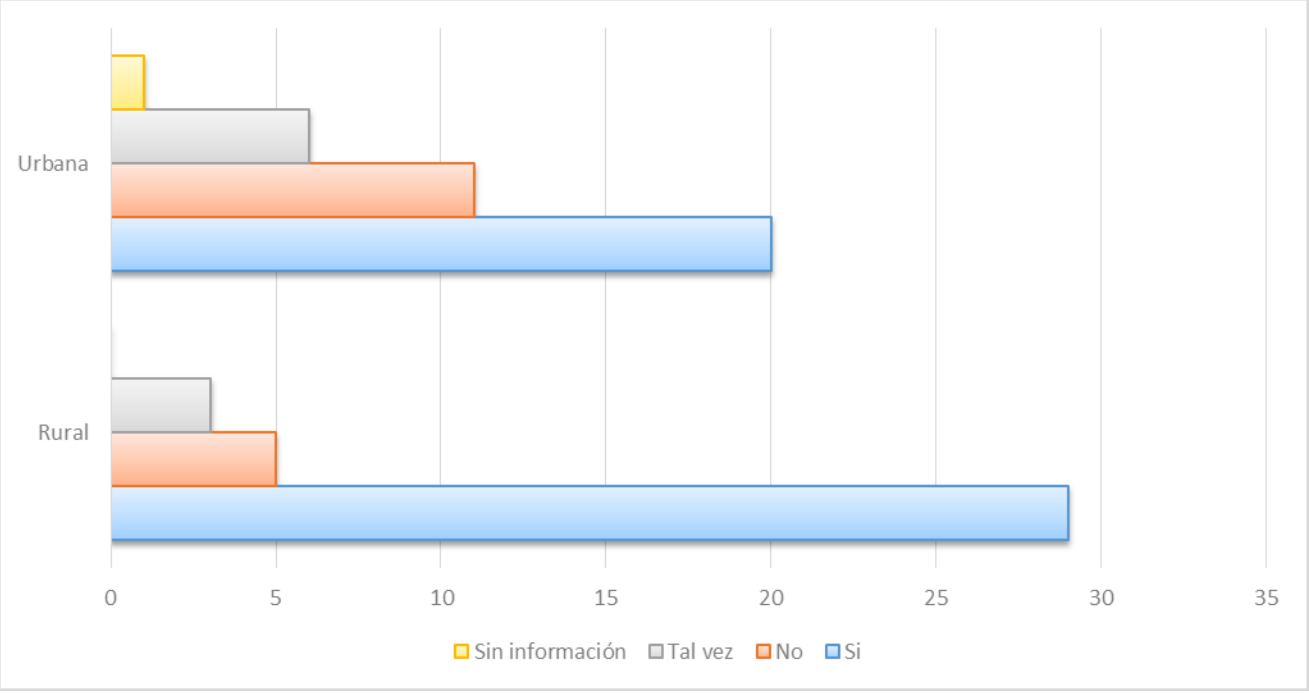
Disposición a cambio	Rural	Urbano	Total
Sí	29	20	49
No	5	11	16
Tal vez	3	6	9
Sin información	0	1	1
Total	**37**	**38**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

La disposición a reemplazar el artefacto de calefacción (Tabla 306) presenta diferencias entre los sectores analizados. En el sector rural, 29 de las 37 personas encuestadas manifiestan estar dispuestas a realizar el cambio, mientras que cinco indican que no y tres responden "tal vez". En el sector urbano, 20 de las 38 personas manifiestan disposición al recambio, 11 indican que no, seis responden "tal vez" y en un caso no se dispone de información.

Los resultados (Figura 211) evidencian una mayor disposición al recambio entre los hogares rurales. En contraste, en el sector urbano se observa una mayor presencia de respuestas negativas o de indecisión. Esta diferencia resulta relevante para eventuales programas de recambio tecnológico, dado que sugiere distintos niveles de aceptación inicial entre ambos territorios y la posible necesidad de fortalecer las acciones de información e incentivo, particularmente en el sector urbano.

Figura 211. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 307. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Pellets	4	9	13
Gas	1	0	1
Eléctrica	2	2	4
Eléctrica/ Pellets	0	2	2
Eléctrica/ Pellets/ Gas/ Parafina	0	1	1
Eléctrica/ Solar	0	1	1
Pellets/ Otro	0	1	1
Sin información	30	22	52
Total	**37**	**38**	**75**

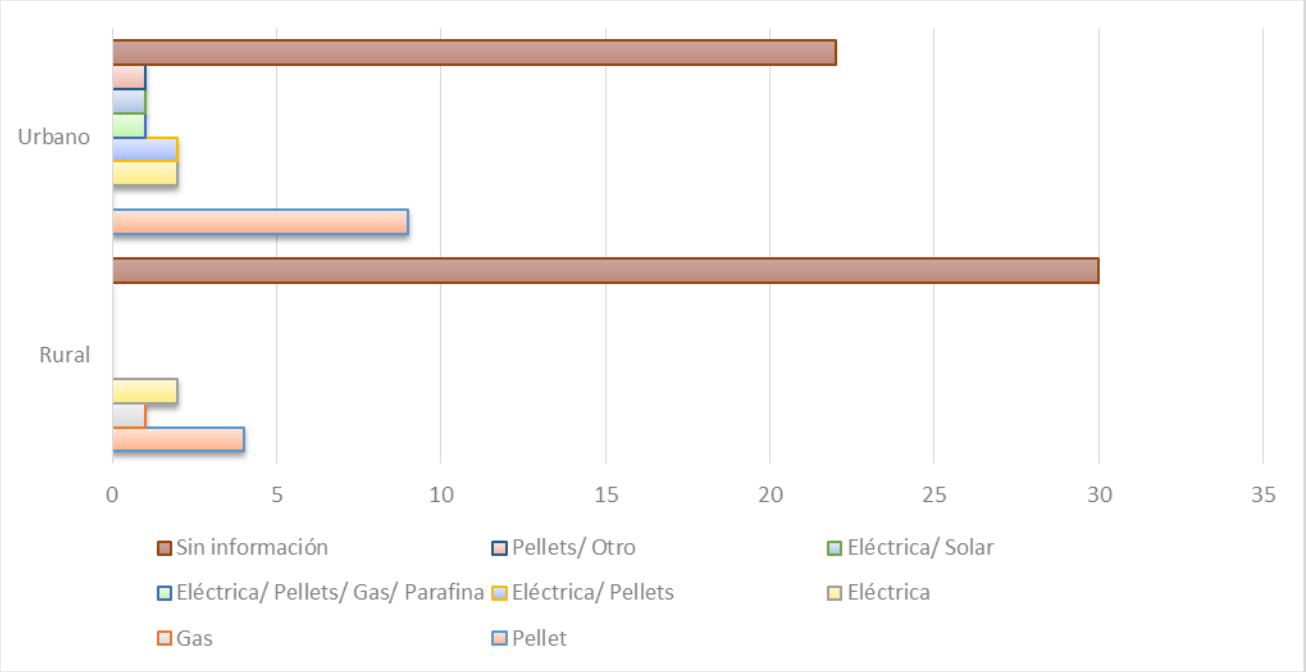
Fuente: Elaboración propia.

En relación con las alternativas preferidas (Tabla 307) para un eventual recambio, 52 de las 75 viviendas no registran una tecnología específica, correspondientes a 30 casos del sector rural y 22 del urbano. Entre quienes sí señalaron alguna alternativa, los sistemas a pellets concentran la mayor cantidad de preferencias, con 13 menciones: 4 en el sector rural y 9 en el urbano.

En segundo lugar, se encuentran los sistemas eléctricos, con 4 menciones distribuidas equitativamente entre ambos sectores. Asimismo, se registran 2 menciones correspondientes a la combinación de electricidad y pellets, ambas en el sector urbano, y una mención de gas en el sector rural. Otras combinaciones, como electricidad/pellets/gas/parafina, electricidad/solar y pellets/otro, presentan una mención cada una y se concentran en el sector urbano.

En términos comparativos (Figura 212), entre los hogares que manifiestan una preferencia tecnológica, el pellet constituye la alternativa de mayor interés en ambos sectores, aunque presenta una mayor frecuencia en el ámbito urbano. Asimismo, en este sector se observa una mayor diversidad de alternativas y combinaciones tecnológicas. No obstante, la elevada cantidad de casos sin una preferencia específica indica que una parte importante de los hogares no ha definido una tecnología de reemplazo, por lo que futuras iniciativas de recambio podrían requerir acciones complementarias de información respecto de las características, costos y requerimientos de las distintas opciones disponibles.

Figura 212. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 308. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Total
Leña	29	31	60
Podas	1	0	1
Leña/ Podas	7	4	11
Leña/ Podas/ Otro	0	1	1
Leña/ Otro	0	1	1
Total	**37**	**38**	**75**

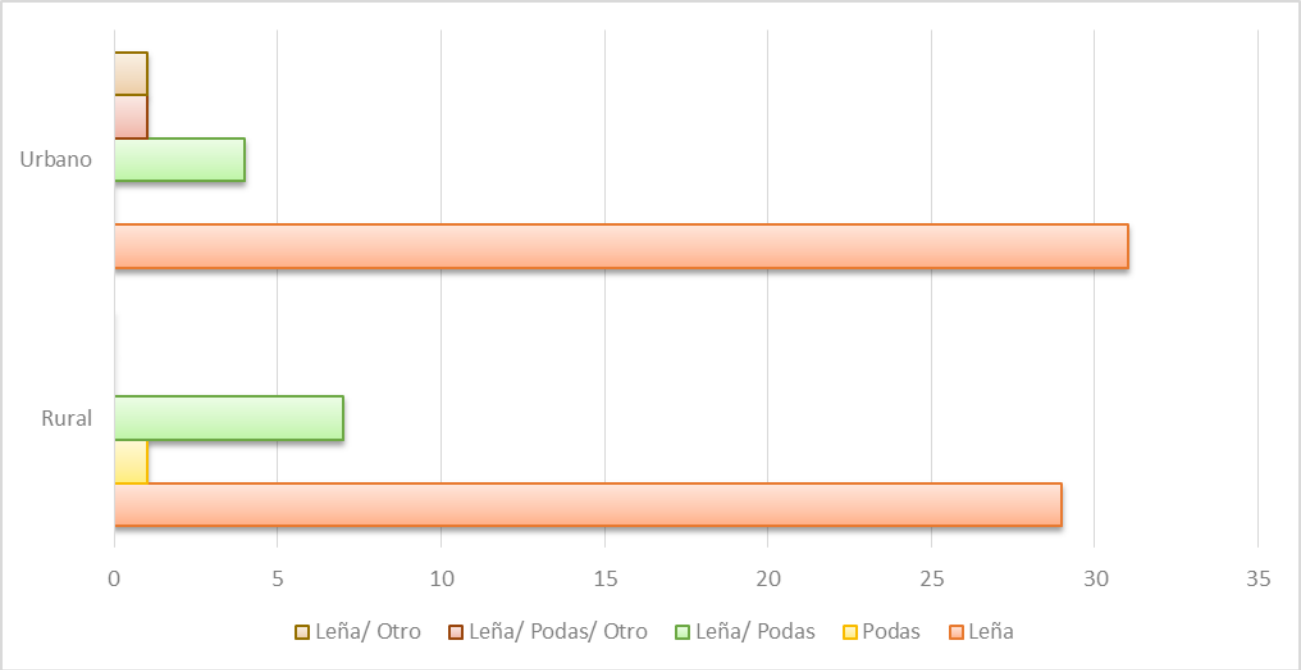
Fuente: Elaboración propia.

El análisis del combustible utilizado (Tabla 308) muestra un predominio generalizado de la leña en ambos sectores. Esta se utiliza de manera exclusiva en 29 viviendas rurales y 31 urbanas. Además, se registra su uso combinado con podas en siete viviendas rurales y cuatro urbanas, junto con otras combinaciones de menor frecuencia.

La principal diferencia territorial corresponde al uso de podas, cuya presencia es mayor en el sector rural. En este sector se identifica un caso que utiliza exclusivamente podas y siete que las combinan con leña, mientras que en el sector urbano cuatro viviendas utilizan la combinación de leña y podas.

En términos generales (Figura 213), la leña constituye el combustible central de calefacción independientemente de la localización territorial. Sin embargo, el mayor uso de podas en el sector rural podría relacionarse con una mayor disponibilidad de residuos vegetales asociados al entorno agrícola y productivo, aunque los datos recopilados no permiten establecer directamente su procedencia.

Figura 213. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas.

Tabla 309. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de La Cruz.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Eucalipto	4	13	17
Palto	21	4	25
Palto/ Nogal/ Álamo	1	0	1
Sin información	1	3	4

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Pino	0	2	2
Limón	0	1	1
Eucalipto/ Pino	0	1	1
Eucalipto/ Otro	0	1	1
Eucalipto/ Palto	10	10	20
Eucalipto/ Nogal	0	1	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	0	1	1
Higuera/ Damasco/ Durazno/ Palto	0	1	1
Total	**37**	**38**	**75**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las especies de leña utilizadas evidencia diferencias importantes entre los sectores rurales y urbanos. En el sector rural predomina claramente el palto, utilizado de manera exclusiva en 21 viviendas, mientras que el eucalipto como especie exclusiva se registra en cuatro casos. Adicionalmente, diez viviendas rurales utilizan una combinación de eucalipto y palto.

En el sector urbano se observa una composición diferente. El eucalipto constituye la especie utilizada de manera exclusiva con mayor frecuencia, con 13 casos, mientras que el uso exclusivo de palto se registra en cuatro viviendas. La combinación de eucalipto y palto alcanza diez casos, la misma cantidad registrada en el sector rural. Asimismo, en el área urbana se identifica una mayor variedad de especies y combinaciones, incluyendo pino, limón, nogal y especies frutales como higuera, damasco y durazno.

Los resultados Tabla 309 muestran una diferenciación territorial en el tipo de biomasa utilizada. Mientras el palto presenta un marcado predominio en el sector rural, el eucalipto adquiere mayor relevancia en el urbano. A su vez, la combinación de ambas especies constituye una práctica común a los dos sectores. La mayor presencia de palto en el ámbito rural podría estar relacionada con las características agrícolas del territorio y con la disponibilidad local de biomasa proveniente de podas o renovación de cultivos, aspecto que resulta coherente con la mayor utilización de podas observada en las viviendas rurales.

5.2.2.7.8 Principales hallazgos de la comuna de La Cruz

El diagnóstico desarrollado en la comuna de La Cruz evidencia un parque habitacional conformado prácticamente en su totalidad por viviendas tipo casa, con presencia tanto en sectores urbanos como rurales y una leve mayor representación territorial del ámbito rural en el levantamiento mediante fichas. Las viviendas presentan principalmente una configuración de baja altura y superficies intermedias, mientras que la materialidad se concentra en construcciones de albañilería y tabiques forrados por ambas caras. A ello se suma una condición general de conservación favorable, aunque también se identifica un grupo de viviendas en estado regular que podría presentar requerimientos de mantención o mejoramiento habitacional. La presencia generalizada de chimeneas constituye, además, un

indicador de la importancia de los sistemas de combustión residencial, aun cuando durante las visitas se registraron pocos casos de humo visible.

Desde la perspectiva sociodemográfica, predominan los hogares de tamaño pequeño a mediano, principalmente aquellos conformados por dos a cinco integrantes. A su vez, destaca una presencia importante de adultos mayores, personas con enfermedades crónicas, niños, niñas y adolescentes y, en menor medida, personas en situación de discapacidad. Estas características deben ser consideradas al analizar las necesidades de calefacción y confort térmico, debido a que parte de la población residente puede presentar una mayor sensibilidad frente a las bajas temperaturas y a las condiciones ambientales al interior de las viviendas.

En relación con la eficiencia térmica, la mayoría de los hogares declara contar con algún tipo de aislación, concentrada principalmente en techumbres y muros. Sin embargo, permanece un grupo de viviendas sin este tipo de acondicionamiento, mientras que pisos y ventanas presentan una incorporación comparativamente menor de soluciones térmicas. Asimismo, poco menos de la mitad de los hogares señala haber efectuado intervenciones para mejorar la conservación del calor, principalmente mediante aislación de muros o techumbres, sellado de filtraciones y cambio de ventanas. En consecuencia, todavía existe un espacio relevante para fortalecer medidas de acondicionamiento integral de la envolvente de las viviendas.

La calefacción residencial se encuentra fuertemente vinculada al uso de leña. Este combustible constituye la principal fuente utilizada por los hogares, tanto de manera exclusiva como combinada con electricidad, gas o parafina. Respecto de los equipos, destacan los calefactores con templador sin certificación, seguidos por calefactores de cámara simple, salamandras y cocinas a leña, mientras que los artefactos certificados presentan una presencia considerablemente menor. Aunque la mayoría de los equipos corresponde a instalaciones relativamente recientes y es percibida por sus usuarios como en buen estado, la amplia presencia de tecnologías sin certificación muestra que la antigüedad y conservación física no necesariamente equivalen a mejores niveles de eficiencia o menores emisiones.

Las prácticas de calefacción presentan una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente durante otoño e invierno. El uso de los artefactos es frecuente durante la temporada fría y, en la mayoría de los hogares, se concentra en períodos diarios de duración intermedia. Asimismo, se observan distintas formas de regulación del tiraje, destacando su utilización semiabierta y cerrada. Estos antecedentes refuerzan la importancia de complementar cualquier proceso de mejoramiento tecnológico con acciones de información orientadas al uso eficiente de los equipos, su correcta operación y mantención y la utilización de combustible en condiciones adecuadas.

En materia de abastecimiento, la compra por saco y la recolección propia constituyen mecanismos relevantes para obtener leña. La adquisición se concentra principalmente durante el mismo invierno, aunque también existe un grupo de hogares que realiza compras anticipadas durante el verano. El gasto declarado se ubica mayoritariamente en los rangos inferiores, aspecto que debe interpretarse conjuntamente con las modalidades de autoabastecimiento, ya que la recolección propia puede reducir el desembolso monetario sin representar necesariamente un menor consumo energético. En cuanto a las especies utilizadas, destacan especialmente el palto y el eucalipto, tanto de manera individual como combinada, además del uso de otras especies vegetales disponibles en el territorio.

Un aspecto particularmente relevante en La Cruz corresponde a la disposición frente al recambio tecnológico. A diferencia de una situación marcada por una resistencia mayoritaria, una parte

importante de los hogares manifiesta interés en reemplazar su actual sistema de calefacción. Entre quienes identifican una tecnología específica, los equipos a pellets presentan la mayor preferencia, seguidos por alternativas eléctricas y algunas combinaciones energéticas. No obstante, parte de quienes manifiestan disposición al cambio aún no posee una alternativa tecnológica claramente definida, lo que evidencia la necesidad de acompañar los programas de recambio con información sobre costos, funcionamiento, instalación y requerimientos de las distintas opciones disponibles.

La comparación territorial muestra que las diferencias entre sectores rurales y urbanos no se encuentran principalmente en el tipo de vivienda ni en la dependencia de la leña, dado que ambos elementos son transversales a la comuna. Las principales variaciones se observan en las condiciones de aislación térmica, la composición de los artefactos y las prácticas asociadas al combustible. Las viviendas urbanas presentan una mayor presencia de aislación, mientras que en los sectores rurales es más frecuente encontrar viviendas sin este acondicionamiento. Asimismo, el ámbito rural registra una mayor utilización de cocinas a leña y una mayor presencia de podas dentro de las alternativas de combustible, mientras que en el sector urbano destacan comparativamente los calefactores sin certificación y de cámara simple.

También se identifica una diferencia territorial en la disposición al recambio, siendo esta más favorable entre los hogares rurales que entre los urbanos. En consecuencia, aunque la dependencia de la biomasa y el uso de artefactos a leña constituyen características comunes a toda la comuna, las estrategias de intervención podrían incorporar énfasis diferenciados: fortalecimiento del acondicionamiento térmico especialmente en viviendas rurales, promoción de tecnologías certificadas en ambos sectores y mayores acciones de información y sensibilización en aquellos hogares que todavía presentan dudas o menor interés frente al reemplazo de sus equipos.

En síntesis, La Cruz presenta como principales desafíos la dependencia de la leña, la permanencia de artefactos sin certificación y la existencia de brechas de acondicionamiento térmico, especialmente en determinados segmentos de viviendas. Al mismo tiempo, la elevada disposición al recambio representa una oportunidad favorable para avanzar hacia sistemas de calefacción más eficientes. En este contexto, las acciones comunales podrían integrar el mejoramiento de la envolvente térmica, la promoción de buenas prácticas de combustión y abastecimiento, el acceso a leña de mejor calidad y el desarrollo de programas de recambio tecnológico que consideren las diferencias observadas entre los contextos rurales y urbanos.

5.2.2.8 Comuna de Llay Llay

En la comuna de Llay Llay se realizó un levantamiento de información que contempló un total de 111 fichas de viviendas, correspondientes al universo de viviendas registradas durante el trabajo en terreno, tanto en sectores urbanos como rurales.

De este total, fue posible aplicar 82 encuestas a personas residentes en las viviendas, quienes proporcionaron información respecto de sus características habitacionales, sistemas de calefacción utilizados y patrones de consumo asociados.

De esta manera, el levantamiento permitió complementar la información obtenida mediante la observación y registro de las 111 viviendas fichadas con la información declarada directamente por los residentes de las 82 viviendas que participaron de la encuesta.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del levantamiento de información realizado en la comuna de Llay Llay.

5.2.2.8.1 Caracterización habitacional y constructiva de las viviendas fichadas en la comuna de Llay Llay

La presente sección tiene por objetivo caracterizar las principales condiciones habitacionales y constructivas de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno en la comuna de Llay Llay.

El análisis considera un total de 111 fichas de viviendas, correspondientes a unidades habitacionales localizadas tanto en sectores urbanos como rurales de la comuna.

La caracterización integra información obtenida mediante la observación y registro directo de las viviendas, considerando variables asociadas a la localización territorial, tipología habitacional, número de pisos, tamaño aproximado, materialidad predominante, estado general de conservación y elementos visibles relacionados con sistemas de calefacción y combustión, tales como la presencia de chimeneas y emisiones visibles de humo.

El análisis de estas variables permite reconocer las principales características del parque habitacional observado en la muestra y aproximarse a aquellos factores que podrían relacionarse con las condiciones de habitabilidad, el confort térmico, la eficiencia energética y las necesidades de calefacción de los hogares.

- **Tipología de sector (urbano o rural):**

La variable permite identificar la ubicación territorial de las viviendas fichadas, diferenciando entre sectores urbanos y rurales de la comuna de Llay Llay.

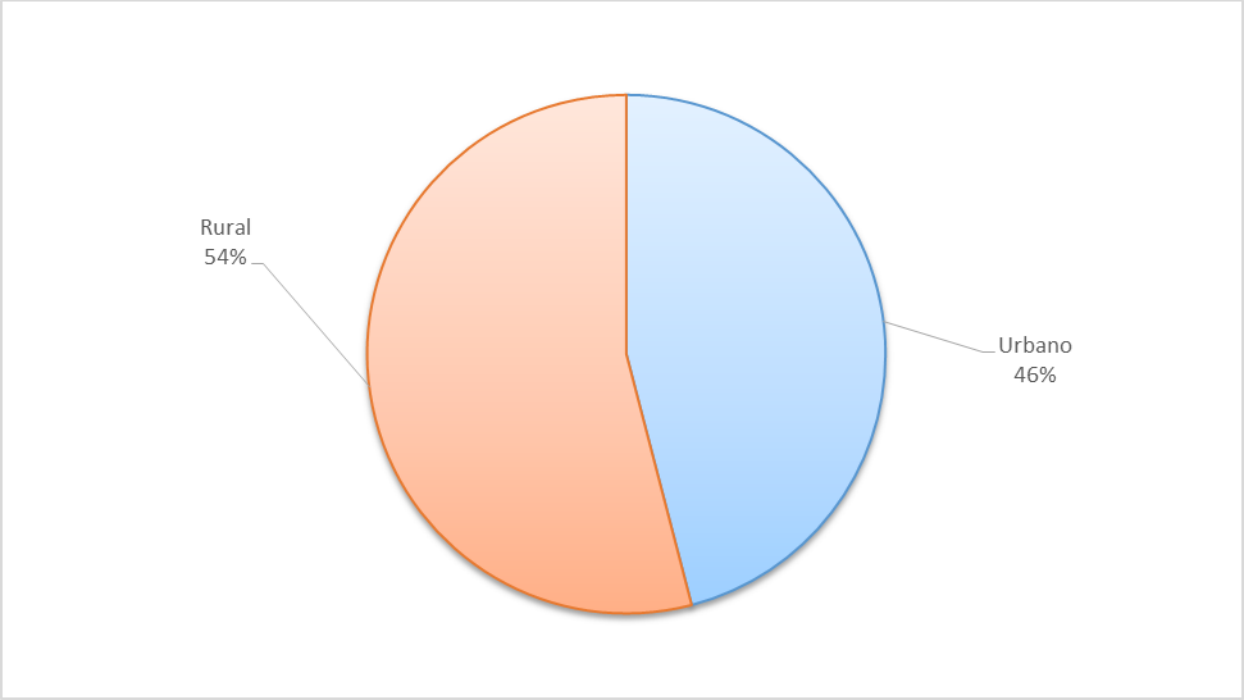
Tabla 310. Distribución de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna de Llay Llay.

Tipología sector	N° frecuencia	Porcentaje (%)
Urbano	51	46%
Rural	60	54%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la distribución territorial (Tabla 310, Figura 214) de las 111 viviendas fichadas, existe una representación relativamente equilibrada entre sectores rurales y urbanos. Las viviendas rurales alcanzan 60 casos, equivalentes al 54% del total, mientras que las urbanas corresponden a 51 viviendas, representando el 46%. Por tanto, si bien existe una mayor presencia de viviendas rurales, la diferencia entre ambos sectores es acotada, lo que permite contar con antecedentes de ambos contextos territoriales.

Figura 214. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipología de sector en la comuna Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de vivienda:**

La variable permite identificar la tipología habitacional de las viviendas registradas durante el levantamiento de información en terreno de la comuna de Llay Llay.

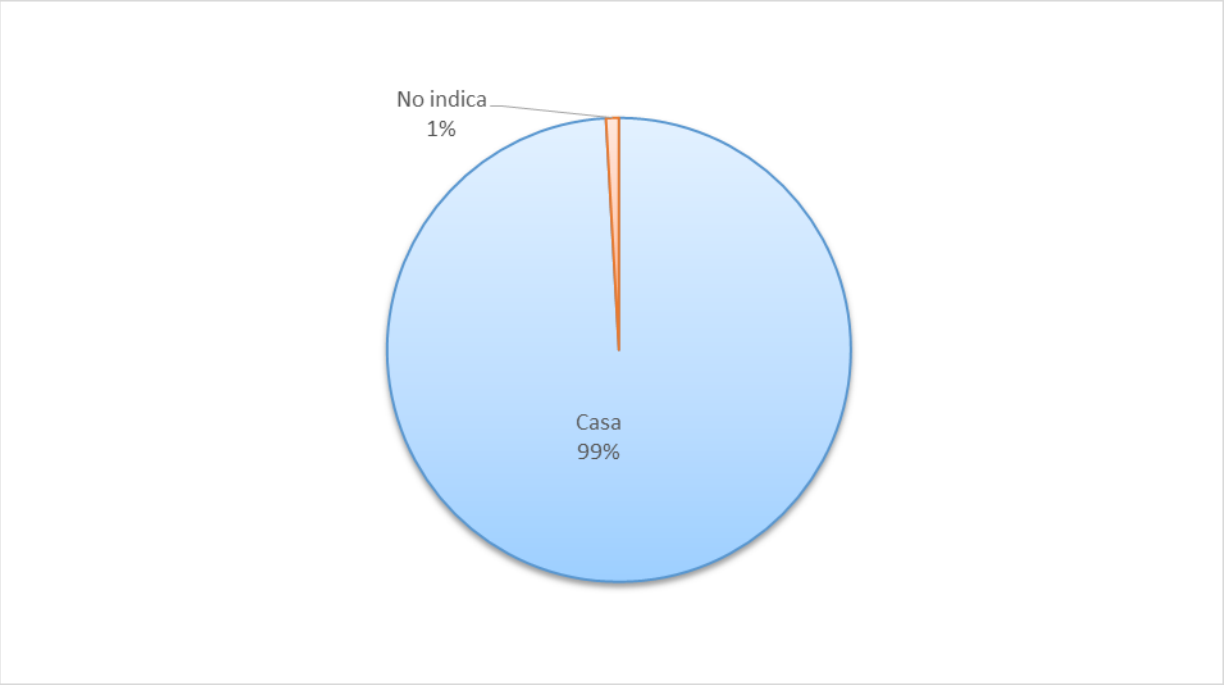
Tabla 311. Distribución de viviendas fichadas según tipo de vivienda en la comuna de Llay Llay.

Tipo de vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Casa	110	99%
No indica	1	1%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la tipología habitacional, se observa (Tabla 311,Figura 215) un claro predominio de las casas, categoría que concentra 110 de las 111 viviendas fichadas, equivalente al 99% del total. Solo una vivienda no presenta información para esta variable. En consecuencia, el levantamiento caracteriza prácticamente de manera exclusiva viviendas tipo casa, por lo que los resultados posteriores deben interpretarse principalmente en función de esta tipología residencial.

Figura 215. Distribución porcentual de viviendas fichadas según tipo de vivienda en comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de pisos de la vivienda:**

La variable permite identificar la configuración estructural de las viviendas fichadas, considerando el número de pisos presentes en cada unidad habitacional.

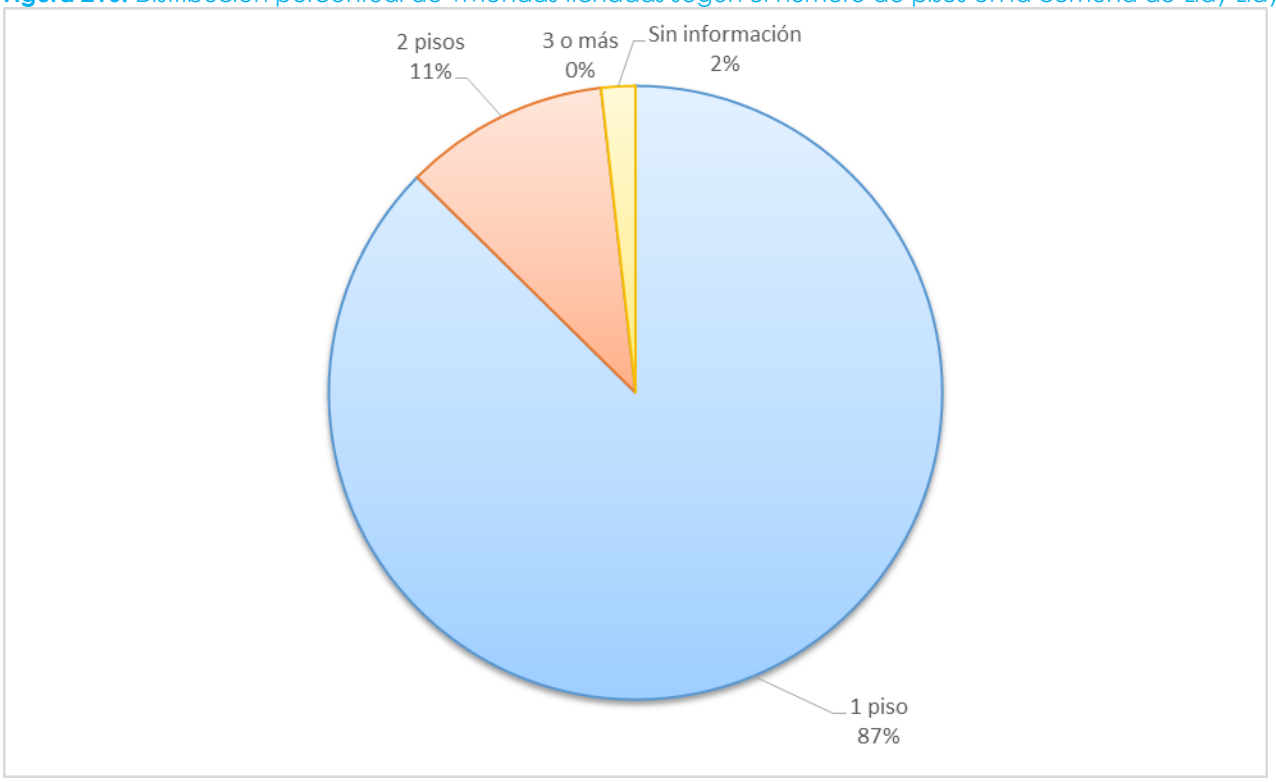
Tabla 312. Distribución del número de pisos de las viviendas fichadas en la comuna de Llay Llay.

Número de pisos	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	97	87%
2	12	11%
No indica	2	2%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de la configuración de las viviendas (Tabla 312, Figura 216), predominan ampliamente las construcciones de un piso, con 97 casos, correspondientes al 87% del total. En menor proporción, 12 viviendas poseen dos pisos (11%), mientras que en 2 casos no se registró esta información. Esta distribución da cuenta de un parque habitacional caracterizado principalmente por edificaciones de baja altura.

Figura 216. Distribución porcentual de viviendas fichadas según el número de pisos en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tamaño aproximado de la vivienda:**

La variable permite caracterizar la superficie aproximada de las viviendas fichadas y reconocer diferencias en términos de escala habitacional y requerimientos de acondicionamiento térmico.

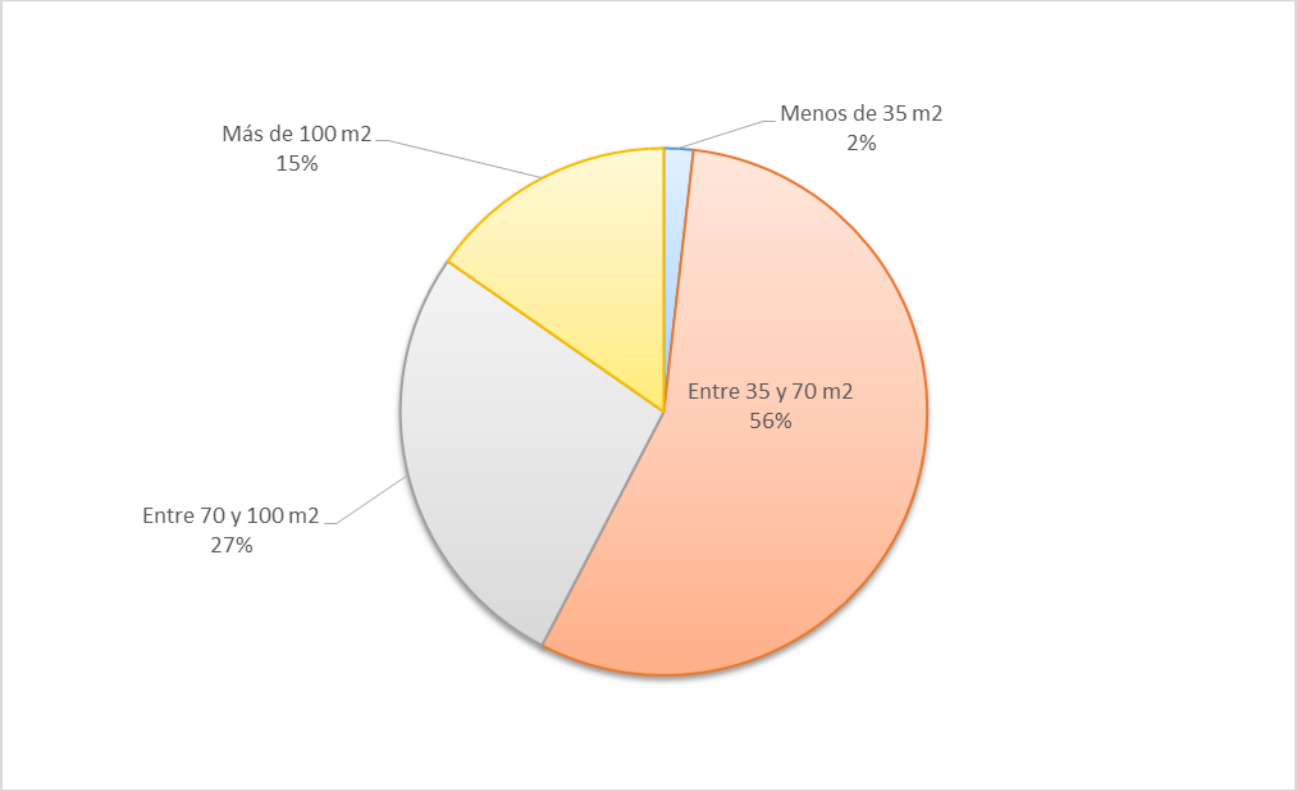
Tabla 313. Distribución del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Llay Llay.

Tamaño aproximado de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de 35 m²	2	2%
Entre 35 y 70 m²	62	56%
Entre 70 y 100 m²	30	27%
Más de 100 m²	17	15%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la superficie aproximada (Tabla 313,Figura 217), más de la mitad de las viviendas fichadas se concentra en el rango de entre 35 y 70 m², con 62 casos (56%). A continuación, 30 viviendas presentan superficies de entre 70 y 100 m² (27%) y 17 superan los 100 m² (15%). Solo 2 viviendas tienen menos de 35 m². De este modo, la muestra se encuentra compuesta principalmente por viviendas de tamaño pequeño a intermedio, aunque existe cierta diversidad en las superficies habitacionales observadas.

Figura 217. Distribución porcentual del tamaño aproximado de las viviendas fichadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Material predominante de las viviendas:**

La variable permite identificar el principal material constructivo predominante en las viviendas fichadas, constituyendo un antecedente relevante para la caracterización de sus condiciones constructivas y su posible comportamiento térmico.

Tabla 314. Distribución de materialidad de las viviendas fichadas de la comuna de Llay Llay

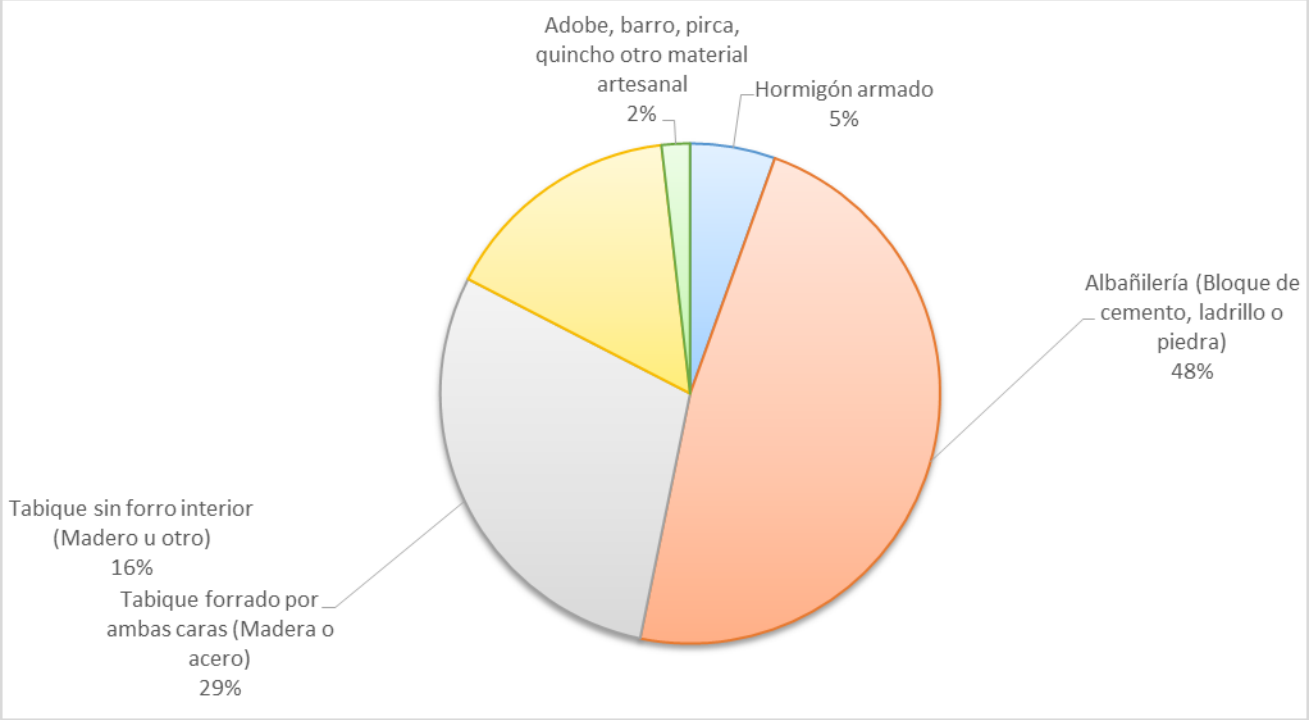
Material predominante de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Hormigón armado	6	5%
Albañilería (Bloque de cemento, ladrillo o piedra)	54	48%
Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)	32	29%
Tabique sin forro interior (madera u otro)	17	15%
Adobe, barro, pirca , quincha u otro material artesanal	2	2%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la materialidad (Tabla 314,Figura 218), la albañilería constituye la solución constructiva predominante, con 54 viviendas (48%), seguida por los tabiques forrados por ambas caras, presentes en 32 casos (29%). Asimismo, se registran 17 viviendas construidas con tabiques sin forro interior, 6 de hormigón armado y 2 elaboradas con adobe u otros materiales artesanales (2%). En términos generales,

los antecedentes muestran una diversidad de soluciones constructivas, aunque con predominio de la albañilería y los sistemas de tabiquería.

Figura 218. Distribución porcentual del tipo de material predominante de las viviendas fichadas en comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Estado general de la vivienda:**

La variable permite identificar la condición general de conservación de las viviendas fichadas, a partir de la percepción registrada durante el levantamiento de información.

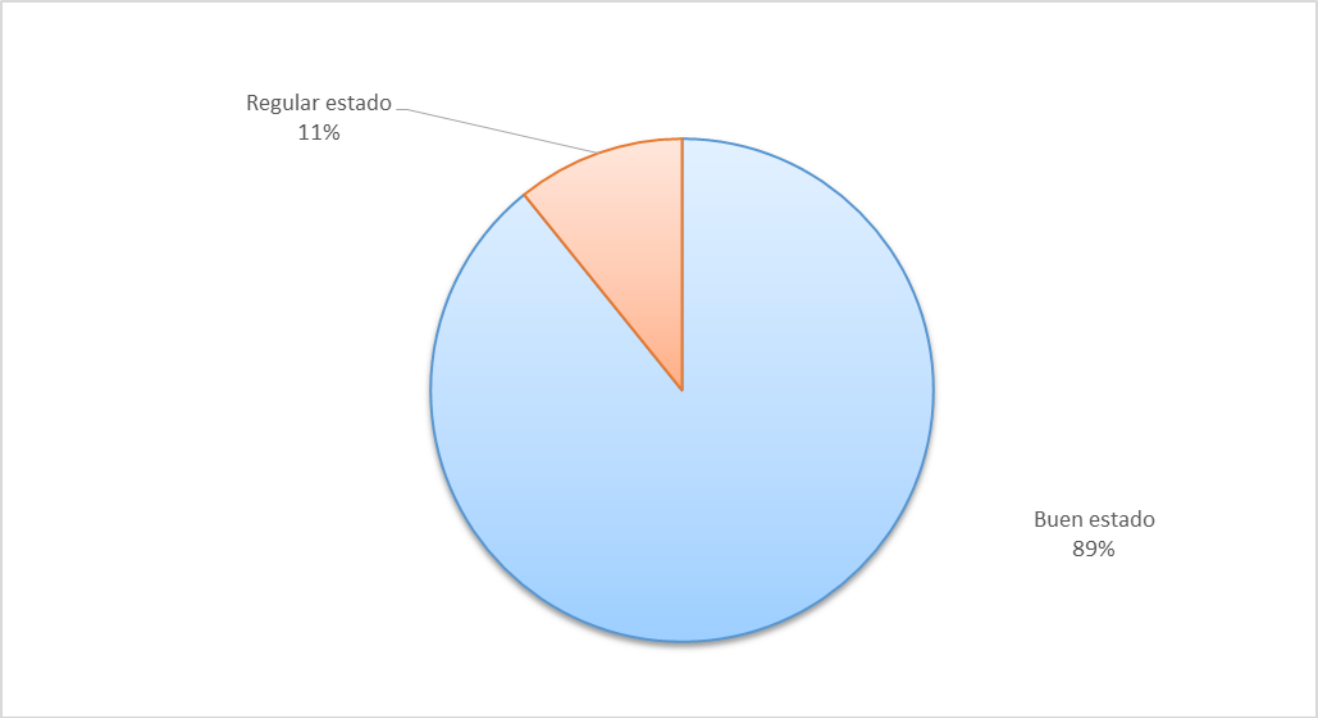
Tabla 315. Distribución del estado general de las viviendas fichadas en la comuna Llay Llay.

Estado general de la vivienda	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Buen estado	99	89%
Regular estado	12	11%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En lo referido al estado de conservación (Tabla 315, Figura 219), la mayor parte de las viviendas fue clasificada en buen estado, alcanzando 99 casos, equivalentes al 89% del total. Las 12 viviendas restantes (11%) fueron evaluadas en estado regular, sin registrarse viviendas en mal estado. Este resultado evidencia que, desde la observación general realizada durante el levantamiento, predominan condiciones favorables de conservación habitacional.

Figura 219. Distribución porcentual sobre el estado general de las viviendas fichadas, según información levantada en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Número de chimeneas visibles:**

Esta variable permite identificar la cantidad de chimeneas visibles observadas en las viviendas fichadas durante el levantamiento de información en terreno.

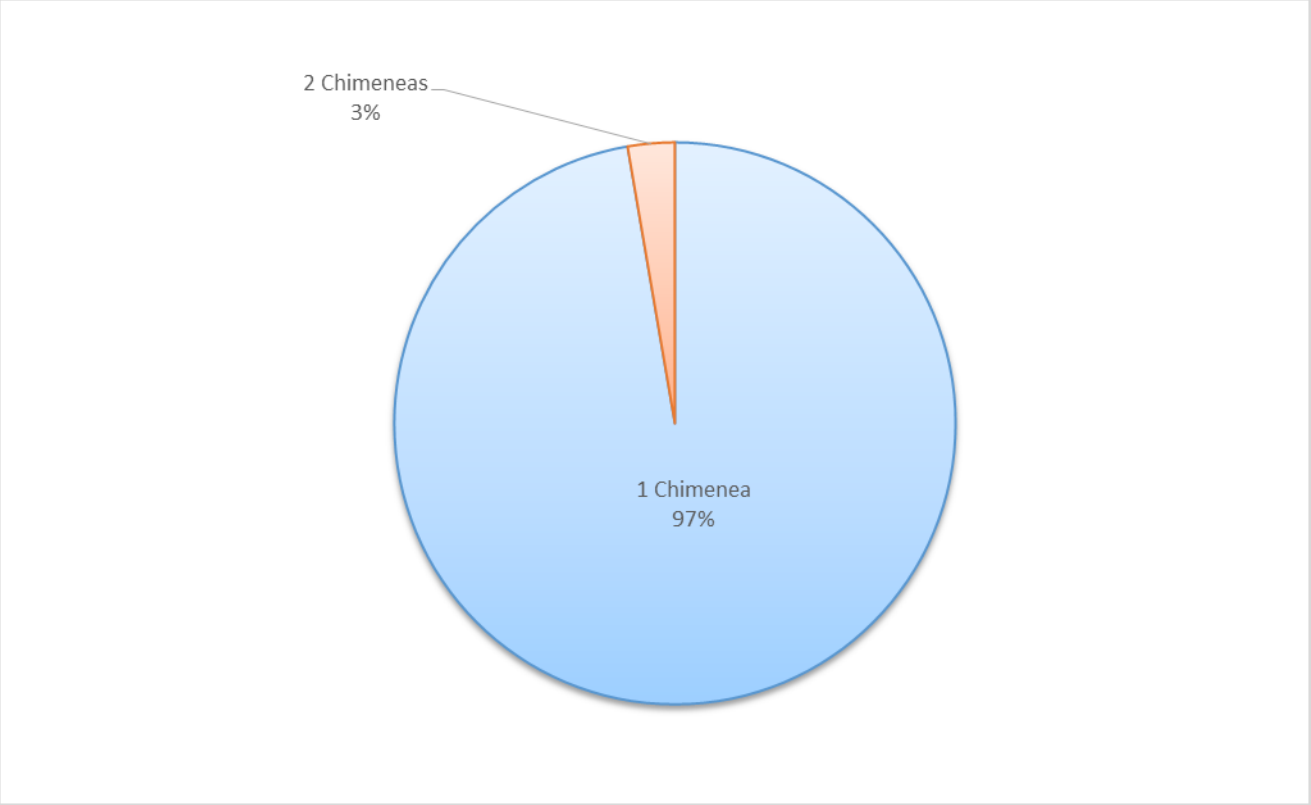
Tabla 316. Distribución del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Llay Llay.

N° de chimeneas visibles	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1	108	97%
2	3	3%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, prácticamente todas las viviendas fichadas (Tabla 316,Figura 220) presentan una sola chimenea visible, situación observada en 108 casos (97%). Únicamente 3 viviendas presentan dos chimeneas, equivalentes al 3% del total. La distribución evidencia, por tanto, una alta presencia de infraestructura asociada a sistemas de combustión residencial, predominantemente mediante una chimenea por vivienda.

Figura 220. Distribución porcentual del número de chimeneas visibles en viviendas fichadas de la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Presencia de humo visible:**

La variable permite identificar la presencia de emisiones visibles de humo asociadas a las viviendas durante el momento específico en que se realizó la observación en terreno.

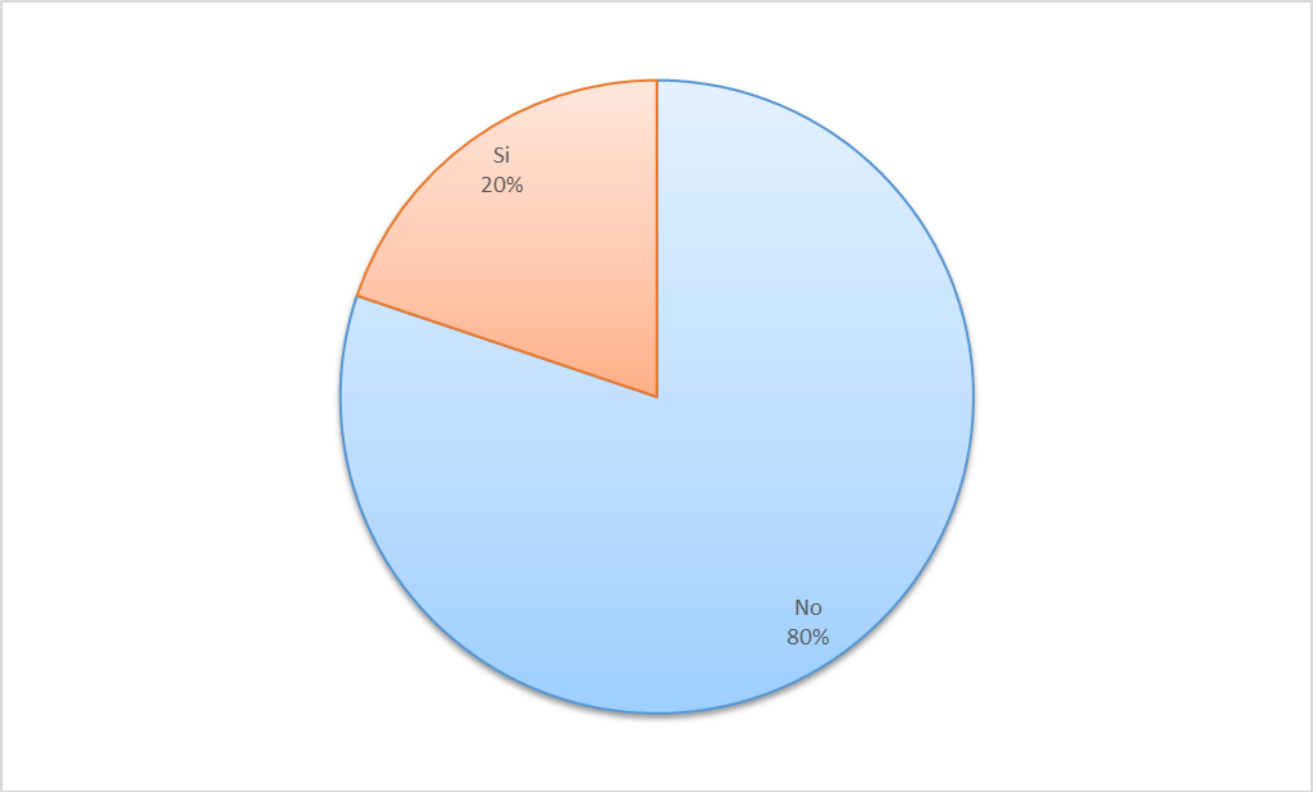
Tabla 317. Distribución de presencia de humo visible en las viviendas fichadas de la comuna de Llay Llay-

Presencia de humo visible en las viviendas fichadas	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
No	89	80%
Si	22	20%
Total	**111**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la presencia de emisiones visibles (Tabla 317, Figura 221), en 89 de las 111 viviendas fichadas (80%) no se observó humo durante el levantamiento, mientras que en 22 viviendas (20%) sí se registró su presencia. Si bien esta última proporción constituye un antecedente relevante, debe considerarse que corresponde exclusivamente a las condiciones observadas al momento de la visita y no necesariamente representa el comportamiento habitual de los sistemas de calefacción.

Figura 221. Distribución porcentual del número de viviendas fichadas con presencia de humo visible de la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.8.2 Caracterización sociodemográfica de los hogares encuestados en la comuna de Llay Llay.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de las 82 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Llay Llay, correspondientes a viviendas localizadas en sectores urbanos y rurales. La información recopilada permite complementar la caracterización habitacional desarrollada previamente, incorporando antecedentes sobre la composición y las características de los hogares participantes.

Para ello, se analizan variables relacionadas con el tamaño del hogar, la presencia de distintos grupos etarios y la existencia de personas pertenecientes a grupos potencialmente vulnerables. Estos antecedentes permiten caracterizar la estructura sociodemográfica de la población encuestada y aportar elementos para comprender cómo la composición de los hogares puede incidir en sus necesidades de calefacción, consumo energético y confort térmico, especialmente durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Número de integrantes del hogar:**

La variable permite identificar la cantidad de personas que componen los hogares encuestados, con el propósito de caracterizar su composición y reconocer posibles diferencias en las necesidades de calefacción, el consumo energético y el uso de combustibles dentro de las viviendas.

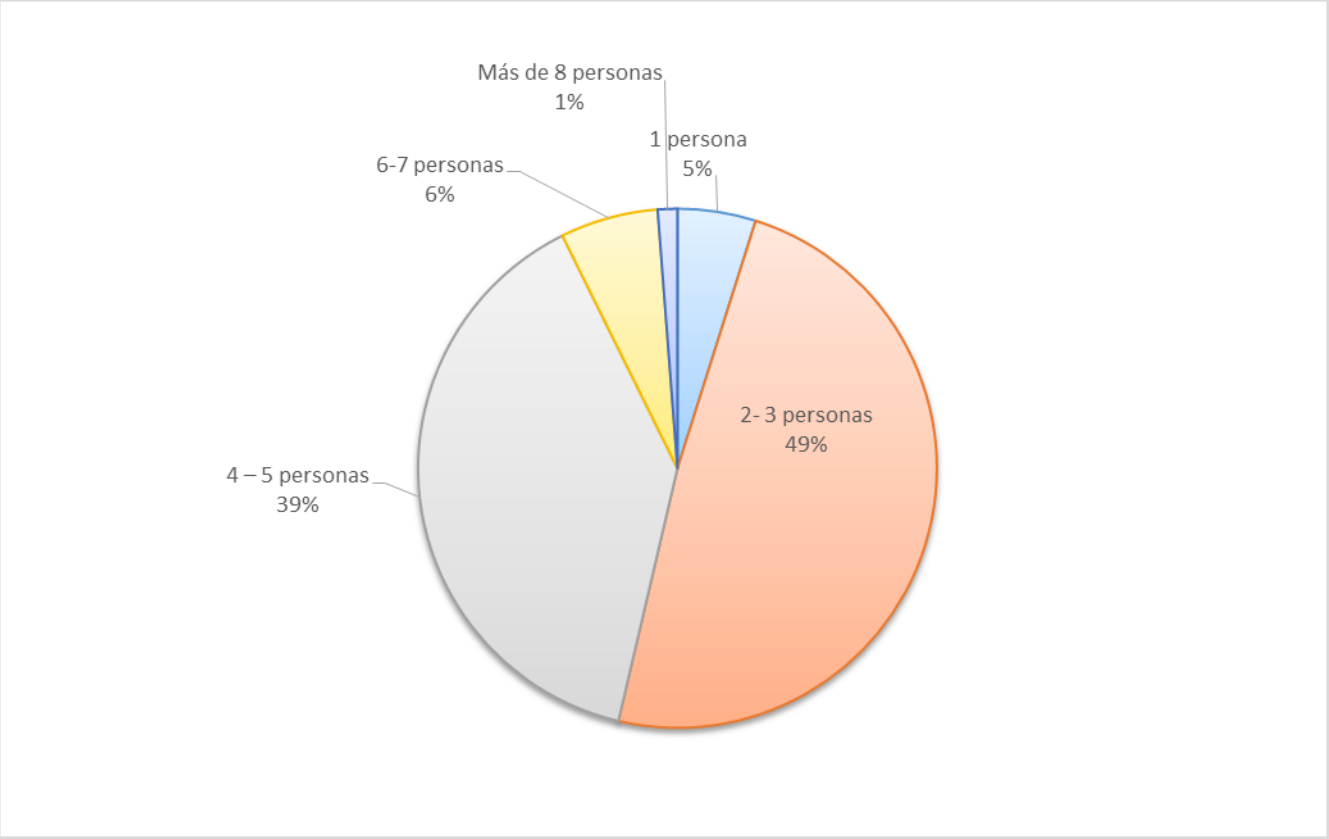
Tabla 318. Distribución del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Llay Llay.

Cantidad de integrantes del hogar	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
1 persona	4	5%
2 a 3 personas	40	49%
4 a 5 personas	32	39%
6 a 7 personas	5	6%
Más de 8 personas	1	1%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En términos de composición (Tabla 318,Figura 222) de los hogares, la categoría más frecuente corresponde a aquellos integrados por 2 a 3 personas, con 40 casos (49%), seguida por los hogares de 4 a 5 integrantes, que alcanzan 32 casos (39%). En conjunto, ambas categorías representan el 88% de las viviendas encuestadas. En contraste, los hogares unipersonales y aquellos integrados por seis o más personas presentan una frecuencia considerablemente menor.

Figura 222. Distribución porcentual del número de integrantes de los hogares encuestados en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Composición etaria de los hogares:**

La presente variable permite identificar la presencia de grupos etarios y personas con condiciones de vulnerabilidad al interior de los hogares encuestados, considerando población infantil, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad.

Su análisis resulta relevante para reconocer grupos potencialmente más expuestos a condiciones ambientales adversas, bajas temperaturas y contaminación intradomiciliaria.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta. Por esta razón, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas, pudiendo superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 319. Distribución de grupos etarios identificados en los hogares encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Grupos etarios presentes en el hogar	N° menciones
Niños, Niñas o adolescentes	34
Adultos mayores (60 años o más)	55
Personas con enfermedades crónicas	22
Personas en situación de discapacidad	12
No registran tales grupos	3
Total menciones	**126**

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que esta pregunta admitía respuestas múltiples, se registraron 126 menciones asociadas a los distintos grupos considerados (Tabla 319). Los adultos mayores constituyen el grupo más mencionado, con 55 registros, seguidos por niños, niñas y adolescentes, con 34 menciones. También se identificaron personas con enfermedades crónicas en 22 casos y personas en situación de discapacidad en 12.

Por otra parte, 3 hogares señalaron no registrar ninguno de los grupos considerados. En términos generales, los resultados evidencian una presencia relevante de grupos que pueden presentar mayores requerimientos de confort térmico y protección frente a condiciones ambientales adversas.

5.2.2.8.3 Condiciones de eficiencia térmica de las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay

A partir de las 82 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Llay Llay, esta sección analiza las principales condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, considerando la presencia de aislación térmica y los sectores en los que esta se encuentra incorporada.

Los resultados permiten conocer, desde la percepción de las personas encuestadas, las condiciones de acondicionamiento térmico de las viviendas y reconocer posibles brechas que podrían influir en el confort térmico y en las necesidades de calefacción de los hogares durante los períodos de bajas temperaturas.

- **Vivienda con aislación térmica:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas cuentan con algún tipo de aislación térmica destinada a mejorar la conservación de la temperatura interior.

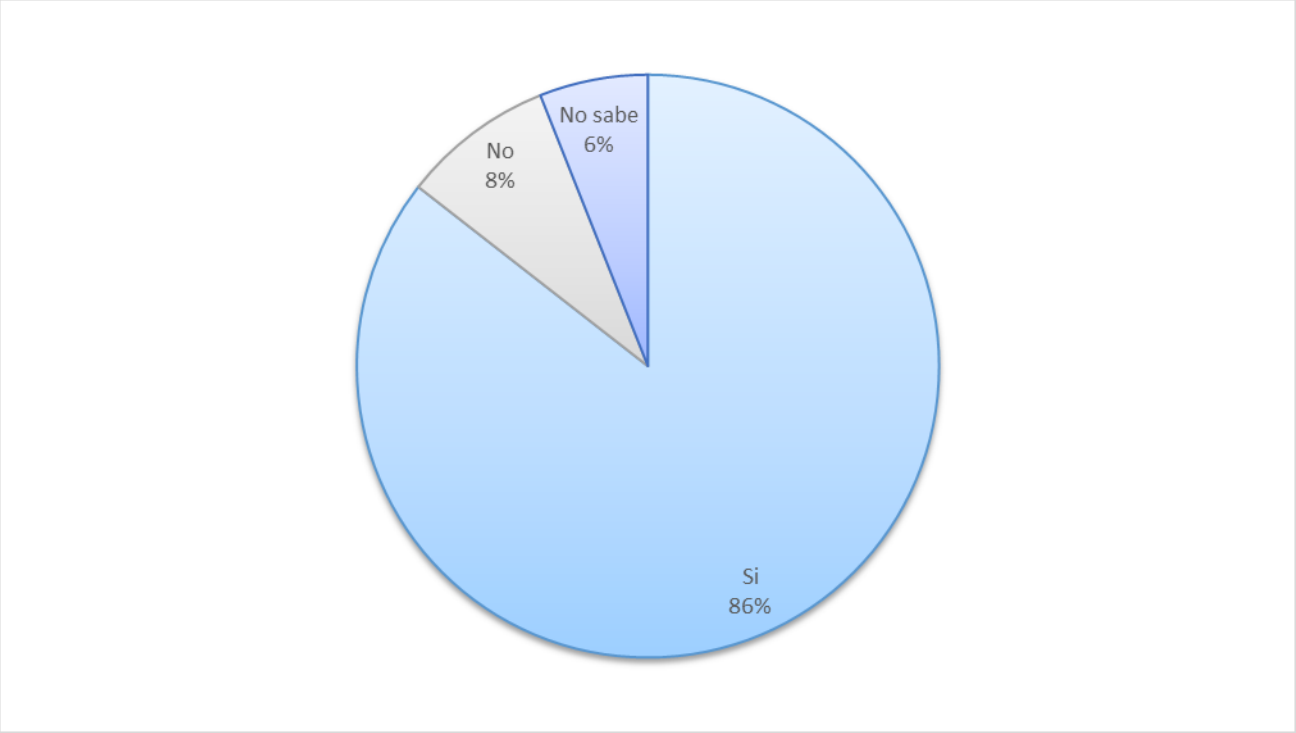
Tabla 320. Distribución de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Llay Llay.

Vivienda cuenta con aislación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	71	86%
No	7	8%
No sabe	4	6%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En materia de aislación térmica (Tabla 320, Figura 223), una amplia mayoría de las personas encuestadas señala que su vivienda cuenta con algún tipo de aislación, alcanzando 71 casos, equivalentes al 86% de la muestra. Por su parte, 7 viviendas (8%) declaran no disponer de aislación y 4 personas (6%) desconocen esta condición. En términos generales, los datos reflejan una alta presencia declarada de soluciones de aislación térmica entre las viviendas participantes.

Figura 223. Distribución porcentual de viviendas encuestadas que cuentan con aislación térmica en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sectores de la vivienda con aislación térmica:**

Esta variable permite identificar los principales sectores de las viviendas donde se encuentra presente la aislación térmica. Debido a que una misma vivienda puede contar con aislación en más de un sector, los resultados se presentan como número de menciones.

Tabla 321. Distribución de sectores con aislación térmica en viviendas encuestadas de la comuna de Llay Llay.

Sector con aislación térmica	N° menciones
Techumbre	69
Muros	30
Piso	1
Ventanas	2
Desconocimiento	3
No cuenta con aislación	7
Total menciones	**112**

Fuente: Elaboración propia.

Al observar los sectores de la vivienda (Tabla 321) que cuentan con aislación, la techumbre concentra ampliamente la mayor cantidad de menciones, con 69 registros. Le siguen los muros, con 30 menciones, mientras que las ventanas y pisos presentan una presencia considerablemente menor, con 2 y 1 menciones, respectivamente. De este modo, las soluciones de aislación se encuentran principalmente concentradas en techumbres y, secundariamente, en muros, existiendo una menor incorporación de medidas en otros componentes de la envolvente térmica.

5.2.2.8.4 Mejoramiento y acondicionamiento térmico de las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay

A partir de las 82 encuestas aplicadas a personas residentes de la comuna de Llay Llay, esta sección aborda las principales medidas de mejoramiento y acondicionamiento térmico implementadas en las viviendas encuestadas.

Los resultados permiten identificar la proporción de hogares que ha realizado mejoras orientadas a favorecer la conservación del calor y reconocer los principales tipos de intervenciones implementadas, aportando antecedentes sobre el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas y las posibles brechas existentes en esta materia.

- **Implementación de mejoras para la conservación térmica en la vivienda:**

Esta variable permite identificar si las viviendas encuestadas han incorporado medidas orientadas a mejorar la conservación del calor al interior del hogar.

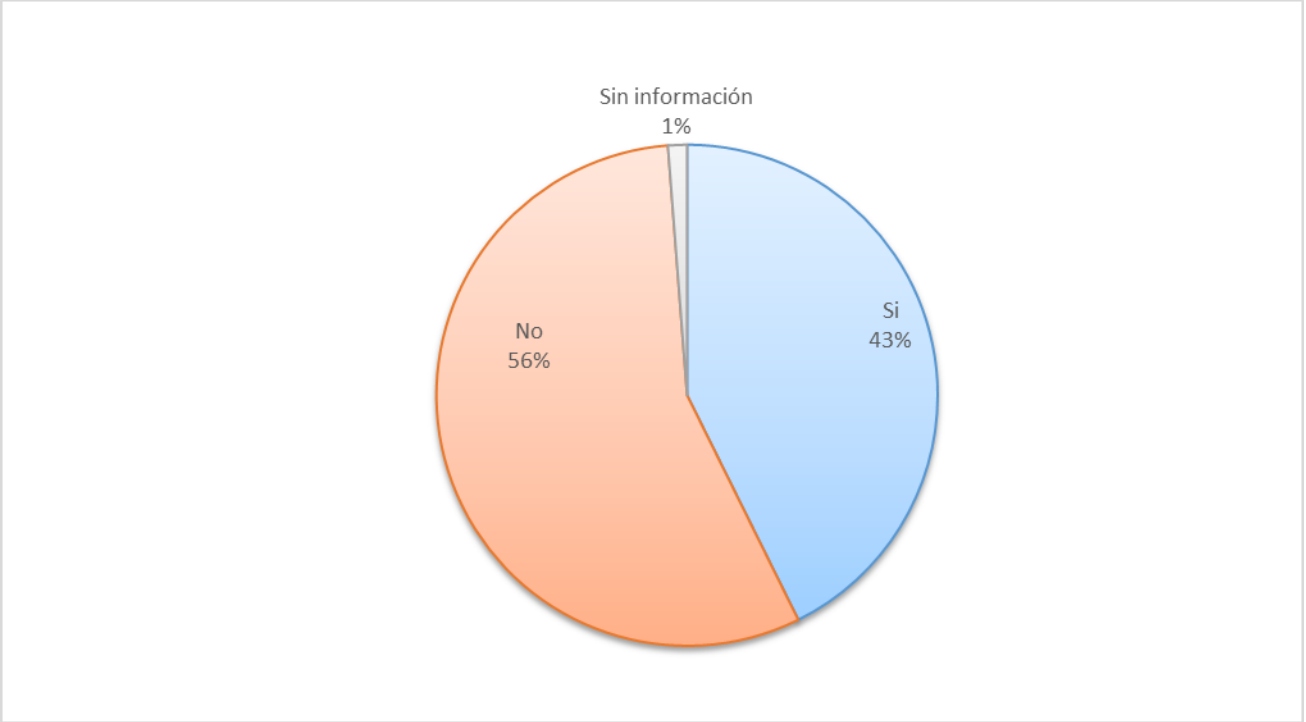
Tabla 322. Distribución de viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Llay Llay.

Implementación de mejoras para conservación térmica	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	35	43%
No	46	56%
No sabe	1	1%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la realización de mejoras destinadas a conservar el calor (Tabla 322, Figura 224), 46 viviendas, equivalentes al 56%, señalan no haber implementado este tipo de intervenciones. En cambio, 35 hogares (43%) declaran haber realizado alguna mejora y un 1% no sabe. Por consiguiente, pese a la alta presencia declarada de aislación térmica observada anteriormente, las intervenciones adicionales orientadas al mejoramiento térmico no constituyen una práctica mayoritaria entre los hogares encuestados.

Figura 224. Distribución porcentual de las viviendas que han implementado mejoras para la conservación térmica en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipos de medidas de acondicionamiento térmico implementadas:**

Esta variable permite identificar los principales tipos de mejoras realizadas en las viviendas encuestadas. La pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan como número de menciones y pueden superar el total de viviendas encuestadas.

Tabla 323. Distribución de medidas de mejoramiento térmico implementadas en viviendas encuestadas de la comuna de Llay Llay.

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
Cambio de ventanas	8
Aislación de muros o techo	17
Sellado de filtraciones de aire	20
Otro	2
Cambio de sistema calefacciones	1

Medidas de mejoramiento térmico de la vivienda	N° Menciones
No se realizó mejoras	45
Total menciones	**93**

Fuente: Elaboración propia.

Entre las medidas registradas (Tabla 323), el sellado de filtraciones de aire constituye la intervención específica más mencionada, con 20 registros, seguida por la aislación de muros o techos, con 17, y el cambio de ventanas, con 8. En menor medida aparecen otras intervenciones y el cambio del sistema de calefacción. Sin embargo, la categoría con mayor frecuencia corresponde a viviendas donde no se realizaron mejoras, con 45 menciones, reforzando la existencia de un margen relevante para avanzar en acondicionamiento térmico residencial.

5.2.2.8.5 Sistemas de calefacción y uso de combustibles en las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

La presente sección tiene como objetivo identificar y caracterizar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Llay Llay, considerando variables asociadas al tipo de combustible empleado, tecnologías de calefacción utilizadas, antigüedad de los artefactos y patrones de uso asociados a la calefacción residencial.

De esta forma, la sección permite reconocer las principales formas de calefacción presentes en los hogares y evaluar aspectos relacionados con el consumo energético, las condiciones de confort térmico y las potenciales emisiones del uso residencial de combustibles, especialmente leña.

- **Sistema principal de calefacción de la vivienda:**

La variable permite identificar los principales sistemas de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tipo de combustible o tecnología empleada para la climatización del hogar. Este análisis permite reconocer las fuentes energéticas utilizadas y su relevancia dentro de las estrategias de calefacción residencial.

Tabla 324. Distribución del sistema principal de calefacción de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Calefacción principal	N° Menciones
Leña	75
Leña/ parafina	1
Leña/ Gas	2
Leña/ Electricidad	1
No indica	3
Total menciones	**82**

Fuente: Elaboración propia.

En lo relativo al sistema principal de calefacción (Tabla 324), la leña presenta un claro predominio, registrándose como única fuente en 75 de las 82 viviendas. Adicionalmente, se observan combinaciones de leña con gas en 2 casos y con parafina o electricidad en un caso cada una,

mientras que 3 viviendas no indican información. En consecuencia, la calefacción residencial de los hogares encuestados presenta una marcada dependencia de la leña, mientras que otras fuentes energéticas cumplen un papel complementario y minoritario.

- **Uso de leña como sistema de calefacción**

La presente variable permite identificar la utilización de leña como fuente de calefacción en las viviendas encuestadas, independiente de si corresponde al sistema principal o complementario utilizado en el hogar.

Tabla 325. Distribución del uso de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Utiliza leña	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	82	100%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Esta tendencia se confirma al consultar directamente por el uso de leña (Tabla 325), las 82 viviendas encuestadas declaran utilizar este combustible, alcanzando el 100% de la muestra. La utilización de leña constituye, por tanto, una característica transversal de los hogares participantes y un elemento central para comprender sus prácticas de calefacción residencial.

- **Tipo de artefacto de leña utilizado:**

La siguiente variable permite identificar los principales tipos de artefactos a leña utilizados en las viviendas encuestadas de la comuna de Llay Llay, considerando sus características tecnológicas y posibles diferencias asociadas a eficiencia de combustión y emisiones generadas.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 326. Distribución de tipos de artefactos a leña utilizados en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Tipos de artefactos	N° menciones
Artefacto hechizo	1
Calefactor Cámara simple	7
Calefactor con templador sin certificación (doble cámara)	26
Calefactor con templador con certificación (doble cámara)	1
Salamandra	34
Cocina a leña	11
Chimenea abierta	4
Total menciones	**84**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los tipos de equipos de artefactos utilizados (Tabla 326), la salamandra concentra la mayor cantidad de menciones, con 34 registros, seguida por los calefactores con templador sin certificación,

con 26. En tercer lugar, aparecen las cocinas a leña, con 11 menciones, y posteriormente los calefactores de cámara simple, con 7. Los equipos certificados presentan una presencia mínima, con solo una mención. En este sentido, la distribución evidencia un predominio de tecnologías tradicionales o sin certificación entre los artefactos registrados.

- **Antigüedad aproximada del artefacto de calefacción:**

La siguiente variable permite identificar la antigüedad aproximada de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, considerando el tiempo transcurrido desde su instalación. Esta información permite aproximarse al nivel de renovación tecnológica de los equipos presentes en los hogares.

Tabla 327. Distribución de años de instalación artefacto en viviendas encuestadas en comuna de Llay Llay.

Año de instalación	N° Frecuencia
1-5 años	35
6-10 años	21
11- 15 años	6
16-20 años	12
22-30 años	8
Más de 31 años	2
Total menciones	**84**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la antigüedad (Tabla 327), los artefactos instalados durante los últimos cinco años representan la categoría más frecuente, con 35 menciones, seguidos por aquellos de entre 6 y 10 años, con 21. No obstante, también se identifican equipos de mayor antigüedad: 12 tienen entre 16 y 20 años, 8 entre 22 y 30 años y 2 superan los 31 años. Los antecedentes dan cuenta, por tanto, de la coexistencia de equipos relativamente recientes con otros que presentan una trayectoria prolongada de utilización.

- **Estado del artefacto de calefacción:**

La variable permite identificar las condiciones generales de funcionamiento y conservación de los artefactos de calefacción utilizados en las viviendas encuestadas, según la percepción de las personas encuestadas.

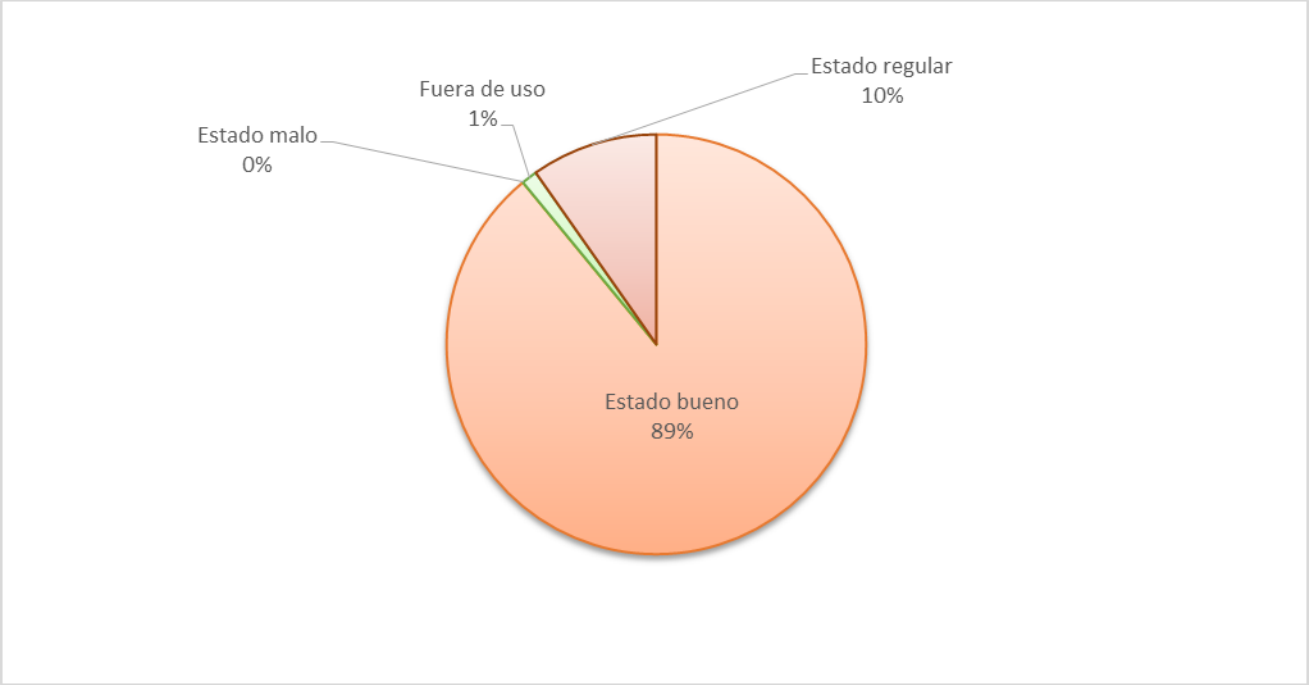
Tabla 328. Distribución del estado de artefactos de calefacción en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Estado artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Bueno	73	89%
Fuera de uso	1	1%
Regular	8	10%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de la heterogeneidad observada (Tabla 328, Figura 225) en la antigüedad de los equipos, la percepción sobre su estado es mayoritariamente favorable. Un total de 73 viviendas (89%) señala que su artefacto se encuentra en buen estado, mientras que 8 (10%) lo califican como regular y solo un caso corresponde a un equipo fuera de uso. Así, el estado declarado de los artefactos es predominantemente bueno, independientemente de que algunos equipos presenten una antigüedad considerable.

Figura 225. Distribución porcentual del estado de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso del tiraje del artefacto:**

La variable permite identificar la forma de utilización del tiraje en los artefactos a leña, considerando las distintas configuraciones de apertura utilizadas durante el funcionamiento del equipo. Este aspecto resulta relevante debido a su relación con el proceso de combustión, eficiencia energética y generación de emisiones.

Tabla 329. Distribución del uso de tiraje de artefactos a leña en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Tiraje artefacto	N° Frecuencia
Completamente abierto	11
Cerrado	35
Semiabierto	47
Sin información	2
Total menciones	**95**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el manejo del tiraje (Tabla 329), la posición semiabierta concentra la mayor cantidad de menciones, con 47 registros, seguida por el uso cerrado, con 35, y completamente abierto, con 11. Esta distribución evidencia distintas prácticas de operación de los equipos entre los hogares, aspecto relevante debido a la relación existente entre el manejo del tiraje y las condiciones en que se desarrolla la combustión.

- **Uso anual del artefacto:**

La variable permite identificar los períodos del año en que los artefactos de calefacción son utilizados por las viviendas encuestadas. Cabe señalar que esta pregunta permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 330. Distribución de uso anual de artefacto de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Uso anual artefacto	N° menciones
Abril-Junio (Otoño)	28
Julio – Septiembre (Invierno)	77
Todo el año	4
Total menciones	**109**

Fuente: Elaboración propia.

En términos estacionales (Tabla 330), el uso de los artefactos se concentra principalmente durante el invierno, período que reúne 77 menciones. El otoño registra 28 menciones, mientras que únicamente 4 corresponden a utilización durante todo el año. De esta manera, la calefacción presenta un patrón marcadamente estacional, asociado principalmente a los meses de menores temperaturas.

- **Frecuencia de uso del artefacto:**

La variable permite identificar la frecuencia semanal con que las viviendas encuestadas utilizan sus artefactos de calefacción, permitiendo reconocer la intensidad de uso de estos sistemas durante la temporada de bajas temperaturas.

Tabla 331. Distribución del uso semanal de artefacto a leña de encuestas viviendas en la comuna de Llay Llay.

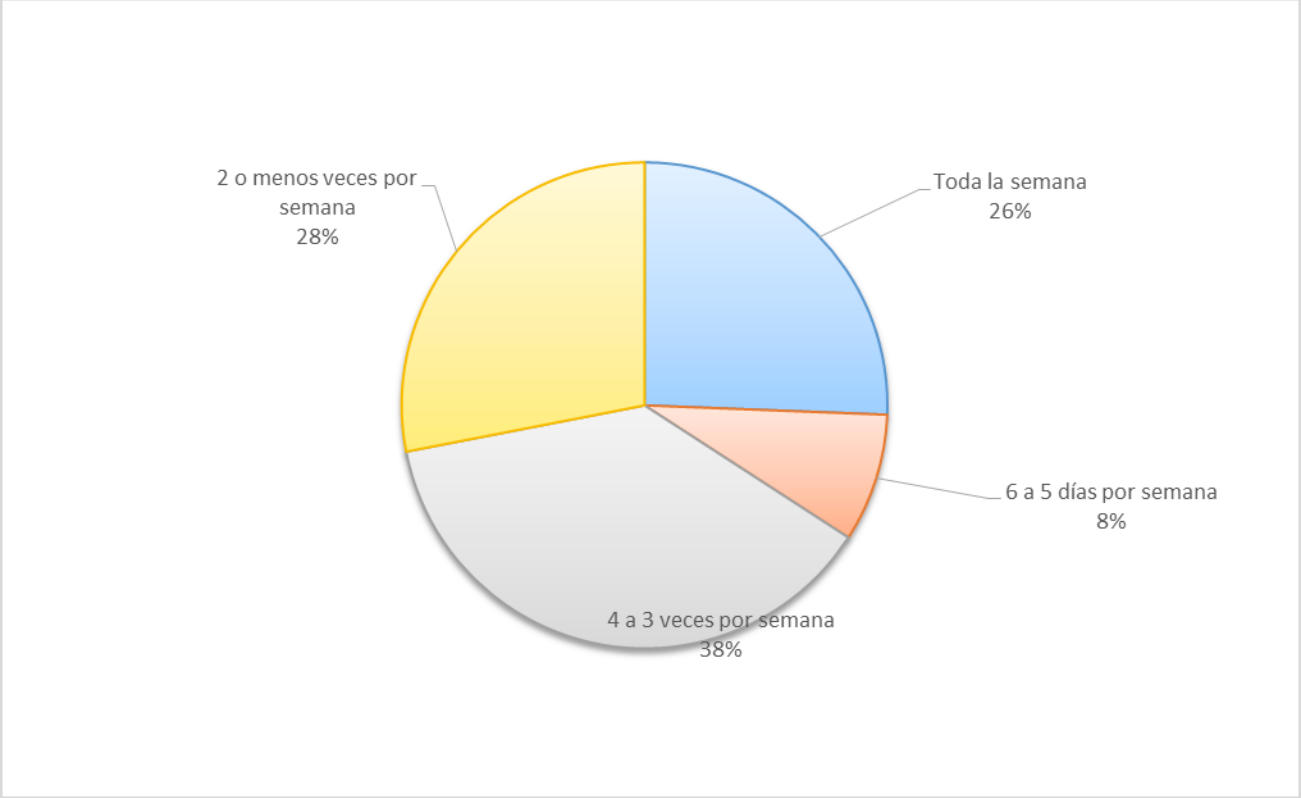
Uso semana artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Toda la semana	21	26%
5 a 6 días por semana	7	8%
3 a 4 veces por semana	31	38%
2 o menos veces por semana	23	28%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la frecuencia semanal más habitual (Tabla 331, Figura 226) corresponde al uso entre 3 y 4 veces por semana, señalado por 31 viviendas (38%). Le siguen quienes utilizan el artefacto 2 veces o menos por semana, con 23 casos (28%), y aquellos que lo emplean durante toda la semana, con 21

viviendas (26%). En consecuencia, si bien existen distintos niveles de intensidad, una proporción relevante de los hogares utiliza regularmente sus equipos durante la temporada de calefacción.

Figura 226. Distribución porcentual del uso semanal de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Uso diario del artefacto:**

La variable permite identificar la cantidad aproximada de horas diarias de utilización de los artefactos a leña en las viviendas encuestadas, permitiendo reconocer la intensidad de uso de los sistemas de calefacción durante los períodos de bajas temperaturas.

Tabla 332. Distribución del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

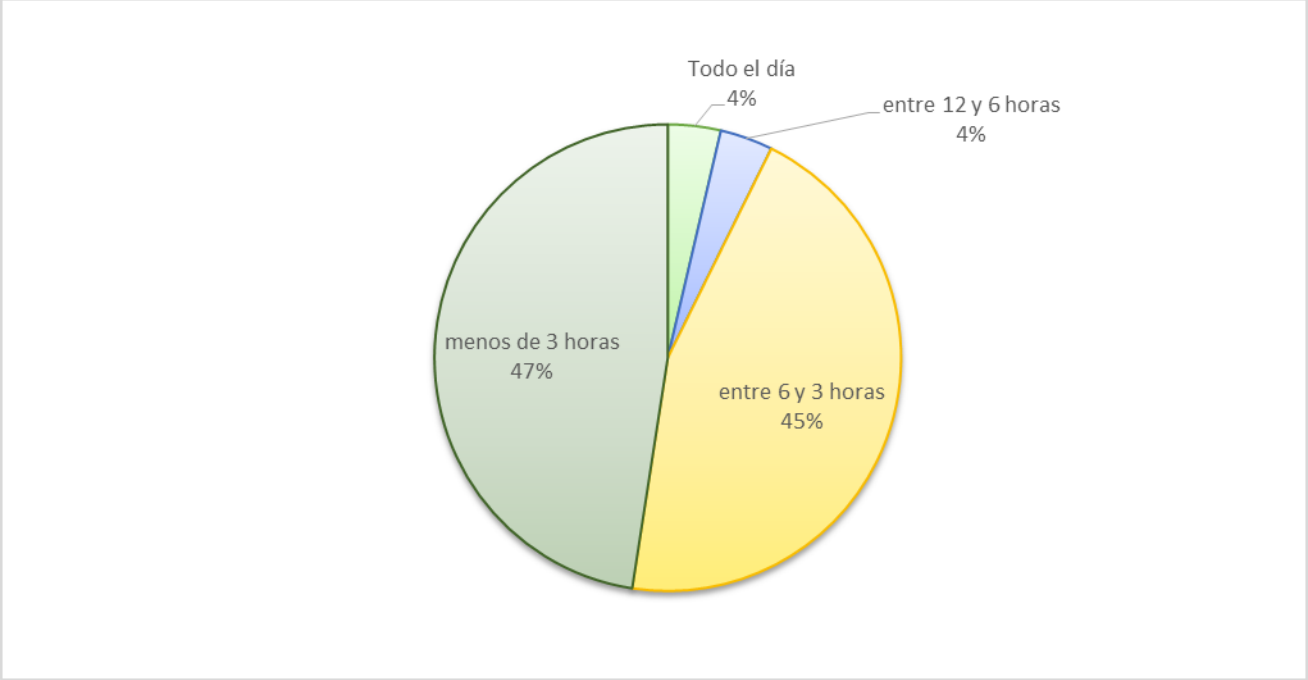
Uso diario artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Todo el día	3	4%
Entre 12 y 6 horas	3	4%
Entre 6 y 3 horas	37	45%
Menos de 3 horas	39	47%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Al considerar las horas de funcionamiento diario (Tabla 332,Figura 227), el 47% de las viviendas utiliza el artefacto menos de tres horas al día y otro 45% lo mantiene encendido entre tres y seis horas. En

conjunto, ambas categorías representan el 92% de la muestra. Los períodos de utilización más prolongados son poco frecuentes, lo que indica que el patrón predominante corresponde a jornadas de calefacción de duración acotada o intermedia.

Figura 227. Distribución porcentual del uso diario de artefacto a leña de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición al recambio de artefacto:**

La presente variable permite identificar la disposición de las personas encuestadas a reemplazar sus actuales artefactos de calefacción por sistemas más eficientes o menos contaminantes.

Tabla 333. Distribución de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

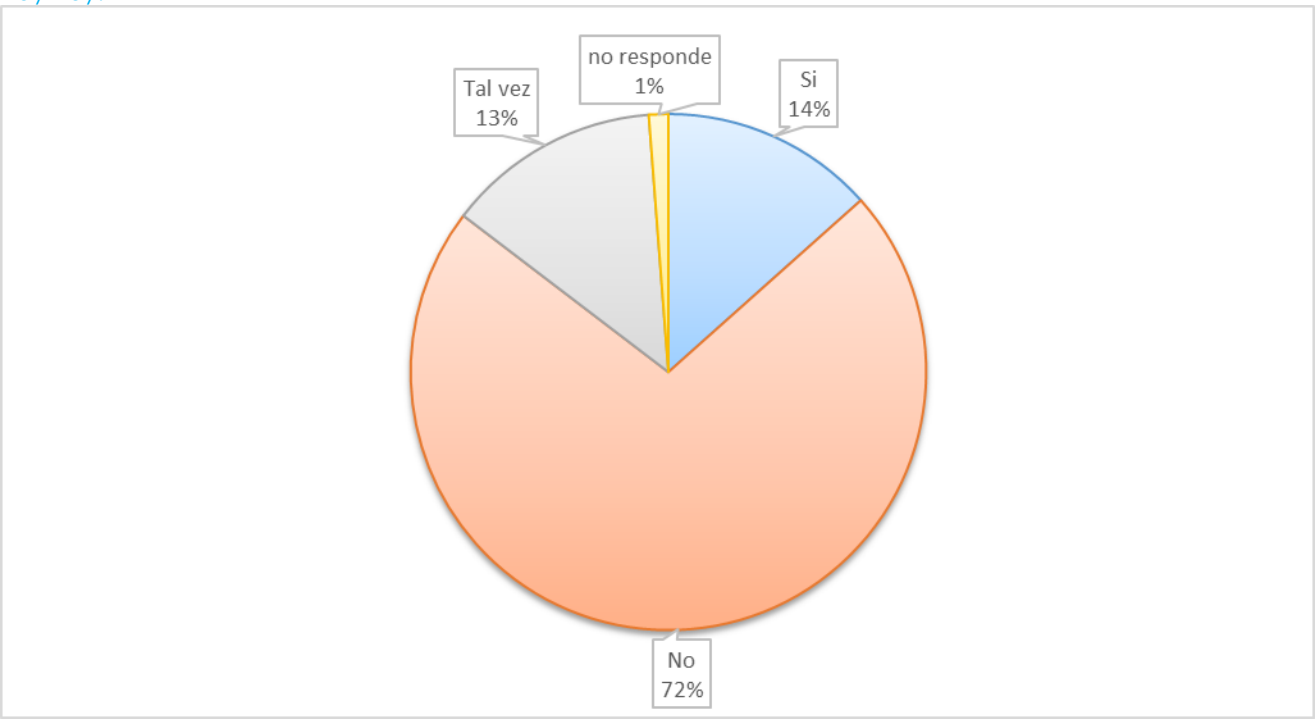
Disposición a cambio de artefacto	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	11	13,5%
No	59	72%
Tal vez	11	13,5%
No responde	1	1%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Frente a un eventual recambio tecnológico (Tabla 333, Figura 228), predomina ampliamente la negativa: 59 personas, equivalentes al 72%, señalan no estar dispuestas a reemplazar su actual artefacto. En contraste, 11 personas (13,5%) manifiestan disposición favorable y otras 11 (13,5%) responden "tal vez", mientras que una persona no responde. En conjunto, las respuestas "Sí" y "Tal vez" reúnen al 27% de las personas encuestadas, mientras que la negativa concentra ampliamente la mayor

proporción de respuestas. Esto evidencia una disposición limitada hacia el recambio de los artefactos actualmente utilizado

Figura 228. Distribución porcentual de disposición a cambiar artefacto en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

La variable permite identificar los tipos de sistemas de calefacción por los cuales las personas encuestadas estarían dispuestas a reemplazar sus actuales artefactos. Su análisis permite reconocer preferencias tecnológicas y percepciones asociadas a alternativas de calefacción más eficientes o con menores emisiones contaminantes.

Cabe señalar que esta variable permitió seleccionar más de una alternativa de respuesta; por tanto, los resultados se presentan en función del número de menciones registradas. En consecuencia, los totales pueden ser superiores al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 334. Distribución de artefactos dispuestos a cambiar en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Tipo artefacto dispuesto a cambiar	N° Menciones
Eléctrica	1
Gas	1
Pellets	14
Pellet/ gas	1
No indica	5
Total menciones	**22**

Fuente: Elaboración propia.

Entre quienes manifiestan preferencias respecto de una alternativa de recambio (Tabla 334), los sistemas a pellets concentran ampliamente la mayor cantidad de menciones, con 14 registros. Las alternativas eléctricas y a gas registran una mención cada una, al igual que la combinación pellet/gas, mientras que 5 casos no indican una preferencia. De este modo, entre quienes señalan alguna alternativa de recambio, el pellet constituye la opción mencionada con mayor frecuencia.

5.2.2.8.6 Tipo de combustible y costos en las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

La presente sección tiene como objetivo caracterizar el uso de combustibles destinados a la calefacción en las viviendas encuestadas de la comuna de Llay Llay, considerando el tipo de combustible empleado, las modalidades de adquisición, los períodos de compra, las especies de leña utilizadas y los costos asociados.

El análisis permite reconocer patrones de consumo energético residencial y aproximarse a las prácticas de abastecimiento y al gasto económico asociado a la calefacción de los hogares.

- **Tipo de combustible utilizado en viviendas:**

Esta variable permite identificar los principales combustibles utilizados para calefacción en las viviendas encuestadas, considerando las distintas fuentes energéticas empleadas por los hogares.

Tabla 335. Distribución del tipo de combustible utilizado en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Tipo de combustible utilizado	N° menciones
Leña	77
Leña/ Podas	4
Leña/ tablas	1
Total menciones	**82**

Fuente: Elaboración propia.

En concordancia con los resultados anteriores (Tabla 335), la leña constituye el combustible predominante, con 77 registros de uso exclusivo. Adicionalmente, 4 viviendas combinan leña con residuos de poda y una utiliza leña junto con tablas. Estos antecedentes confirman el carácter central de la biomasa leñosa dentro de las estrategias de calefacción de los hogares encuestados.

- **Gasto mensual aproximado en leña:**

La presente variable permite identificar el gasto mensual aproximado destinado a la compra de leña por parte de los hogares encuestados, permitiendo reconocer diferencias en los niveles de consumo y carga económica asociada a la calefacción residencial.

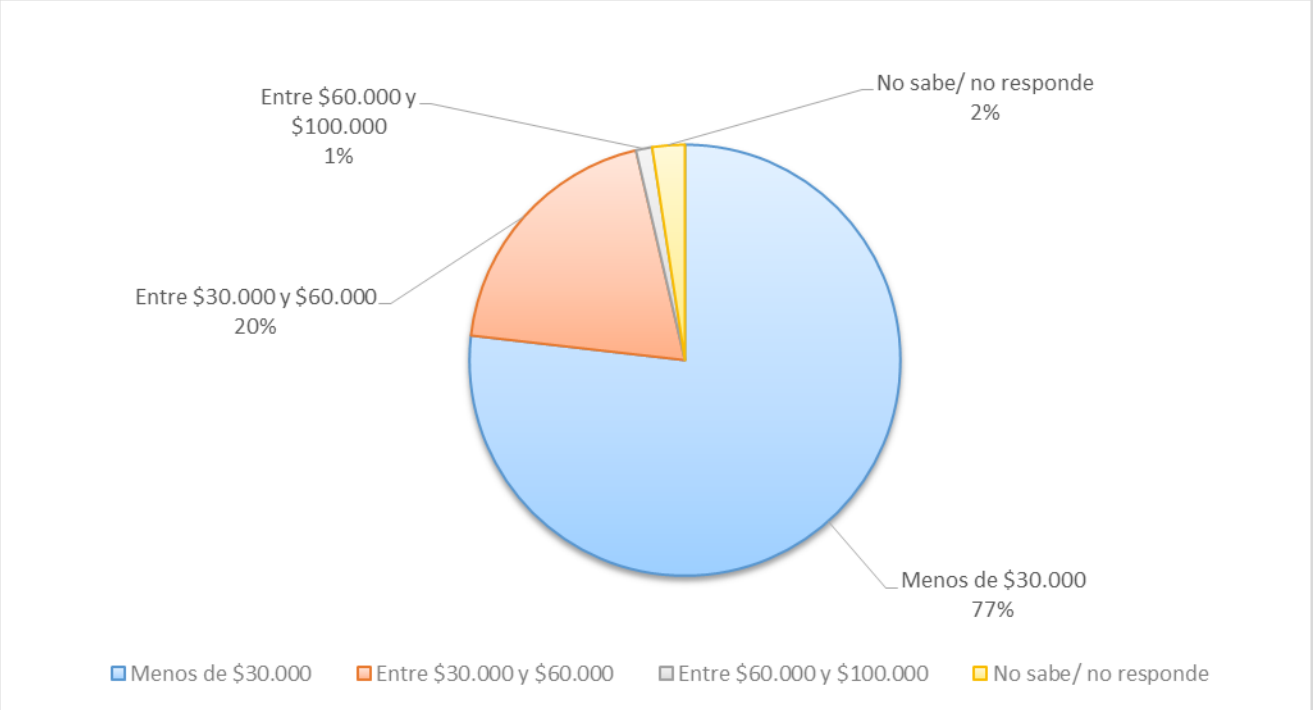
Tabla 336. Distribución del gasto mensual aproximado en leña de viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Gasto de leña al mes	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Menos de $30.000	63	77%
Entre $30.000 y $60.000	16	20%
Entre $60.000 y $100.000	1	1%
No responde/ no sabe	2	2%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al gasto mensual (Tabla 336) destinado a leña, la mayor parte de los hogares se concentra en el tramo inferior a $30.000, correspondiente a 63 viviendas (77%). A considerable distancia se ubican 16 hogares (20%) que declaran gastos de entre $30.000 y $60.000, mientras que solo un caso registra un gasto de entre $60.000 y $100.000. En términos generales, los resultados muestran que el gasto mensual declarado se concentra principalmente en los rangos inferiores considerados por la encuesta.

Figura 229. Distribución porcentual del gasto mensual en leña en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Modalidad de adquisición de la leña:**

La variable permite identificar las principales formas de abastecimiento o adquisición de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando modalidades de compra y recolección del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que los resultados se presentan según el número de menciones registradas.

Tabla 337. Distribución de modalidades de adquisición de leña en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Opción de adquisición leña	N° Menciones
Saco	24
Metro	4
Compra directa (camión)	23
Recolección propia	19
Otro (regalo)	27
Total menciones	**97**

Fuente: Elaboración propia.

Las modalidades de abastecimiento presentan una distribución diversa (Tabla 337). La categoría "otro", correspondiente principalmente a leña recibida como regalo, registra 27 menciones, seguida por la compra en saco, con 24, y la compra directa mediante camión, con 23. Asimismo, la recolección propia alcanza 19 menciones y la adquisición por metro registra 4. En consecuencia, el abastecimiento combina mecanismos comerciales con formas no monetarias o de obtención directa del combustible.

- **Período de compra de la leña:**

La variable permite identificar el período o estación del año en que los hogares encuestados adquieren la leña utilizada para calefacción, permitiendo reconocer patrones de abastecimiento y almacenamiento del combustible.

Cabe señalar que esta variable permitió registrar más de una alternativa de respuesta por vivienda, por lo que el total de menciones puede ser superior al número total de viviendas encuestadas.

Tabla 338. Distribución del período de compra de leña las viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Período de compra de leña	N° menciones
En el mismo invierno	67
Verano anterior	26
Primavera anterior	7
Otoño	8
Total menciones	**108**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el momento de adquisición (Tabla 338), destaca ampliamente la compra de leña durante el mismo invierno, con 67 menciones. En segundo término, se encuentra la compra durante el verano anterior, con 26 registros, mientras que el otoño y la primavera presentan frecuencias menores. Este patrón evidencia que una parte importante del abastecimiento se realiza durante la propia temporada de mayor demanda, aunque también existe un grupo de hogares que anticipa su adquisición a estaciones previas.

- **Especie de leña utilizada:**

La variable permite identificar las principales especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, considerando diferencias asociadas a disponibilidad, poder calorífico y características de combustión.

En esta variable, las personas encuestadas podían mencionar más de una especie de leña utilizada, razón por la cual los resultados se presentan en función del número de menciones registradas.

Tabla 339. Distribución de especies de leña utilizadas en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Especie de leña utilizada	N° menciones
Eucalipto	28
Palto	49
Pino	11
Parra	4

Especie de leña utilizada	N° menciones
Vides	4
Cítricos y frutales	11
Espino	2
Nogal	2
Capenzo	1
Total Menciones	**112**

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de las especies utilizadas (Tabla 339), el palto constituye la alternativa más mencionada, con 49 registros, seguido por el eucalipto, con 28. El pino y los cítricos o frutales alcanzan 11 menciones cada uno, mientras que especies como parra, vides, espino, nogal y capenzo presentan una frecuencia menor. La diversidad registrada da cuenta del aprovechamiento de distintas especies, aunque con una concentración particularmente importante en palto y eucalipto.

- **Uso de leña seca:**

La variable permite identificar si las viviendas encuestadas utilizan leña seca para calefacción, condición relevante para aproximarse a las prácticas de uso del combustible y su relación con la eficiencia de combustión.

Tabla 340. Distribución del uso de leña seca en viviendas encuestadas en la comuna de Llay Llay.

Leña seca utilización	N° Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	82	100%
Total	**82**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la totalidad de las 82 viviendas encuestadas (Tabla 340) declara utilizar leña seca, alcanzando el 100% de la muestra. Desde la perspectiva declarada por los hogares, este resultado evidencia una práctica generalizada de utilización de combustible seco. No obstante, dado que la variable corresponde a información reportada por las personas encuestadas, el resultado debe interpretarse como una declaración de uso y no como una medición objetiva del contenido de humedad de la leña.

5.2.2.8.7 Análisis comparativo de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

En esta sección se comparan las viviendas encuestadas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Llay Llay, utilizando la información obtenida mediante la aplicación de encuestas a 82 hogares.

El análisis considera variables asociadas a las características de las viviendas, las condiciones de aislación térmica, los sistemas de calefacción, los combustibles utilizados y la disposición al recambio

tecnológico, con el fin de reconocer patrones territoriales y aportar antecedentes para el diagnóstico energético comunal.

- **Viviendas encuestadas según tipo de sector:**

Como punto de partida, se presenta la distribución territorial de las viviendas encuestadas, diferenciando aquellas ubicadas en sectores urbanos y rurales. Esta clasificación permite contextualizar los resultados de las secciones siguientes, considerando que las características del territorio pueden influir en las condiciones habitacionales y en las prácticas de calefacción de los hogares.

Tabla 341. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

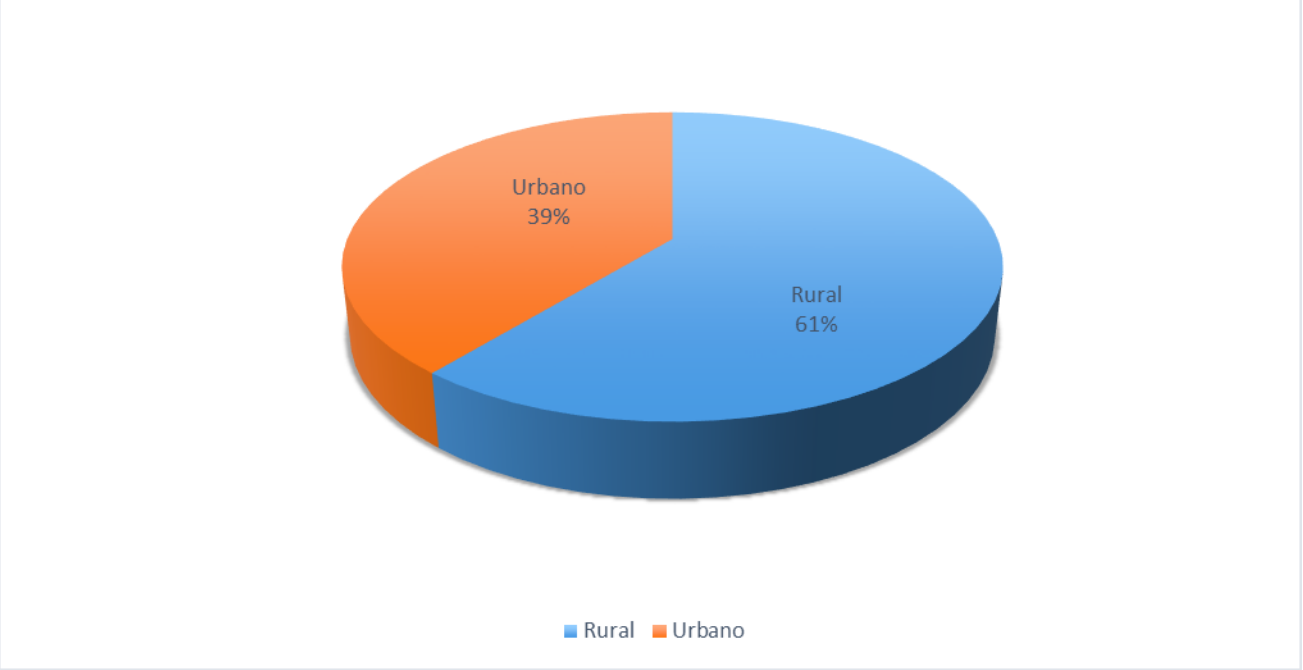
Tipo de sector	Cantidad de viviendas
Rural	50
Urbano	32
Total	**82**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución territorial de la muestra (Tabla 341, Figura 230) presenta una mayor representación de viviendas ubicadas en sectores rurales. Del total de 82 hogares encuestados, 50 corresponden al ámbito rural y 32 al urbano.

Esta composición permite realizar un análisis comparativo entre ambos contextos, considerando que ambos sectores cuentan con un número suficiente de observaciones para identificar diferencias en las características habitacionales, los sistemas de calefacción y las prácticas de uso de combustibles.

Figura 230. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación del tipo de viviendas según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las características habitacionales de la muestra, se analizó la distribución del tipo de vivienda según su localización en sectores rurales y urbanos de la comuna de Llay Llay. Esta información permite establecer si existen diferencias en la tipología habitacional entre ambos contextos territoriales y complementar el análisis de las condiciones de calefacción y eficiencia energética de los hogares.

Tabla 342. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

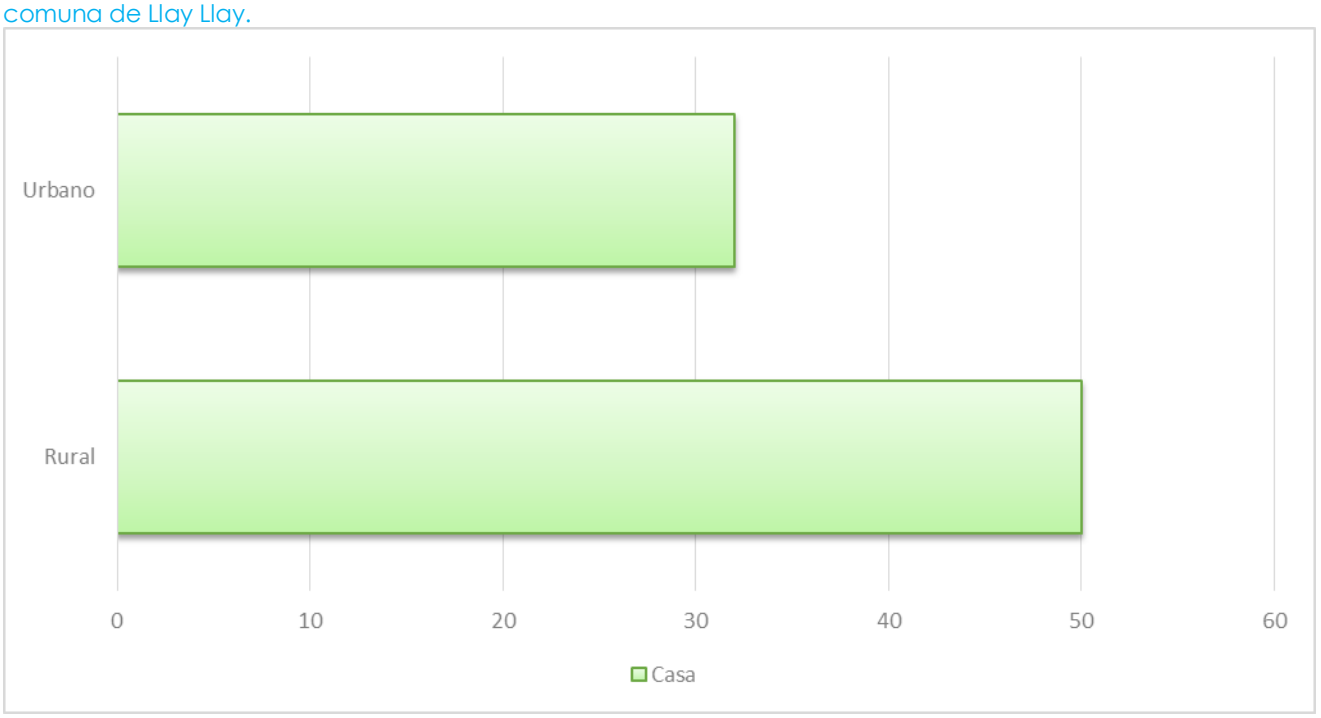
Tipo de vivienda	Rural	Urbano	Total
Casa	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

La totalidad de las viviendas incluidas en el levantamiento corresponde a casas (Tabla 342,Figura 231), tanto en el sector rural como en el urbano.

En consecuencia, no se observan diferencias en la tipología habitacional entre ambos sectores, por lo que las variaciones identificadas posteriormente responden principalmente a las condiciones constructivas, el equipamiento de calefacción y el uso de combustibles, más que al tipo de vivienda.

Figura 231. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de vivienda y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación de chimeneas y humo visible según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias entre las viviendas ubicadas en sectores urbanos y rurales de la comuna de Llay Llay, se analizó la presencia de chimeneas visibles y la existencia de humo visible al momento de la aplicación del instrumento. Esta información corresponde a la observación

directa realizada por las personas encuestadoras durante el levantamiento de información. Esta dimensión constituye un indicador complementario para caracterizar las condiciones de uso de los sistemas de calefacción residencial y aportar antecedentes sobre posibles emisiones visibles asociadas a la combustión de biomasa, aunque su interpretación corresponde únicamente al momento en que fue aplicada la encuesta.

Tabla 343. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Llay Llay.

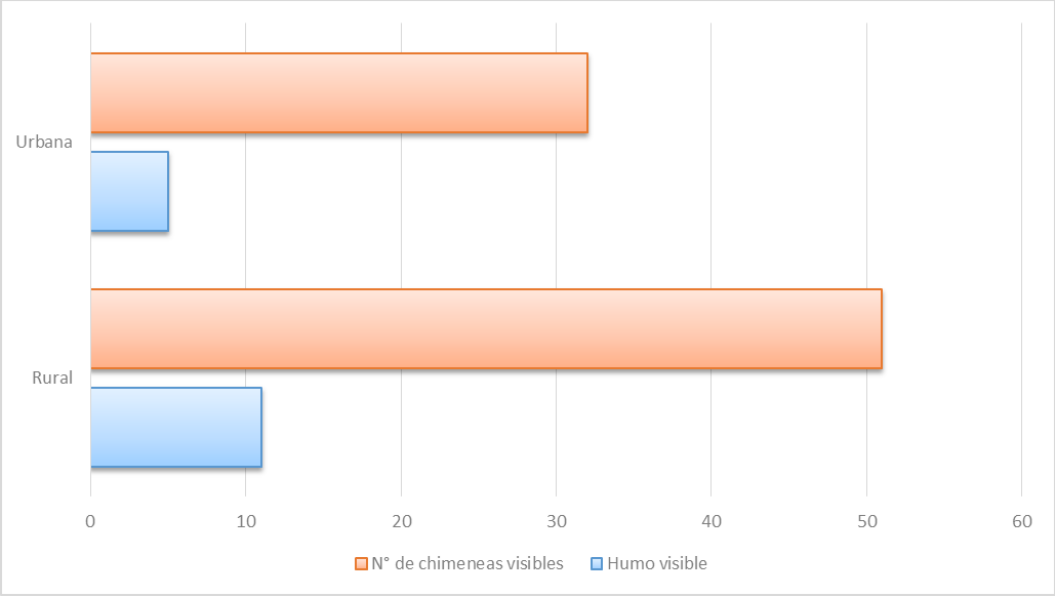
Tipo de sector	Humo visible	N° de chimeneas visibles
Rural	11	51
Urbano	5	32
Total	**16**	**83**

Fuente: Elaboración propia.

La observación en terreno (Tabla 343) permitió identificar la presencia de humo visible en 16 viviendas al momento de la aplicación del instrumento, concentrándose 11 casos en el sector rural y cinco en el urbano. Asimismo, se registró un mayor número de chimeneas visibles en el ámbito rural que en el urbano.

Estos antecedentes muestran (Figura 232) que las emisiones visibles se observaron con mayor frecuencia en el sector rural durante el levantamiento. Sin embargo, este indicador corresponde únicamente al momento de aplicación de la encuesta y no necesariamente representa el comportamiento habitual de los sistemas de calefacción. Además, el número de chimeneas visibles refleja observaciones realizadas en terreno y no necesariamente equivale al número de viviendas encuestadas, ya que algunas viviendas pueden contar con más de una chimenea.

Figura 232. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y presencia de humo visible en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Diferenciación térmica según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en las condiciones de aislación térmica de las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las viviendas que cuentan con aislación térmica entre los sectores rurales y urbanos de la comuna de Llay Llay. La presencia de aislación térmica constituye un aspecto relevante para evaluar las condiciones de eficiencia energética de las viviendas, ya que influye directamente en la conservación del calor, el confort térmico y las necesidades de consumo de combustible para calefacción.

Tabla 344. Distribución de las viviendas encuestadas según presencia de aislación térmica y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

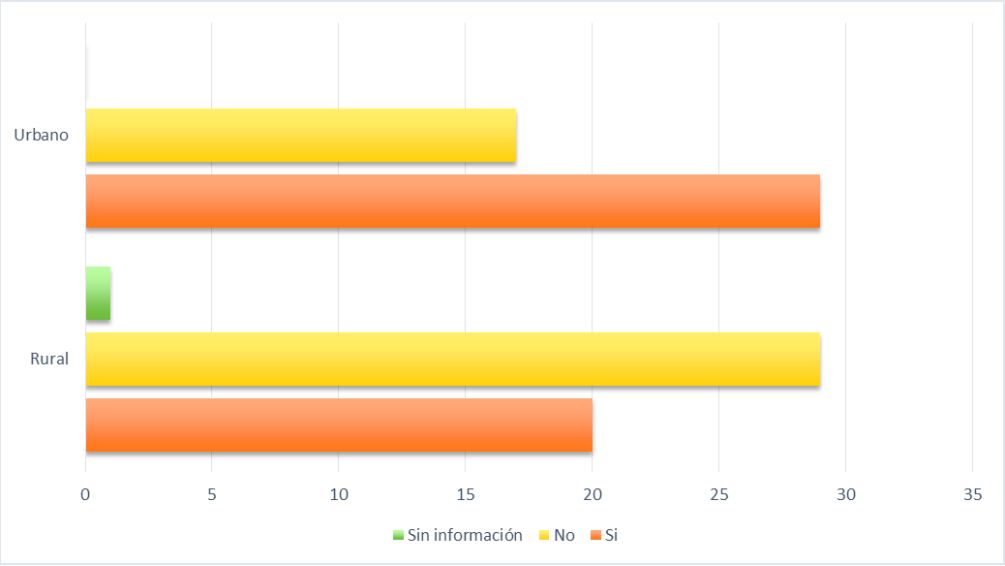
Presencia de aislación térmica	Rural	Urbano	Total
Si	20	15	35
No	29	17	46
Sin información	1	0	1
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones de aislación térmica (Tabla 344,Figura 233) presentan un predominio de viviendas sin aislación en ambos sectores. En el ámbito rural se registran 29 viviendas sin aislación frente a 20 que sí cuentan con ella, mientras que en el sector urbano la diferencia es menor, con 17 viviendas sin aislación y 15 con esta condición.

Aunque la ausencia de aislación constituye la situación predominante en toda la comuna de Llay Llay, esta condición resulta más marcada en el sector rural. Lo anterior sugiere mayores requerimientos de calefacción para mantener condiciones de confort térmico en estas viviendas, aspecto relevante para el diseño de medidas orientadas a mejorar la eficiencia energética residencial.

Figura 233. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de sector y aislación térmica en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en los sistemas de calefacción utilizados por las viviendas según su localización territorial, se analizó la distribución de las principales fuentes y combinaciones de combustibles empleadas en los sectores rurales y urbanos de la comuna de Llay Llay. El análisis de esta dimensión permite conocer las tecnologías de calefacción presentes en la comuna y evaluar el grado de dependencia de determinados combustibles, información fundamental para orientar estrategias de eficiencia energética, programas de recambio tecnológico y políticas de descontaminación atmosférica.

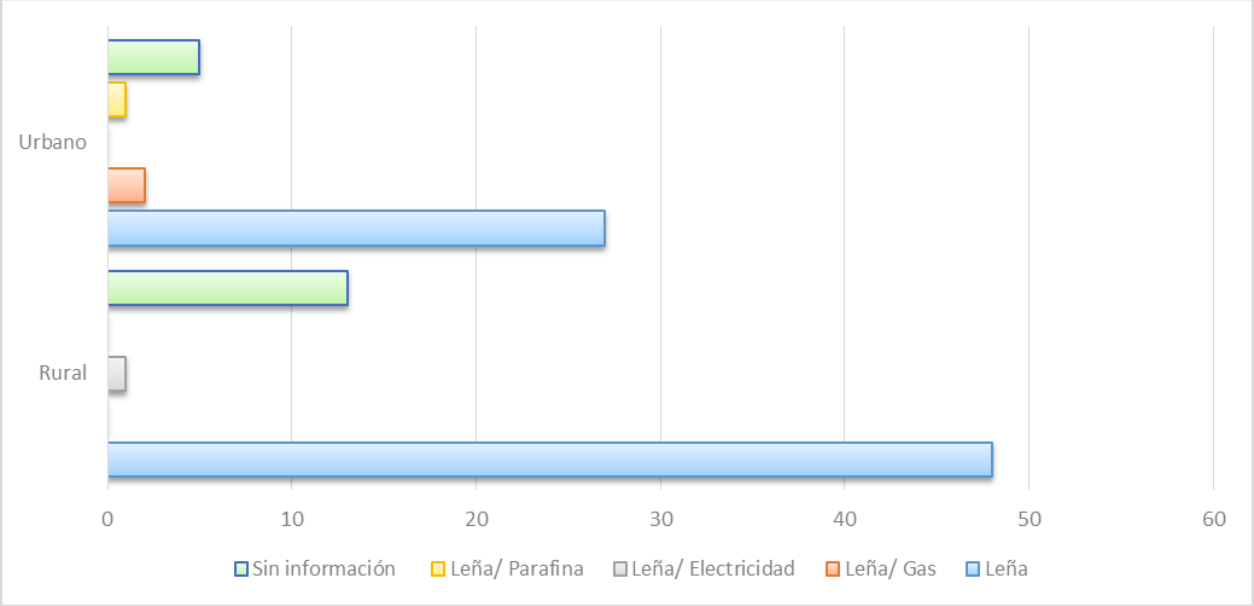
Tabla 345. Distribución de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

Sistema de calefacción	Rural	Urbano	Total
Leña	48	27	75
Leña/ Gas	0	2	2
Leña/ Electricidad	1	0	1
Leña/ Parafina	0	1	1
Sin información	1	2	3
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

La leña constituye ampliamente el principal sistema de calefacción (Tabla 345, Figura 234) utilizado por los hogares de Llay Llay. Su uso exclusivo se registra en 48 viviendas rurales y 27 urbanas, mientras que las combinaciones con otros combustibles presentan una presencia reducida.

Figura 234. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según sistema de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias entre ambos sectores se observan principalmente en la diversificación de las fuentes complementarias. En el ámbito urbano aparecen combinaciones con gas y parafina, mientras que en el rural se registra un caso que incorpora electricidad junto con la leña. En términos generales, la calefacción residencial mantiene una fuerte dependencia de la biomasa en ambos contextos territoriales.

- **Tipo de artefacto según tipo de sector:**

Con el propósito de caracterizar los equipos utilizados para calefaccionar las viviendas, se analizó la distribución de los distintos tipos de artefactos según el sector en que se localizan los hogares. Esta dimensión resulta relevante porque el tipo de artefacto influye directamente en la eficiencia de combustión, el consumo de combustible y el nivel de emisiones generadas durante su funcionamiento.

Tabla 346. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

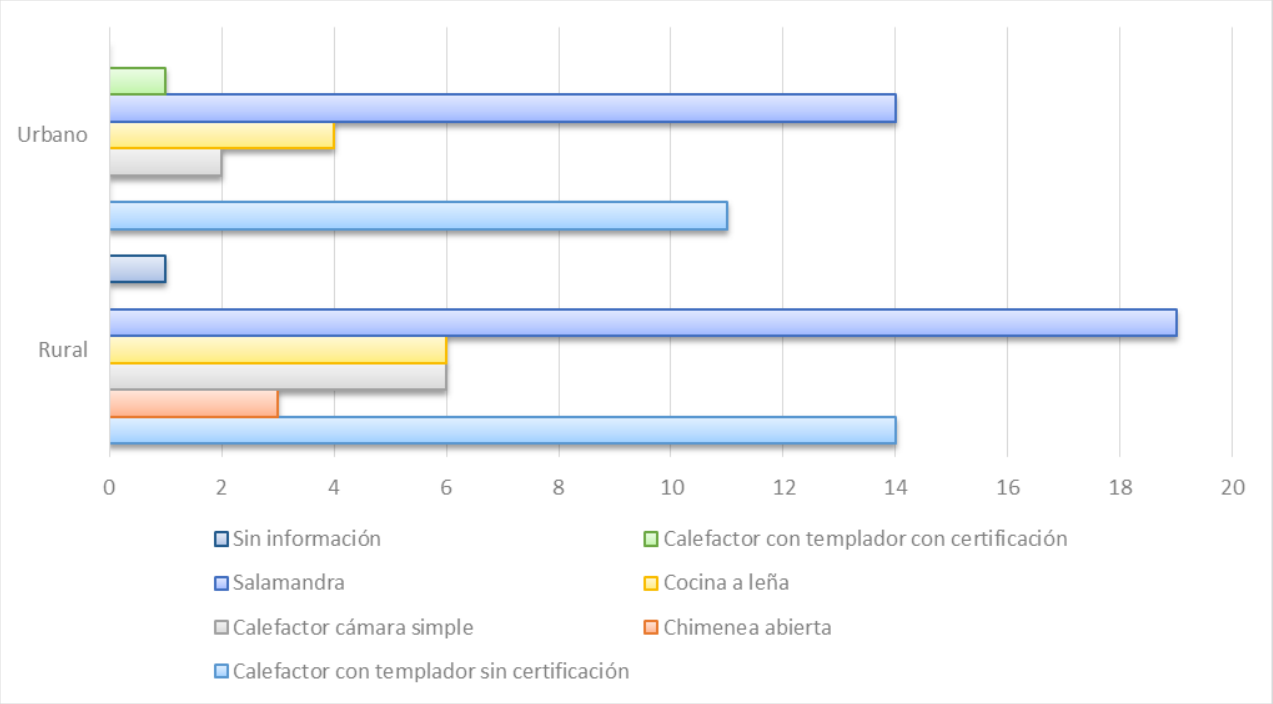
Tipo de artefacto	Rural	Urbano	Total
Calefactor con templador sin certificación	14	11	25
Chimenea abierta	3	0	3
Calefactor Cámara Simple	6	2	8
Cocina a leña	6	4	10
Salamandra	18	14	33
Calefactor con templador con certificación (doble cara)	0	1	1
Chimenea abierta/ Salamandra	1	0	1
Salamandra/ Cocina a leña	1	0	1
Artefacto hechizo	1	0	1
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

Los artefactos utilizados para calefacción (Tabla 346,Figura 235) presentan un predominio de salamandras y calefactores con templador sin certificación. Las salamandras constituyen el tipo más frecuente en ambos sectores, con 18 casos rurales y 14 urbanos, seguidas por los calefactores con templador sin certificación, presentes en 25 viviendas de la comuna.

En el sector rural también adquieren mayor presencia las cocinas a leña, las chimeneas abiertas y algunas configuraciones mixtas de artefactos, mientras que el sector urbano concentra una distribución algo más homogénea entre salamandras y calefactores sin certificación. La baja presencia de artefactos certificados evidencia un predominio de tecnologías tradicionales en ambos sectores.

Figura 235. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Disposición a cambiar artefacto a leña según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio tecnológico, se analizó la disposición de las viviendas a reemplazar su actual artefacto de calefacción según el tipo de sector. Esta dimensión permite evaluar el nivel de aceptación potencial frente a futuras políticas públicas o programas de incentivo orientados al reemplazo de equipos de calefacción residencial.

Tabla 347. Distribución de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

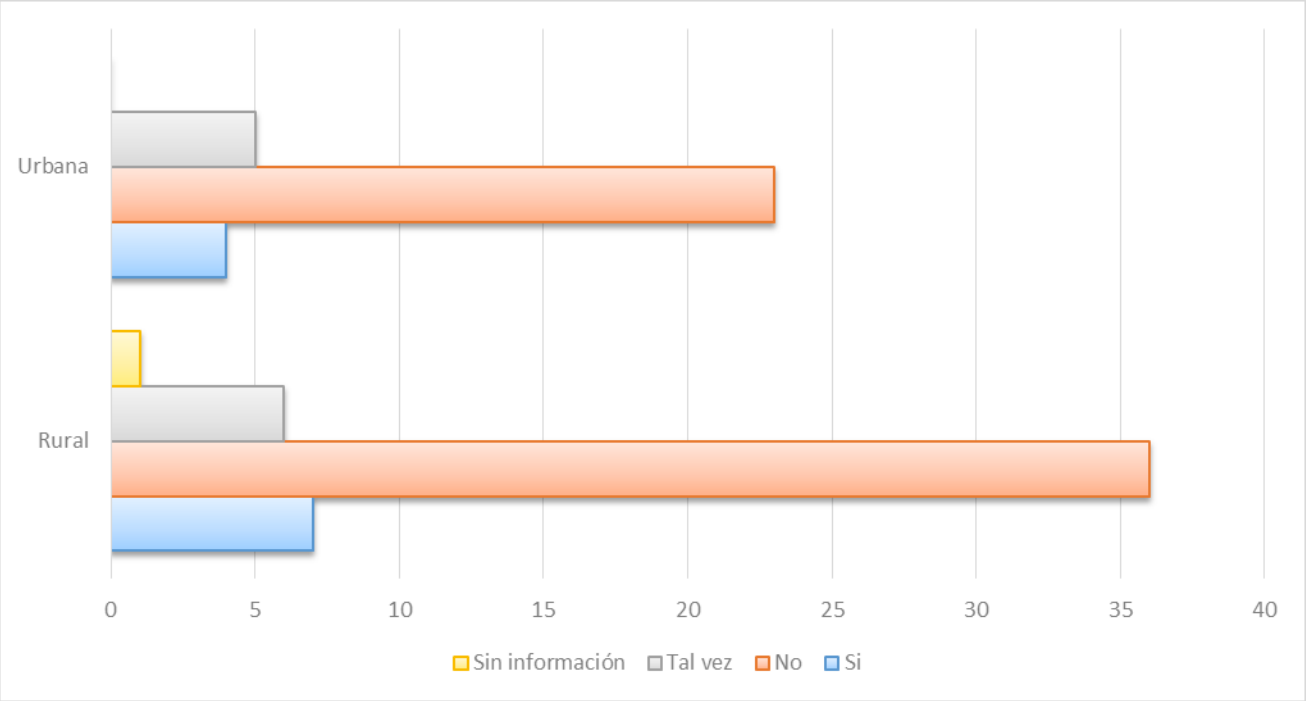
Disposición a cambio	Rural	Urbano	Total
Sí	7	4	11
No	36	23	59
Tal vez	6	5	11
Sin información	1	0	1
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

La disposición al recambio tecnológico (Tabla 347) resulta baja en ambos sectores de la comuna. La mayoría de las personas encuestadas manifiesta no estar dispuesta a cambiar su artefacto de calefacción, registrándose 36 respuestas negativas en el sector rural y 23 en el urbano.

Las respuestas afirmativas (Figura 236) representan una proporción considerablemente menor, mientras que un grupo reducido mantiene una posición intermedia mediante la respuesta "tal vez". En conjunto, los resultados muestran una resistencia relativamente alta frente al recambio de artefactos, lo que sugiere que futuras iniciativas deberán considerar estrategias de información, acompañamiento e incentivos para favorecer su aceptación.

Figura 236. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según disposición a cambiar el artefacto de calefacción y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar las preferencias de los hogares frente a un eventual recambio de su sistema de calefacción, se analizó el tipo de artefacto que las viviendas estarían dispuestas a incorporar según su localización territorial. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y orientar futuras iniciativas de transición energética residencial.

Tabla 348. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Gas	0	1	1
Pellets	10	5	15
Gas/ Pellets	1	0	1
Eléctrica	1	0	1
Sin información	38	26	64

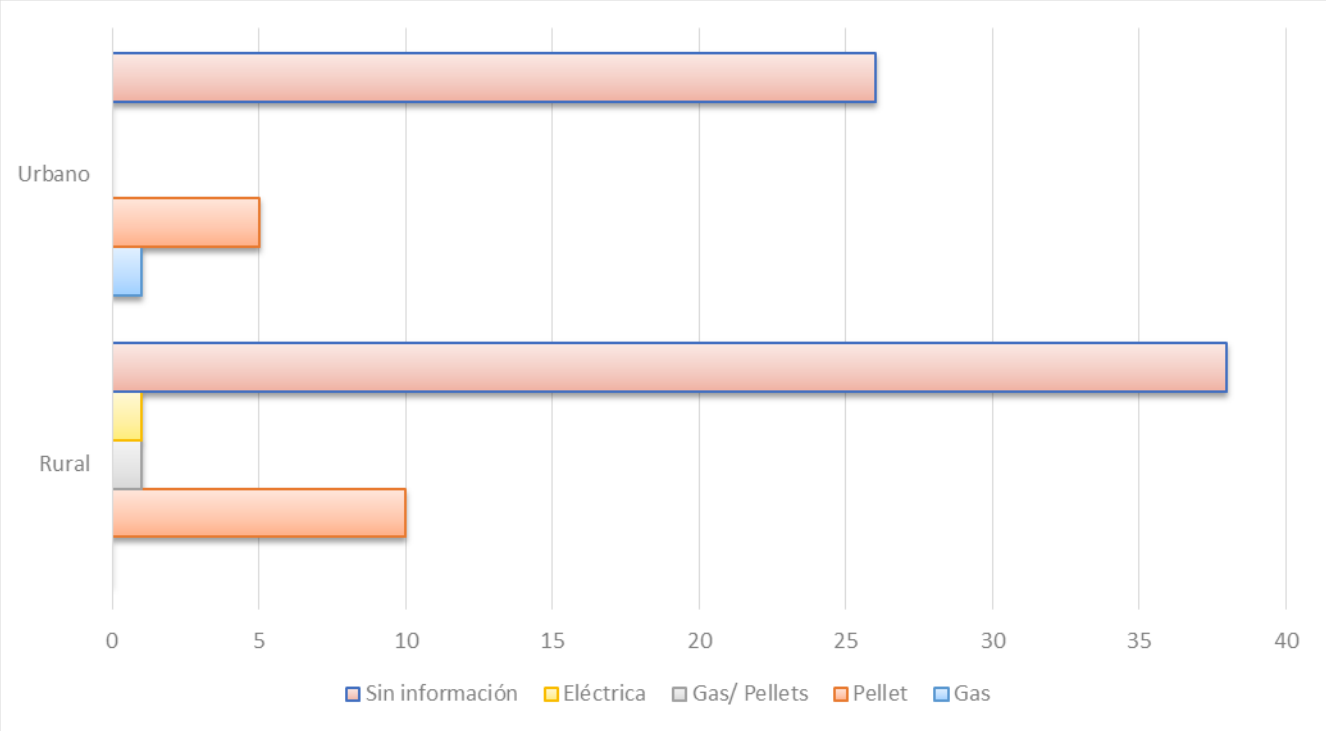
Tipo de artefacto de preferencia para el recambio	Rural	Urbano	Total
Total	50	32	82

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de las alternativas preferidas para un eventual recambio (Tabla 348,Figura 237), la mayor parte de las viviendas no identifica una tecnología específica, concentrándose esta situación en 64 de los 82 casos. Entre quienes sí señalan una preferencia, los pellets constituyen la opción predominante tanto en el sector rural como en el urbano.

Las restantes alternativas, gas, electricidad y la combinación gas con pellets, presentan una presencia puntual. Este resultado indica que, aunque algunos hogares identifican a los pellets como una alternativa viable, la mayoría aún no ha definido con claridad qué tecnología preferiría incorporar en un eventual proceso de recambio.

Figura 237. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de artefacto de preferencia para el recambio y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de combustible utilizado según tipo de sector:**

Con el propósito de identificar posibles diferencias en el uso de combustibles para calefacción entre sectores urbanos y rurales, se analizó la distribución de los principales combustibles utilizados por las viviendas. Esta dimensión resulta fundamental para comprender la matriz energética residencial de la comuna y evaluar el grado de dependencia de la biomasa como fuente de calefacción.

Tabla 349. Distribución de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

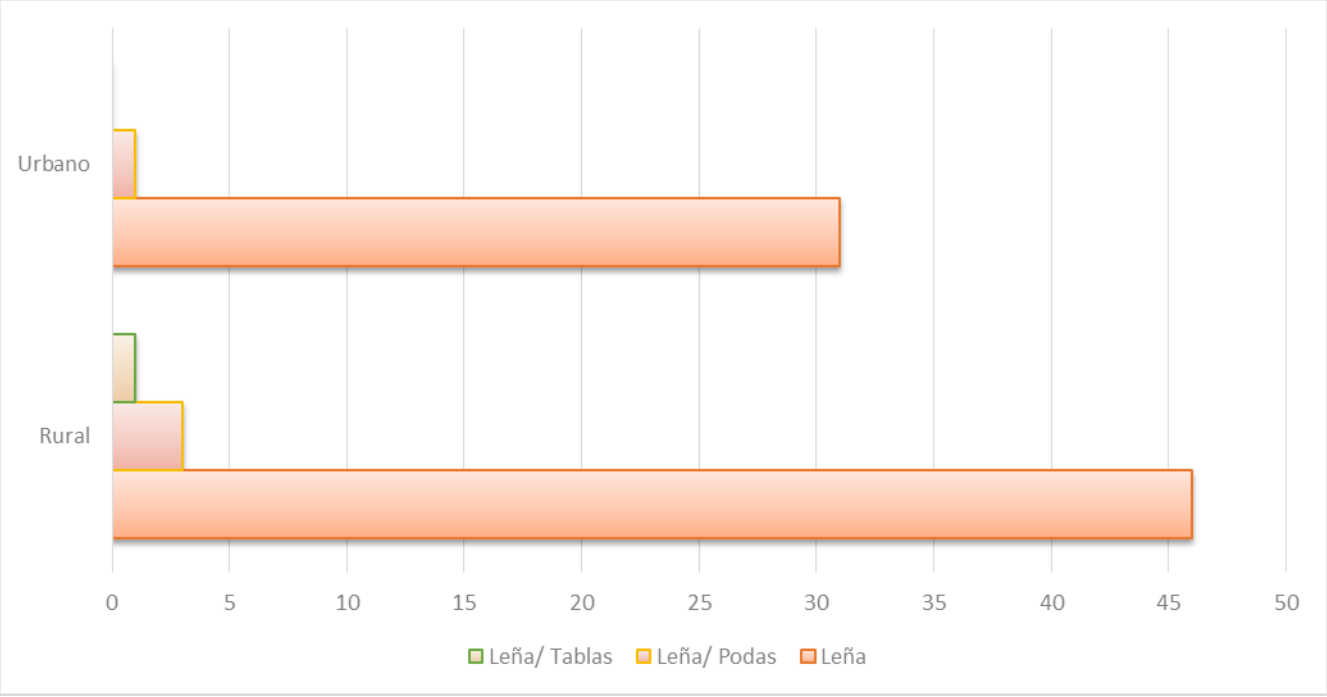
Tipo de combustible utilizado	Rural	Urbano	Total
Leña	46	31	77
Leña/ Podas	3	1	4
Leña/ Tablas	1	0	1
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

El uso de combustibles (Tabla 349) presenta una marcada concentración en la leña, utilizada de manera exclusiva en 77 viviendas de la comuna. Las combinaciones de leña con podas corresponden a un número reducido de casos, mientras que el uso conjunto de leña y tablas se registra únicamente en una vivienda rural

Estos resultados muestran (Figura 238) una matriz energética residencial fuertemente concentrada en la biomasa, con escasa incorporación de otros combustibles para calefacción. El mayor uso de podas en el sector rural resulta consistente con la disponibilidad de residuos vegetales asociados a actividades agrícolas presentes en este territorio.

Figura 238. Distribución porcentual de las viviendas encuestadas según tipo de combustible utilizado y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

- **Especie de leña utilizada según tipo de sector:**

Con el propósito de conocer las especies de leña utilizadas por los hogares y su distribución territorial, se analizó la información según el tipo de sector. Esta dimensión resulta relevante porque las distintas

especies presentan diferencias en poder calorífico, densidad, contenido de humedad y comportamiento durante la combustión, aspectos que influyen directamente en la eficiencia energética y en las emisiones generadas.

Tabla 350. Distribución de las viviendas encuestadas según especie de leña utilizada y tipo de sector en la comuna de Llay Llay.

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Palto	25	4	29
Eucalipto/ Palto	5	0	5
Palto/ Vides	4	0	4
Palto/ Naranjo	2	0	2
Eucalipto/ Capenzo	1	0	1
Eucalipto/ Palto/ Parra	0	1	1
Eucalipto	1	8	9
Eucalipto/ Pino	0	6	6
Eucalipto/ Pino/ Naranjo/ Palto	1	0	1
Espino	1	1	2
Palto/ Durazno	1	0	1
Tablas	1	0	1
Palto/ Naranjo/ Nogal	1	0	1
Eucalipto/ ciruelo	1	0	1
Pino	1	0	1
Acacio/ Parra	1	0	1
Palto/ Durazno/ Parra	1	0	1
Espino/ Otro	1	0	1
Parra/ Mango	1	0	1
Palto/ Parra	1	0	1
Nogal/ Limón/ Parrón/ Durazno	1	0	1
Sin información	1	1	2
Parra	0	1	1
Eucalipto/ Pino/ Palto	0	4	4
Otro	0	1	1
Álamo / Damasco	0	1	1

Tipo de especie de leña	Rural	Urbano	Total
Palto/ Tablas	0	1	1
Durazno	0	1	1
Eucalipto/ Parra	0	1	1
Total	**50**	**32**	**82**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de las especies de leña utilizadas (Tabla 350) evidencia diferencias territoriales relevantes entre ambos sectores. En el ámbito rural predomina ampliamente el uso de palto como especie exclusiva, acompañado por diversas combinaciones con otras especies frutales y forestales. En contraste, el sector urbano presenta una mayor presencia de eucalipto y de combinaciones que incorporan pino junto con eucalipto.

Además el sector rural exhibe una mayor diversidad de mezclas asociadas principalmente a especies provenientes del entorno agrícola, como vides, durazno, nogal, parra y mango. El sector urbano, por su parte, concentra con mayor frecuencia combinaciones entre eucalipto y pino.

En términos generales, los resultados reflejan que la disponibilidad territorial de biomasa influye directamente en las especies utilizadas para calefacción. Mientras el sector rural aprovecha principalmente especies vinculadas a la actividad agrícola, el territorio urbano muestra una mayor utilización de especies forestales y de combinaciones asociadas al eucalipto.

5.2.2.8.8 Principales hallazgos de la comuna de Llay Llay

Los resultados obtenidos en la comuna de Llay Llay permiten identificar un perfil residencial caracterizado principalmente por viviendas tipo casa, de baja altura y con superficies concentradas en rangos intermedios. La caracterización de las viviendas fichadas muestra, además, la presencia de distintas materialidades constructivas y condiciones de conservación, configurando un parque habitacional relativamente diverso en cuanto a sus características físicas. Estos elementos resultan relevantes para comprender las necesidades de calefacción de los hogares, debido a que las características de la envolvente y el tamaño de las viviendas pueden incidir en su capacidad para conservar el calor.

La observación realizada en terreno evidencia, asimismo, una presencia generalizada de chimeneas en las viviendas fichadas, confirmando la importancia que adquieren los sistemas de combustión dentro de las prácticas residenciales de calefacción. La presencia de humo visible en parte de las viviendas constituye un antecedente complementario para el diagnóstico, aunque debe interpretarse considerando que corresponde exclusivamente a las condiciones observadas durante el momento del levantamiento.

En relación con la composición de los hogares, predominan aquellos integrados por un número reducido o intermedio de personas. A ello se suma una presencia relevante de grupos que pueden presentar mayores requerimientos de confort térmico y protección frente a condiciones ambientales adversas. Entre ellos destacan especialmente los adultos mayores, seguidos por niños, niñas y adolescentes, además de personas con enfermedades crónicas y personas en situación de

discapacidad. Esta composición constituye un aspecto importante para considerar al analizar las condiciones de calefacción y vulnerabilidad energética de los hogares.

En materia de eficiencia térmica, los resultados muestran que una parte de las viviendas cuenta con algún tipo de aislación, aunque persisten hogares que declaran no disponer de estas condiciones. Del mismo modo, las medidas de mejoramiento térmico no se encuentran incorporadas de manera homogénea, lo que permite reconocer oportunidades para fortalecer el acondicionamiento de las viviendas y disminuir las pérdidas de calor. En este ámbito, las intervenciones sobre techumbres, muros, ventanas y filtraciones de aire pueden constituir aspectos relevantes para favorecer el confort interior y reducir los requerimientos energéticos asociados a la calefacción.

Respecto de los sistemas de calefacción, la leña ocupa una posición central dentro de las estrategias utilizadas por los hogares de Llay Llay. Su utilización se combina en algunos casos con otras fuentes energéticas, aunque estas presentan una participación secundaria. Esta situación evidencia una matriz de calefacción residencial fuertemente vinculada a la biomasa, por lo que las características de los artefactos, las prácticas de operación y la calidad del combustible adquieren especial importancia para la eficiencia de la combustión y la generación de emisiones.

En cuanto a los equipos utilizados, se observa la coexistencia de diferentes tecnologías, incluyendo artefactos tradicionales y equipos sin certificación. Aunque una parte importante se encuentra en condiciones de funcionamiento favorables y corresponde a instalaciones relativamente recientes, la permanencia de tecnologías de menor eficiencia plantea un espacio de intervención para promover sistemas de calefacción con mejores estándares de desempeño y menores emisiones.

El uso de los artefactos presenta una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente durante los meses de menores temperaturas. Asimismo, los resultados muestran una utilización frecuente durante la semana y durante varias horas al día, lo que confirma la importancia que adquiere la calefacción dentro de las prácticas cotidianas de los hogares durante la temporada fría. En este escenario, las condiciones de eficiencia de los equipos y las prácticas adecuadas de operación resultan especialmente relevantes para disminuir el consumo de combustible y las emisiones asociadas.

Por otra parte, la disposición al recambio tecnológico aparece como uno de los principales desafíos identificados. La mayor parte de las personas encuestadas no manifiesta intención de reemplazar su artefacto actual, mientras que un grupo más reducido expresa disposición o una posición potencialmente favorable frente a esta posibilidad. Entre quienes identifican alguna alternativa de sustitución, los sistemas a pellets constituyen la opción mencionada con mayor frecuencia. Estos antecedentes sugieren que eventuales programas de recambio deberían considerar no solo la disponibilidad de tecnologías alternativas, sino también las condiciones económicas, los costos de operación, la disponibilidad de combustible y las prácticas de calefacción ya instaladas en los hogares.

En relación con el abastecimiento de combustible, la leña mantiene una clara predominancia, aunque se registran algunas combinaciones con otros tipos de biomasa. Las modalidades de adquisición y los períodos de compra reflejan distintas estrategias domésticas de abastecimiento, aspecto que puede incidir tanto en el gasto destinado a calefacción como en las posibilidades de almacenamiento y secado previo del combustible. En este sentido, la calidad de la leña utilizada constituye una dimensión relevante para complementar las acciones de eficiencia energética y reducción de emisiones.

El análisis territorial muestra que las principales características de la calefacción residencial son compartidas por los sectores urbanos y rurales, particularmente en cuanto al predominio de la leña y

la presencia de artefactos asociados a su combustión. No obstante, se observan diferencias entre ambos territorios en variables como las condiciones de aislación, la composición de los equipos utilizados, las prácticas de abastecimiento y la disposición frente a un eventual recambio. Estas diferencias permiten advertir que, aun cuando existe una problemática energética transversal a la comuna, las estrategias de intervención pueden requerir ajustes según las características particulares de cada sector.

En síntesis, Llay Llay presenta un escenario marcado por la relevancia de la leña en la calefacción residencial, la coexistencia de distintos niveles de acondicionamiento térmico y la presencia de hogares con requerimientos diferenciados de confort térmico. Los principales ámbitos de oportunidad se relacionan con el fortalecimiento de la eficiencia térmica de las viviendas, la promoción de buenas prácticas de combustión y uso de leña seca, el mejoramiento progresivo de los artefactos y el desarrollo de alternativas de recambio que resulten viables para las condiciones económicas y territoriales de los hogares. En este contexto, las futuras medidas pueden combinar acciones de alcance comunal con estrategias diferenciadas para sectores urbanos y rurales, considerando tanto las características de las viviendas como las prácticas energéticas existentes.

5.2.3 Clasificación y análisis de los artefactos

A continuación (Tabla 351), se presentan los principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de encuestas en las viviendas del área de provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la región de Valparaíso. El análisis considera variables a asociadas a las características de las viviendas, tipologías de artefactos de calefacción, patrones de uso y tipo de combustibles utilizados.

Los resultados se presentan diferenciados por comuna, permitiendo identificar tendencias, similitudes y diferencias territoriales en relación con el uso de artefactos a leña dentro del área de estudio.

Tabla 351. Distribución de viviendas encuestadas según comunas encuestadas de la provincia de Quillota.

Comuna	Cantidad de viviendas encuestadas
Quillota	65
La Calera	78
La Cruz	75
Nogales	97
Hijuelas	93
Catemu	98
Llay LLay	82
Panquehue	107

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.1 Análisis general de las comunas

- **Presencia de chimeneas y visibilidad de humo:**

Esta sección presenta un análisis integrado de la cantidad de chimeneas visibles y de la presencia de humo observada durante el levantamiento en las ocho comunas estudiadas (Tabla 352). La comparación permite identificar diferencias territoriales en el uso de sistemas de combustión residencial y aportar antecedentes sobre la posible intensidad de las emisiones visibles asociadas a la calefacción a leña al momento de la aplicación de las fichas de observación.

Tabla 352. Distribución de viviendas con una o más chimeneas visibles y presencia de humo visible, según comuna.

Comuna	Viviendas con una o más chimeneas visibles	Viviendas con humo visible	Humo visible (%)
Quillota	101	1	1%
La Calera	100	11	11%
Hijuelas	105	19	18%
Nogales	107	18	17%
La Cruz	115	3	3%
Panquehue	122	23	19%
Catemu	117	25	21%
Llay Llay	111	22	20%

Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre las ocho comunas evidencia una presencia generalizada de chimeneas visibles en las viviendas fichadas, reflejando la amplia presencia de infraestructura asociada a sistemas de combustión residencial en los territorios analizados. En las viviendas que cuentan con información para esta variable se identificó al menos una chimenea visible, registrándose únicamente un caso sin información en Nogales y otro en Panquehue. Este patrón muestra que la presencia de infraestructura asociada a calefacción mediante combustión constituye una característica transversal del conjunto de comunas estudiadas.

Las principales diferencias territoriales se manifiestan al analizar la presencia de humo visible al momento del levantamiento. Catemu registra la mayor proporción de viviendas con humo visible, seguida por Llay Llay, Panquehue, Hijuelas y Nogales. En un nivel menor se encuentra La Calera, mientras que La Cruz y Quillota presentan las proporciones más bajas. De esta manera, aunque la presencia de chimeneas es relativamente homogénea entre las comunas, se observa que la presencia de humo muestra una variabilidad territorial considerablemente mayor.

Esta diferencia permite advertir que la existencia de una chimenea visible no necesariamente se traduce en la presencia de emisiones observables durante la visita, puesto que esta última depende de factores como el uso efectivo del artefacto en ese momento, los horarios de calefacción, las características del equipo, el combustible utilizado y las condiciones de combustión. Por ello, los resultados de humo visible deben entenderse como un indicador puntual de las condiciones observadas durante el trabajo de campo y no como una medición permanente de las emisiones generadas por cada vivienda.

En términos comparativos, los resultados permiten distinguir un grupo de comunas (principalmente Catemu, Llay Llay, Panquehue, Hijuelas y Nogales) donde la presencia de humo visible fue relativamente más frecuente, mientras que Quillota y La Cruz presentan una ocurrencia considerablemente menor. Estas diferencias constituyen un antecedente relevante para complementar el análisis de los tipos de artefactos, combustibles utilizados y prácticas de calefacción residencial en cada territorio, permitiendo identificar patrones diferenciados dentro de un contexto general caracterizado por una amplia presencia de sistemas de combustión.

- **N° de integrantes y caracterización del hogar:**

En este apartado se analiza de manera integrada la composición de los hogares encuestados en las ocho comunas estudiadas (Tabla 353), considerando tanto el número de integrantes como la presencia de grupos potencialmente vulnerables. Estos antecedentes permiten caracterizar la estructura de los hogares y reconocer condiciones sociodemográficas que pueden incidir en las necesidades de calefacción, el consumo energético y los requerimientos de confort térmico residencial.

En primer lugar, se compara la distribución de los hogares según su número de integrantes, diferenciando entre hogares unipersonales, de 2 a 3 personas, de 4 a 5 personas, de 6 a 7 personas y de 8 o más integrantes.

Tabla 353. Distribución de los hogares encuestados según número de integrantes, por comuna.

Comuna	1 persona	2 a 3 personas	4 a 5 personas	6 a 7 personas	8 o más personas	Sin información	Total
Quillota	5	34	18	4	0	4	65
La Calera	6	42	26	3	1	0	78
Hijuelas	6	34	44	5	1	0	90
Nogales	7	57	23	3	2	5	97
La Cruz	5	36	25	1	2	6	75
Panquehue	14	52	29	10	2	0	107
Catemu	9	51	28	10	0	0	98
Llay Llay	4	40	32	5	1	0	82

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los resultados evidencian un patrón relativamente similar entre las comunas, caracterizado por el predominio de hogares de tamaño pequeño y mediano. En seis de los ocho territorios analizados (Quillota, La Calera, Nogales, La Cruz, Panquehue y Catemu) la mayor frecuencia corresponde a hogares conformados por 2 a 3 integrantes. En la comuna de Hijuelas, en cambio, predominan los hogares de 4 a 5 personas, mientras que en Llay Llay, aun cuando la categoría de 2 a 3 integrantes es la más frecuente, también se observa una presencia importante de hogares de 4 a 5 personas.

Por otra parte, los hogares de mayor tamaño presentan una frecuencia considerablemente menor. Aquellos conformados por 6 a 7 integrantes tienen una presencia acotada en todas las comunas, mientras que los hogares de 8 o más personas son poco frecuentes e incluso no se registran en Quillota y Catemu. Los hogares unipersonales también representan un grupo minoritario dentro del conjunto analizado, aunque presentan una mayor presencia en términos absolutos en Panquehue.

En segundo lugar, se analiza la presencia de grupos potencialmente vulnerables al interior de los hogares, considerando niños, niñas y adolescentes, personas adultas mayores, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad. Dado que un mismo hogar puede presentar más de una de estas condiciones, los resultados corresponden al número de menciones registradas y no a categorías excluyentes.

Tabla 354. Presencia de grupos potencialmente vulnerables en los hogares encuestados, según comuna.

Grupo presente en el hogar	Quillota	La Calera	Hijuelas	Nogales	La Cruz	Panquehue	Catemu	Llay Llay
Niños, niñas y adolescentes	25	27	42	36	22	30	40	34
Adultos mayores	55	47	62	60	54	78	63	55
Personas con enfermedades crónicas	27	18	38	40	31	44	37	22
Personas en situación de discapacidad	8	10	8	10	14	16	16	12

Grupo presente en el hogar	Quillota	La Calera	Hijuelas	Nogales	La Cruz	Panquehue	Catemu	Llay Llay
No registran estos grupos	6	11	0	14	8	11	13	3
No indica	0	0	6	0	0	0	0	0
Total menciones	**121**	**113**	**156**	**160**	**129**	**179**	**169**	**126**

Fuente: Elaboración propia.

La comparación (Tabla 354) evidencia que la presencia de personas adultas mayores constituye una característica transversal de los hogares encuestados y corresponde al grupo potencialmente vulnerable con mayor número de menciones en las ocho comunas. En términos absolutos, Panquehue registra la mayor cantidad de menciones de personas adultas mayores, seguida por Catemu e Hijuelas. No obstante, estas diferencias deben interpretarse considerando que el número de hogares encuestados varía entre comunas.

También se observa una presencia relevante de grupo de niños, niñas y adolescentes y de personas con enfermedades crónicas. Las personas en situación de discapacidad presentan un menor número de menciones respecto de los demás grupos considerados, aunque se encuentran representadas en todas las comunas. A su vez, los hogares que no registran ninguno de estos grupos son comparativamente menos frecuentes, lo que da cuenta de la presencia extendida de al menos una condición de potencial vulnerabilidad entre los hogares estudiados.

En conjunto, los resultados muestran que las necesidades de calefacción y confort térmico deben analizarse considerando no solo el tamaño de los hogares, sino también su composición. La presencia transversal de personas adultas mayores, niños, niñas y adolescentes, personas con enfermedades crónicas y personas en situación de discapacidad constituye un antecedente relevante para interpretar posteriormente las condiciones de eficiencia térmica de las viviendas, los patrones de utilización de los sistemas de calefacción y el consumo de combustibles en las ocho comunas.

- **Aislación térmica:**

Esta sección examina la presencia de aislación térmica en las viviendas de las ocho comunas, considerando tanto su existencia como los principales elementos constructivos donde se encuentra incorporada. El análisis permite identificar el nivel de acondicionamiento térmico de las viviendas y reconocer oportunidades para mejorar la eficiencia energética y reducir las pérdidas de calor.

La comparación entre las comunas permite reconocer diferencias en las condiciones de aislación del parque habitacional y determinar en qué componentes de la vivienda se concentran las principales medidas de acondicionamiento térmico, tales como techumbres, muros, pisos y ventanas. Estos antecedentes resultan relevantes para comprender las condiciones de confort térmico de los hogares y su posible relación con los requerimientos de calefacción y consumo energético residencial.

Tabla 355. Presencia de aislación térmica en las viviendas encuestadas, por comuna[2].

Comuna	Sí	%	No	%	No sabe	%	Sin información	Total
Quillota	41	63%	19	29%	5	8%	0	65
Panquehue	74	69%	28	26%	5	5%	0	107
Nogales	59	61%	28	29%	10	10%	0	97
Llay Llay	71	87%	7	9%	4	5%	0	82
La Cruz	50	67%	18	24%	6	8%	1	75
Hijuelas	64	71%	23	26%	3	3%	0	90
Catemu	71	72%	17	17%	10	10%	0	98
La Calera	51	65%	25	32%	2	3%	0	78
Total	**481**	**70%**	**165**	**24%**	**45**	**7%**	**1**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran (Tabla 355) que la presencia de aislación térmica es mayoritaria en las viviendas encuestadas, aunque con diferencias entre comunas. Del total de 692 hogares, 481 (70%) declaran contar con algún tipo de aislación térmica, mientras que 165 (24%) señalan no disponer de ella y 45 (7%) indican no saber si su vivienda cuenta con este tipo de acondicionamiento. Se registra, además, un caso sin información.

A nivel territorial, Llay Llay presenta la mayor proporción de viviendas que declaran contar con aislación térmica (87%), mientras que Nogales registra la menor (61%). En una posición intermedia se encuentran Catemu (72%), Hijuelas (71%), Panquehue (69%), La Cruz (67%), La Calera (65%) y Quillota (63%). Estas diferencias muestran condiciones heterogéneas de acondicionamiento térmico entre las comunas estudiadas.

Entre las viviendas que declaran contar con aislación (Tabla 356), la techumbre constituye el elemento constructivo donde esta medida se encuentra más extendida, con 417 menciones, seguida por los muros, con 268. La aislación en ventanas (49) y pisos (32) presenta una presencia considerablemente menor. En este sentido, si bien una proporción importante de las viviendas dispone de algún tipo de aislación, los resultados sugieren que esta se concentra principalmente en determinados componentes de la envolvente térmica y no necesariamente corresponde a una aislación integral de la vivienda.

Tabla 356. Elementos constructivos con aislación térmica en las viviendas que declaran contar con aislación, por comuna.

Comuna	Viviendas con aislación	Techumbre	Muros	Piso	Ventanas
Quillota	41	30	23	1	8
Panquehue	74	69	29	1	3
Nogales	59	49	31	5	6
Llay Llay	71	69	30	1	2
La Cruz	50	38	34	5	3

[2] **Nota:** Los porcentajes pueden presentar diferencias de un punto porcentual respecto del 100% debido al redondeo de los valores.

Comuna	Viviendas con aislación	Techumbre	Muros	Piso	Ventanas
Hijuelas	64	54	45	11	9
Catemu	71	66	45	4	8
La Calera	51	42	31	4	10
Total	**481**	**417**	**268**	**32**	**49**

Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de calefacción de la vivienda:**

En este apartado se presentan los principales sistemas de calefacción utilizados por los hogares de las ocho comunas. La información permite caracterizar las tecnologías predominantes, identificar el grado de dependencia de las distintas fuentes energéticas y reconocer patrones comunes en las estrategias de calefacción residencial.

El análisis considera tanto el uso de sistemas individuales como la combinación de distintas alternativas de calefacción dentro de una misma vivienda, permitiendo identificar hogares que recurren a más de una fuente energética para satisfacer sus necesidades térmicas (Tabla 357). La comparación comunal permite, además, reconocer diferencias territoriales en la utilización de leña, gas, electricidad, parafina u otras fuentes registradas durante el levantamiento, aportando antecedentes para evaluar las posibilidades y desafíos asociados a eventuales procesos de recambio tecnológico.

Tabla 357. Sistema de calefacción utilizado en las viviendas encuestadas, por comuna.

Comuna	Solo leña	Leña combinada con otro sistema	Otros sistemas	Sin información	Total
Quillota	45	5	2	13	65
Panquehue	97	10	0	0	107
Nogales	83	12	0	2	97
Llay Llay	75	4	0	3	82
La Cruz	65	9	1	0	75
Hijuelas	78	11	1	0	90
Catemu	93	5	0	0	98
La Calera	52	7	1	18	78
Total	**588**	**63**	**5**	**36**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los resultados evidencian un marcado predominio de la leña como sistema de calefacción residencial. De las 692 viviendas encuestadas, 588 utilizan exclusivamente leña, mientras que otras 63 combinan la leña con algún sistema adicional. Solo 5 viviendas utilizan exclusivamente otros sistemas de calefacción y 36 casos no cuentan con información en esta variable.

La comparación territorial muestra que este patrón se encuentra presente en todas las comunas, aunque con diferencias en el grado de combinación con otras fuentes energéticas. Panquehue, por ejemplo, registra 97 hogares que utilizan exclusivamente leña y 10 que la combinan con otro sistema, mientras que en La Cruz se contabilizan 65 y 9 hogares, respectivamente.

En consecuencia, más que observar una matriz de calefacción residencial diversificada, la información muestra un marcado predominio de la leña, complementada en una proporción menor de hogares por otras alternativas. Este antecedente resulta relevante para comprender posteriormente tanto las características de los artefactos utilizados como las posibilidades de avanzar hacia procesos de recambio tecnológico.

- **Utilización de leña como combustible para calefacción:**

Esta sección analiza el uso de la leña como fuente de calefacción en el conjunto de las comunas estudiadas, identificando su nivel de utilización y su relevancia dentro de la matriz energética residencial. También permite dimensionar el grado de dependencia de la biomasa como combustible para la climatización de los hogares.

El análisis considera las diferencias existentes entre comunas y permite reconocer territorios donde la leña presenta una mayor participación dentro de las estrategias de calefacción residencial. Estos antecedentes son especialmente relevantes para contextualizar posteriormente las características de los artefactos utilizados, las condiciones de consumo de leña y la disposición de los hogares frente a posibles alternativas de recambio, permitiendo comprender de manera integrada los patrones de calefacción observados en el área de estudio.

Tabla 358. Utilización de leña como combustible para calefacción, por comuna.

Comuna	Sí utiliza leña	%	No utiliza leña	%	Total
Quillota	64	98%	1	2%	65
Panquehue	107	100%	0	0%	107
Nogales	97	100%	0	0%	97
Llay Llay	82	100%	0	0%	82
La Cruz	75	100%	0	0%	75
Hijuelas	90	100%	0	0%	90
Catemu	98	100%	0	0%	98
La Calera	73	94%	5	6%	78
Total	**686**	**99%**	**6**	**1%**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

La utilización de leña constituye una característica prácticamente transversal de las viviendas estudiadas (Tabla 358). Del total de 692 hogares, 686 utilizan leña como combustible para calefacción, equivalentes al 99%, mientras que solo 6 viviendas (1%) declaran no utilizarla.

En seis de las ocho comunas analizadas, Panquehue, Nogales, Llay Llay, La Cruz, Hijuelas y Catemu, la totalidad de las viviendas consideradas utilizan leña. En Quillota la proporción alcanza el 98%, mientras que La Calera presenta el porcentaje comparativamente más bajo, aunque igualmente elevado, con un 94%.

Estos resultados confirman la alta dependencia de la biomasa para calefacción residencial en las comunas estudiadas y permiten comprender la relevancia que adquieren variables posteriores, como

el tipo y condición de los artefactos, el gasto asociado a la adquisición de leña y la disposición de los hogares frente a alternativas de recambio.

- **Tipo de artefacto de calefacción:**

En este apartado se examinan los principales artefactos utilizados para calefaccionar las viviendas en las ocho comunas. La información permite identificar las tecnologías predominantes y evaluar aspectos asociados a la eficiencia de los equipos y su potencial incidencia en el consumo de combustible y las emisiones generadas.

Tabla 359. Tipo de artefacto a leña utilizado en las viviendas encuestadas, por comuna

Tipo de artefacto	Quillota	Panquehue	Nogales	Llay Llay	La Cruz	Hijuelas	Catemu	La Calera	Total
Templador sin certificación	27	47	28	25	33	34	23	29	**246**
Salamandra	6	25	23	32	12	18	30	4	**150**
Cámara simple	6	12	13	8	15	5	28	21	**108**
Cocina a leña	4	13	20	10	10	23	6	8	**94**
Templador con certificación	19	3	4	1	3	4	6	4	**44**
Hechizo	2	3	2	1	2	3	3	3	**19**
Otros	1	4	7	5	0	3	2	9	**31**
Total	**65**	**107**	**97**	**82**	**75**	**90**	**98**	**78**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los artefactos muestra (Tabla 359) una composición diversa, aunque concentrada principalmente en algunas tecnologías. El templador sin certificación constituye el artefacto más frecuente, con 246 casos, seguido por la salamandra, con 150; la cámara simple, con 108; y la cocina a leña, con 94. En menor medida aparecen los templadores con certificación, con 44 casos, los artefactos hechizos, con 19, y otros tipos de artefactos, con 31 casos.

La comparación comunal permite observar algunas particularidades. El templador sin certificación presenta una presencia relevante en prácticamente todas las comunas, destacando Panquehue con 47 casos, Hijuelas con 34 y La Cruz con 33. Las salamandras adquieren mayor presencia en Llay Llay (32) y Catemu (30), mientras que las cocinas a leña destacan principalmente en Hijuelas (23) y Nogales (20).

Estos resultados muestran una alta presencia de templadores sin certificación, salamandras, cámaras simples y cocinas a leña, mientras que los templadores con certificación presentan una participación comparativamente menor.

Este escenario constituye un antecedente relevante para evaluar potenciales estrategias de recambio, especialmente considerando la elevada dependencia de la leña observada en las ocho comunas.

- **Disposición a cambiar el artefacto de calefacción:**

Esta sección presenta la percepción de los hogares respecto de un eventual recambio de sus sistemas de calefacción. El análisis permite estimar el nivel de aceptación frente a futuras iniciativas de

sustitución tecnológica e identificar el grado de apertura de la población hacia alternativas de calefacción de mayor eficiencia.

Tabla 360. Disposición de los hogares a cambiar el artefacto a leña por uno más eficiente, por comuna.

Comuna	Sí	%	No	%	Tal vez	%	Sin información	Total
Quillota	19	29%	29	45%	17	26%	0	65
Panquehue	27	25%	65	61%	14	13%	1	107
Nogales	25	26%	58	60%	14	14%	0	97
Llay Llay	11	13%	59	72%	11	13%	1	82
La Cruz	49	65%	16	21%	9	12%	1	75
Hijuelas	25	28%	53	59%	12	13%	0	90
Catemu	29	30%	57	58%	11	11%	1	98
La Calera	17	22%	46	59%	14	18%	1	78
Total	**202**	**29%**	**383**	**55%**	**102**	**15%**	**5**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

La respuesta frente a un eventual recambio tecnológico (Tabla 360) muestra una disposición favorable minoritaria y heterogénea entre las comunas analizadas. Del total de 692 hogares encuestados, 202 (29%) señalan estar dispuestos a cambiar su artefacto por uno más eficiente, mientras que 383 (55%) manifiestan no estar dispuestos a realizar el cambio. Otros 102 hogares (15%) responden "tal vez" y 5 casos (1%) no cuentan con información.

Las diferencias entre comunas evidencian que la disposición favorable al recambio no es homogénea. La Cruz presenta la mayor proporción de respuestas afirmativas, con 49 hogares (65%), seguida por Catemu, con 29 (30%); Quillota, con 19 (29%); Hijuelas, con 25 (28%); Nogales, con 25 (26%); Panquehue, con 27 (25%); y La Calera, con 17 (22%). En contraste, Llay Llay registra la menor disposición favorable, con 11 hogares (13%). Asimismo, en varias comunas predomina la respuesta negativa, destacando Llay Llay (72%), Panquehue (61%), Nogales (60%), Hijuelas (59%), La Calera (59%) y Catemu (58%).

Estos resultados muestran que la alta dependencia de la leña no se traduce automáticamente en una alta disposición al recambio tecnológico. Aunque cerca de tres de cada diez hogares manifiestan una disposición favorable, más de la mitad señala que no estaría dispuesta a cambiar su artefacto actual, observándose además diferencias territoriales relevantes, particularmente en La Cruz, donde la aceptación del recambio es considerablemente mayor. Por ello, una eventual estrategia de sustitución de artefactos debería considerar no solo la disponibilidad de alternativas más eficientes, sino también las preferencias de los hogares y las condiciones económicas, técnicas y territoriales que podrían facilitar o dificultar su adopción.

- **Tipo de artefacto dispuesto a cambiar:**

En este apartado se analizan las preferencias de los hogares respecto del tipo de artefacto que estarían dispuestos a incorporar en caso de realizar un recambio. Esta información permite reconocer las tecnologías con mayor aceptación potencial y aportar antecedentes para el diseño de programas de transición energética residencial (Tabla 361).

Tabla 361. Alternativas de calefacción señaladas ante un eventual recambio, por comuna.

Comuna	Pellet	Electricidad	Gas	Otras	Combinaciones	Total con preferencia
Quillota	22	4	2	0	1	29
Panquehue	13	10	4	3	1	31
Nogales	29	3	1	3	1	37
Llay Llay	14	1	1	0	1	17
La Cruz	14	4	1	0	4	23
Hijuelas	22	5	1	2	1	31
Catemu	19	4	2	3	1	29
La Calera	18	5	1	2	1	27
Total	**151**	**36**	**13**	**13**	**11**	**224**
%	**67%**	**16%**	**6%**	**6%**	**5%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

Entre los hogares que señalaron alguna alternativa de calefacción ante un eventual recambio, el pellet concentra claramente la mayor cantidad de preferencias, con 151 de los 224 casos que entregaron una respuesta, equivalentes al 67%. Le siguen la electricidad, con 36 casos (16%), el gas y otras alternativas, ambos con 13 casos (6%) y las combinaciones de sistemas, con 11 casos (5%).

El predominio del pellet se observa en todas las comunas, aunque con diferente intensidad. Destacan Nogales, con 29 menciones; Quillota e Hijuelas, con 22 cada una; Catemu, con 19; y La Calera, con 18.

Estos resultados permiten identificar al pellet como la alternativa con mayor aceptación potencial entre quienes expresaron una preferencia. Sin embargo, este resultado debe interpretarse sobre los 224 hogares que señalaron una alternativa y no sobre el total de 692 viviendas encuestadas. Esta distinción es importante para no sobredimensionar la aceptación de esta tecnología.

- **Tipo de combustible utilizado:**

Esta sección presenta la distribución de los combustibles utilizados para calefacción en las ocho comunas, identificando las principales fuentes energéticas empleadas por los hogares. El análisis permite conocer la composición de la matriz energética residencial y comparar el grado de utilización de la biomasa y de otros combustibles disponibles.

Tabla 362. Tipo de combustible utilizado para calefacción, por comuna[3].

Comuna	Solo leña	Leña combinada con otros	Otros combustibles	No utiliza leña / Sin información	Total
Quillota	62	1	0	2	65
Panquehue	97	10	0	0	107
Nogales	81	16	0	0	97
Llay Llay	77	5	0	0	82

[3] **Nota:** Las diferencias entre el número de viviendas que utilizan leña y la distribución según tipo de combustible responden a la disponibilidad de información registrada en cada variable. En algunos casos, fue posible identificar el uso de leña, aun cuando no se contó con información suficiente para precisar el tipo o combinación de combustible utilizado.

Comuna	Solo leña	Leña combinada con otros	Otros combustibles	No utiliza leña / Sin información	Total
La Cruz	59	13	2	1	75
Hijuelas	82	5	2	1	90
Catemu	89	9	0	0	98
La Calera	67	6	3	2	78
Total	**614**	**65**	**7**	**6**	**692**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados (Tabla 362) confirman nuevamente la centralidad de la leña dentro de la matriz energética residencial. Del total de 692 viviendas encuestadas, 614 utilizan exclusivamente leña (89%), mientras que 65 (9%) combinan la leña con otros combustibles. Solo 7 hogares (1%) utilizan otros combustibles sin leña y 6 casos (1%) corresponden a viviendas que no utilizan leña o no cuentan con información suficiente para precisar el combustible utilizado.

La utilización exclusiva de leña predomina en todas las comunas. No obstante, se observan algunos territorios con mayor presencia de combinaciones energéticas, especialmente Nogales, con 16 viviendas, y La Cruz, con 13, que utilizan leña junto con otros combustibles.

En conjunto, estos resultados muestran una matriz de calefacción fuertemente concentrada en el uso de leña, ya sea de manera exclusiva o combinada con otras fuentes. La utilización de otros combustibles sin presencia de leña es reducida, lo que reafirma la importancia de la biomasa dentro de las prácticas de calefacción residencial de las ocho comunas.

- **Gasto mensual en combustible para calefacción:**

En este apartado se analiza el gasto mensual declarado por los hogares para la adquisición de combustible destinado a calefacción. La información permite caracterizar el esfuerzo económico asociado a esta necesidad, identificar rangos de gasto predominantes y reconocer las diferencias en los patrones de consumo entre las comunas.

Tabla 363. Gasto mensual aproximado en leña de las viviendas encuestadas, por comuna.

Comuna	Menos de $30.000	$30.000–$60.000	$60.000–$100.000	Más de $100.000	No sabe/Sin inf.	Total
Quillota	23	17	8	7	10	65
Panquehue	63	32	6	3	3	107
Nogales	61	21	8	1	6	97
Llay Llay	63	16	1	0	2	82
La Cruz	44	17	5	2	7	75
Hijuelas	58	22	5	3	2	90
Catemu	57	22	10	7	2	98
La Calera	35	18	13	3	9	78
Total	**404**	**165**	**56**	**26**	**41**	**692**
%	**58%**	**24%**	**8%**	**4%**	**6%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

El gasto mensual declarado (Tabla 363) muestra una concentración principalmente en los rangos inferiores. De los 692 hogares encuestados, 404 (58%) declaran gastar menos de $30.000 mensuales en leña, mientras que 165 (24%) se ubican entre $30.000 y $60.000. En conjunto, ambos rangos concentran aproximadamente ocho de cada diez hogares encuestados.

Los gastos superiores son menos frecuentes: 56 hogares (8%) declaran desembolsar entre $60.000 y $100.000 mensuales y 26 (4%) superan los $100.000. Adicionalmente, 41 casos (6%) corresponden a hogares que no saben o no entregan información.

Territorialmente, el rango inferior a $30.000 es el más frecuente en todas las comunas, destacando proporcionalmente Llay Llay, donde 63 de las 82 viviendas se encuentran en esta categoría. En términos absolutos, Panquehue y Llay Llay registran 63 casos cada una.

Estos resultados permiten caracterizar los montos declarados destinados a la adquisición de leña. No obstante, el gasto mensual no debe interpretarse directamente como nivel de consumo, ya que el costo final puede estar condicionado por factores como precio de adquisición, modalidad y frecuencia de compra, especie utilizada y formas de abastecimiento.

- **Especies de leña utilizadas:**

Esta sección examina las principales especies de leña empleadas por los hogares de las ocho comunas. El análisis permite identificar los tipos de biomasa más utilizados y reconocer patrones de abastecimiento que pueden influir en la eficiencia de la combustión, el rendimiento energético y las emisiones generadas durante la calefacción residencial.

Tabla 364. Principales especies de leña utilizadas en las viviendas encuestadas, por comuna.

Comuna	Eucalipto	Palto	Pino	Espino	Otras especies	No sabe/Sin inf.
Quillota	45	12	5	0	2	6
Panquehue	70	39	7	2	30	1
Nogales	60	34	10	3	19	6
Llay Llay	28	50	15	3	24	3
La Cruz	41	48	4	0	4	5
Hijuelas	55	62	4	2	12	1
Catemu	54	24	9	4	42	6
La Calera	58	27	11	1	4	3
Total de menciones	**411**	**296**	**65**	**15**	**137**	**31**

Fuente: Elaboración propia.

En relación con las especies utilizadas (Tabla 364), el eucalipto presenta la mayor frecuencia, con 411 menciones, seguido por el palto, con 296. En menor medida aparecen otras especies, con 137 menciones; pino, con 65; y espino, con 15. Asimismo, se registran 31 menciones correspondientes a casos que no saben o no entregan información.

La composición presenta diferencias territoriales. El eucalipto registra una presencia particularmente importante en Panquehue, Nogales, Hijuelas, Catemu y La Calera, mientras que el palto adquiere

especial relevancia en Hijuelas, Llay Llay y La Cruz. Por ejemplo, Hijuelas registra 55 menciones de eucalipto y 62 de palto, mientras que Llay Llay presenta 28 y 50, respectivamente.

En este caso es importante señalar que la variable admite respuestas múltiples, por lo que las frecuencias corresponden a menciones de especies y no a número de hogares. En consecuencia, los valores no deben sumarse para calcular porcentajes sobre las 692 viviendas. Un mismo hogar puede utilizar más de una especie de leña. Esta lectura permite describir adecuadamente la diversidad de biomasa utilizada sin asumir que las categorías son excluyentes.

5.3 Estudio de emisiones de los artefactos a leña en las comunas del área de estudio

Las emisiones producidas por los artefactos de leña en las ocho comunas del área de estudio, se estiman a partir de la siguiente ecuación.

$$E_{ca} = N_a \times H_a \times Mo_a \times Mt_a \times Mh_a \times FE_{ca}$$

Donde:

Eca: Emisiones del contaminante "c" provenientes del artefacto "a" [Kg/año]

Na: Número de artefactos del tipo "a".

Ha: Horas de uso por año del artefacto "a"

Mo: Modificador relacionado con la operación del artefacto

Mt: Modificador relacionado con el tipo de leña

Mh: Modificador relacionado con la humedad de la leña.

FEca: Factor de tasa de emisión del contaminante "c" para el artefacto "a" para la leña (g/hora).

En la Tabla 365 se expone el factor de emisión de diferentes gases contaminantes asociado a cada uno. Estos valores son obtenidos de los estudios "Inventario de emisiones sector residencial – Región Metropolitana" y "Catastro de emisiones de calefactores y cocinas", los que a su vez se basan en los factores de emisión de la EPA (AP-42, *Environmental Protection Agency, United States Government*).

Tabla 365. Factor de emisión y características de artefactos de leña.

Artefacto	Factor de emisión (g/Kg)									Características de Referencia		
	$MP_{2,5}$	MP_{10}	CO	NOx	COV	SOx	NH_3	CO_2	CH_4	Potencia (KW)	Rango Consumo (Kg/hora)	Eficiencia %
Artefacto hechizo	16,4	15,3	126	1,3	115	0,2	1,1	1.700	9,8	15	1 a 6	40%
Calefactor Cámara simple	14,5	15,3	115	1,3	26,5	0,2	1,1	1.700	9,8	8,7	0,6 a 4	50%
Calefactor con templador sin certificación	14,5	15,3	115	1,3	26,5	0,2	1,1	1.700	9,8	10	0,6 a 3, 5	60%
Calefactor con templador con certificación doble cámara	9,3	9,8	115	1,3	26,5	0,2	1,1	1.700	9,8	12	0,6 a 3,5	70%

Salamandra	14,5	15,3	126	1,3	115	0,2	1,1	1.700	9,8	8,7	0,6 a 4	50%
Cocina a leña	14,5	15,3	126	1,4	115	0,2	1,1	1.700	9,8	8	2 a 3	70%
Chimenea abierta	16,4	17,3	126	1,3	115	0,2	1,1	1.700	9,8	15	1 a 6	40%
Chimenea cerrada	17,4	15,3	126	1,3	115	0,2	1,1	1.700	9,8	17,4	1 a 5	40%
Estufa a Pellets	1,9	2,1	115	1,3	26,5	0,2	1,1	1700	9,8	11	0,5 a 1,7	85%

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio "Catastro de emisiones de calefactores y cocinas" y FE EPA.

A partir de las características de cada artefacto, se asume una tasa de consumo de leña o madera en unidades Kg/hora por artefacto, la que se multiplica por el factor de emisión correspondiente para obtener una tasa de emisión por artefacto para cada contaminante en unidades (g/hora). El resultado de este proceso y el consumo de leña asumido por artefacto se exponen en la Tabla 366.

Tabla 366. Factor de tasa de emisión por artefacto (g/hora).

Artefacto	Consumo leña (Kg/hora)	Factor de Tasa de emisión (g/hora)								
		$MP_{2,5}$	MP_{10}	CO	NOx	COV	SOx	NH_3	CO_2	CH_4
Artefacto hechizo	3,5	57,4	53,55	442,1	4,55	402,5	0,63	3,85	5950	34,3
Calefactor Cámara simple	2,3	33,35	35,19	265,4	2,99	60,95	0,41	2,53	3910	22,5
Calefactor con templador sin certificación	2,05	29,73	31,37	236,6	2,67	54,33	0,37	2,26	3485	20,1
Calefactor con templador con certificación doble cámara	2,05	19,07	20,09	236,6	2,67	54,33	0,37	2,26	3485	20,1
Salamandra	2,3	33,35	35,19	290,5	2,99	264,5	0,41	2,53	3910	22,5
Cocina a leña	2,5	36,25	38,25	315,8	3,5	287,5	0,45	2,75	4250	24,5
Chimenea abierta	3,5	57,4	60,55	442,1	4,55	402,5	0,63	3,85	5950	34,3
Chimenea cerrada	3,0	52,2	45,9	378,9	3,9	345	0,54	3,3	5100	29,4
Estufa a Pellets	1,1	2,09	2,31	126,9	1,43	29,15	0,2	1,21	1870	10,8

Fuente: Elaboración propia a partir de estudio "Catastro de emisiones de calefactores y cocinas" y FE EPA.

A partir de esta relación se construye una hoja de cálculo para estimar las emisiones de gases contaminantes para cada comuna. Estas hojas de cálculo incluyen el análisis del resultado de la encuesta de artefactos de leña de tal forma que, por un lado, estimar la cantidad de artefactos por sector urbano y rural, y por otro, caracterizar cuantitativamente las horas de uso y los modificadores para cada artefacto.

Para estimar las horas de uso anual para cada artefacto se evalúan las respuestas de las siguientes preguntas de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y el valor asignado, las cuales se puede observar en las Tabla 367, Tabla 368 y Tabla 369.

Tabla 367. Pregunta de la encuesta, uso anual del artefacto a leña.

Pregunta	Uso anual del artefacto a leña			
Respuestas	**todo el año**	**abril a diciembre (otoño, invierno, primavera)**	**abril a septiembre (invierno)**	**julio- (invierno)**
Valor asignado - meses	12	9	6	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 368. Pegunta de la encuesta, frecuencia semanal del uso del artefacto a leña.

Pregunta	Frecuencia semanal de uso artefacto			
Respuestas	**toda la semana**	**6 a 5 por semana**	**4 a 3 veces por semana**	**2 o menos veces por semana**
Valor asignado - días de la semana	7	6	4	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 369. Pregunta de la encuesta, uso diario del artefacto a leña.

Pregunta	Uso diario del artefacto a leña				
Respuestas	**todo el día**	**más de 12 horas**	**entre 12 y 6 horas**	**entre 6 y 3 horas**	**menos de 3 horas**
Valor asignado - horas al día	24	16	12	6	3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las respuestas se asigna una medida para los meses, días a la semana y horas del día para el uso de cada artefacto. Luego se calcula las horas anuales equivalentes.

Similarmente, en el caso de los modificadores de operación, tipo de leña y de humedad, se asocian con la evaluación de la frecuencia de las respuestas que se observan en las Tabla 370, Tabla 371 y Tabla 372.

Tabla 370. Pregunta encuesta, uso tiraje.

Pregunta	¿Cómo usa el tiraje de su artefacto a leña?		
Respuestas	**semi**	**completamente abierto**	**cerrado**
Valor asignado	2	1	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 371. Pregunta encuesta, especie de leña utilizada

Pregunta	Especie de leña utilizada				
Respuestas	**Eucalipto**	**Pino**	**Espino**	**palto**	**Otro**
Valor asignado	1	1	0,87	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 372. Pregunta encuesta, utiliza leña seca.

Pregunta	¿Utiliza leña seca?	
Respuestas	si	no
Valor asignado	1	2

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 373 muestra un resumen de los resultados de las 8 comunas. Es relevante notar que el modificador de operación tiene una afectación relevante, lo que podría traducirse en una potencial disminución de emisiones mejorando la operación, es decir, gestionando de forma óptima el flujo de aire.

Por otro lado, se distingue que los modificadores por tipo de Leña y de humedad no afectan las estimaciones.

También se distingue que la comuna de Quillota tiene menores horas de uso anuales, con 428 horas al año, respecto a las otras comunas y que Hijuelas es la comuna con mayor uso, con 661 horas al año.

Tabla 373. Resumen resultados de modificadores.

	Cantidad de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
Comuna	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Quillota	2.933	1.565	**4.498**	428	2,254	1,00	1,02
Panquehue	327	682	**1.009**	618	2,26	1,00	1,02
Nogales	1.367	695	**2.062**	571	2,09	1,00	1,03
Llay-llay	1.089	1.070	**2.159**	463	2,15	1,00	1,00
La Cruz	1.209	422	**1.631**	641	2,21	1,00	1,00
Hijuelas	1.154	714	**1.868**	661	2,02	1,00	1,01
Catemu	869	946	**1.815**	569	2,15	1,00	1,01
Calera	2.267	302	**2.569**	485	2,21	1,00	1,00
Total	**11.215**	**6.396**	**17.611**				

Fuente: Elaboración propia.

Luego se multiplican los factores de la ecuación base junto con el factor de tasa de emisión de cada artefacto y contaminante. Los resultados generales de emisiones de las comunas se presentan en la Tabla 374.

Tabla 374. Resumen de emisiones.

	Emisiones por sector					
	Urbano		Rural		Emisiones equivalentes	
Comuna	TonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e	TonMP2,5e / año	tonCO2e	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Quillota	83,359	13.246	41,802	6.242	125,162	19.488,102
Panquehue	15,045	1.989	30,501	4.151	45,546	6.139,5
Nogales	57,727	7.782	28,068	3.771	85,794	11.552,8

Llay-llay	41,261	5.496	38,496	5.089	79,757	10.584,968
La Cruz	54,018	7.259	20,115	2.735	74,133	9.993,857
Hijuelas	49,576	6.606	33,410	4.565	82,985	11.170,8
Catemu	32,027	4.607	42,507	5.779	74,534	10.385,9
Calera	76,167	10.251	10,255	1.370	86,422	11.621,0
Total	409,180	57.235,168	245,153	33.701,777	654,334	90.936,945

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1 Estimación de emisiones Quillota

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Quillota. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 375 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Quillota, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 375. Estimación de emisiones comuna de Quillota.

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**ton$MP_{2,5}e$ / año**	**tonCO_2e / año**
Quillota	Urbano	31.693	2.933	7,9%	**83,359**	**13.245,9**
	Rural	5.506	1.565	4,2%	**41,802**	**6.242,2**
	Total	37.199	**4.498**	12,1%	**125,162**	**19.488,1**

Fuente: Elaboración propia.

En las Tabla 376, Tabla 377 y Tabla 378 se resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Quillota.

Tabla 376. Proyección de estimación de emisiones comuna de Quillota.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**
Año 0	**2024**	2.933	1.565	4.498	2.933	1.565	4.498	**0**	**0**	0
Año 1	**2025**	2.962	1.575	4.537	2.927	1.540	4.467	**35**	**35**	70
Año 2	**2026**	2.985	1.587	4.572	2.950	1.552	4.502	**35**	**35**	70

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 3	2027	3.008	1.599	4.607	2.973	1.564	4.537	35	35	70
Año 4	2028	3.029	1.611	4.640	2.994	1.576	4.570	35	35	70
Año 5	2029	3.050	1.622	4.672	3.015	1.587	4.602	35	35	70
Año 6	2030	3.071	1.632	4.703	3.036	1.597	4.633	35	35	70
Año 7	2031	3.091	1.643	4.734	3.056	1.608	4.664	35	35	70
Año 8	2032	3.110	1.653	4.763	3.075	1.618	4.693	35	35	70
Año 9	2033	3.128	1.663	4.791	3.093	1.628	4.721	35	35	70
Año 10	2034	3.146	1.673	4.819	3.111	1.638	4.749	35	35	70
Año 11	2035	3.163	1.682	4.845	3.128	1.647	4.775	35	35	70
	total							385	385	770

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 377. Proyección de estimación de emisiones comuna de Quillota.

		Calefactores Pelet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	125,162	19.488,102
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	126,247	19.657
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	127,221	19.809
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	128,195	19.960
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	129,113	20.103
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	130,003	20.242
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	130,866	20.376
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	131,729	20.511
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	132,535	20.636
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	133,315	20.758
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	134,094	20.879
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	134,817	20.992
	total	275	275	550	110	110	220	1.563,296	243.410,634

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 378. Proyección de estimación de emisiones comuna de Quillota.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	2024					125,162	19.488,1
Año 1	2025	1,948	303,3	0,1	46,5	124,352	19.400,3
Año 2	2026	1,948	303,3	0,1	46,5	125,326	19.551,9
Año 3	2027	1,948	303,3	0,1	46,5	126,300	19.703,6
Año 4	2028	1,948	303,3	0,1	46,5	127,218	19.846,5
Año 5	2029	1,948	303,3	0,1	46,5	128,108	19.985,2
Año 6	2030	1,948	303,3	0,1	46,5	128,971	20.119,5
Año 7	2031	1,948	303,3	0,1	46,5	129,833	20.253,8
Año 8	2032	1,948	303,3	0,1	46,5	130,640	20.379,4
Año 9	2033	1,948	303,3	0,1	46,5	131,420	20.500,8
Año 10	2034	1,948	303,3	0,1	46,5	132,199	20.622,1
Año 11	2035	1,948	303,3	0,1	46,5	132,922	20.734,7
	total	**21,426**	**3.336,113**	**0,580**	**511,251**	**1.542,449**	**240.585,772**

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Estimación de emisiones comuna La Calera

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de La Calera. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 379 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de La Calera, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 379. Estimación de emisiones comuna de La Calera.

Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	Porcentaje del total de viviendas	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año
Calera	Urbano	18.612	2.267	11,6%	**76,167**	**10.250,7**

Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	Porcentaje del total de viviendas	ton$MP_{2,5}$e / año	tonCO_2e / año
	Rural	1.015	302	1,5%	**10,255**	**1.370,3**
	Total	19.627	**2.569**	13,1%	**86,422**	**11.621,0**

Fuente: Elaboración propia.

En las Tabla 380, Tabla 381 y Tabla 382 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de La Calera.

Tabla 380. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Calera.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 0	2024	2.267	302	2.569	2.267	302	2.569	**0**	**0**	0
Año 1	2025	2.279	295	2.573	2.244	260	2.504	**35**	**35**	70
Año 2	2026	2.280	295	2.575	2.245	260	2.505	**35**	**35**	70
Año 3	2027	2.282	295	2.577	2.247	260	2.507	**35**	**35**	70
Año 4	2028	2.284	295	2.579	2.249	260	2.509	**35**	**35**	70
Año 5	2029	2.285	296	2.581	2.250	261	2.511	**35**	**35**	70
Año 6	2030	2.287	296	2.582	2.252	261	2.513	**35**	**35**	70
Año 7	2031	2.288	296	2.584	2.253	261	2.514	**35**	**35**	70
Año 8	2032	2.290	296	2.586	2.255	261	2.516	**35**	**35**	70
Año 9	2033	2.292	296	2.588	2.257	261	2.518	**35**	**35**	70
Año 10	2034	2.294	297	2.590	2.259	262	2.521	**35**	**35**	70
Año 11	2035	2.296	297	2.593	2.261	262	2.523	**35**	**35**	70
	total							**385**	**385**	**770**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 381. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Calera.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	86,422	11.621,0
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	86,557	11.639,1
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	86,624	11.648,2
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	86,692	11.657,2
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	86,759	11.666,3
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	86,826	11.675,3
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	86,860	11.679,8
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	86,927	11.688,9
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	86,994	11.697,9
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	87,062	11.707,0
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	87,129	11.716,0
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	87,230	11.729,6
	total	**275**	**275**	**550**	**110**	**110**	**220**	**1.042,081**	**140.126,361**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 382. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Calera.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	2024					86,422	11.621,0
Año 1	2025	2,355	316,6	0,1	52,7	84,262	11.375,1
Año 2	2026	2,355	316,6	0,1	52,7	84,329	11.384,2
Año 3	2027	2,355	316,6	0,1	52,7	84,396	11.393,2
Año 4	2028	2,355	316,6	0,1	52,7	84,464	11.402,3
Año 5	2029	2,355	316,6	0,1	52,7	84,531	11.411,3
Año 6	2030	2,355	316,6	0,1	52,7	84,565	11.415,9
Año 7	2031	2,355	316,6	0,1	52,7	84,632	11.424,9
Año 8	2032	2,355	316,6	0,1	52,7	84,699	11.433,9
Año 9	2033	2,355	316,6	0,1	52,7	84,766	11.443,0
Año 10	2034	2,355	316,6	0,1	52,7	84,834	11.452,0
Año 11	2035	2,355	316,6	0,1	52,7	84,935	11.465,6
	total	**25,903**	**3.483,142**	**0,657**	**579,338**	**1.016,835**	**137.222,557**

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Estimación de emisiones comuna de La Cruz

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de La Cruz. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 383 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de La Cruz, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 383. Estimación de emisiones comuna La Cruz.

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**ton$MP_{2,5}$e / año**	**tonCO_2e / año**
La Cruz	Urbano	8.533	1.209	12,3%	**54,018**	**7.259,280**
	Rural	1.325	422	4,3%	**20,115**	**2.734,578**
	Total	9.858	**1.631**	16,6%	**74,133**	**9.993,857**

Fuente: Elaboración propia

En las Tabla 384, ·Tabla 385 y Tabla 386 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de La Cruz.

Tabla 384. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Cruz.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**
Año 0	**2024**	1.209	422	1.631	1.209	422	1.631	**0**	**0**	0
Año 1	**2025**	1.242	434	1.676	1.207	399	1.606	**35**	**35**	70
Año 2	**2026**	1.271	444	1.715	1.236	409	1.645	**35**	**35**	70
Año 3	**2027**	1.299	454	1.754	1.264	419	1.683	**35**	**35**	70
Año 4	**2028**	1.327	464	1.791	1.292	429	1.721	**35**	**35**	70
Año 5	**2029**	1.354	473	1.828	1.319	438	1.757	**35**	**35**	70
Año 6	**2030**	1.381	483	1.864	1.346	448	1.794	**35**	**35**	70
Año 7	**2031**	1.407	492	1.898	1.372	457	1.829	**35**	**35**	70

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 8	2032	1.432	500	1.932	1.397	465	1.862	35	35	70
Año 9	2033	1.456	509	1.965	1.421	474	1.895	35	35	70
Año 10	2034	1.479	517	1.997	1.444	482	1.926	35	35	70
Año 11	2035	1.502	525	2.027	1.467	490	1.957	35	35	70
	total							**385**	**385**	**770**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 385. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Cruz.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	74,133	9.993,857
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	76,178	10.270
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	77,951	10.509
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	79,724	10.748
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	81,405	10.974
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	83,087	11.201
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	84,723	11.422
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	86,269	11.630
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	87,814	11.838
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	89,314	12.040
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	90,769	12.237
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	92,132	12.420
	total	**275**	**275**	**550**	**110**	**110**	**220**	**1.003,501**	**135.281,655**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 386. Proyección de estimación de emisiones comuna de La Cruz.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año	$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año	$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año
Año 0	2024					74,133	9.993,9
Año 1	2025	3,182	428,9	0,1	69,6	73,076	9.910,3
Año 2	2026	3,182	428,9	0,1	69,6	74,848	10.149,2
Año 3	2027	3,182	428,9	0,1	69,6	76,621	10.388,2
Año 4	2028	3,182	428,9	0,1	69,6	78,303	10.614,9

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 5	**2029**	3,182	428,9	0,1	69,6	79,984	10.841,6
Año 6	**2030**	3,182	428,9	0,1	69,6	81,621	11.062,2
Año 7	**2031**	3,182	428,9	0,1	69,6	83,166	11.270,6
Año 8	**2032**	3,182	428,9	0,1	69,6	84,712	11.478,9
Año 9	**2033**	3,182	428,9	0,1	69,6	86,211	11.681,1
Año 10	**2034**	3,182	428,9	0,1	69,6	87,666	11.877,2
Año 11	**2035**	3,182	428,9	0,1	69,6	89,030	12.061,0
	total	**34,998**	**4.718,130**	**0,868**	**765,682**	**969,370**	**131.329,207**

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Estimación de emisiones comuna Nogales

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Nogales. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 387 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Nogales, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 387. Estimación de emisiones comuna Nogales.

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**tonMP$_{2,5}$e / año**	**tonCO$_2$e / año**
Nogales	Urbano	6.597	1.367	16,3%	**57,727**	**7.781,8**
	Rural	1.797	695	8,3%	**28,068**	**3.771,0**
	Total	8.394	**2.062**	24,6%	**85,794**	**11.552,8**

Fuente: Elaboración propia

En las Tabla 388, Tabla 389 y Tabla 390 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Nogales.

Tabla 388. Proyección de estimación de emisiones comuna de Nogales.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 0	2024	1.367	695	2.062	1.367	695	2.062	0	0	0
Año 1	2025	1.389	707	2.096	1.354	672	2.026	35	35	70
Año 2	2026	1.390	708	2.098	1.355	673	2.028	35	35	70
Año 3	2027	1.391	708	2.100	1.356	673	2.029	35	35	70
Año 4	2028	1.392	709	2.101	1.357	674	2.031	35	35	70
Año 5	2029	1.393	709	2.102	1.358	674	2.032	35	35	70
Año 6	2030	1.393	710	2.103	1.358	675	2.033	35	35	70
Año 7	2031	1.394	710	2.104	1.359	675	2.034	35	35	70
Año 8	2032	1.394	710	2.104	1.359	675	2.034	35	35	70
Año 9	2033	1.394	710	2.104	1.359	675	2.034	35	35	70
Año 10	2034	1.394	710	2.103	1.359	675	2.034	35	35	70
Año 11	2035	1.393	709	2.103	1.358	674	2.032	35	35	70
	total							385	385	770

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 389. Proyección de estimación de emisiones comuna de Nogales.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	85,794	11.552,8
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	87,209	11.743,3
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	87,292	11.754,5
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	87,375	11.765,7
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	87,417	11.771,3
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	87,459	11.776,9
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	87,500	11.782,5
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	87,542	11.788,1
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	87,542	11.788,1
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	87,542	11.788,1
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	87,500	11.782,5
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	87,500	11.782,5
	total	275	275	550	110	110	220	1.047,672	141.076,363

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 390. Proyección de estimación de emisiones comuna de Nogales.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	**2024**					85,794	11.552,8
Año 1	**2025**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,367	11.413,1
Año 2	**2026**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,450	11.424,3
Año 3	**2027**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,533	11.435,5
Año 4	**2028**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,575	11.441,1
Año 5	**2029**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,616	11.446,7
Año 6	**2030**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,658	11.452,3
Año 7	**2031**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,700	11.457,9
Año 8	**2032**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,700	11.457,9
Año 9	**2033**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,700	11.457,9
Año 10	**2034**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,658	11.452,3
Año 11	**2035**	2,913	392,2	0,1	62,0	84,658	11.452,3
	total	**32,038**	**4.314,091**	**0,773**	**682,066**	**1.016,408**	**137.444,339**

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Estimación de emisiones comuna Hijuelas

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Hijuelas. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la **Tabla 391** presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Hijuelas, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 391. Estimación de emisiones comuna Hijuelas

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**tonMP$_{2,5}$e / año**	**tonCO$_2$e / año**
Hijuelas	Urbano	4.966	1.154	15,6%	**49,576**	**6.606,0**
	Rural	2.408	714	9,7%	**33,410**	**4.564,8**

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**ton$MP_{2,5}$e / año**	**tonCO_2e / año**
	Total	7.374	**1.868**	25,3%	**82,985**	**11.170,8**

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 392, Tabla 393 y Tabla 394 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Hijuelas.

Tabla 392. Proyección de estimación de emisiones comuna Hijuelas.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**
Año 0	**2024**	1.154	714	1.868	1.154	714	1.868	**0**	**0**	0
Año 1	**2025**	1.155	718	1.873	1.120	683	1.803	**35**	**35**	70
Año 2	**2026**	1.159	720	1.879	1.124	685	1.809	**35**	**35**	70
Año 3	**2027**	1.162	723	1.885	1.127	688	1.815	**35**	**35**	70
Año 4	**2028**	1.166	725	1.891	1.131	690	1.821	**35**	**35**	70
Año 5	**2029**	1.169	727	1.896	1.134	692	1.826	**35**	**35**	70
Año 6	**2030**	1.172	729	1.901	1.137	694	1.831	**35**	**35**	70
Año 7	**2031**	1.175	730	1.905	1.140	695	1.835	**35**	**35**	70
Año 8	**2032**	1.177	732	1.909	1.142	697	1.839	**35**	**35**	70
Año 9	**2033**	1.179	733	1.913	1.144	698	1.842	**35**	**35**	70
Año 10	**2034**	1.181	734	1.915	1.146	699	1.845	**35**	**35**	70
Año 11	**2035**	1.183	735	1.918	1.148	700	1.848	**35**	**35**	70
	total							**385**	**385**	**770**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 393. Proyección de estimación de emisiones comuna Hijuelas.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	82,985	11.170,8
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	83,208	11.200,7
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	83,474	11.236,6
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	83,741	11.272,5
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	84,007	11.308,4
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	84,229	11.338,3
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	84,451	11.368,2
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	84,629	11.392,1
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	84,807	11.416,0
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	84,984	11.440,0
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	85,073	11.451,9
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	85,207	11.469,9
	total	**275**	**275**	**550**	**110**	**110**	**220**	**1.010,796**	**136.065,477**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 394. Proyección de estimación de emisiones comuna Hijuelas.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	2024					82,985	11.170,8
Año 1	2025	3,110	418,6	0,1	71,8	80,179	10.853,9
Año 2	2026	3,110	418,6	0,1	71,8	80,446	10.889,8
Año 3	2027	3,110	418,6	0,1	71,8	80,712	10.925,7
Año 4	2028	3,110	418,6	0,1	71,8	80,979	10.961,6
Año 5	2029	3,110	418,6	0,1	71,8	81,201	10.991,5
Año 6	2030	3,110	418,6	0,1	71,8	81,423	11.021,4
Año 7	2031	3,110	418,6	0,1	71,8	81,601	11.045,3
Año 8	2032	3,110	418,6	0,1	71,8	81,778	11.069,2
Año 9	2033	3,110	418,6	0,1	71,8	81,956	11.093,1
Año 10	2034	3,110	418,6	0,1	71,8	82,045	11.105,1
Año 11	2035	3,110	418,6	0,1	71,8	82,178	11.123,0
	total	**34,207**	**4.604,686**	**0,895**	**789,572**	**977,484**	**132.250,363**

Fuente: Elaboración propia.

5.3.6 Estimación de emisiones comuna Catemu

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Catemu. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 395 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Catemu, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 395. Estimación de emisiones comuna Catemu.

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**ton$MP_{2,5}$e / año**	**tonCO_2e / año**
Catemu	Urbano	3.169	869	15,5%	**32,027**	**4.607,0**
	Rural	2.434	946	16,9%	**42,507**	**5.778,8**
	Total	5.603	**1.815**	32,4%	**74,534**	**10.385,9**

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 396, Tabla 397 y Tabla 398 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Catemu.

Tabla 396. Proyección de estimación de emisiones comuna Catemu.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 0	2024	869	946	1.815	869	946	1.815	0	0	0
Año 1	2025	875	954	1.829	840	919	1.759	35	35	70
Año 2	2026	882	961	1.843	847	926	1.773	35	35	70
Año 3	2027	888	968	1.857	853	933	1.786	35	35	70
Año 4	2028	894	975	1.869	859	940	1.799	35	35	70
Año 5	2029	900	982	1.882	865	947	1.812	35	35	70
Año 6	2030	906	988	1.894	871	953	1.824	35	35	70
Año 7	2031	912	994	1.906	877	959	1.836	35	35	70
Año 8	2032	917	1000	1.917	882	965	1.847	35	35	70
Año 9	2033	922	1006	1.928	887	971	1.858	35	35	70
Año 10	2034	927	1011	1.938	892	976	1.868	35	35	70
Año 11	2035	932	1016	1.949	897	981	1.878	35	35	70
	total							385	385	770

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 397. Proyección de estimación de emisiones comuna Catemu.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	74,534	10.385,9
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	75,109	10.466,0
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	75,684	10.546,1
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	76,259	10.626,2
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	76,752	10.694,9
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	77,286	10.769,3
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	77,779	10.837,9
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	78,271	10.906,6
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	78,723	10.969,5
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	79,175	11.032,5
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	79,586	11.089,7
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	80,037	11.152,6
	total	275	275	550	110	110	220	929,197	129.477,101

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 398. Proyección de estimación de emisiones comuna Catemu.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	**2024**					74,534	10.385,9
Año 1	**2025**	2,875	400,6	0,1	61,8	72,305	10.127,2
Año 2	**2026**	2,875	400,6	0,1	61,8	72,880	10.207,3
Año 3	**2027**	2,875	400,6	0,1	61,8	73,455	10.287,4
Año 4	**2028**	2,875	400,6	0,1	61,8	73,947	10.356,1
Año 5	**2029**	2,875	400,6	0,1	61,8	74,481	10.430,5
Año 6	**2030**	2,875	400,6	0,1	61,8	74,974	10.499,2
Año 7	**2031**	2,875	400,6	0,1	61,8	75,467	10.567,8
Año 8	**2032**	2,875	400,6	0,1	61,8	75,919	10.630,8
Año 9	**2033**	2,875	400,6	0,1	61,8	76,370	10.693,7
Año 10	**2034**	2,875	400,6	0,1	61,8	76,781	10.750,9
Año 11	**2035**	2,875	400,6	0,1	61,8	77,233	10.813,9
	total	**31,621**	**4.406,124**	**0,771**	**679,677**	**898,347**	**125.750,654**

Fuente: Elaboración propia.

5.3.7 Estimación de emisiones comuna Llay Llay

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Llay Llay. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 399 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Llay Llay, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 399. Estimación de emisiones comuna Llay Llay.

					Emisiones equivalentes	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**tonMP$_{2,5}$e/año**	**tonCO$_2$e**
Llay-llay	Urbano	6.891	1.089	10,4%	**41,261**	**5.495,7**
	Rural	3.543	1.070	10,3%	**38,496**	**5.089,2**
	Total	10.434	**2.159**	20,7%	**79,757**	**10.584,968**

Fuente: Elaboración propia

En las Tabla 400, Tabla 401 y Tabla 402 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Llay Llay.

Tabla 400. Proyección de estimación de emisiones comuna Llay Llay.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 0	2024	1.089	1.070	2.159	1.089	1.070	2.159	0	0	0
Año 1	2025	1.092	1.082	2.174	1.057	1.047	2.104	35	35	70
Año 2	2026	1.099	1.088	2.187	1.064	1.053	2.117	35	35	70
Año 3	2027	1.105	1.094	2.199	1.070	1.059	2.129	35	35	70
Año 4	2028	1.111	1.100	2.211	1.076	1.065	2.141	35	35	70
Año 5	2029	1.117	1.106	2.223	1.082	1.071	2.153	35	35	70
Año 6	2030	1.122	1.112	2.234	1.087	1.077	2.164	35	35	70
Año 7	2031	1.128	1.117	2.245	1.093	1.082	2.175	35	35	70
Año 8	2032	1.133	1.122	2.255	1.098	1.087	2.185	35	35	70
Año 9	2033	1.138	1.127	2.265	1.103	1.092	2.195	35	35	70
Año 10	2034	1.142	1.131	2.274	1.107	1.096	2.203	35	35	70
Año 11	2035	1.147	1.136	2.283	1.112	1.101	2.213	35	35	70
	total							385	385	770

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 401. Proyección de estimación de emisiones comuna Llay Llay.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	79,757	10.585,0
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	80,311	10.658,5
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	80,791	10.722,2
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	81,235	10.781,1
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	81,678	10.839,9
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	82,121	10.898,7
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	82,527	10.952,7
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	82,934	11.006,6
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	83,303	11.055,6
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	83,673	11.104,7
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	84,005	11.148,8
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	84,338	11.192,9
	total	275	275	550	110	110	220	986,672	130.946,689

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 402. Proyección de estimación de emisiones comuna Llay Llay.

		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	**2024**					79,757	10.585,0
Año 1	**2025**	2,586	343,2	0,1	50,3	77,782	10.365,6
Año 2	**2026**	2,586	343,2	0,1	50,3	78,262	10.429,3
Año 3	**2027**	2,586	343,2	0,1	50,3	78,706	10.488,2
Año 4	**2028**	2,586	343,2	0,1	50,3	79,149	10.547,0
Año 5	**2029**	2,586	343,2	0,1	50,3	79,592	10.605,8
Año 6	**2030**	2,586	343,2	0,1	50,3	79,999	10.659,8
Año 7	**2031**	2,586	343,2	0,1	50,3	80,405	10.713,7
Año 8	**2032**	2,586	343,2	0,1	50,3	80,774	10.762,7
Año 9	**2033**	2,586	343,2	0,1	50,3	81,144	10.811,7
Año 10	**2034**	2,586	343,2	0,1	50,3	81,476	10.855,9
Año 11	**2035**	2,586	343,2	0,1	50,3	81,809	10.900,0
	total	**28,445**	**3.775,093**	**0,627**	**553,059**	**958,855**	**127.724,656**

Fuente: Elaboración propia.

5.3.8 Estimación de emisiones comuna Panquehue

De acuerdo con la información obtenida del Censo 2024 y los datos levantados en terreno mediante las encuestas, fue posible establecer una proyección de las emisiones asociadas a los artefactos a leña existentes en la comuna de Panquehue. Asimismo, se realizó una estimación de la reducción de emisiones bajo un escenario con proyecto, correspondiente a la implementación de un Programa de Recambio de Calefactores, considerando el reemplazo de los equipos existentes por nuevas tecnologías y una proyección del escenario hasta el año 2035.

En la Tabla 403 presenta la estimación de emisiones anuales de Material Particulado fino ($MP_{2,5}$) y dióxido de carbono equivalente (CO_2e) asociadas a los artefactos a leña identificados en la comuna de Panquehue, diferenciando los sectores urbano y rural.

Tabla 403. Estimación de emisiones comuna de Panquehue.

					Emisiones equivalentes anuales	
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**Porcentaje del total de viviendas**	**tonMP$_{2,5}$e / año**	**tonCO$_2$e / año**
Panquehue	Urbano	980	327	11,4%	**15,045**	**1.988,7**
	Rural	1.882	682	23,8%	**30,501**	**4.150,8**
	Total	2.862	**1.009**	35,2%	**45,546**	**6.139,5**

Fuente: Elaboración propia.

En las Tabla 404, Tabla 405 y Tabla 406 resume la proyección anual de los sistemas de calefacción y las emisiones de $MP_{2,5}$ y CO_2e asociadas, considerando las emisiones sin proyecto, las reducciones estimadas y las emisiones anuales resultantes para la comuna de Panquehue.

Tabla 404. Proyección de estimación de emisiones comuna Panquehue.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Cantidad de Calefactores con proyecto			Calefactores a Reemplazar		
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
Año 0	2024	327	682	1.009	327	682	1.009	0	0	0
Año 1	2025	328	686	1.014	293	651	944	35	35	70
Año 2	2026	331	690	1.021	296	655	951	35	35	70
Año 3	2027	333	694	1.027	298	659	957	35	35	70
Año 4	2028	335	699	1.034	300	664	964	35	35	70
Año 5	2029	337	703	1.040	302	668	970	35	35	70
Año 6	2030	339	708	1.047	304	673	977	35	35	70
Año 7	2031	341	712	1.054	306	677	983	35	35	70
Año 8	2032	343	717	1.060	308	682	990	35	35	70
Año 9	2033	346	721	1.067	311	686	997	35	35	70
Año 10	2034	348	726	1.074	313	691	1.004	35	35	70
Año 11	2035	350	731	1.081	315	696	1.011	35	35	70
	total							**385**	**385**	**770**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 405. Proyección de estimación de emisiones comuna Panquehue.

		Calefactores Pellet Reemplazados			Aire Acondicionado			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	$TonMP_{2,5}e$/año	$tonCO_2e$/año
Año 0	2024	0	0	0	0	0	0	45,546	6.139,479
Año 1	2025	25	25	50	10	10	20	45,772	6.170
Año 2	2026	25	25	50	10	10	20	46,088	6.212
Año 3	2027	25	25	50	10	10	20	46,358	6.249
Año 4	2028	25	25	50	10	10	20	46,674	6.292
Año 5	2029	25	25	50	10	10	20	46,945	6.328
Año 6	2030	25	25	50	10	10	20	47,261	6.371
Año 7	2031	25	25	50	10	10	20	47,577	6.413
Año 8	2032	25	25	50	10	10	20	47,848	6.450
Año 9	2033	25	25	50	10	10	20	48,164	6.492
Año 10	2034	25	25	50	10	10	20	48,480	6.535
Año 11	2035	25	25	50	10	10	20	48,796	6.578
	total	**275**	**275**	**550**	**110**	**110**	**220**	**565,509**	**76.229,330**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 406. Proyección de estimación de emisiones comuna Panquehue.

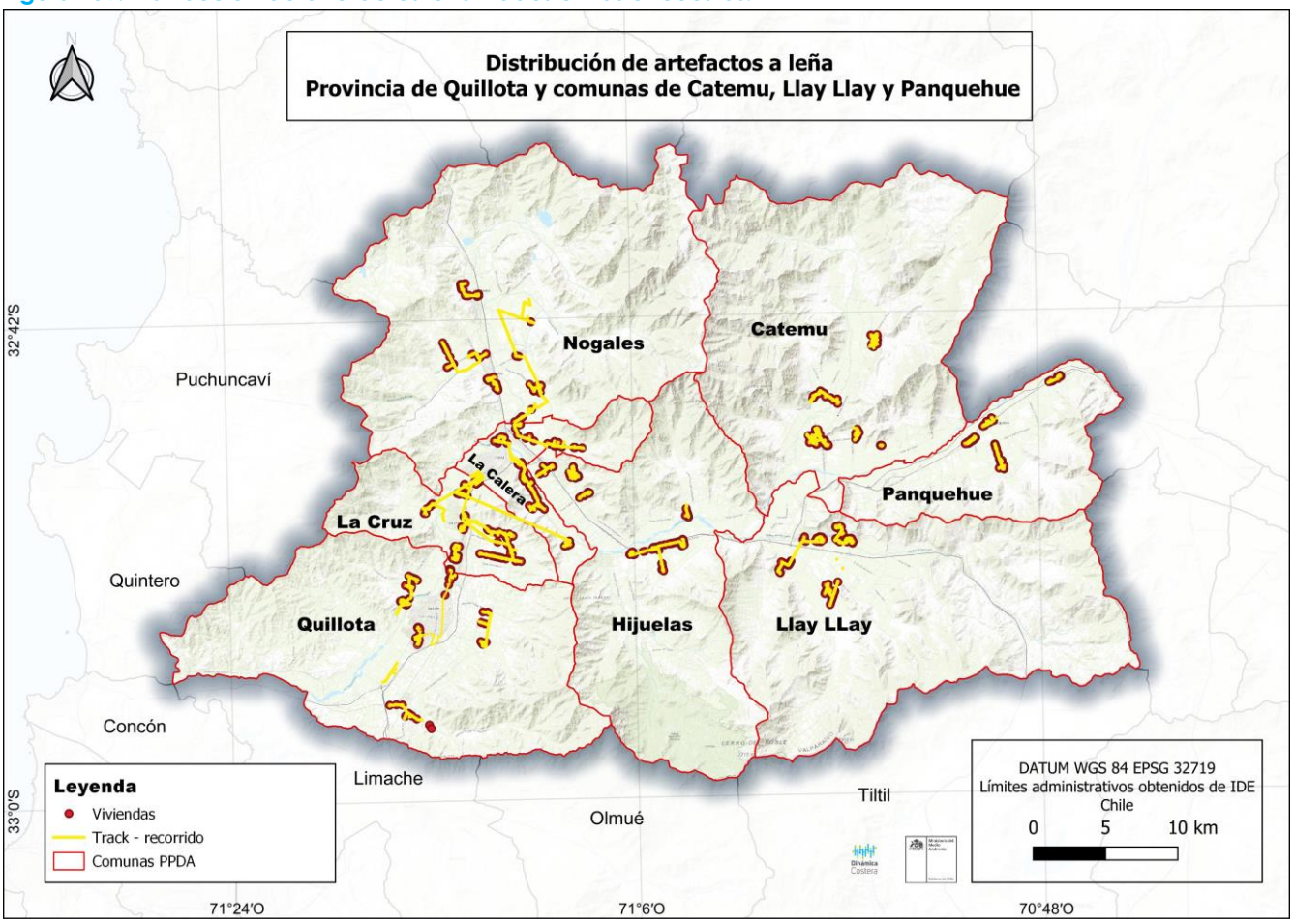
		Emisiones reducidas anuales		Emisiones adicionales anuales		Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año	TonMP$_{2,5}$e/año	tonCO$_2$e/año
Año 0	**2024**					45,546	6.139,5
Año 1	**2025**	3,160	425,9	0,1	67,1	42,688	5.811,1
Año 2	**2026**	3,160	425,9	0,1	67,1	43,004	5.853,7
Año 3	**2027**	3,160	425,9	0,1	67,1	43,275	5.890,2
Año 4	**2028**	3,160	425,9	0,1	67,1	43,591	5.932,8
Año 5	**2029**	3,160	425,9	0,1	67,1	43,862	5.969,3
Año 6	**2030**	3,160	425,9	0,1	67,1	44,178	6.011,9
Año 7	**2031**	3,160	425,9	0,1	67,1	44,493	6.054,5
Año 8	**2032**	3,160	425,9	0,1	67,1	44,764	6.091,0
Año 9	**2033**	3,160	425,9	0,1	67,1	45,080	6.133,6
Año 10	**2034**	3,160	425,9	0,1	67,1	45,396	6.176,2
Año 11	**2035**	3,160	425,9	0,1	67,1	45,712	6.218,8
	total	**34,758**	**4.685,232**	**0,837**	**738,208**	**531,589**	**72.282,307**

Fuente: Elaboración propia.

5.4 Georreferenciación de artefactos

En Figura 239 se registra la ubicación de los artefactos a leña levantados en terreno en las comunas de la Provincia de Quillota y en las comunas de Panquehue, Catemu y Llay LLay.

Figura 239. Distribución de artefactos levantados en las encuestas.



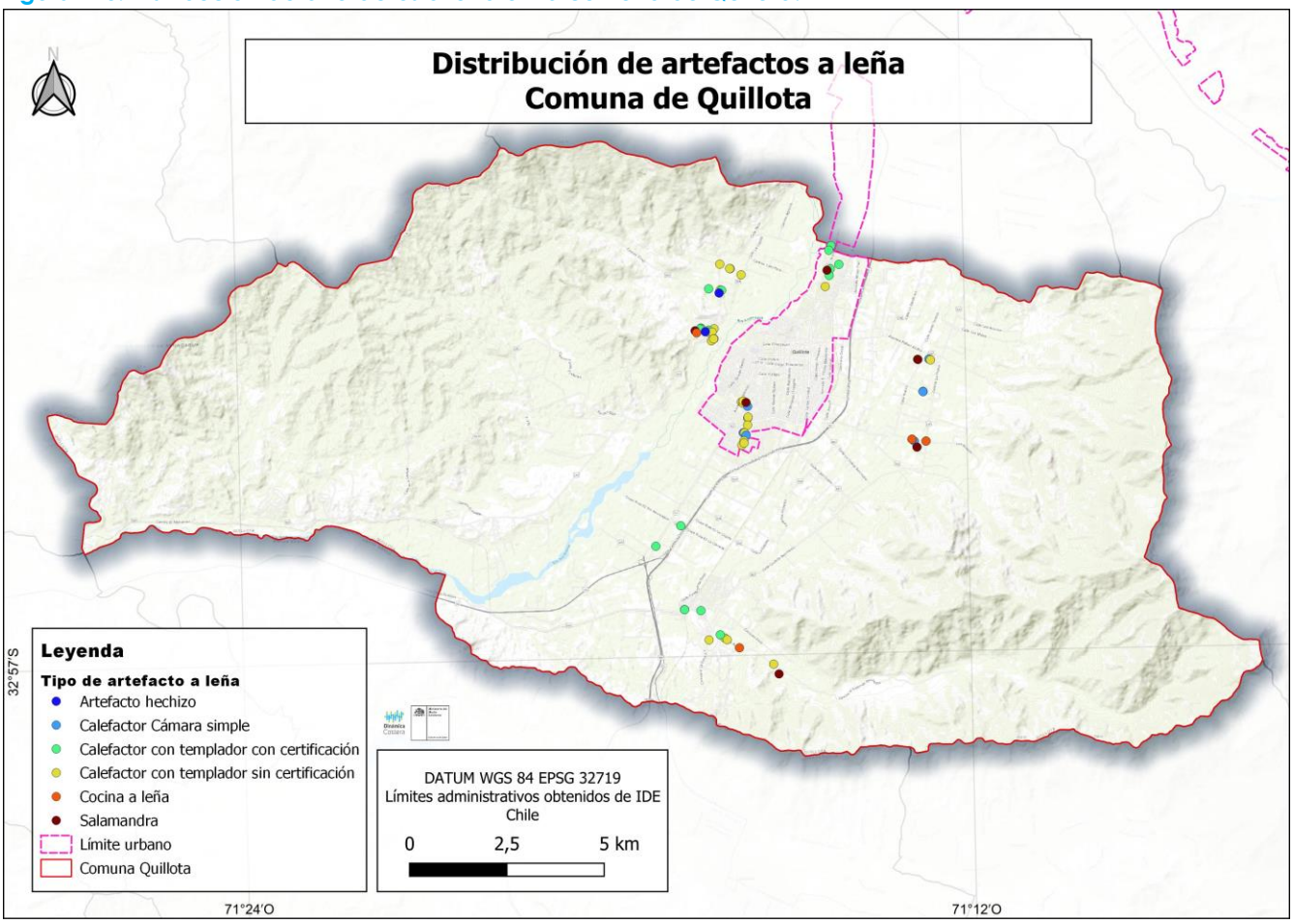
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 240 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Quillota. Se observa una mayor concentración de artefactos en el sector urbano, mientras que en el sector rural estos presentan una distribución más amplia y dispersa. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa tanto en el sector urbano como rural una importante presencia de calefactores con templador, tanto certificados como no certificados. Estos corresponden a una parte relevante de los artefactos identificados durante el levantamiento en terreno

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 240. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 241 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de La Cruz. Se observa una mayor concentración de artefactos en el sector urbano, mientras que en el sector rural estos presentan una distribución más amplia y dispersa. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo y salamandras.

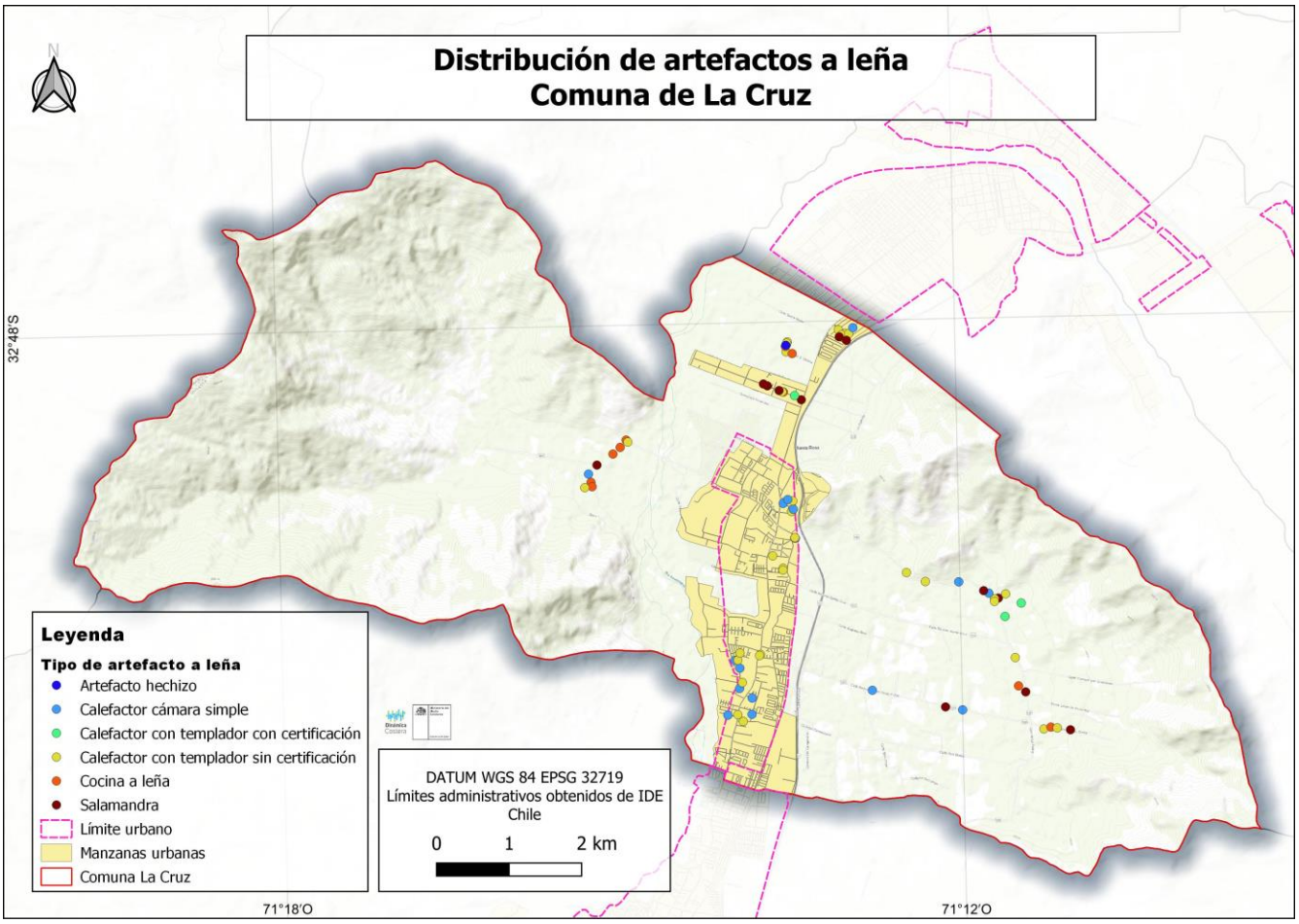
En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, en el sector urbano se observa una importante presencia de calefactores con templador sin certificación, cámara simple y salamandras. En el área rural también se registra una presencia importante de calefactores con templador sin certificación, salamandras y cocinas a leña. Estos corresponden a algunos de los tipos de artefactos con mayor presencia entre los registros levantados durante el trabajo en terreno.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Cabe señalar que, para la definición del área urbana y rural utilizada en la cartografía, se consideraron las manzanas censales urbanas del Censo 2024, debido a que el Plan Regulador Comunal (PRC) de La Cruz no se encuentra actualizado hace más de cuarenta años. Esta consideración permitió representar

de manera más adecuada la situación actual del territorio, especialmente en sectores que, si bien se encuentran fuera del área definida por el PRC, presentan actualmente un nivel de urbanización consolidado.

Figura 241. Distribución de artefactos a leña en la comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

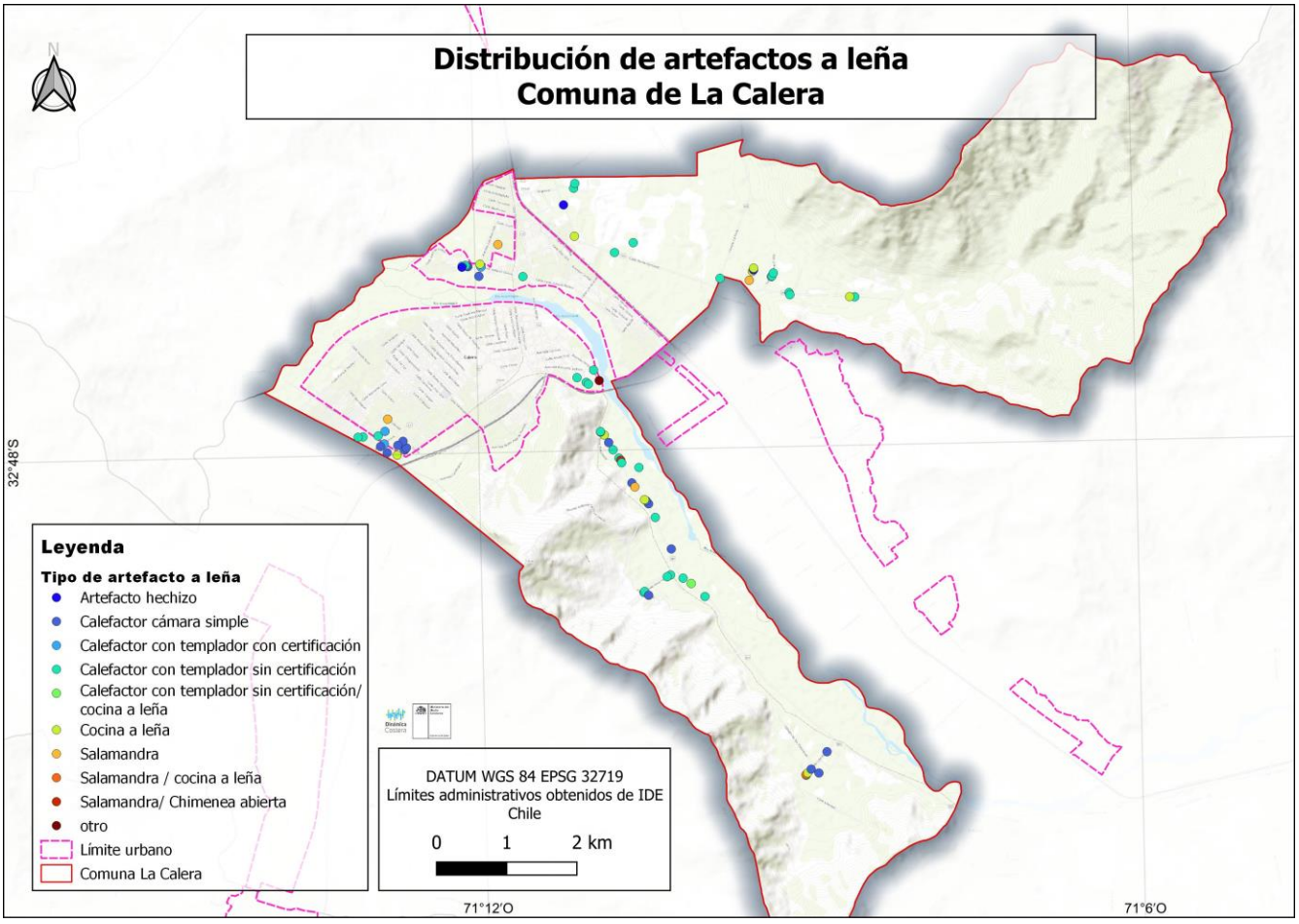
En la Figura 242 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de La Calera. Se observa una mayor concentración de artefactos en el sector urbano, mientras que en el sector rural estos presentan una distribución más amplia y dispersa. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo, chimenea abierta y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, en el sector urbano se observa una importante presencia de calefactores con templador sin certificación, cámara simple y salamandras. En el área rural también se registra una presencia importante de calefactores con templador sin certificación, salamandras y cocinas a leña. Estos corresponden a algunos de los tipos de artefactos con mayor presencia entre los registros levantados durante el trabajo en terreno.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Cabe señalar que, para la definición del área urbana y rural utilizada en la cartografía, se consideraron las manzanas censales urbanas del Censo 2024, debido a que el Plan Regulador Comunal (PRC) de La Cruz no se encuentra actualizado hace más de cuarenta años. Esta consideración permitió representar de manera más adecuada la situación actual del territorio, especialmente en sectores que, si bien se encuentran fuera del área definida por el PRC, presentan actualmente un nivel de urbanización consolidado.

Figura 242. Distribución de artefactos a leña en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

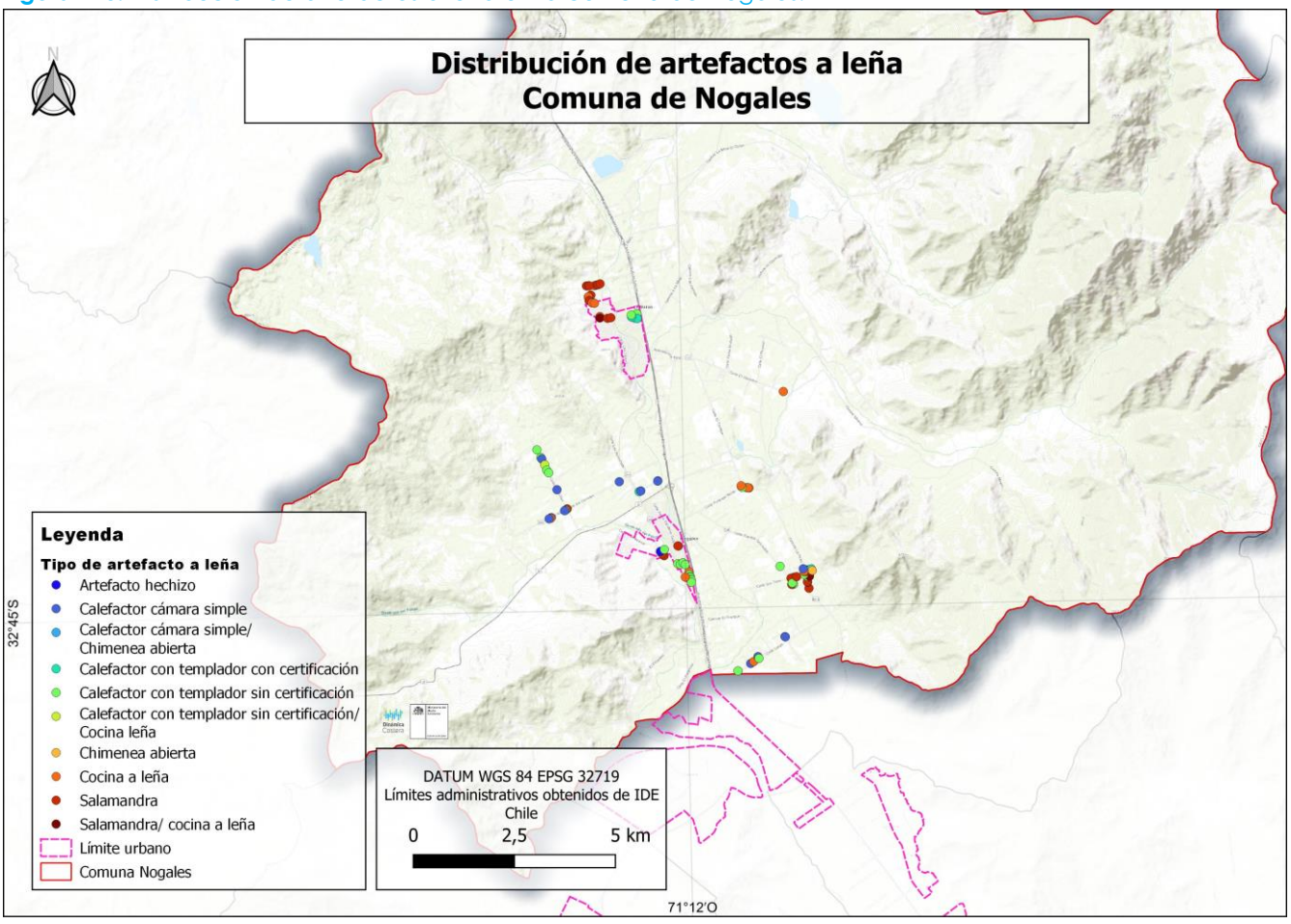
En la Figura 243 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Nogales. Se observa una importante concentración de artefactos tanto en el sector urbano como en el sector rural, aunque en este último presentan una distribución más dispersa. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo,

chimenea abierta y salamandras, además de aquellas viviendas que cuentan con más de un artefacto a leña.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa una composición variada tanto en el área urbana como rural. Si bien existen sectores donde se concentra una mayor presencia de calefactores con templador sin certificación, también se identifican zonas con una presencia importante de salamandras y cocinas a leña. Asimismo, se observan viviendas que cuentan con más de un artefacto, principalmente en sectores donde existe una mayor concentración de registros.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 243. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

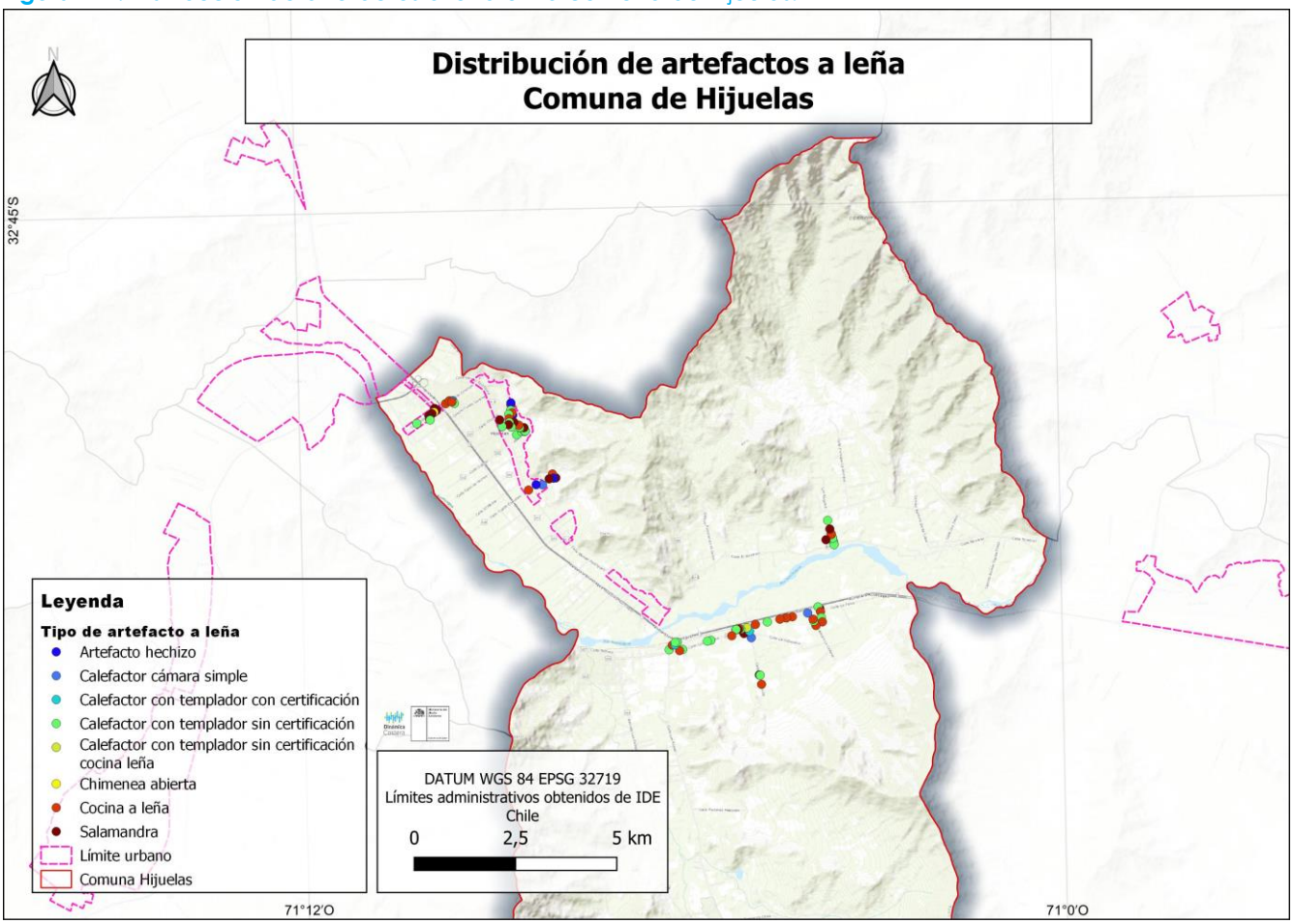
En la Figura 244 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Hijuelas. Se observa una importante concentración de artefactos tanto en el sector urbano como en el sector rural. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos

registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo, chimenea abierta y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa una composición variada tanto en el área urbana como rural. Si bien existen sectores donde se concentra una mayor presencia de calefactores con templador sin certificación, también se identifican zonas con una presencia importante de salamandras y cocinas a leña.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 244. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Hijuelas.



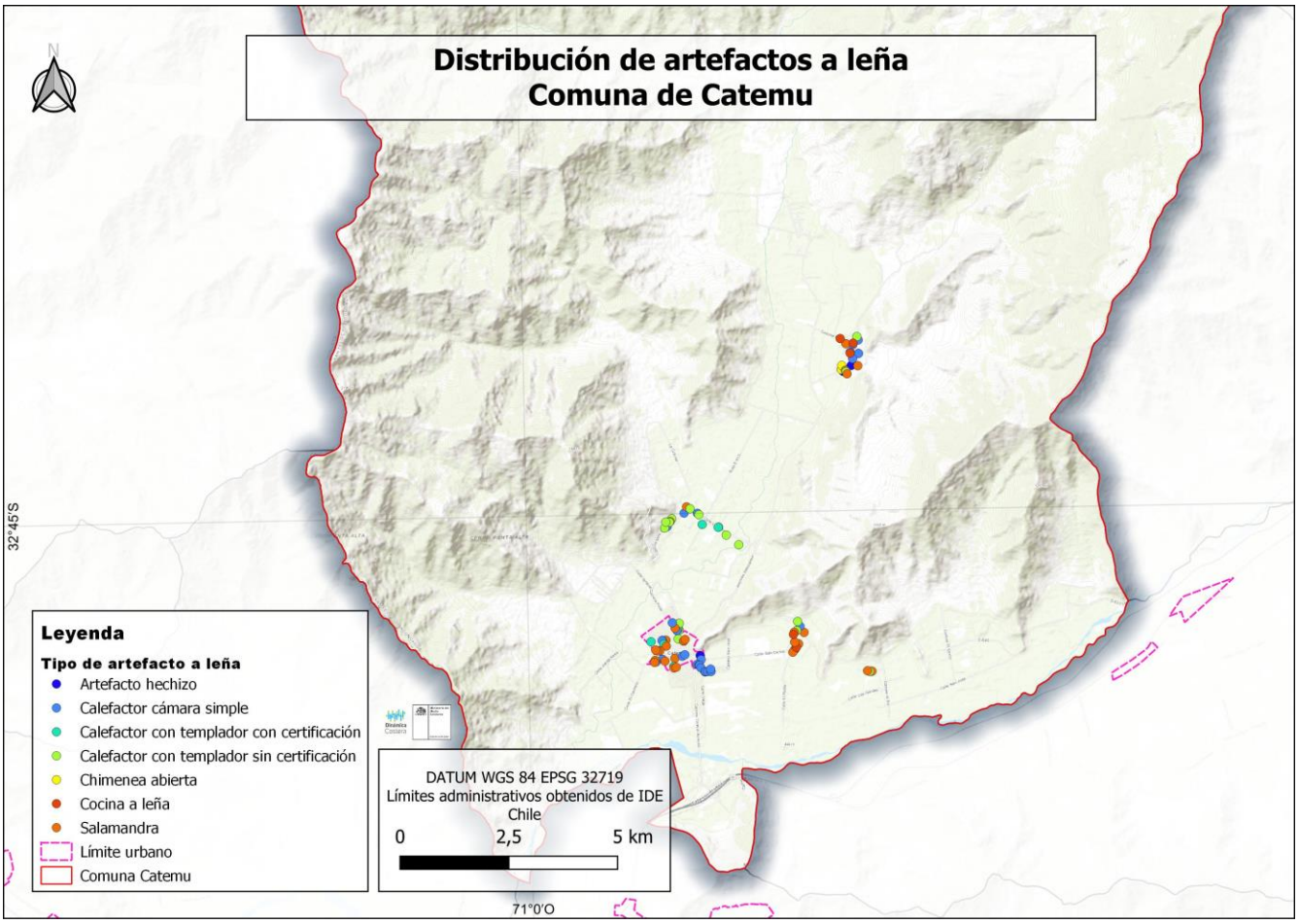
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 245 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Catemu. Se observa una importante concentración de artefactos tanto en el sector urbano como en el sector rural. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo, chimenea abierta y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa una composición variada tanto en el área urbana como rural. En el área urbana se concentra una mayor cantidad de artefactos de tipo cámara simple y salamandra. En cambio, en el área rural se observa una mayor presencia calefactores con templador sin certificación y salamandras.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 245. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

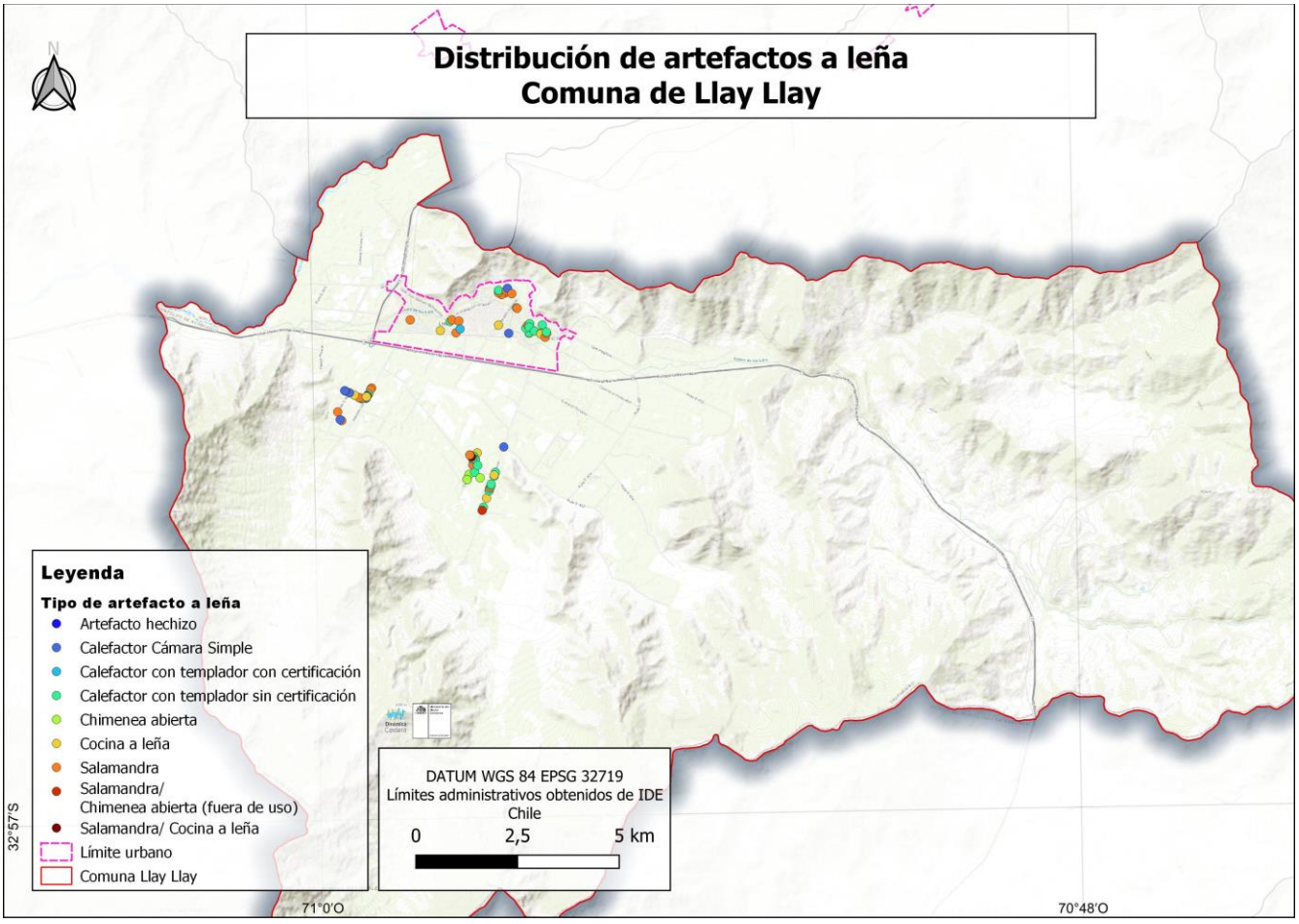
En la Figura 246 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Llay Llay. Se observa una importante concentración de artefactos tanto en el sector urbano como en el sector rural. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo, chimenea abierta y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa una composición variada tanto en el área urbana como rural. En el área urbana se concentra una mayor cantidad de artefactos de tipo

calefactores con templadores sin certificación y salamandras. En cambio, en el área rural se observa una mayor variedad de artefactos, identificándose la cocina a leña, salamandra, artefacto hechizo y calefactores con templador sin certificación.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 246. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

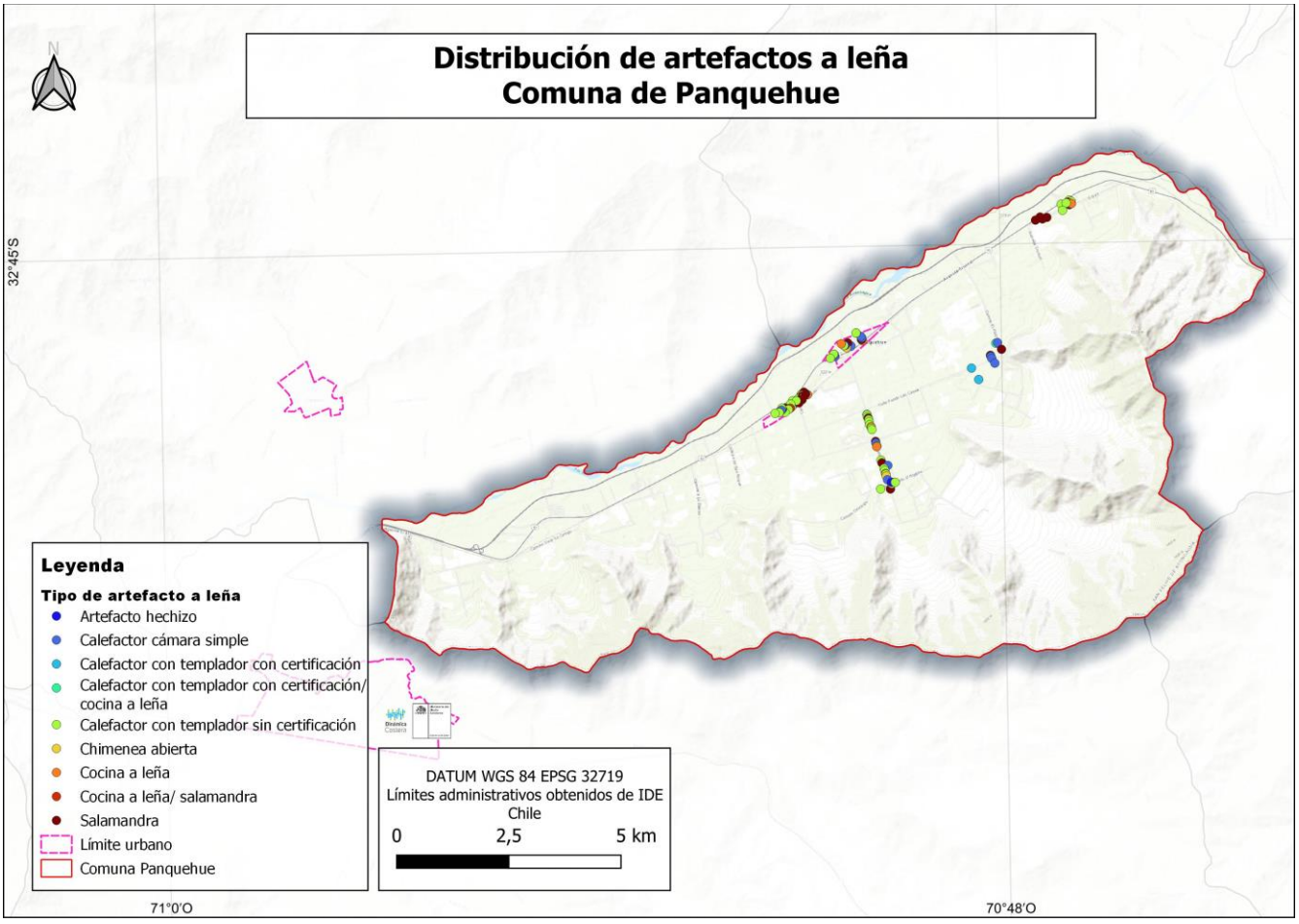
En la Figura 247 se muestra la distribución de los artefactos a leña levantados en terreno en la comuna de Panquehue. Se observa una importante concentración de artefactos tanto en el sector urbano como en el sector rural; sin embargo, en el área rural la localización de los distintos artefactos presenta una distribución más amplia y dispersa. La cartografía permite visualizar la localización de los distintos tipos de artefactos registrados, diferenciando entre calefactores simples, calefactores con templador con y sin certificación, cocinas a leña, artefacto hechizo, chimenea abierta y salamandras.

En cuanto a la distribución según tipo de artefacto, se observa una composición variada tanto en el área urbana como rural. En el área urbana se concentra una mayor cantidad de artefactos de tipo

calefactores con templadores sin certificación, salamandras y calefactor cámara simple. En cambio, en el área rural se observa una mayor variedad de artefactos, identificándose calefactor cámara simple, salamandra, artefacto hechizo y calefactores con templador sin certificación.

En este sentido, la cartografía permite complementar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, incorporando la dimensión espacial del análisis de información y facilitando la identificación de sectores con mayor presencia de artefactos a leña.

Figura 247. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

La información espacial presentada en las cartografías se encuentra disponible en formato KMZ, el cual será entregado a la contraparte técnica de acuerdo con lo establecido en las bases técnicas de la consultoría.

5.4.1 Identificación de artefactos de alto impacto

Los principales artefactos a leña asociados a mayores emisiones de contaminantes atmosféricos corresponden a los artefactos hechizos, salamandras y chimeneas abiertas. Esto se relaciona principalmente con su menor eficiencia térmica y el menor control del proceso de combustión en comparación con artefactos de calefacción más modernos y certificados. Estas condiciones pueden favorecer una combustión menos eficiente, incrementando las emisiones de material particulado (MP10 y MP2,5), monóxido de carbono (CO) y otros contaminantes atmosféricos.

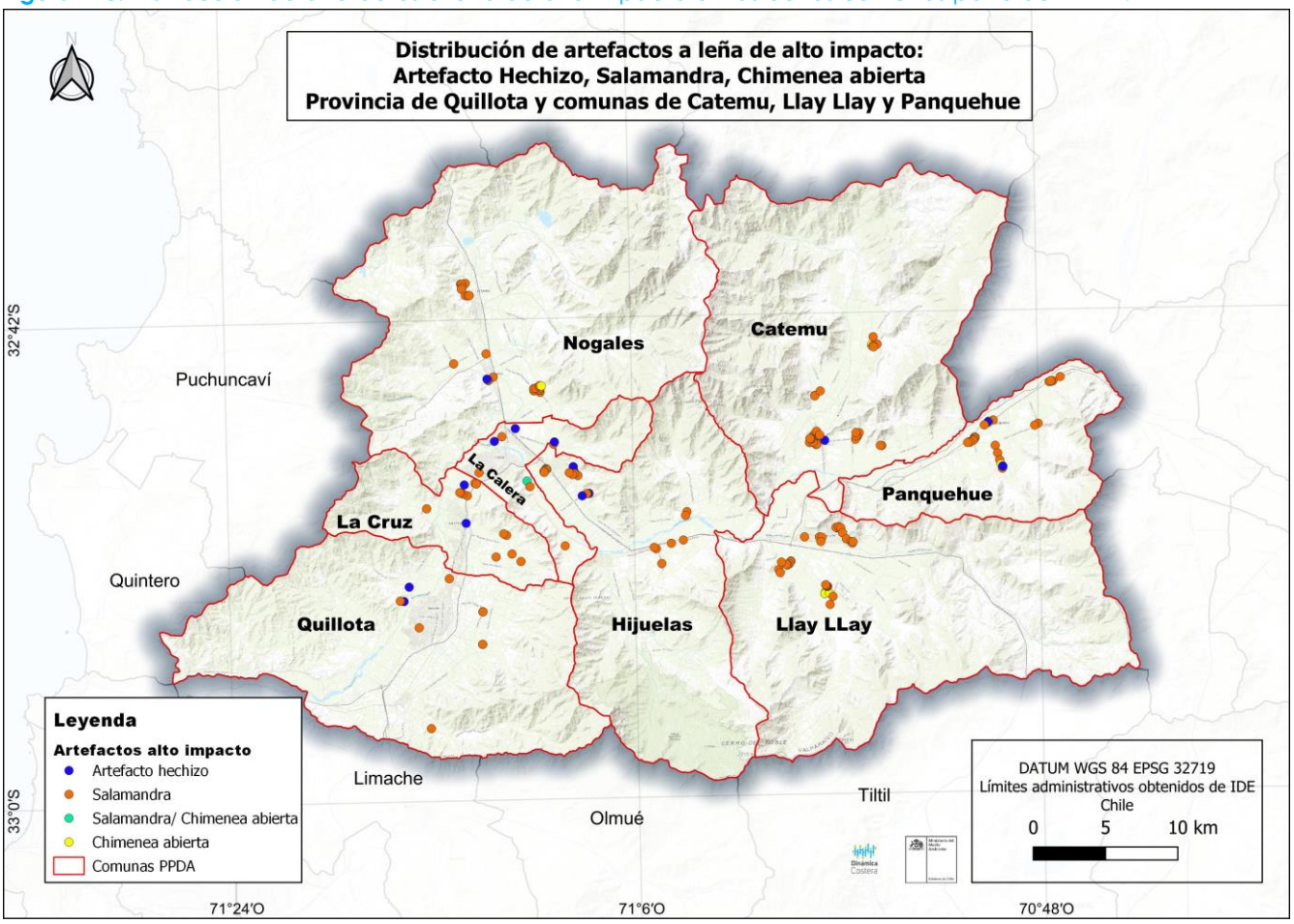
Los artefactos hechizos corresponden a equipos de calefacción confeccionados de manera artesanal, por ende no cuentan con un diseño eficiente ni certificado. Esta condición puede favorecer una combustión menos eficiente e incompleta de la leña, generando mayores emisiones de material particulado (MP10 y MP2,5), monóxido de carbono (CO) y otros contaminantes atmosféricos. Asimismo, su menor eficiencia térmica puede implicar un mayor consumo de leña para alcanzar condiciones adecuadas de calefacción.

Las salamandras corresponden a artefactos de calefacción a leña, generalmente de fabricación antigua, cuya estructura suele estar construido principalmente en hierro fundido o acero. Debido a sus características constructivas y de diseño, estos artefactos pueden presentar una menor eficiencia térmica en comparación con sistemas de calefacción más modernos y tecnológicos. Además, el control del tiraje y de las condiciones de combustión puede ser limitado, dificultando la optimización del proceso de quema de la leña. A su vez, una menor eficiencia térmica puede traducirse en un mayor consumo de leña para alcanzar el nivel de calefacción requerido.

Las chimeneas abiertas corresponden a estructuras construidas en albañilería, piedra, u otros materiales, que no cuenta con una puerta o sistema de cierre en la cámara de combustión. Debido a su baja eficiencia térmica, una proporción importante del calor generado durante la combustión se pierde a través del ducto de evacuación, pudiendo alcanzar hasta aproximadamente un 80%. Asimismo, este tipo de artefacto presenta un menor control del proceso de combustión, lo que favorece mayores emisiones de material particulado fino (MP2,5) y otros contaminantes atmosféricos.

En la Figura 248 se observa la distribución de los artefactos de alto impacto levantados en terreno en las ocho comunas del PPDA. Se evidencia una mayor concentración de este tipo de artefactos en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, donde se registra la mayor presencia de equipos de alto impacto.

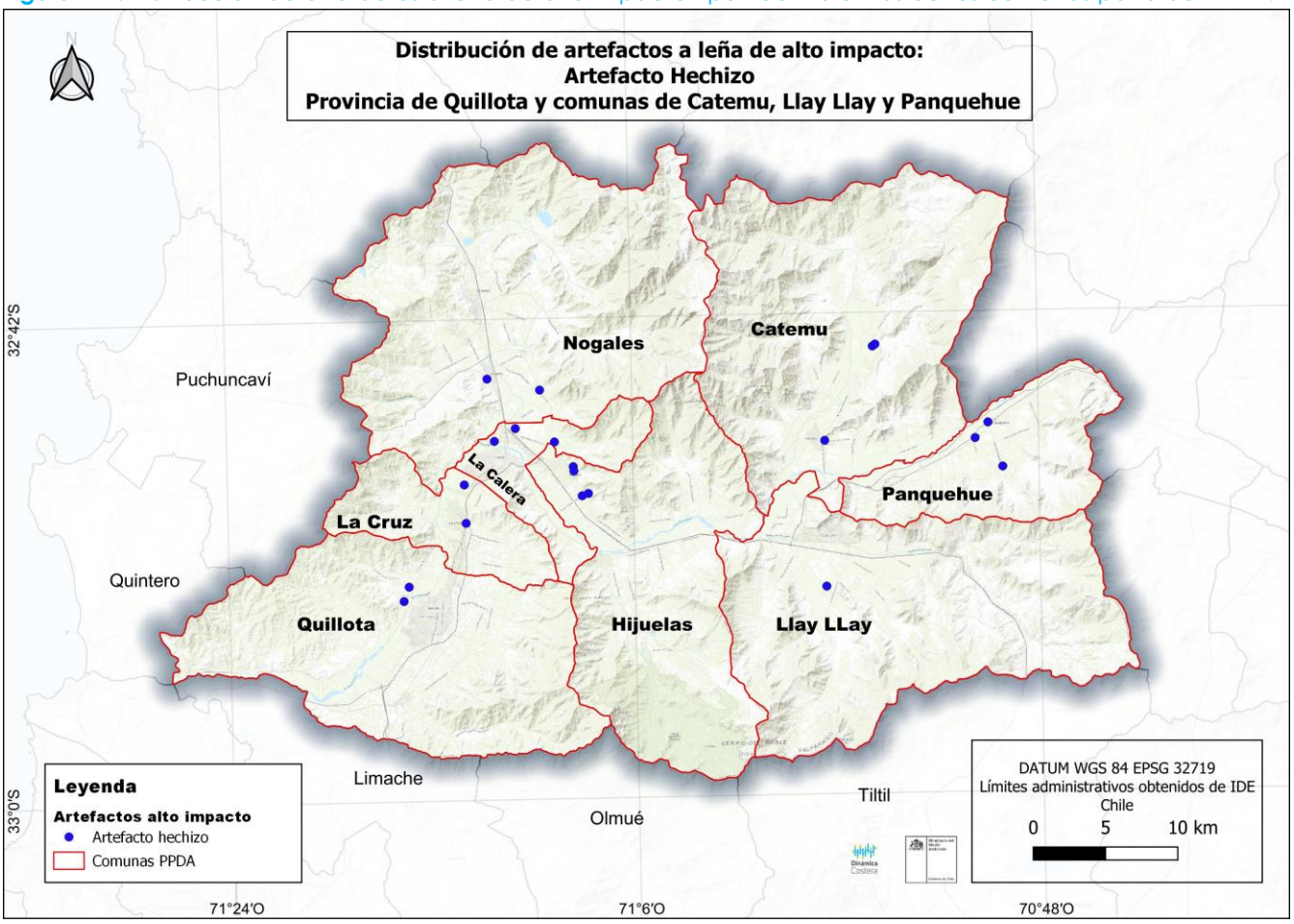
Figura 248. Distribución de artefactos a leña de alto impacto en las ochos comunas parte del PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 249, se observa la distribución de los artefactos tipo hechizos levantados en terreno en las ocho comunas del PPDA. Se evidencia una mayor concentración de este tipo de artefactos en las comunas de Hijuelas y Panquehue, donde se registra la mayor presencia de equipos de alto impacto.

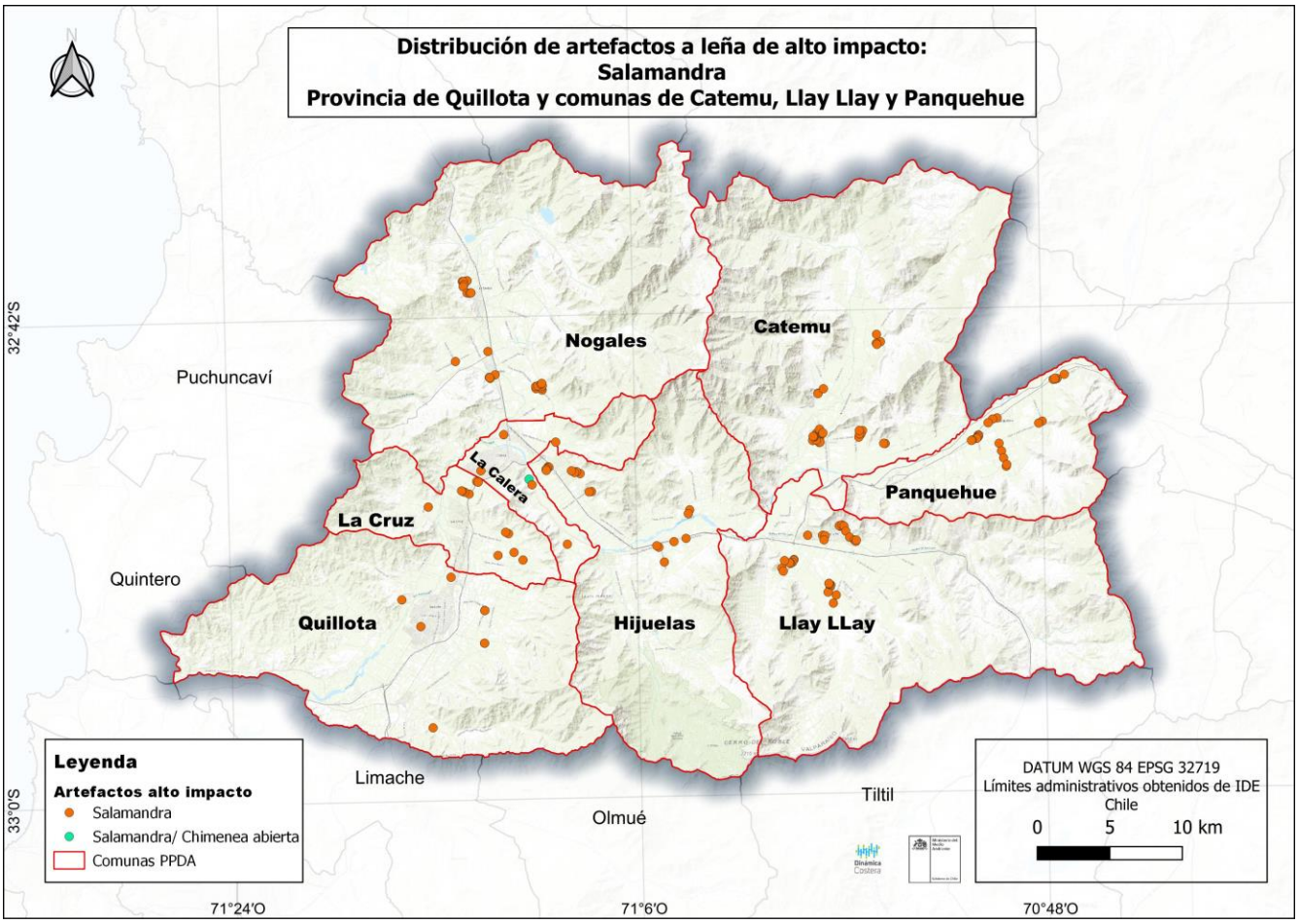
Figura 249. Distribución de artefactos a leña de alto impacto tipo hechizo en las ochos comunas parte del PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 250, se observa la distribución de los artefactos tipo salmandra levantados en terreno en las ocho comunas del PPDA. Se evidencia una mayor concentración de este tipo de artefactos en las comunas de Hijuelas, Catemu, Llay Llay y Panquehue, donde se registra la mayor presencia de equipos de alto impacto.

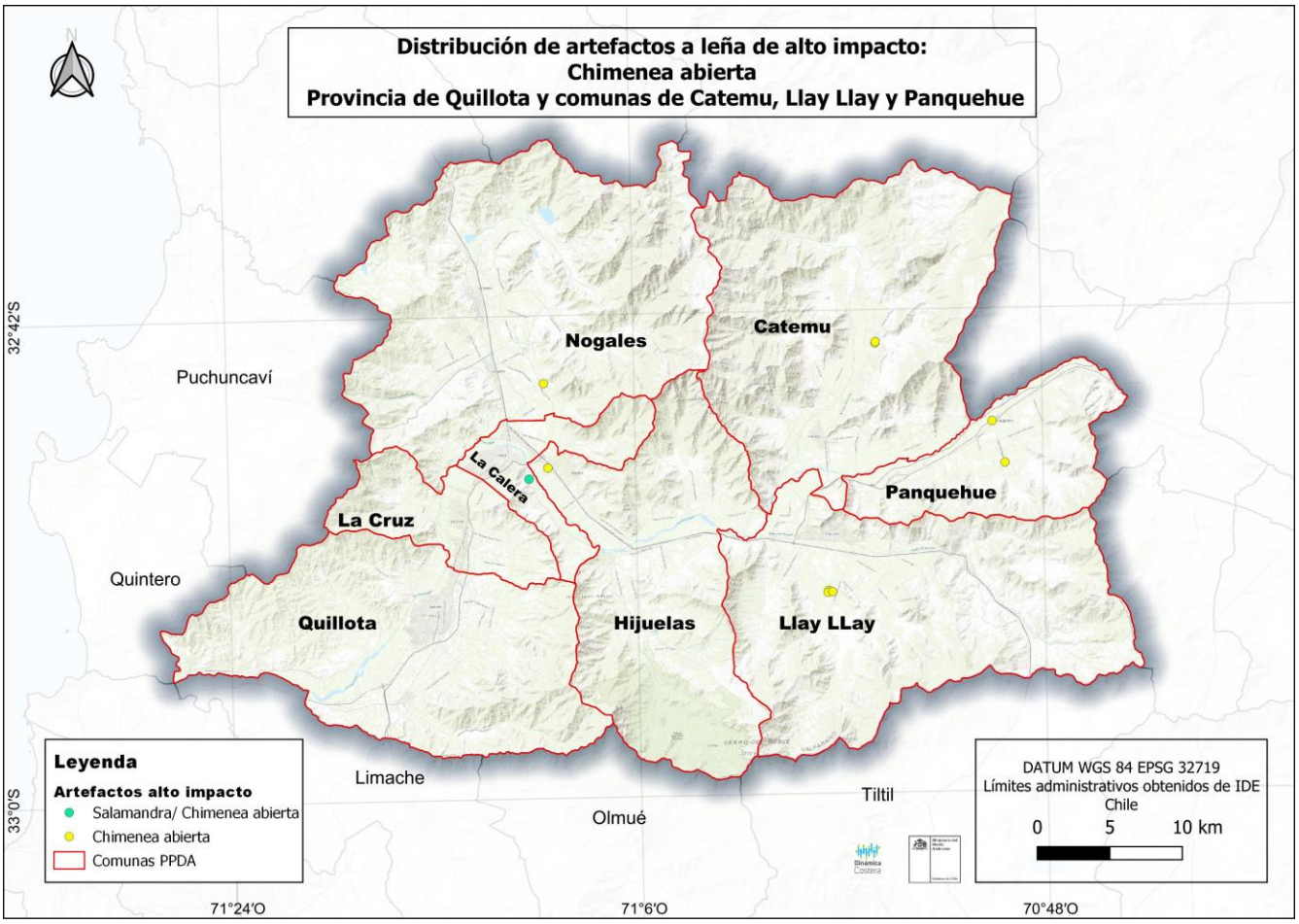
Figura 250. Distribución de artefactos a leña de alto impacto tipo salamandra en las ochos comunas parte del PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 251, se observa la distribución de los artefactos tipo chimenea abierta levantados en terreno en las ocho comunas del PPDA. Este tipo de artefacto a menor presencia dentro del catastro realizado, registrándose comunas en las que no se identificaron equipos de esta categoría. La mayor cantidad de chimeneas abiertas se concentra en las comunas de Panquehue y Llay Llay.

Figura 251. Distribución de artefactos a leña de alto impacto tipo chimenea abierta en las ochos comunas parte del PPDA.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 407 se observa la distribución de los artefactos de alto impacto levantados en terreno en las ocho comunas parte del PPDA. Se evidencia que la mayor cantidad de artefactos de este tipo se registró en las comunas de Catemu, LLay LLay, Nogales y Panquehue.

Tabla 407. Distribución de artefactos de alto impacto levantados en terreno en las ocho comunas parte del PPDA.

	Hechizo		Salamandra		Chimenea abierta		Total	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Quillota	0	2	2	4	0	0	2	6
Panquehue	2	1	12	14	1	1	15	16
Nogales	1	1	15	10	0	1	16	12
Llay Llay	0	1	14	20	0	3	14	24
La Cruz	1	1	6	6	0	0	7	7
Hijuelas	4	0	7	11	1	0	12	11
Catemu	1	2	16	14	0	2	17	18
La Calera	1	2	2	4	0	1	3	7

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Estimación de emisiones artefactos de alto impacto

De acuerdo con la información obtenida mediante el levantamiento de datos de las encuestas y la información proporcionada por el Censo 2024, se estimaron las emisiones provenientes de los artefactos de alto impacto, correspondientes a salamandras, chimeneas abiertas y artefactos hechizos. En las Tabla 401, Tabla 402 y Tabla 403 se presenta la estimación de emisiones por comuna y sector, diferenciando entre las áreas urbana y rural. Para su cálculo, se consideraron variables obtenidas a partir de las encuestas, tales como las horas de uso y operación de los artefactos, el tipo de leña utilizada y su contenido de humedad.

Tabla 408. Estimación de emisiones de artefactos de alto impacto.

		Urbano	Rural	Total
Comuna	**Artefacto**	**Cantidad estimada**	**Cantidad estimada**	**Cantidad estimada**
Quillota	**Artefacto hechizo**	0	78	78
	Salamandra	255	157	412
	Chimenea abierta	0	0	0
Quillota	**TOTAL**	**255**	**235**	**490**
Panquehue	**Artefacto hechizo**	13	14	27
	Salamandra	85	150	235
	Chimenea abierta	7	14	20
Panquehue	**TOTAL**	**105**	**177**	**282**
Nogales	**Artefacto hechizo**	30	13	43
	Salamandra	446	118	564
	Chimenea abierta	30	26	56
Nogales	**TOTAL**	**505**	**157**	**663**

Llay-llay	Artefacto hechizo	0	21	21
	Salamandra	462	420	882
	Chimenea abierta	0	84	84
Llay-llay	TOTAL	**462**	**525**	**987**
La Cruz	Artefacto hechizo	32	11	43
	Salamandra	191	68	259
	Chimenea abierta	0	0	0
La Cruz	TOTAL	**223**	**80**	**303**
Hijuelas	Artefacto hechizo	100	0	100
	Salamandra	276	106	382
	Chimenea abierta	25	0	25
Hijuelas	TOTAL	**401**	**106**	**508**
Catemu	Artefacto hechizo	19	37	56
	Salamandra	283	260	543
	Chimenea abierta	0	37	37
Catemu	TOTAL	**302**	**334**	**636**
Calera	Artefacto hechizo	39	7	46
	Salamandra	430	28	458
	Chimenea abierta	39	0	39
Calera	TOTAL	**508**	**35**	**543**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 409. Estimación de emisiones de artefactos de alto impacto.

Comuna	Artefacto	Horas de uso anuales	Modificadores		
			Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Quillota	Artefacto hechizo	313	2,50	1,00	1,00
	Salamandra	164	2,33	1,00	1,00
	Chimenea abierta	0	0	0,00	0,00
Quillota	TOTAL	428	2,254	1,00	1,02
Panquehue	Artefacto hechizo	302	2,67	1,00	1,00
	Salamandra	533	2,17	1,00	1,00

	Chimenea abierta	617	1,00	1,00	1,00
Panquehue	TOTAL	618	2,26	1,00	1,02
Nogales	Artefacto hechizo	176	1,00	1,00	1,00
	Salamandra	559	2,00	1,00	1,04
	Chimenea abierta	352	2,00	1,00	1,00
Nogales	TOTAL	571	2,09	1,00	1,03
Llay-llay	Artefacto hechizo	313	1,00	1,00	1,00
	Salamandra	271	2,18	1,00	1,03
	Chimenea abierta	348	1,00	1,00	1,00
Llay-llay	TOTAL	463	2,15	1,00	1,00
La Cruz	Artefacto hechizo	352	2,00	1,00	1,00
	Salamandra	720	2,27	1,00	1,08
	Chimenea abierta	-	-	-	-
La Cruz	TOTAL	641	2,21	1,00	1,00
Hijuelas	Artefacto hechizo	283	2,00	1,00	1,00
	Salamandra	523	2,00	1,00	1,06
	Chimenea abierta	78	3,00	1,00	1,00
Hijuelas	TOTAL	661	2,02	1,00	1,01
Catemu	Artefacto hechizo	186	2,00	1,00	1,00
	Salamandra	373	2,20	1,00	1,00
	Chimenea abierta	1.116	1,00	1,00	1,00
Catemu	TOTAL	569	2,15	1,00	1,01
Calera	Artefacto hechizo	139	3,00	1,00	1,00
	Salamandra	468	2,27	1,00	1,00
	Chimenea abierta	350	1,00	1,00	1,00
Calera	TOTAL	485	2,21	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 410. Estimación de emisiones de artefactos de alto impacto.

		Emisiones por sector					
		Urbano		Rural		Emisiones equivalentes	
Comuna	Artefacto	TonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e	TonMP2,5e / año	tonCO2e	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Quillota	Artefacto hechizo	0,00	0,00	3,59	423,13	3,587	423,13
	Salamandra	3,33	443,20	2,04	271,96	5,375	715,15
	Chimenea abierta	0	0	0	0	0	0
Quillota	**TOTAL**	**3,331**	**443,2**	**5,631**	**695,1**	**8,962**	**1.138,3**
Panquehue	Artefacto hechizo	0,617	72,8	0,644	75,9	1,261	148,70
	Salamandra	3,351	445,9	5,914	786,8	9,265	1.232,71
	Chimenea abierta	0,236	27,9	0,493	58,2	0,729	86
Panquehue	**TOTAL**	**4,205**	**546,5**	**7,050**	**920,9**	**11,255**	**1.467,5**
Nogales	Artefacto hechizo	0,306	36,1	0,135	15,9	0,442	52,09
	Salamandra	17,748	2.361,5	4,699	625,2	22,447	2.986,74
	Chimenea abierta	1,226	144,6	1,082	127,6	2,307	272
Nogales	**TOTAL**	**19,280**	**2.542,2**	**5,916**	**768,8**	**25,196**	**3.311,0**
Llay-llay	Artefacto hechizo	0,000	0,0	0,385	45,4	0,385	45,38
	Salamandra	9,606	1278,1	8,724	1160,8	18,330	2.438,88
	Chimenea abierta	0,000	0,0	1,711	201,8	1,711	202
Llay-llay	**TOTAL**	**9,606**	**1.278,1**	**10,820**	**1408,0**	**20,426**	**2.686,1**
La Cruz	Artefacto hechizo	1,312	155	0	55	1,783	210,27
	Salamandra	11,550	1537	4	551	15,690	2.087,63
	Chimenea abierta	-	-	-	-	-	-
La Cruz	**TOTAL**	**12,862**	**1.691,5**	**4,611**	**606,4**	**17,473**	**2.297,9**
Hijuelas	Artefacto hechizo	3,328	392,5	0,000	0,0	3,328	392,49
	Salamandra	10,399	1383,6	4,007	533,2	14,406	1.916,80
	Chimenea abierta	0,344	40,6	0,000	0,0	0	41
Hijuelas	**TOTAL**	**14,070**	**1.816,7**	**4,007**	**533,2**	**18,077**	**2.349,9**
Catemu	Artefacto hechizo	0,412	48,6	0,809	95,4	1,220	143,93
	Salamandra	7,936	1056,0	7,273	967,7	15,209	2.023,67

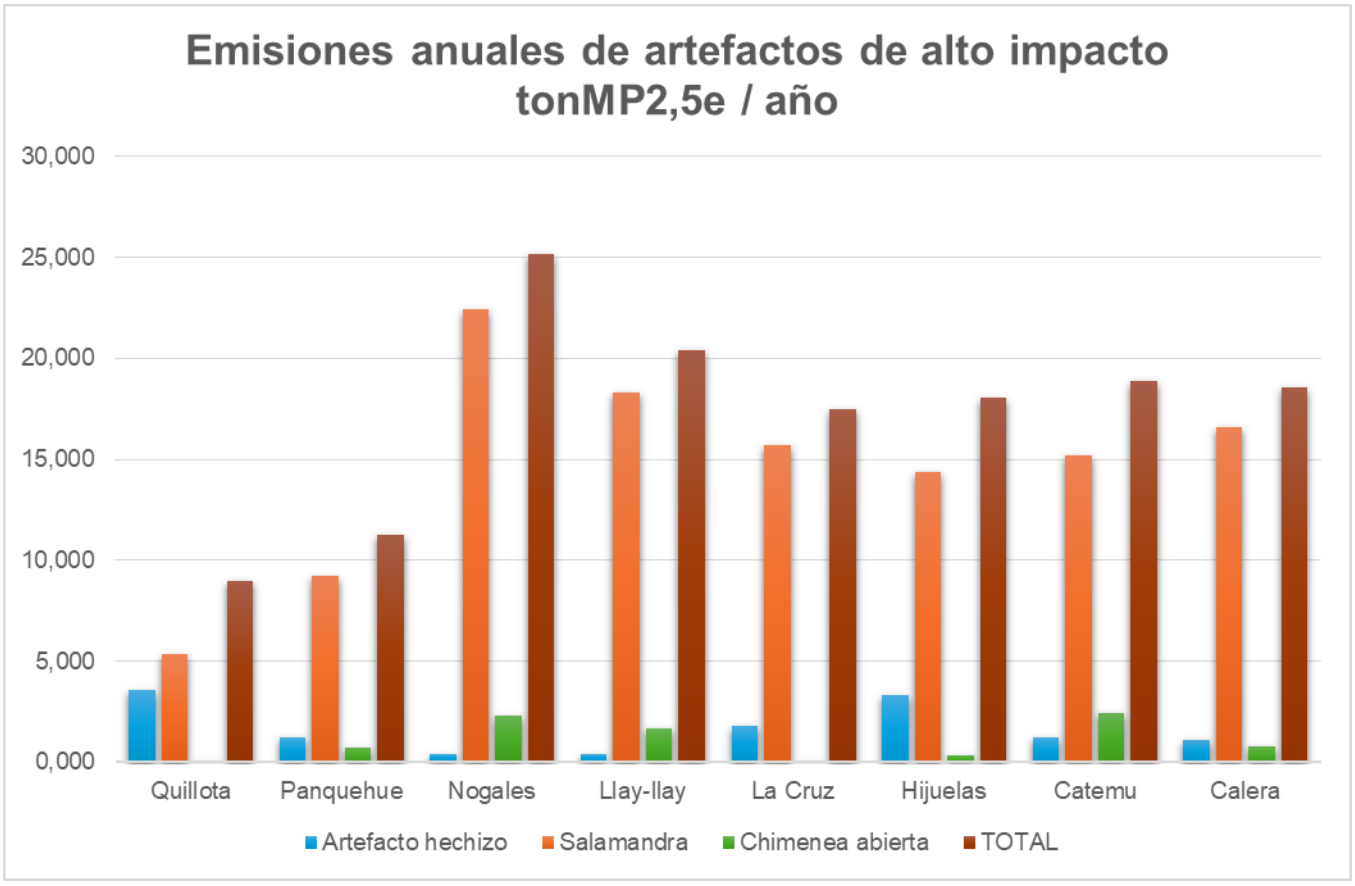
	Chimenea abierta	0,000	0,0	2,426	286,1	2,426	286,10
Catemu	**TOTAL**	**8,348**	**1.104,5**	**10,507**	**1349,2**	**18,855**	**2.453,7**
Calera	**Artefacto hechizo**	0,955	112,6	0,172	20,2	1,126	132,87
	Salamandra	15,608	2076,7	1,020	135,7	16,628	2.212,39
	Chimenea abierta	0,801	94,5	0,000	0,0	0,801	94,54
Calera	**TOTAL**	**17,364**	**2.283,86**	**1,191**	**155,93**	**18,555**	**2.439,8**

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 252, se observa el gráfico de las emisiones anuales de artefactos de alto impacto de material particulado fino (2,5) generadas por los artefactos de tipo hechizo, salamandra y chimenea abierta en las ochos comunas.

Nogales presenta el mayor nivel de emisiones totales, con 25.196 ton MP2,5/año, siendo la comuna de mayor impacto. Le siguen Llay-Llay (20.426 ton), Catemu, Calera e Hijuelas, todas con emisiones totales entres las 18.000 y 19.000 ton/año. La comuna de Quillota registra el menor total de emisiones, con 8.962 ton MP2,5/año

Figura 252. Emisiones anuales de artefactos de alto impacto tonMP2,5e/año.



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Catastro consolidado y reporte técnico

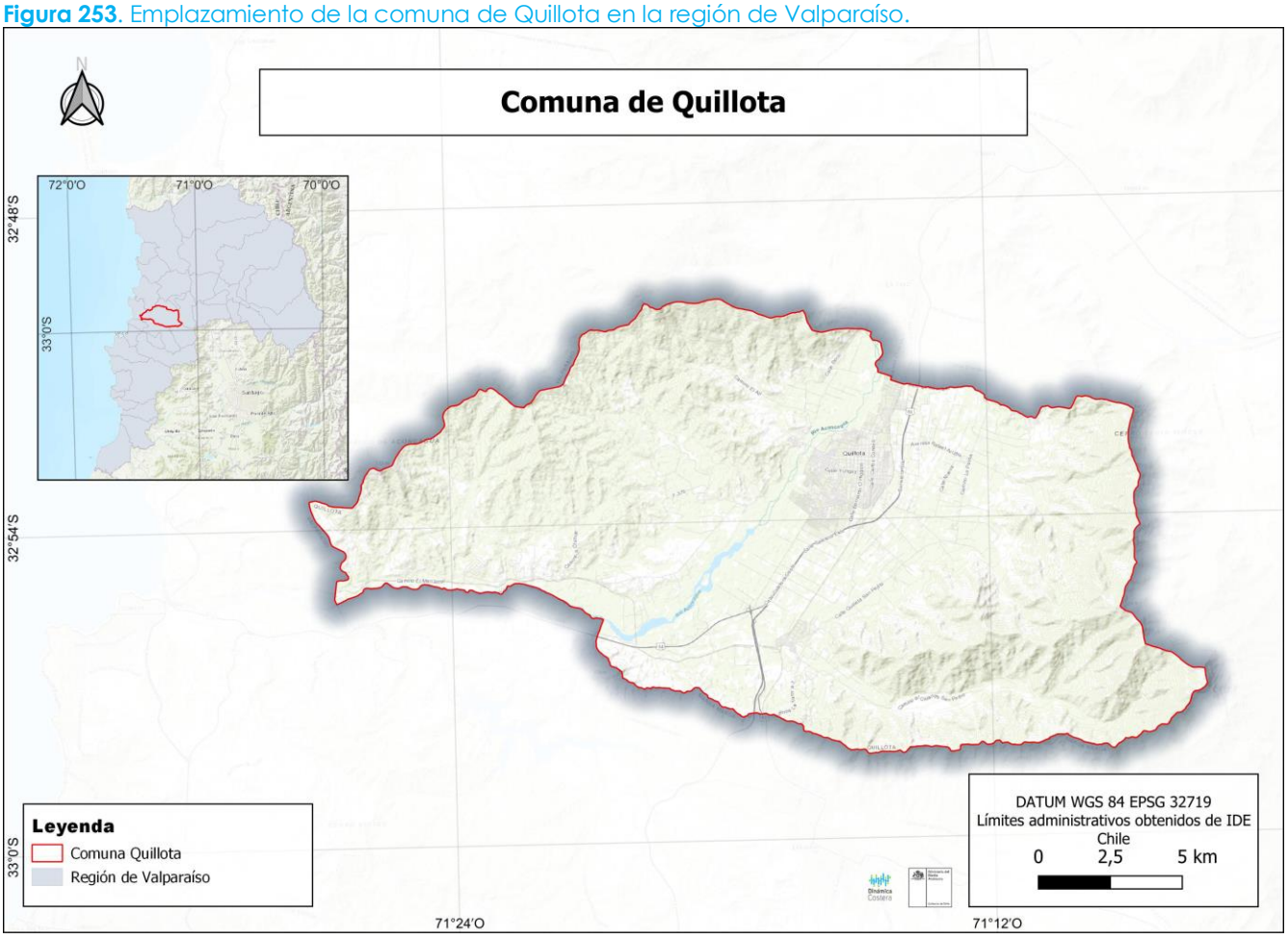
5.4.3.1 Reporte técnico Comuna Quillota

5.4.3.1.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de Quillota.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

Figura 253. Emplazamiento de la comuna de Quillota en la región de Valparaíso.

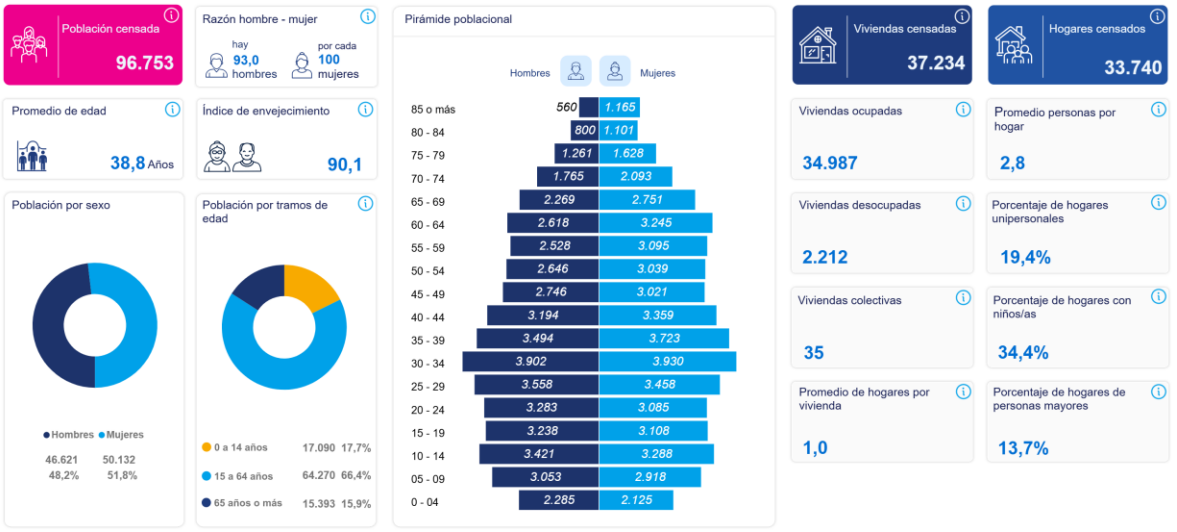


Fuente: Elaboración propia.

La comuna de Quillota se ubica en la Provincia del mismo nombre, región de Valparaíso, cuenta con una superficie de 302 km^2 (Figura 253).

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 254), la comuna de Quillota tiene una población de 96.753 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 101.729 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 34.987 viviendas ocupadas, del total de 37.234 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,8 personas y 15,9% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más).

Figura 254. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de Quillota.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

5.4.3.1.2 Metodología

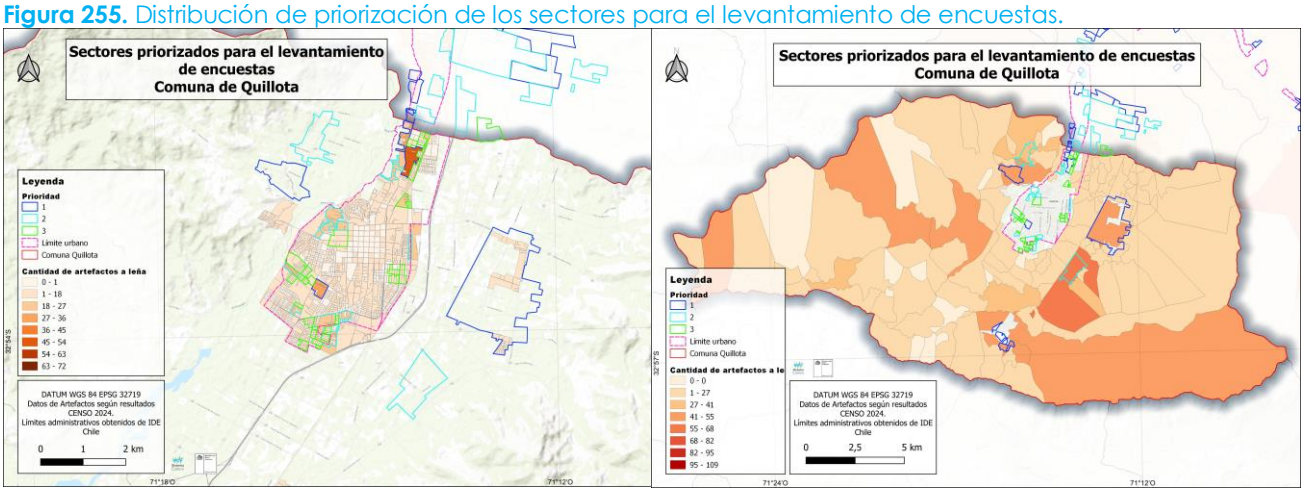
La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 255.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización

territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 255. Distribución de priorización de los sectores para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Quillota se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 411).

Tabla 411. Total de artefactos por tipo en la comuna de Quillota de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Quillota	49	54	1	0	1	0	2.712	1.447	73	41	30	10	67	13

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 412. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
QUILLOTA	0,09	0,91	0,28	0,72	16,05	39,51	16	40	56

Fuente: Elaboración propia.

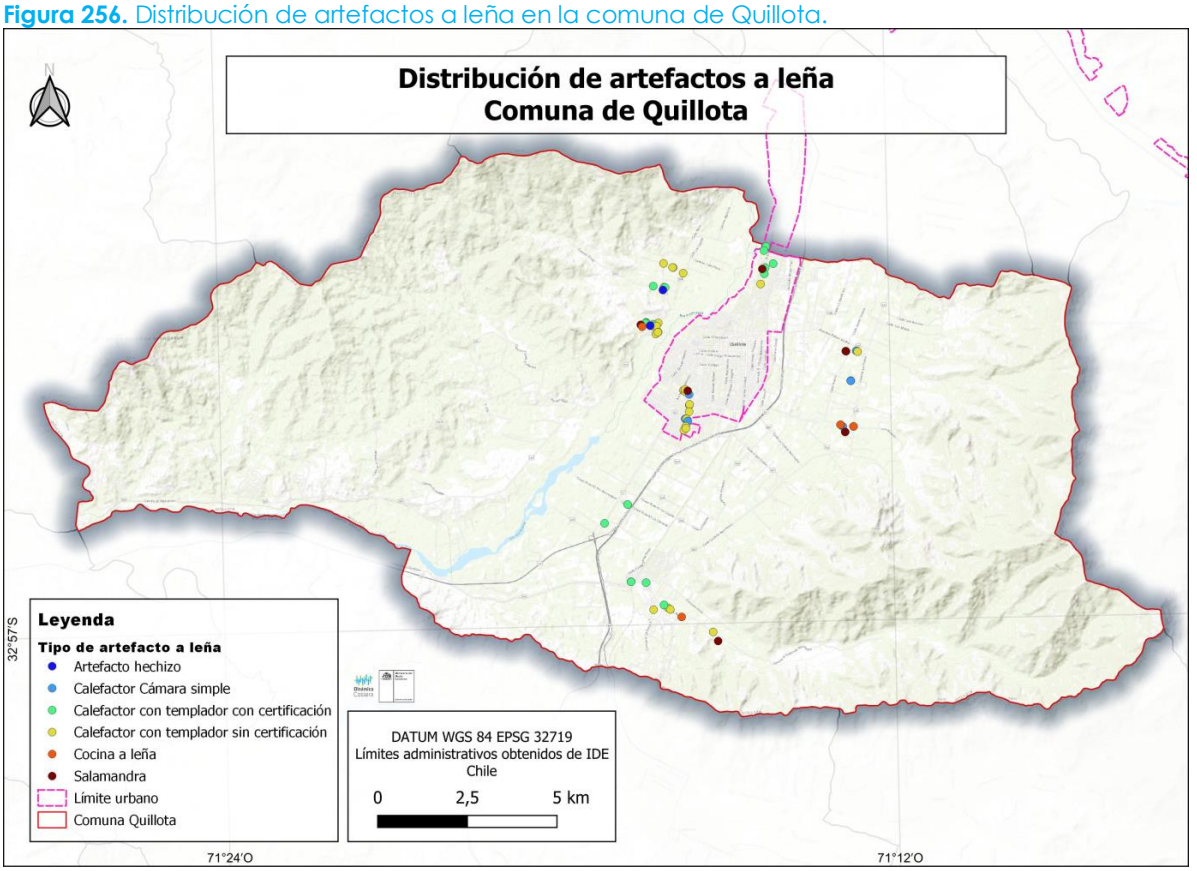
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.1.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 256 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Quillota.

Figura 256. Distribución de artefactos a leña en la comuna de Quillota.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 413 a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Quillota. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 413. Cálculo de uso de horas anuales y modificadores.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	0	78	**78**	313	2,50	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	383	117	**500**	475	2,67	0,97	1,00
Calefactor con templador sin certificación	1148	665	**1.813**	400	2,35	1,00	1,04
Calefactor con templador con certificación doble cámara	1148	391	**1.539**	625	2,12	1,00	1,00
Salamandra	255	157	**412**	164	2,33	1,00	1,00
Cocina a leña	0	157	**157**	232	1,00	1,00	1,00
Chimenea abierta	0	0	**0**	-	-	-	-
Suma	**2.933**	**1.565**	**4.498**	**428**	**2,25**	**1,00**	**1,02**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 414 la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador, tanto certificados como no certificados. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 414. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Quillota.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	**78**	**3,587**	**423,13**	0,000	0,00	3,587	423,13
Calefactor Cámara simple	**500**	**21,051**	**2.800,93**	16,109	2143,33	4,942	657,60

Calefactor con templador sin certificación	**1.813**	**53,553**	**7.125,52**	33,904	4511,16	19,649	2614,36
Calefactor con templador con certificación doble cámara	**1.539**	**40,248**	**8.244,15**	30,015	6148,22	10,232	2095,93
Salamandra	**412**	**5,375**	**715,15**	3,331	443,20	2,044	271,96
Cocina a leña	**157**	**1,348**	**179,22**	0,000	0,00	1,348	179,22
Chimenea abierta	**0**	**0**	**0**	0,000	0,00	0,000	0,00
Suma	**4.498**	**125,162**	**19.488,10**	**83,359**	**13245,91**	**41,802**	**6242,19**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 415, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 125.162 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 134.817 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 19.488 a 20.992 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 1.563.296 toneladas de $MP_{2,5}$ y 243.411 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 415. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			Total Emisiones Sin Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e /año	tonCO_2e /año
Año 0	**2024**	2.933	1.565	4.498	125,162	19.488,102
Año 1	**2025**	2.962	1.575	4.537	126,247	19.657
Año 2	**2026**	2.985	1.587	4.572	127,221	19.809
Año 3	**2027**	3.008	1.599	4.607	128,195	19.960
Año 4	**2028**	3.029	1.611	4.640	129,113	20.103
Año 5	**2029**	3.050	1.622	4.672	130,003	20.242
Año 6	**2030**	3.071	1.632	4.703	130,866	20.376
Año 7	**2031**	3.091	1.643	4.734	131,729	20.511
Año 8	**2032**	3.110	1.653	4.763	132,535	20.636
Año 9	**2033**	3.128	1.663	4.791	133,315	20.758
Año 10	**2034**	3.146	1.673	4.819	134,094	20.879
Año 11	**2035**	3.163	1.682	4.845	134,817	20.992
	total				**1.563,296**	**243.411**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 416, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto aumenta de 4.498 en 2024 a 4.775 en 2035, pasando de 2.933 a 3.128 en el área urbana y de 1.565 a 1.647 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 125.162 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 132.922 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 19.488,1 a 20.734,7 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 1.542.449 toneladas de $MP_{2,5}$ y 240.585,772 toneladas de CO_2e.

Tabla 416. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	2.933	1.565	4.498	125,162	19.488,1
Año 1	2025	2.927	1.540	4.467	124,352	19.400,3
Año 2	2026	2.950	1.552	4.502	125,326	19.551,9
Año 3	2027	2.973	1.564	4.537	126,300	19.703,6
Año 4	2028	2.994	1.576	4.570	127,218	19.846,5
Año 5	2029	3.015	1.587	4.602	128,108	19.985,2
Año 6	2030	3.036	1.597	4.633	128,971	20.119,5
Año 7	2031	3.056	1.608	4.664	129,833	20.253,8
Año 8	2032	3.075	1.618	4.693	130,640	20.379,4
Año 9	2033	3.093	1.628	4.721	131,420	20.500,8
Año 10	2034	3.111	1.638	4.749	132,199	20.622,1
Año 11	2035	3.128	1.647	4.775	132,922	20.734,7
	total				**1.542,449**	**240.585,772**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 417, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural, predomina la no disposición al recambio, mientras que en el área urbana la mayor proporción corresponde a personas que tal vez estarían dispuestas a realizarlo.

Tabla 417. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Quillota	Urbano	31.693	2.933	1.144	763	1.027	39%	26%	35%
	Rural	5.506	1.565	376	861	329	24%	55%	21%
	Total	**37.199**	**4.498**	**1.304**	**2.024**	**1.169**	**29%**	**45%**	**26%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.2 Reporte técnico Comuna La Calera

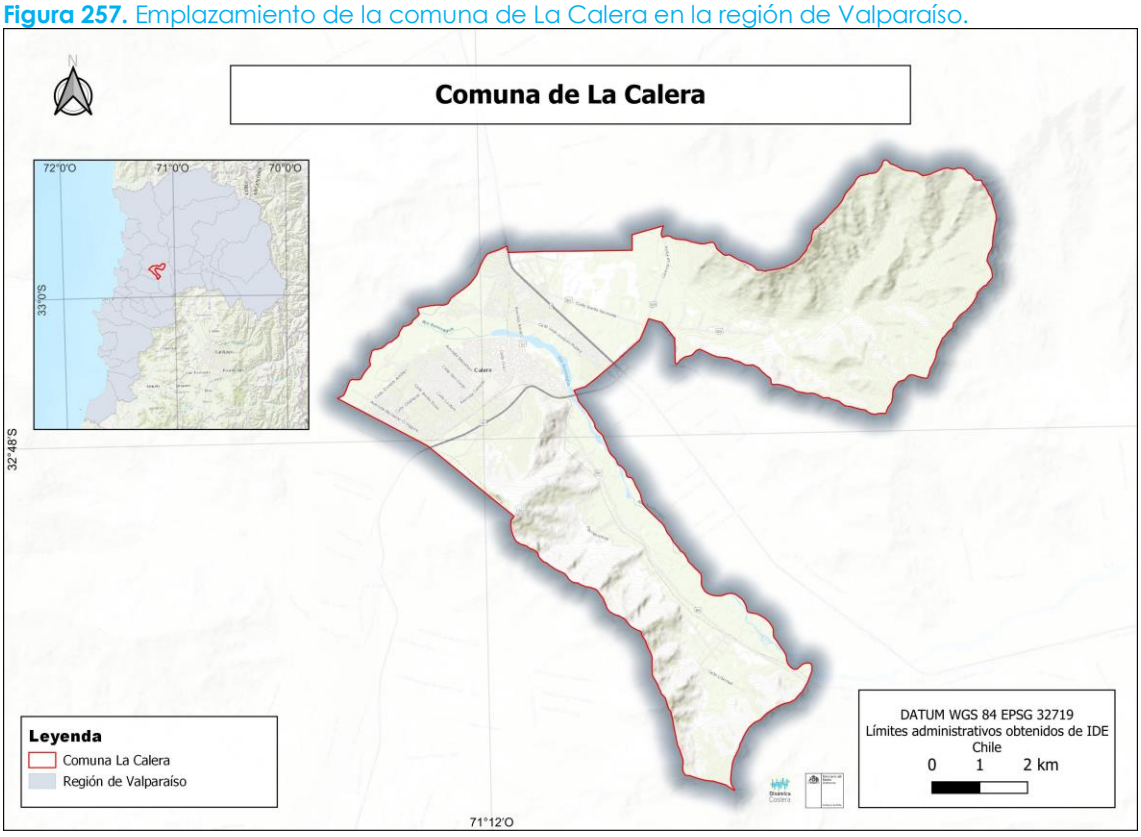
5.4.3.2.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de La Calera.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

La comuna de La Calera cuenta con una superficie de 61 km^2 y se ubica en la Provincia de Quillota, en la Región de Valparaíso (Figura 257).

Figura 257. Emplazamiento de la comuna de La Calera en la región de Valparaíso.

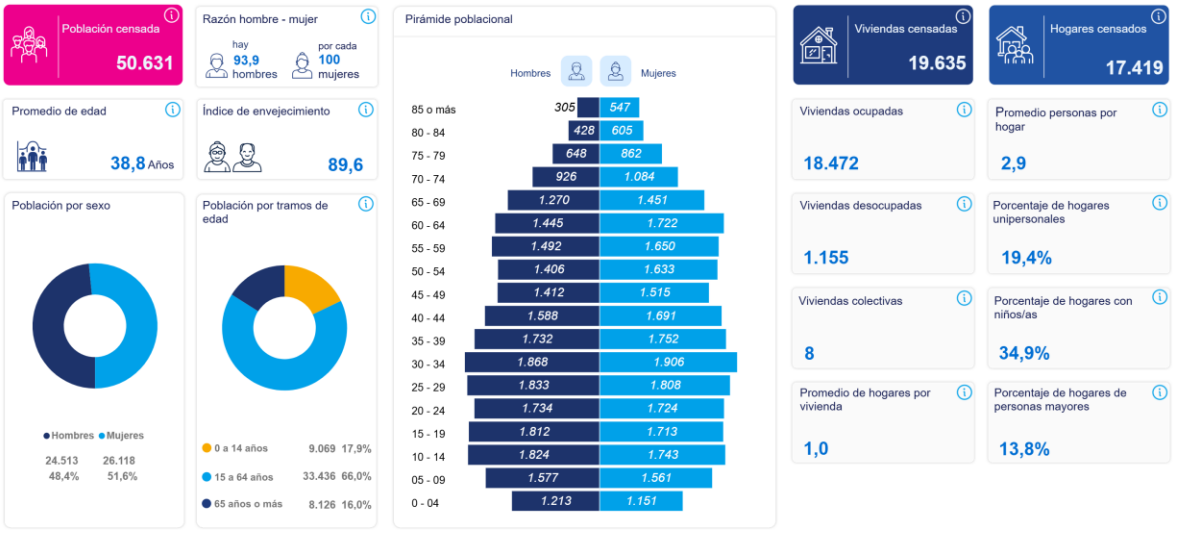


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 258), la comuna de La Calera tiene una población de 50.631 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 53.945 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 18.472 viviendas ocupadas, del

total de 19.635 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,9 personas y 16,0% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más). De acuerdo a la información de la SUBDERE[4], un 3,37% corresponde a población rural y un 96,63% a población urbana.

Figura 258: Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de La Calera.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

5.4.3.2.2 Metodología

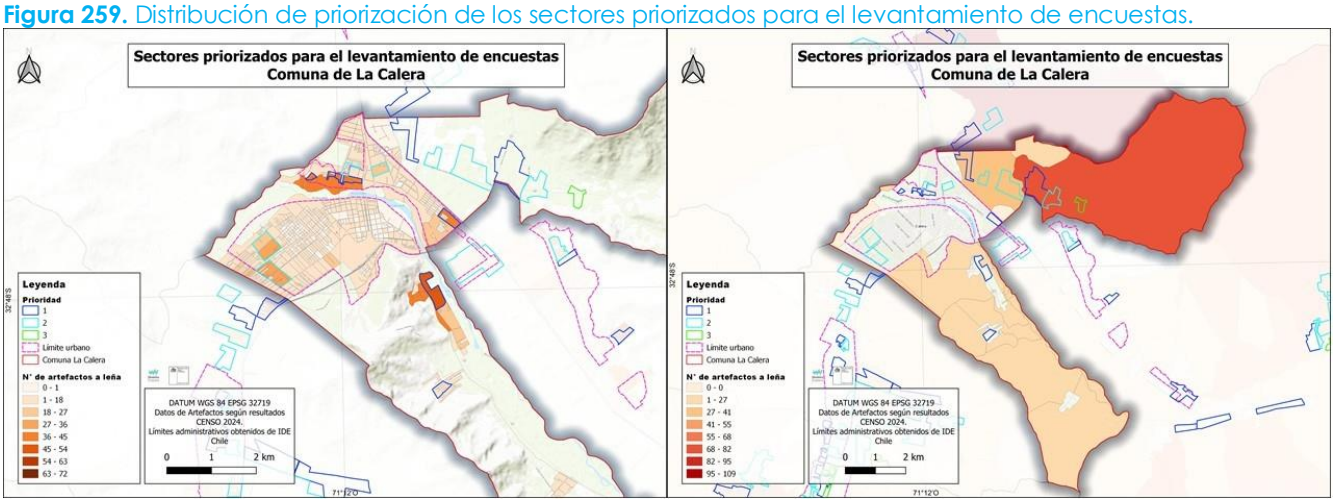
La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 259.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

[4] https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-valpara%C3%ADso/provincia-de-quillota/la-calera

Figura 259. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de La Calera se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 418).

Tabla 418. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Calera	61	11	4	0	1	0	2.047	287	24	2	86	1	44	1

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 419. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
CALERA	0,12	0,88	0,3	0,7	20,7	41,16	21	43	64

Fuente: Elaboración propia

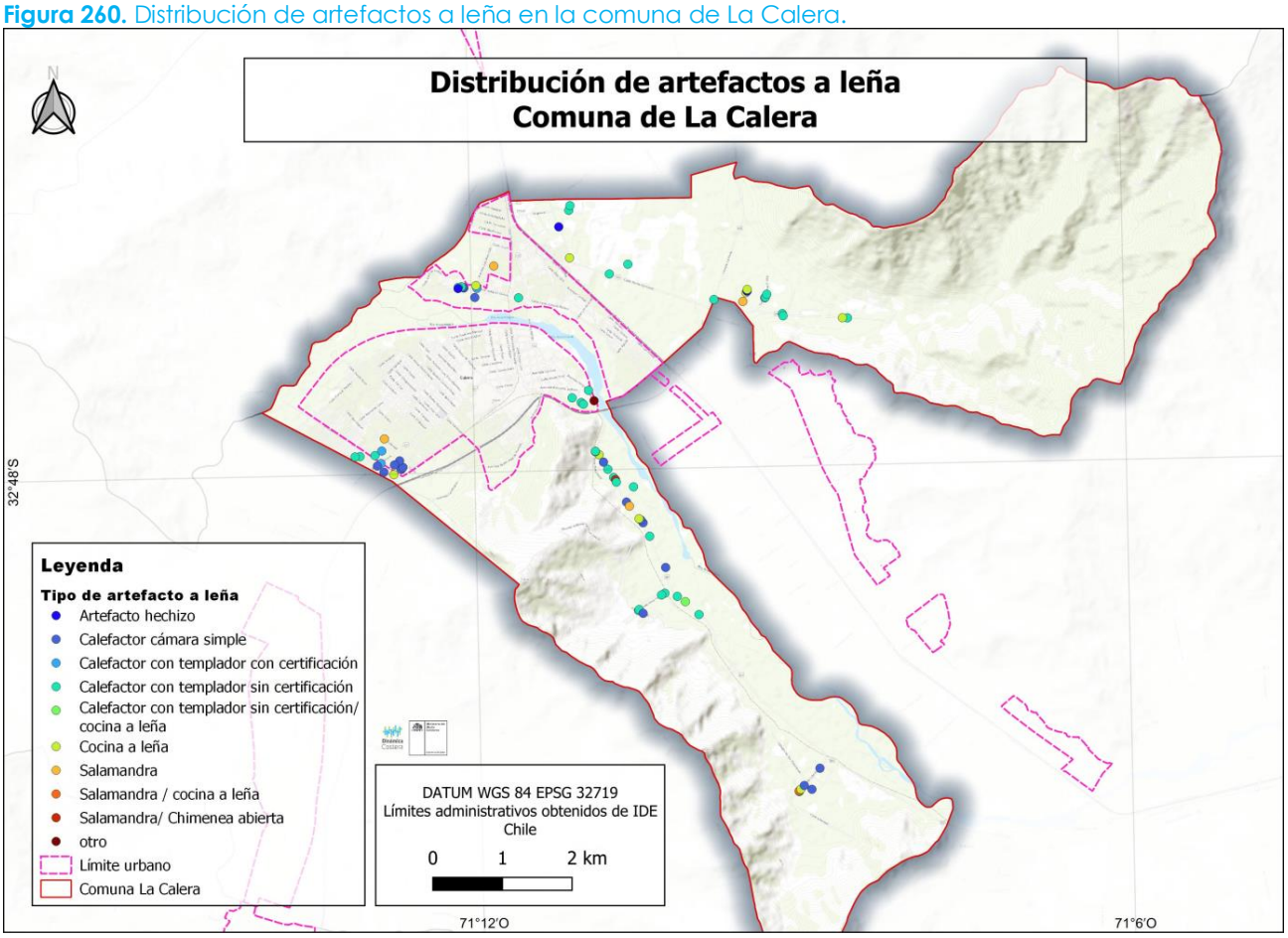
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.2.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 260 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de La Calera.

Figura 260. Distribución de artefactos a leña en la comuna de La Calera.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 420 a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de La Calera. Asimismo, fue posible

estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 420. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	39	7	46	139	3,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	430	77	507	363	2,20	0,99	1,00
Calefactor con templador sin certificación	1.016	140	1.157	553	2,18	1,00	1,00
Calefactor con templador con certificación doble cámara	117	7	124	370	2,33	1,00	1,00
Salamandra	430	28	458	468	2,27	1,00	1,00
Cocina a leña	195	42	238	544	2,00	1,00	1,00
Chimenea abierta	39	0	39	350	1,00	1,00	1,00
Suma	**2.267**	**302**	**2.569**	**485**	**2,21**	**1,00**	**1,00**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 421, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador sin certificación, salamandra y calefactores de cámara simple. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 421. Estimación de artefactos a leña en la comuna de La Calera.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	46	1,126	132,87	0,955	112,63	0,172	20,238
Calefactor Cámara simple	507	13,696	1.822,32	11,610	1544,75	2,086	277,570
Calefactor con templador sin certificación	1.157	42,454	5.648,80	37,299	4962,83	5,155	685,964

Calefactor con templador con certificación doble cámara	124	2,120	434,29	2,000	409,74	0,120	24,542
Salamandra	458	16,628	2.212,39	15,608	2076,69	1,020	135,692
Cocina a leña	238	9,596	1.275,84	7,894	1049,54	1,702	226,305
Chimenea abierta	39	0,801	94,54	0,801	94,54	0,000	0,000
Suma	**2.569**	**86,422**	**11.621,03**	**76,167**	**10250,72**	**10,255**	**1370,311**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 422, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 86.422 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 87.230 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 11.621,03 a 11.729,59 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 1.042,081 toneladas de $MP_{2,5}$ y 140.126,36 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 422. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	2.267	302	2.569	86,422	11.621,03
Año 1	**2025**	2.279	295	2.573	86,557	11.639,12
Año 2	**2026**	2.280	295	2.575	86,624	11.648,17
Año 3	**2027**	2.282	295	2.577	86,692	11.657,22
Año 4	**2028**	2.284	295	2.579	86,759	11.666,26
Año 5	**2029**	2.285	296	2.581	86,826	11.675,31
Año 6	**2030**	2.287	296	2.582	86,860	11.679,84
Año 7	**2031**	2.288	296	2.584	86,927	11.688,88
Año 8	**2032**	2.290	296	2.586	86,994	11.697,93
Año 9	**2033**	2.292	296	2.588	87,062	11.706,98
Año 10	**2034**	2.294	297	2.590	87,129	11.716,02
Año 11	**2035**	2.296	297	2.593	87,230	11.729,59
	total				**1.042,081**	**140.126,36**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 423, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto disminuye de 2.569 en 2024 a 2523 en 2035, pasando de 2.267 a 2.61 en el

área urbana y de 2.569 a 2.523 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 86,422 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 84,935 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e disminuyen de 11.621,0 a 11.465,6 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 1.016,835 toneladas de $MP_{2,5}$ y 137.222,557 toneladas de CO_2e.

Tabla 423. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	2.267	302	2.569	86,422	11.621,0
Año 1	2025	2.244	260	2.504	84,262	11.375,1
Año 2	2026	2.245	260	2.505	84,329	11.384,2
Año 3	2027	2.247	260	2.507	84,396	11.393,2
Año 4	2028	2.249	260	2.509	84,464	11.402,3
Año 5	2029	2.250	261	2.511	84,531	11.411,3
Año 6	2030	2.252	261	2.513	84,565	11.415,9
Año 7	2031	2.253	261	2.514	84,632	11.424,9
Año 8	2032	2.255	261	2.516	84,699	11.433,9
Año 9	2033	2.257	261	2.518	84,766	11.443,0
Año 10	2034	2.259	262	2.521	84,834	11.452,0
Año 11	2035	2.261	262	2.523	84,935	11.465,6
	total				**1.016,835**	**137.222,557**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 424 se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbana predomina la no disposición al recambio.

Tabla 424. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Calera	Urbano	18.612	2.267	680	1.134	453	30%	50%	20%
	Rural	1.015	302	45	211	45	15%	70%	15%
	Total	**19.627**	**2.569**	**591**	**1.541**	**462**	**23%**	**60%**	**18%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.3 Reporte técnico Comuna La Cruz

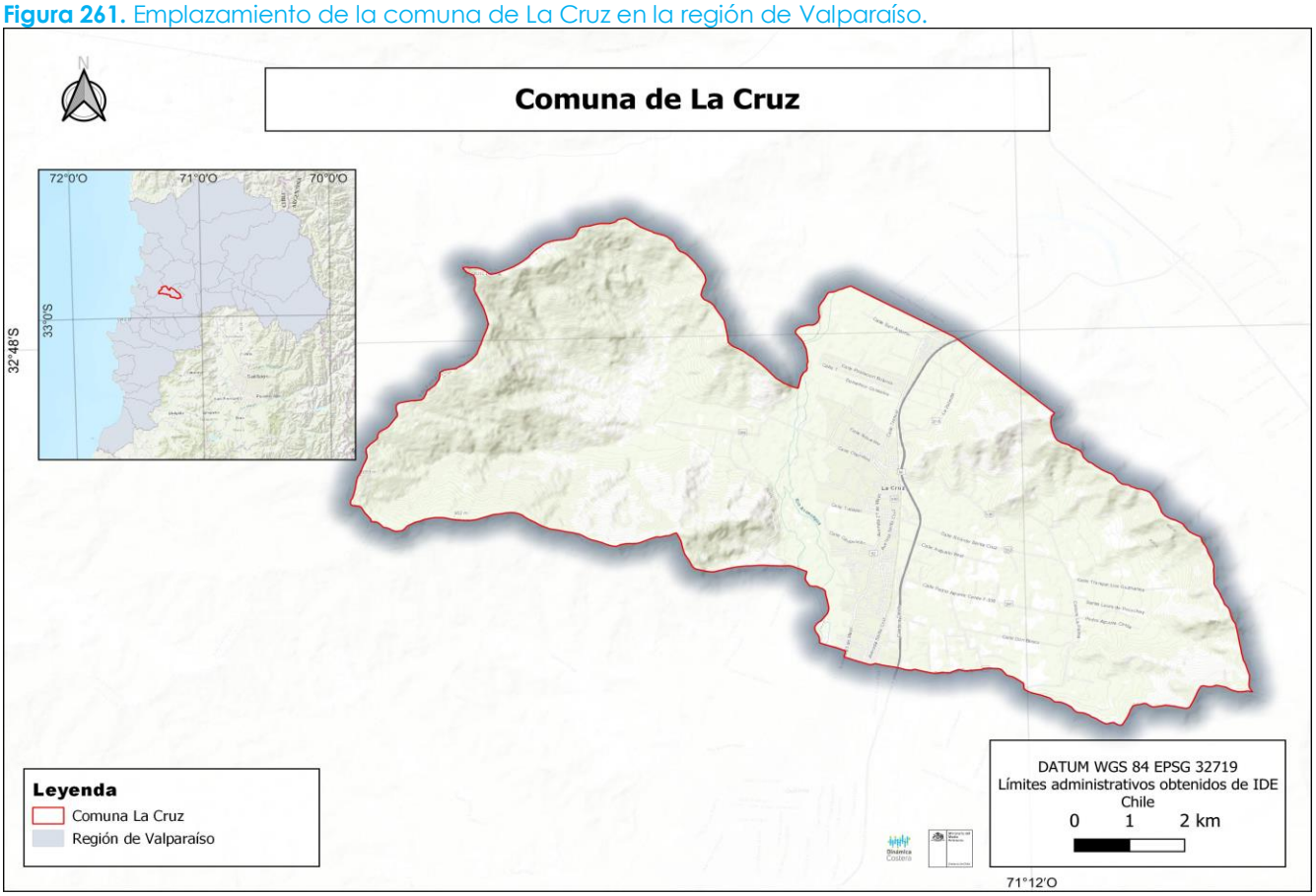
5.4.3.3.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de La Cruz.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

La comuna de La Cruz pertenece a la Provincia de Quillota, en la Región de Valparaíso (Figura 261). Posee una superficie de 78,2 km^2.

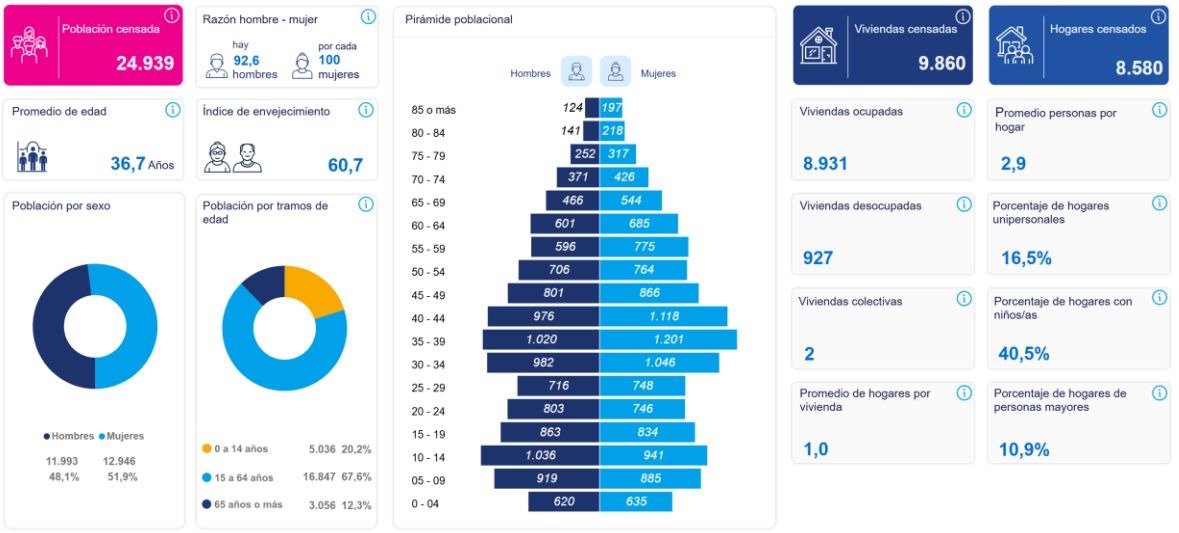
Figura 261. Emplazamiento de la comuna de La Cruz en la región de Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 262), la comuna de La Cruz tiene una población de 24.939 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 28.505 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 8.931 viviendas ocupadas, del total de 9.860 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,9 personas y 12,3% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más). De acuerdo a la información de la SUBDERE[5], un 17,43% corresponde a población rural y un 82,57% a población urbana.

Figura 262. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de La Cruz.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

5.4.3.3.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

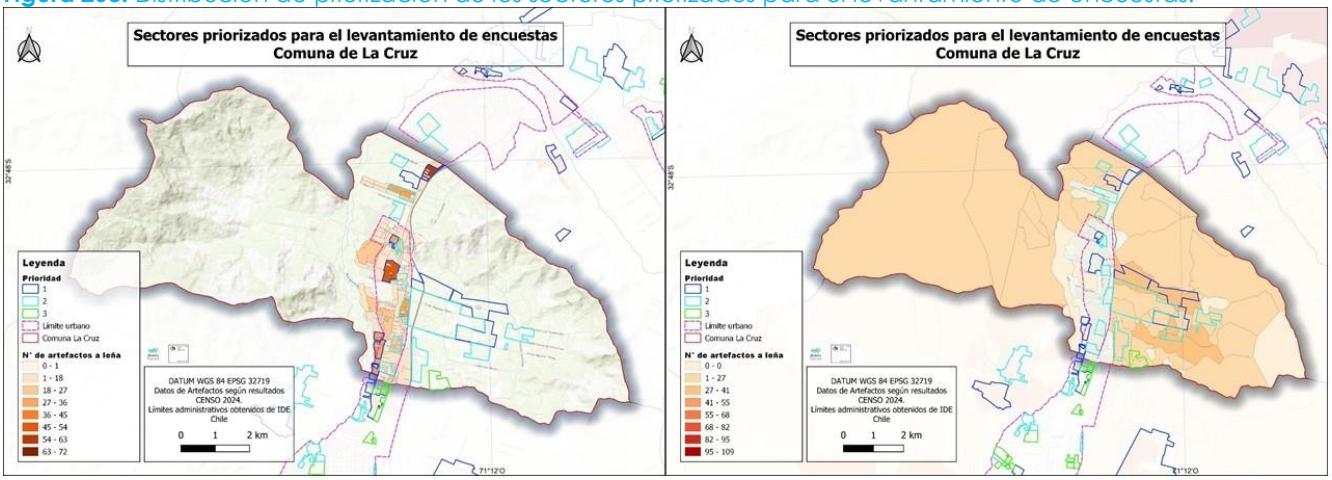
A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 263.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización

[5] https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-valpara%C3%ADso/provincia-de-quillota/la-cruz

territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 263. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de La Cruz se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver **Tabla** 425).

Tabla 425. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
La cruz	17	18	0	0	0	0	1.132	385	35	12	6	1	19	6

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra (Tabla 426) el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 426. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
LA CRUZ	0,14	0,86	0,32	0,68	23,6	42,65	24	44	68

Fuente: Elaboración propia.

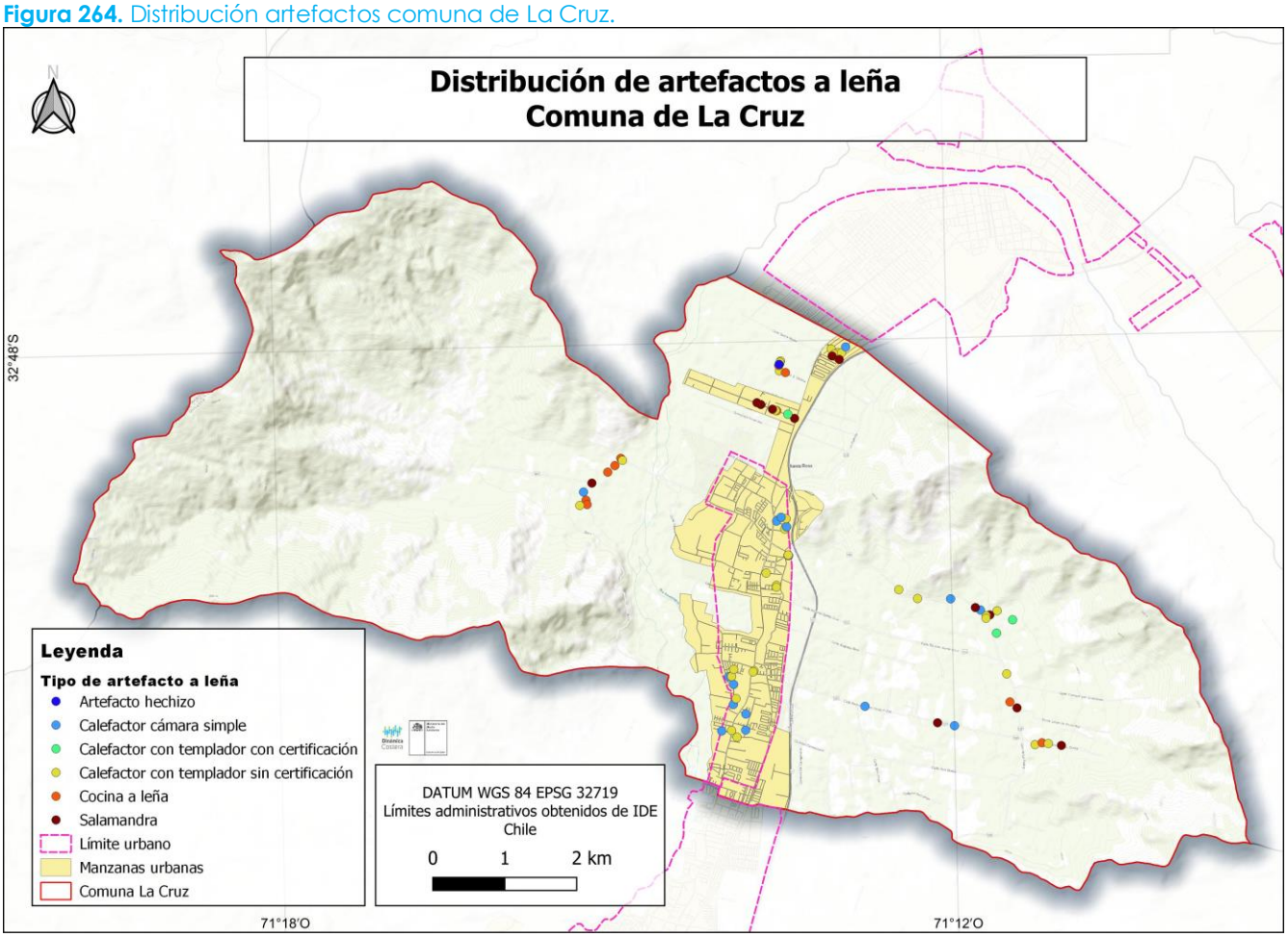
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.3.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 264 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de La Cruz.

Figura 264. Distribución artefactos comuna de La Cruz.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 427 a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de La Cruz. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 427. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	32	11	43	352	2,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	318	57	375	505	2,38	0,99	1,00
Calefactor con templador sin certificación	605	160	764	629	2,18	1,00	1,00
Calefactor con templador con certificación doble cámara	32	23	55	1.018	2,00	1,00	1,00
Salamandra	191	68	259	720	2,27	1,00	1,08
Cocina a leña	32	103	134	699	2,13	0,99	1,00
Chimenea abierta	0	0	0	-	-	-	-
Suma	**1.209**	**422**	**1.631**	**641**	**2,21**	**1,00**	**1,00**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las Tabla 428 y Tabla 429, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos tipo calefactor con templador sin certificación y cámara simple. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 428. Estimación de artefactos a leña en la comuna de La Cruz.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	32	1,783	210,27	1,312	154,78	0,470	55,49
Calefactor Cámara simple	375	15,302	2.036,03	12,976	1726,56	2,326	309,47

Calefactor con templador sin certificación	764	31,806	4.231,91	25,160	3347,65	6,646	884,26
Calefactor con templador con certificación doble cámara	55	2,198	450,16	1,280	262,19	0,918	187,98
Salamandra	259	15,690	2.087,63	11,550	1536,73	4,140	550,89
Cocina a leña	134	7,355	977,86	1,740	231,37	5,615	746,49
Chimenea abierta	84	-	-	-	-	-	-
Suma	**1.631**	**74,133**	**9.993,86**	**54,018**	**7259,28**	**20,115**	**2734,58**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 429, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 74,133 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 92,132 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 9.993,86 a 12.420,32 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 1.003,501 toneladas de $MP_{2,5}$ y 135.281,65 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 429. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	1.209	422	1.631	74,133	9.993,86
Año 1	**2025**	1.242	434	1.676	76,178	10.269,59
Año 2	**2026**	1.271	444	1.715	77,951	10.508,56
Año 3	**2027**	1.299	454	1.754	79,724	10.747,53
Año 4	**2028**	1.327	464	1.791	81,405	10.974,25
Año 5	**2029**	1.354	473	1.828	83,087	11.200,96
Año 6	**2030**	1.381	483	1.864	84,723	11.421,55
Año 7	**2031**	1.407	492	1.898	86,269	11.629,88
Año 8	**2032**	1.432	500	1.932	87,814	11.838,22
Año 9	**2033**	1.456	509	1.965	89,314	12.040,42
Año 10	**2034**	1.479	517	1.997	90,769	12.236,50
Año 11	**2035**	1.502	525	2.027	92,132	12.420,32
	total				**1.003,501**	**135.281,65**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 430, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto aumenta de 1.631 en 2024 a 1.957 en 2035, pasando de 1.209 a 1.467 en el área urbana y de 422 a 490 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 74,133 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 89,030 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 9.993,9 a 12.061,0 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 969,370 toneladas de $MP_{2,5}$ y 131.329,207 toneladas de CO_2e.

Tabla 430. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	TonMP2,5e/año	tonCO2e/año
Año 0	2024	1.209	422	1.631	74,133	9.993,9
Año 1	2025	1.207	399	1.606	73,076	9.910,3
Año 2	2026	1.236	409	1.645	74,848	10.149,2
Año 3	2027	1.264	419	1.683	76,621	10.388,2
Año 4	2028	1.292	429	1.721	78,303	10.614,9
Año 5	2029	1.319	438	1.757	79,984	10.841,6
Año 6	2030	1.346	448	1.794	81,621	11.062,2
Año 7	2031	1.372	457	1.829	83,166	11.270,6
Año 8	2032	1.397	465	1.862	84,712	11.478,9
Año 9	2033	1.421	474	1.895	86,211	11.681,1
Año 10	2034	1.444	482	1.926	87,666	11.877,2
Año 11	2035	1.467	490	1.957	89,030	12.061,0
	total				**969,370**	**131.329,207**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 431, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbana predomina la no disposición al recambio.

Tabla 431. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
La Cruz	Urbano	8.533	1.209	363	653	193	30%	54%	16%
	Rural	1.325	422	59	329	338	14%	78%	80%
	Total	**9.858**	**1.631**	**359**	**1.076**	**196**	**22%**	**66%**	**12%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.4 Reporte técnico Comuna Nogales

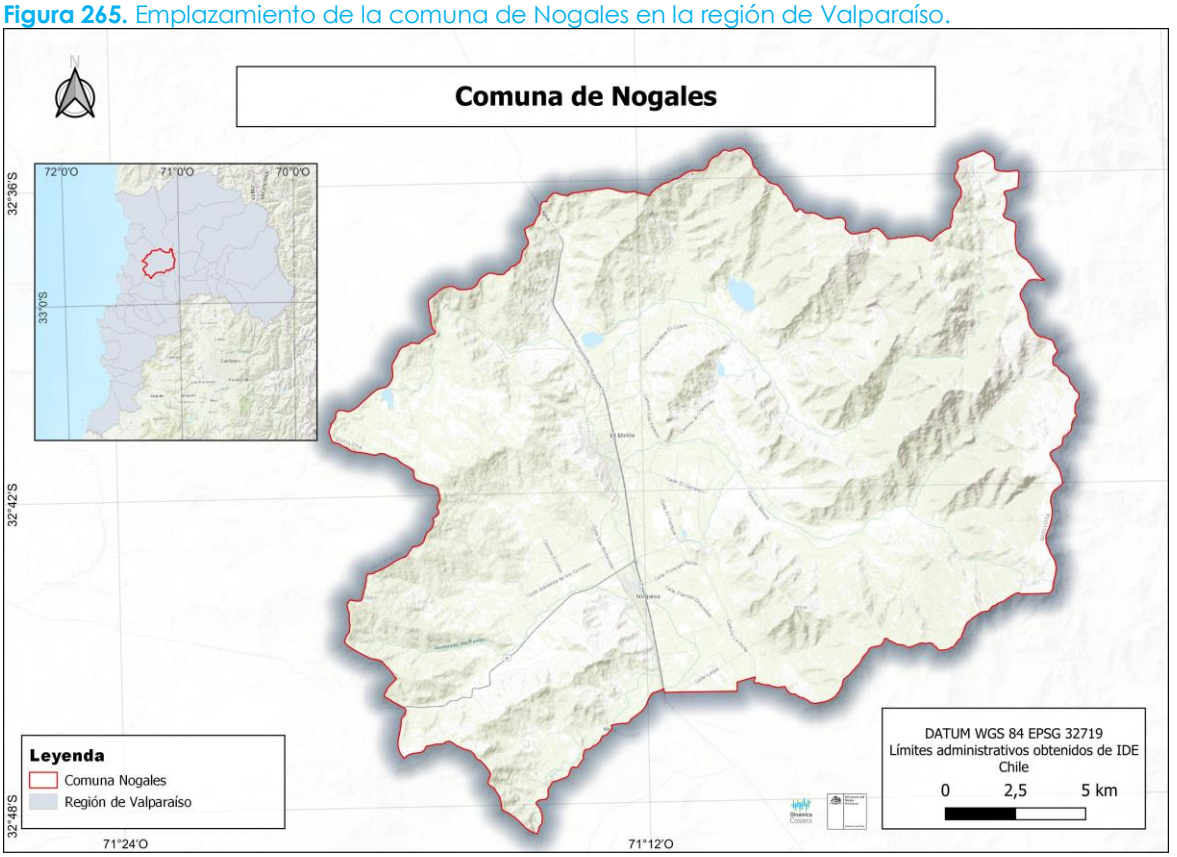
5.4.3.4.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de Nogales.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

Nogales pertenece a la Provincia de Quillota, en la Región de Valparaíso (Figura 265), y posee una superficie de 405 km^2.

Figura 265. Emplazamiento de la comuna de Nogales en la región de Valparaíso.

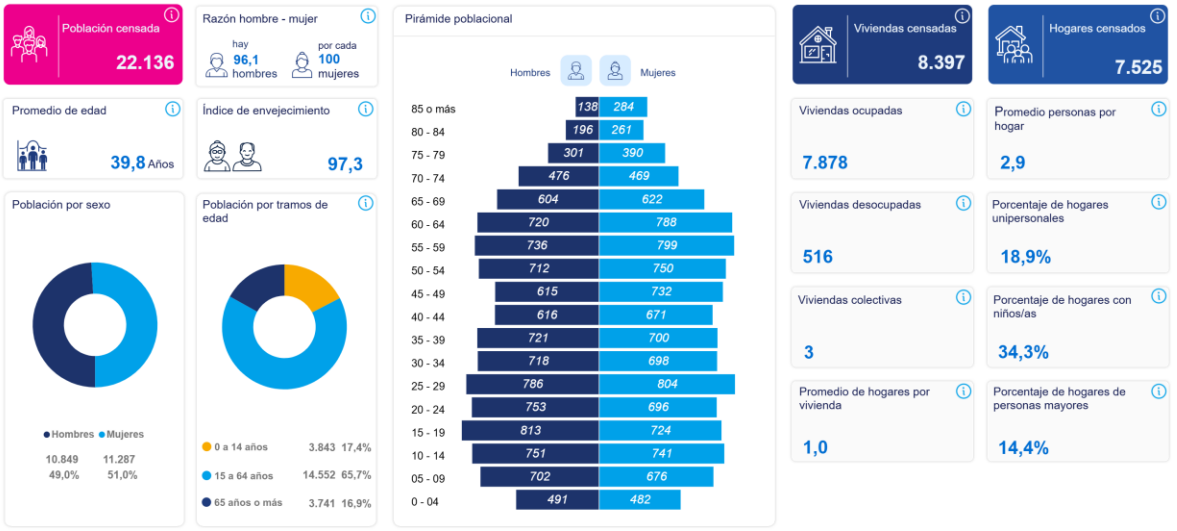


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 266), la comuna de Nogales tiene una población de 22.136 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE,

corresponde 23.665 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 7.878 viviendas ocupadas, del total de 8.397 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,9 personas y 16,9% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más). De acuerdo a la información de la SUBDERE[6], un 13,57% corresponde a población rural y un 86,43% a población urbana.

Figura 266. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de Nogales.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

5.4.3.4.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

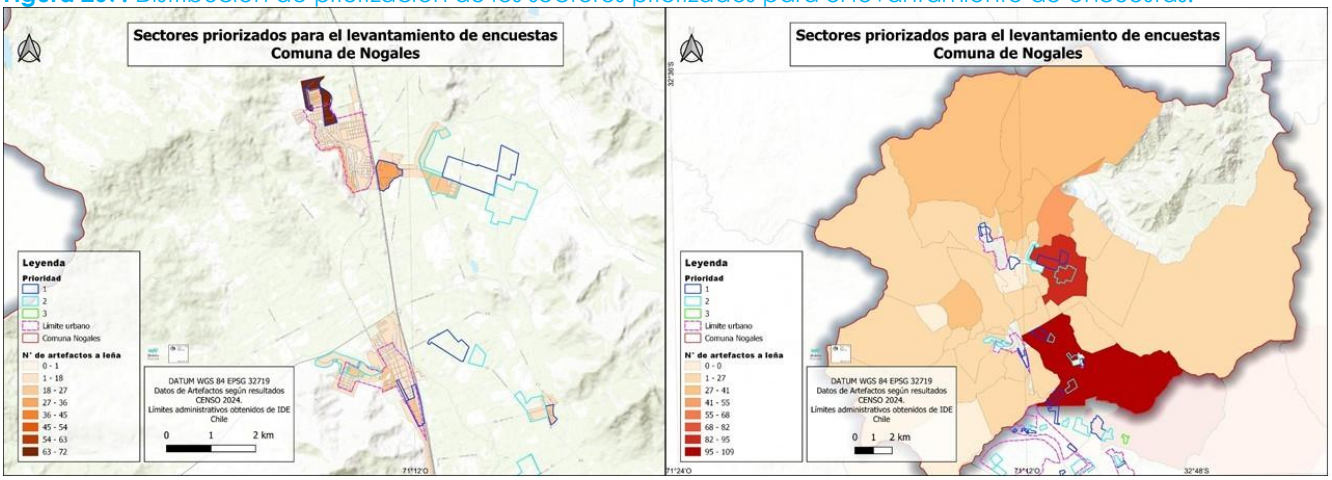
A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 267.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización

[6] https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-valpara%C3%ADso/provincia-de-quillota/nogales

territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 267. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Nogales se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 432).

Tabla 432. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Nogales	34	41	1	0	0	0	1.261	642	5	3	52	7	14	2

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 433: Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
NOGALES	0,21	0,79	0,39	0,61	32,52	46,63	33	48	81

Fuente: Elaboración propia.

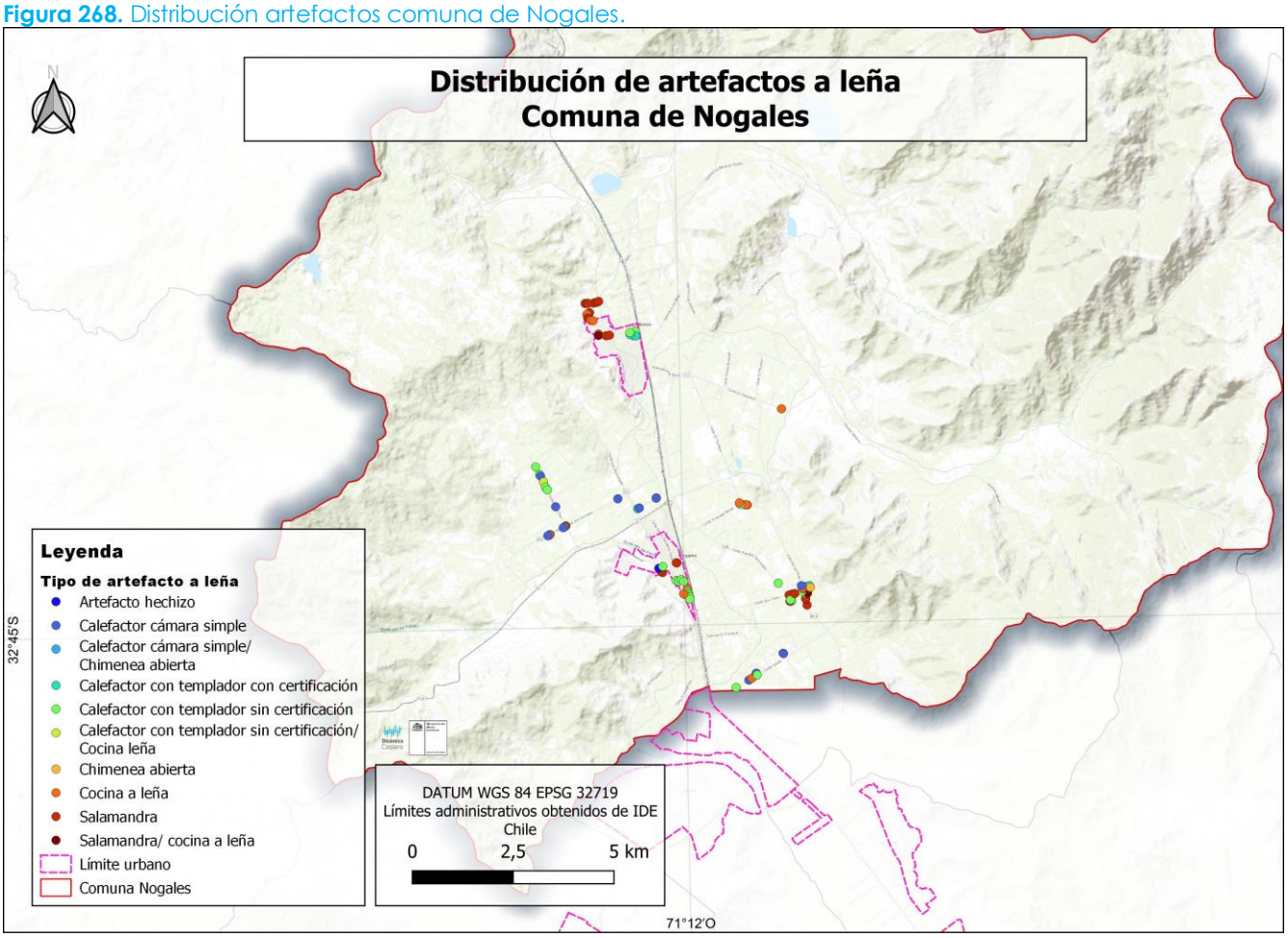
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.4.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 268 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Nogales.

Figura 268. Distribución artefactos comuna de Nogales.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 434 a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Nogales. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 434. Cálculo de uso de horas anuales y modificadores.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	30	13	43	176	1,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	30	170	200	425	2,43	0,99	1,00
Calefactor con templador sin certificación	416	197	613	552	2,00	1,00	1,03
Calefactor con templador con certificación doble cámara	59	26	86	666	2,25	1,00	1,00
Salamandra	446	118	564	559	2,00	1,00	1,04
Cocina a leña	357	144	501	749	2,05	1,00	1,05
Chimenea abierta	30	26	56	352	2,00	1,00	1,00
Suma	**1.367**	**695**	**2.062**	**571**	**2,09**	**1,00**	**1,03**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 435, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador sin certificación, cocina a leña y salamandra. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 435. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Nogales.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	Ton$MP_{2,5}$e /año	tonCO_2e / año	ton$MP_{2,5}$e / año	tonCO_2e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	43	0,442	52,09	0,306	36,14	0,135	15,95
Calefactor Cámara simple	200	7,015	933,42	1,041	138,56	5,974	794,86

Calefactor con templador sin certificación	613	21,201	2.820,92	14,395	1.915,37	6,806	905,55
Calefactor con templador con certificación doble cámara	86	2,536	519,55	1,760	360,48	0,777	159,07
Salamandra	564	22,447	2.986,74	17,748	2.361,51	4,699	625,23
Cocina a leña	501	29,845	3.967,91	21,250	2.825,15	8,595	1.142,75
Chimenea abierta	56	2,307	272,16	1,226	144,57	1,082	127,59
Suma	**2.062**	**85,794**	**11.552,80**	**57,727**	**7.781,80**	**28,068**	**3.771,00**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 436, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 85,794 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 87,500 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 11.552,8 a 11.782,5 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 1.047,672 toneladas de $MP_{2,5}$ y 141.076,4 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 436. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	1.367	695	2.062	85,794	11.552,8
Año 1	**2025**	1.389	707	2.096	87,209	11.743,3
Año 2	**2026**	1.390	708	2.098	87,292	11.754,5
Año 3	**2027**	1.391	708	2.100	87,375	11.765,7
Año 4	**2028**	1.392	709	2.101	87,417	11.771,3
Año 5	**2029**	1.393	709	2.102	87,459	11.776,9
Año 6	**2030**	1.393	710	2.103	87,500	11.782,5
Año 7	**2031**	1.394	710	2.104	87,542	11.788,1
Año 8	**2032**	1.394	710	2.104	87,542	11.788,1
Año 9	**2033**	1.394	710	2.104	87,542	11.788,1
Año 10	**2034**	1.394	710	2.103	87,500	11.782,5
Año 11	**2035**	1.393	709	2.103	87,500	11.782,5
	total				**1.047,672**	**141.076,4**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 437, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores

considerados en el proyecto disminuye de 2.062 en 2024 a 2.032 en 2035, pasando de 1.367 a 1.358 en el área urbana y de 695 a 674 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 85,794 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 84,658 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e disminuyen de 11.552,8 a 11.452,3 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 1.016,408 toneladas de $MP_{2,5}$ y 137.444,339 toneladas de CO_2e.

Tabla 437. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	TonMP2,5e/año	tonCO2e/año
Año 0	2024	1.367	695	2.062	85,794	11.552,8
Año 1	2025	1.354	672	2.026	84,367	11.413,1
Año 2	2026	1.355	673	2.028	84,450	11.424,3
Año 3	2027	1.356	673	2.029	84,533	11.435,5
Año 4	2028	1.357	674	2.031	84,575	11.441,1
Año 5	2029	1.358	674	2.032	84,616	11.446,7
Año 6	2030	1.358	675	2.033	84,658	11.452,3
Año 7	2031	1.359	675	2.034	84,700	11.457,9
Año 8	2032	1.359	675	2.034	84,700	11.457,9
Año 9	2033	1.359	675	2.034	84,700	11.457,9
Año 10	2034	1.359	675	2.034	84,658	11.452,3
Año 11	2035	1.358	674	2.032	84,658	11.452,3
	total				**1.016,408**	**137.444,339**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 438, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbano predomina la no disposición al recambio.

Tabla 438. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Nogales	Urbano	6.597	1.367	492	711	150	36%	52%	11%
	Rural	1.797	695	118	452	118	17%	65%	17%
	Total	**8.394**	**2.062**	**536**	**1.237**	**289**	**26%**	**60%**	**14%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.5 Reporte técnico Comuna Hijuelas

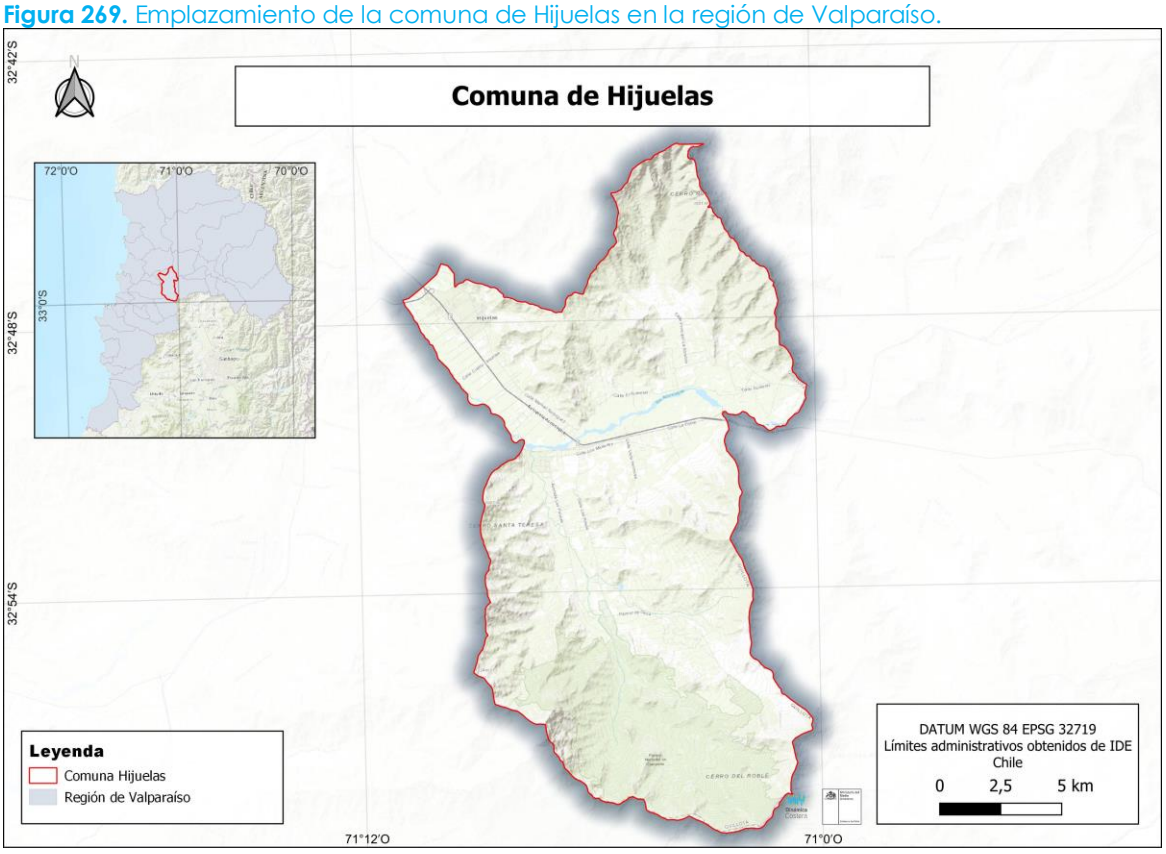
5.4.3.5.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de Hijuelas.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

Hijuelas se ubica en la Provincia de Quillota, Región de Valparaíso (Figura 269). Posee una superficie de 267 km^2.

Figura 269. Emplazamiento de la comuna de Hijuelas en la región de Valparaíso.

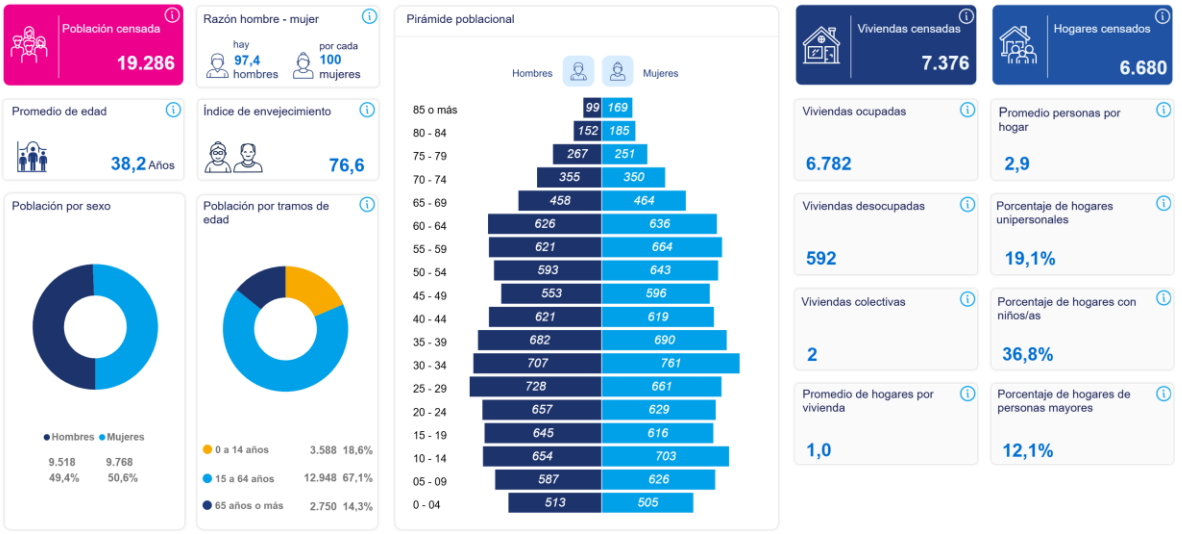


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 270), la comuna de Hijuelas tiene una población de 19.286 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE,

corresponde 19.537 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 6.782 viviendas ocupadas, del total de 7.376 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,9 personas y 14,3% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más). De acuerdo a la información de la SUBDERE[7], un 48,82% corresponde a población rural y un 51,18% a población urbana.

Figura 270. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de Hijuelas.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

5.4.3.5.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

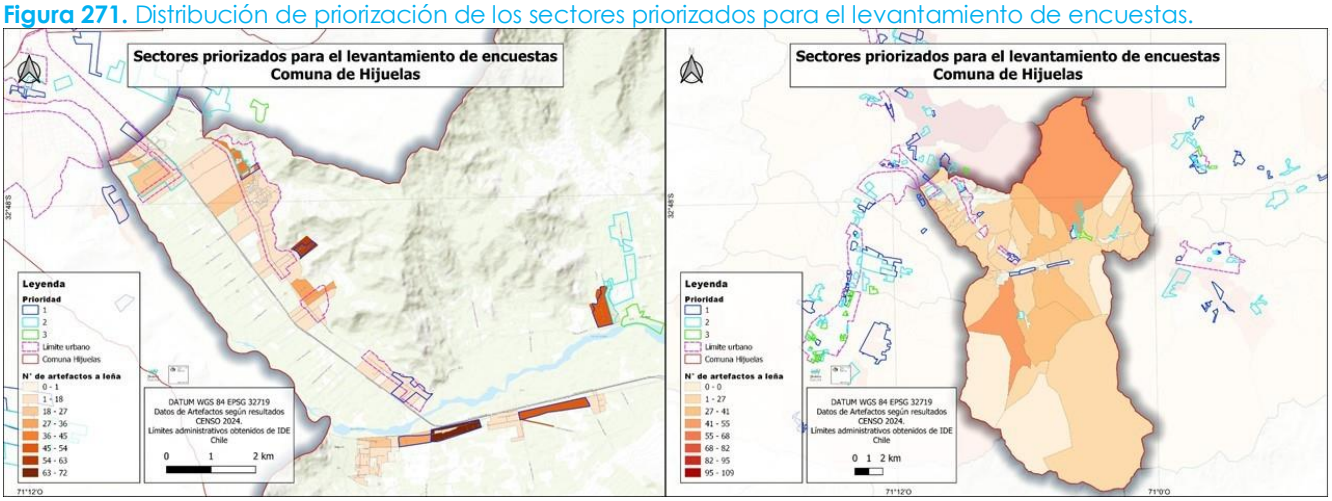
A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 271.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización

[7] https://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-valpara%C3%ADso/provincia-de-quillota/hijuelas

territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 271. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Hijuelas se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 439).

Tabla 439. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Hijuelas	42	31	0	1	0	0	1.050	661	20	7	24	8	18	6

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 440. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
HIJUELAS	0,23	0,77	0,3	0,7	34,71	41,16	35	42	77

Fuente: Elaboración propia.

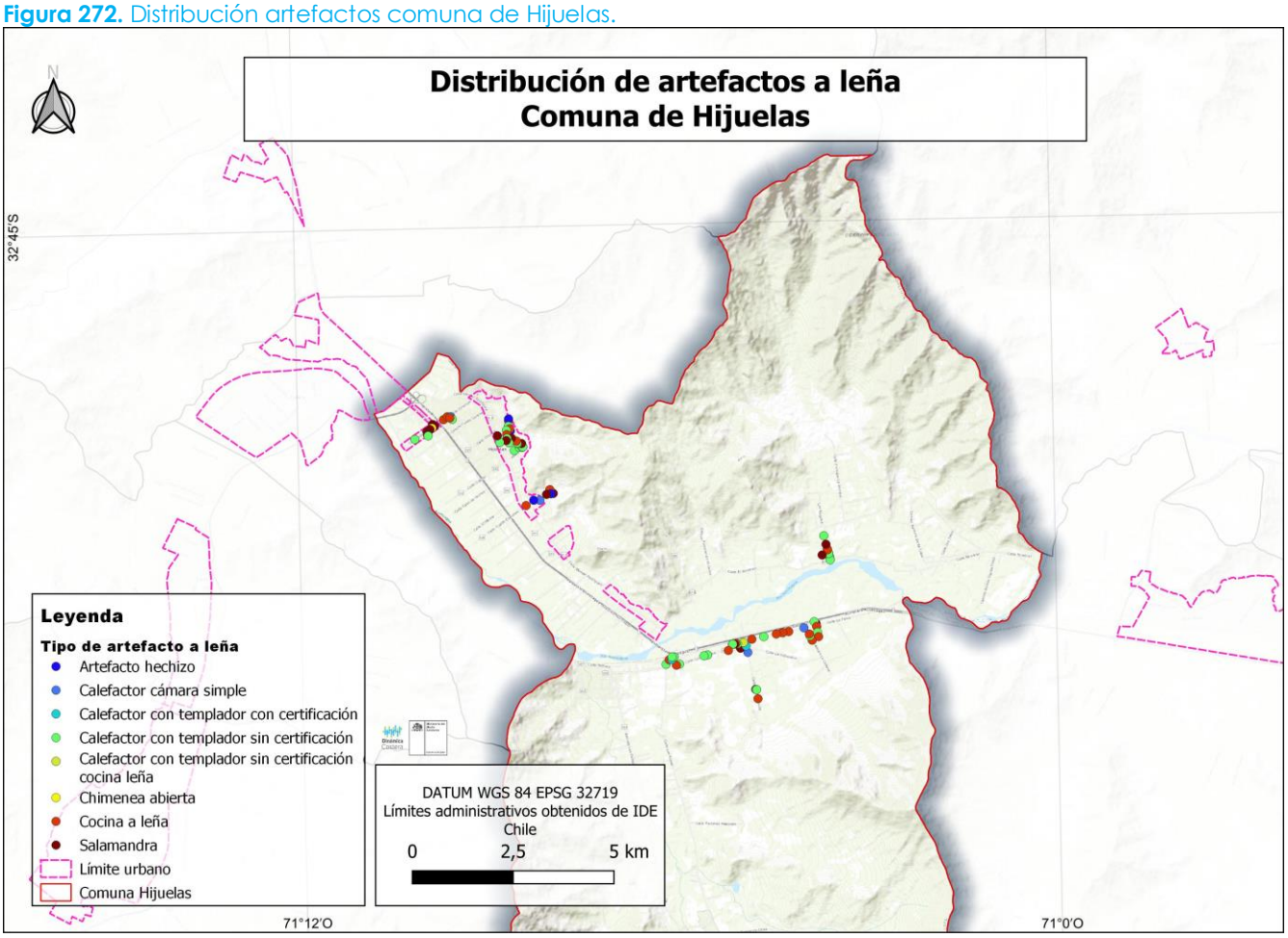
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.5.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 272 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Hijuelas.

Figura 272. Distribución artefactos comuna de Hijuelas.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 441, a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Hijuelas. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 441. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	100	0	100	283	2,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	75	46	121	915	2,17	0,99	1,00
Calefactor con templador sin certificación	426	289	715	617	1,94	1,00	1,00
Calefactor con templador con certificación doble cámara	25	46	71	832	2,25	1,00	1,00
Salamandra	276	106	382	523	2,00	1,00	1,06
Cocina a leña	226	228	454	824	2,04	1,00	1,00
Chimenea abierta	25	0	25	78	3,00	1,00	1,00
Suma	**1.154**	**714**	**1.868**	**661**	**2,02**	**1,00**	**1,01**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 442, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador sin certificación, cocinas a leña y salamandras. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 442. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Hijuelas.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	100	**3,328**	**392,49**	3,328	392,49	0,000	0,00
Calefactor Cámara simple	121	**8,110**	**1.079,01**	5,051	672,05	3,059	406,96

Calefactor con templador sin certificación	715	**25,933**	**3.450,56**	15,466	2057,83	10,467	1392,73
Calefactor con templador con certificación doble cámara	71	**2,614**	**535,40**	0,928	190,08	1,686	345,32
Salamandra	382	**14,406**	**1.916,80**	10,399	1383,62	4,007	533,18
Cocina a leña	454	**28,251**	**3.756,02**	14,061	1869,36	14,191	1886,66
Chimenea abierta	25	**0,344**	**40,57**	0,344	40,57	0,000	0,00
Suma	**1.868**	**82,985**	**11.170,85**	**49,576**	**6606,00**	**33,410**	**4564,85**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 443, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 82,985 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 85,207 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 11.170,85 a 11.469,85 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 1.563.296 toneladas de $MP_{2,5}$ y 243.411 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 443. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	1.154	714	1.868	82,985	11.170,85
Año 1	**2025**	1.155	718	1.873	83,208	11.200,75
Año 2	**2026**	1.159	720	1.879	83,474	11.236,63
Año 3	**2027**	1.162	723	1.885	83,741	11.272,51
Año 4	**2028**	1.166	725	1.891	84,007	11.308,39
Año 5	**2029**	1.169	727	1.896	84,229	11.338,29
Año 6	**2030**	1.172	729	1.901	84,451	11.368,19
Año 7	**2031**	1.175	730	1.905	84,629	11.392,11
Año 8	**2032**	1.177	732	1.909	84,807	11.416,03
Año 9	**2033**	1.179	733	1.913	84,984	11.439,95
Año 10	**2034**	1.181	734	1.915	85,073	11.451,91
Año 11	**2035**	1.183	735	1.918	85,207	11.469,85
	total				**1.010,796**	**136.065,48**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 444 la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto disminuye de 1.868 en 2024 a 1.848 en 2035, pasando de 1.154 a 1.148 en el área urbana y de 714 a 700 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 82,985 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 82,985 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e varían entre 11.170,8 y 11.123,0 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 977,484 toneladas de $MP_{2,5}$ y 132.250,363 toneladas de CO_2e.

Tabla 444. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	TonMP2,5e/año	tonCO2e/año
Año 0	2024	1.154	714	1.868	82,985	11.170,8
Año 1	2025	1.120	683	1.803	80,179	10.853,9
Año 2	2026	1.124	685	1.809	80,446	10.889,8
Año 3	2027	1.127	688	1.815	80,712	10.925,7
Año 4	2028	1.131	690	1.821	80,979	10.961,6
Año 5	2029	1.134	692	1.826	81,201	10.991,5
Año 6	2030	1.137	694	1.831	81,423	11.021,4
Año 7	2031	1.140	695	1.835	81,601	11.045,3
Año 8	2032	1.142	697	1.839	81,778	11.069,2
Año 9	2033	1.144	698	1.842	81,956	11.093,1
Año 10	2034	1.146	699	1.845	82,045	11.105,1
Año 11	2035	1.148	700	1.848	82,178	11.123,0
	total				**977,484**	**132.250,363**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 445, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y área urbana predomina la no disposición al recambio.

Tabla 445. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Hijuelas	Urbano	4.966	1.154	462	589	104	40%	51%	9%
	Rural	2.408	714	121	471	121	17%	66%	17%
	Total	**7.374**	**1.868**	**523**	**1.102**	**243**	**28%**	**59%**	**13%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.6 Reporte técnico Comuna Catemu

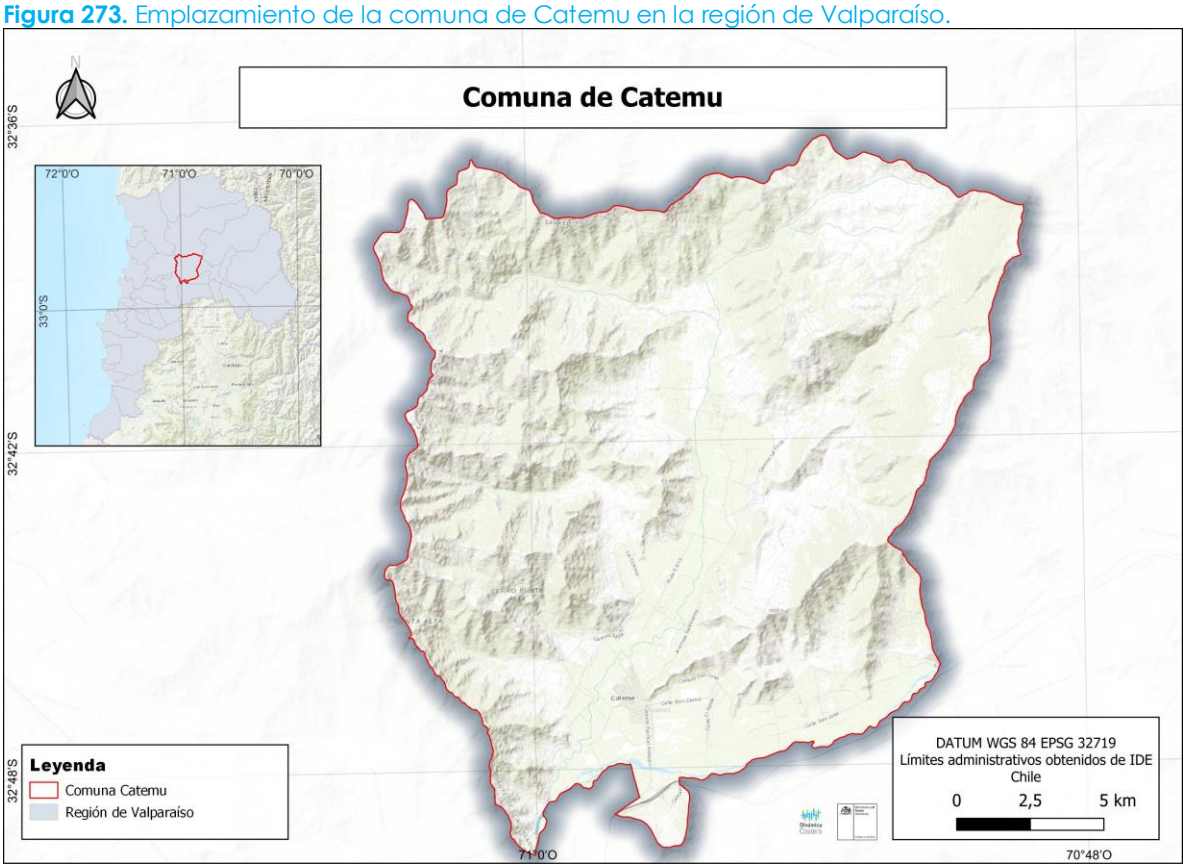
5.4.3.6.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de Catemu.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

La comuna de Catemu pertenece a la Provincia de San Felipe de Aconcagua, en la Región de Valparaíso (Figura 273). Está ubicada a 85 km de Santiago y 95 km de Valparaíso, con una superficie de 361,6 km².

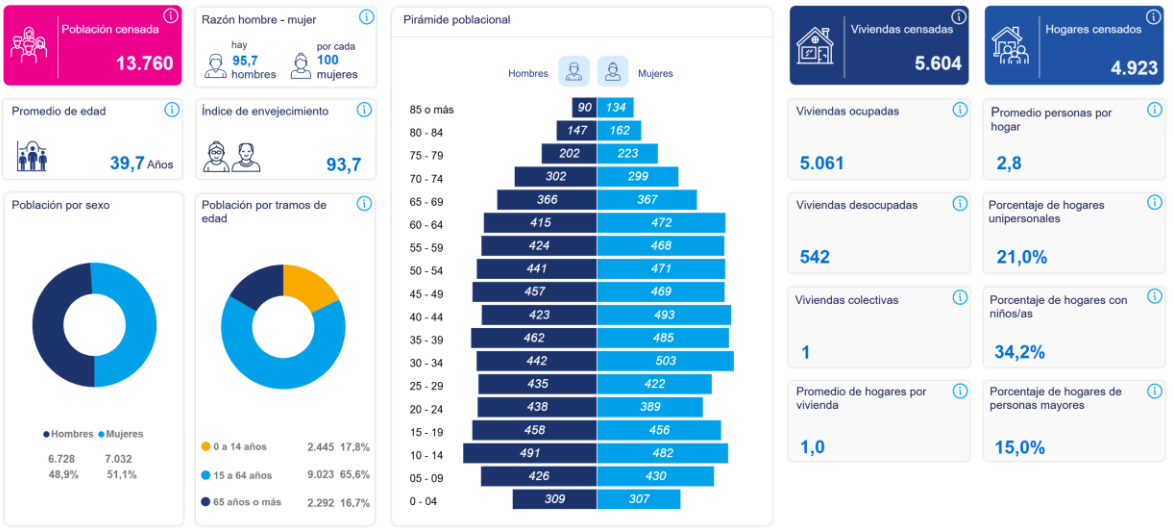
Figura 273. Emplazamiento de la comuna de Catemu en la región de Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 274), la comuna de Catemu tiene una población de 13.760 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 15.824 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 5.061 viviendas ocupadas, del total de 5.604 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,8 personas y 16,7% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más).

Figura 274. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de Catemu.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

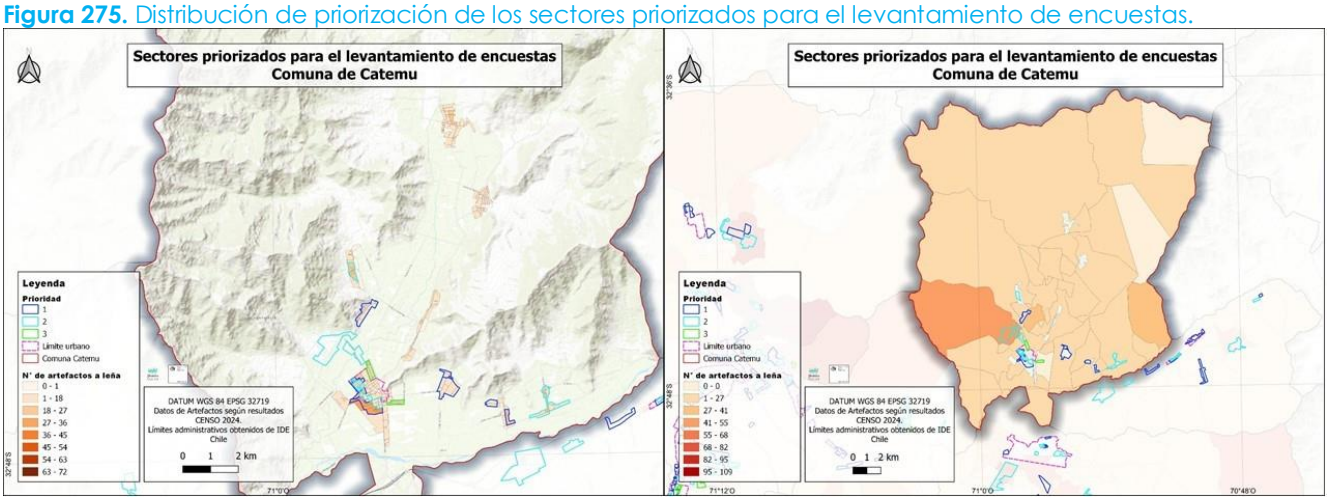
5.4.3.6.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 275.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 275. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Catemu se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 446).

Tabla 446. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Catemu	21	46	0	0	0	1	819	879	5	6	1	3	23	11

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra (Tabla 447) el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 447. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
CATEMU	0,27	0,73	0,39	0,61	38,63	46,63	39	48	87

Fuente: Elaboración propia.

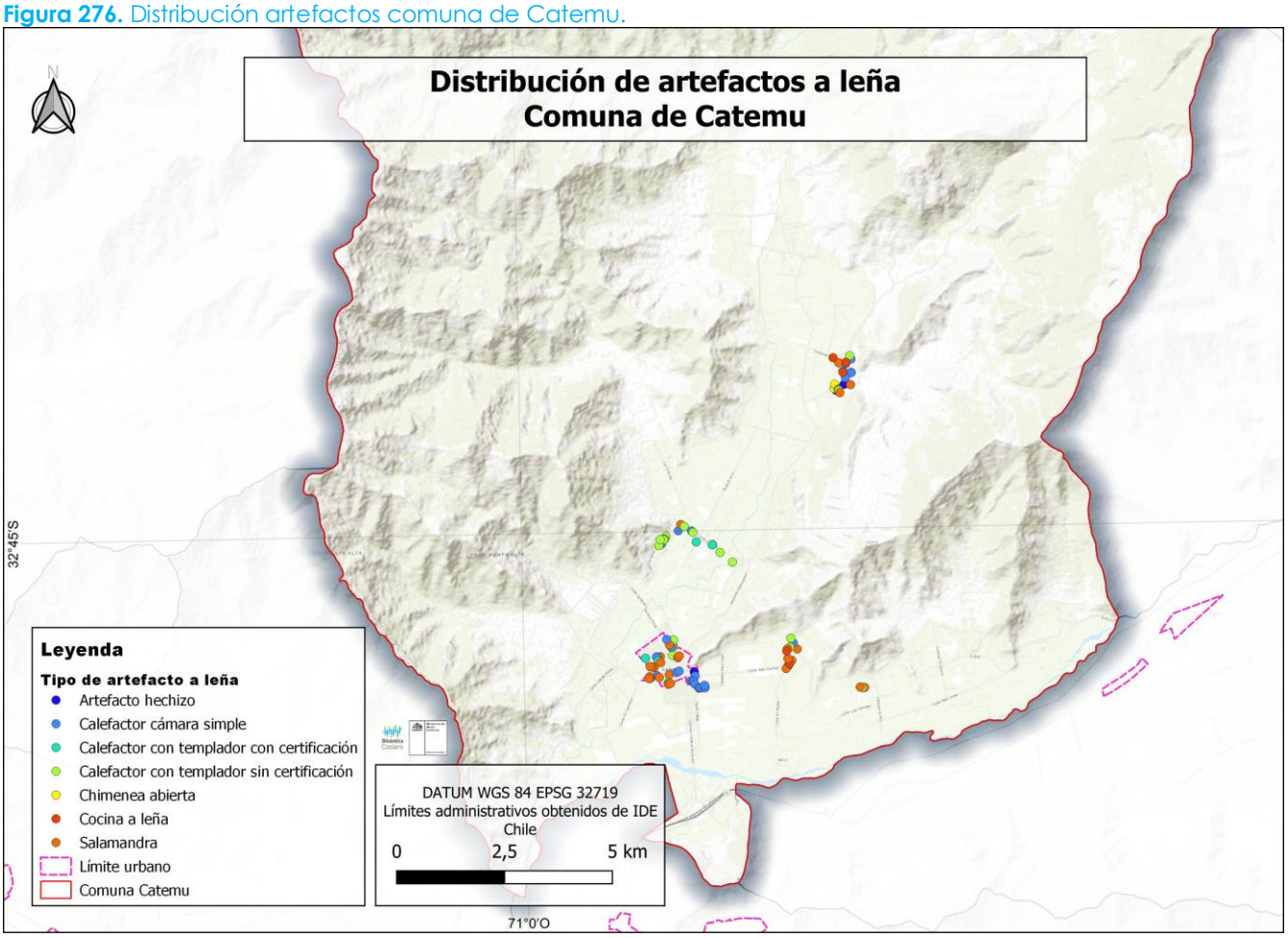
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.6.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 276 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Catemu.

Figura 276. Distribución artefactos comuna de Catemu.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 448, a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Catemu. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 448. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	19	37	56	186	2,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	340	185	526	378	2,27	1,00	1,00
Calefactor con templador sin certificación	151	278	429	964	2,00	1,00	1,00
Calefactor con templador con certificación doble cámara	76	37	113	1.313	2,50	1,00	1,00
Salamandra	283	260	543	373	2,20	1,00	1,00
Cocina a leña	0	111	111	816	2,00	1,00	1,17
Chimenea abierta	0	37	37	1.116	1,00	1,00	1,00
Suma	**869**	**946**	**1.815**	**569**	**2,15**	**1,00**	**1,01**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 449, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos tipo salamandra, calefactor cámara simple y con templador sin certificación. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 449. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Catemu.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	56	**1,220**	**143,93**	0,412	48,56	0,809	95,37
Calefactor Cámara simple	526	**15,323**	**2.038,76**	9,914	1319,17	5,408	719,59

Calefactor con templador sin certificación	429	**25,182**	**3.350,61**	8,864	1179,36	16,318	2171,24
Calefactor con templador con certificación doble cámara	113	**7,308**	**1.496,84**	4,901	1003,96	2,406	492,88
Salamandra	543	**15,209**	**2.023,67**	7,936	1055,96	7,273	967,71
Cocina a leña	111	**7,867**	**1.045,96**	0,000	0,00	7,867	1045,96
Chimenea abierta	37	**2,426**	**286,10**	0,000	0,00	2,426	286,10
Suma	**1.815**	**74,534**	**10.385,86**	**32,027**	**4607,01**	**42,507**	**5778,85**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 450, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 74,534 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 80,037 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 10.385,86 a 11.152,64 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 929,197 toneladas de $MP_{2,5}$ y 129.477,10 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 450. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	869	946	1.815	74,534	10.385,86
Año 1	**2025**	875	954	1.829	75,109	10.465,98
Año 2	**2026**	882	961	1.843	75,684	10.546,09
Año 3	**2027**	888	968	1.857	76,259	10.626,20
Año 4	**2028**	894	975	1.869	76,752	10.694,86
Año 5	**2029**	900	982	1.882	77,286	10.769,25
Año 6	**2030**	906	988	1.894	77,779	10.837,92
Año 7	**2031**	912	994	1.906	78,271	10.906,59
Año 8	**2032**	917	1.000	1.917	78,723	10.969,53
Año 9	**2033**	922	1.006	1.928	79,175	11.032,48
Año 10	**2034**	927	1.011	1.938	79,586	11.089,70
Año 11	**2035**	932	1.016	1.949	80,037	11.152,64
	total				**929,197**	**129.477,10**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 451, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto aumenta de 1.815 en 2024 a 1.878 en 2035, pasando de 869 a 897 en el área urbana y de 946 a 981 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 74,534 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 77,233 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 10.385,9 a 10.813,9 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 898,347 toneladas de $MP_{2,5}$ y 125.750,654 toneladas de CO_2e.

Tabla 451. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	869	946	1.815	74,534	10.385,9
Año 1	2025	840	919	1.759	72,305	10.127,2
Año 2	2026	847	926	1.773	72,880	10.207,3
Año 3	2027	853	933	1.786	73,455	10.287,4
Año 4	2028	859	940	1.799	73,947	10.356,1
Año 5	2029	865	947	1.812	74,481	10.430,5
Año 6	2030	871	953	1.824	74,974	10.499,2
Año 7	2031	877	959	1.836	75,467	10.567,8
Año 8	2032	882	965	1.847	75,919	10.630,8
Año 9	2033	887	971	1.858	76,370	10.693,7
Año 10	2034	892	976	1.868	76,781	10.750,9
Año 11	2035	897	981	1.878	77,233	10.813,9
	total				**898,347**	**125.750,654**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 452, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbana predomina la no disposición al recambio.

Tabla 452. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Catemu	Urbano	3.169	869	287	452	130	33%	52%	15%
	Rural	2.434	946	265	605	76	28%	64%	8%
	Total	**5.603**	**1.815**	**545**	**1.071**	**200**	**30%**	**59%**	**11%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.7 Reporte técnico Comuna Llay Llay

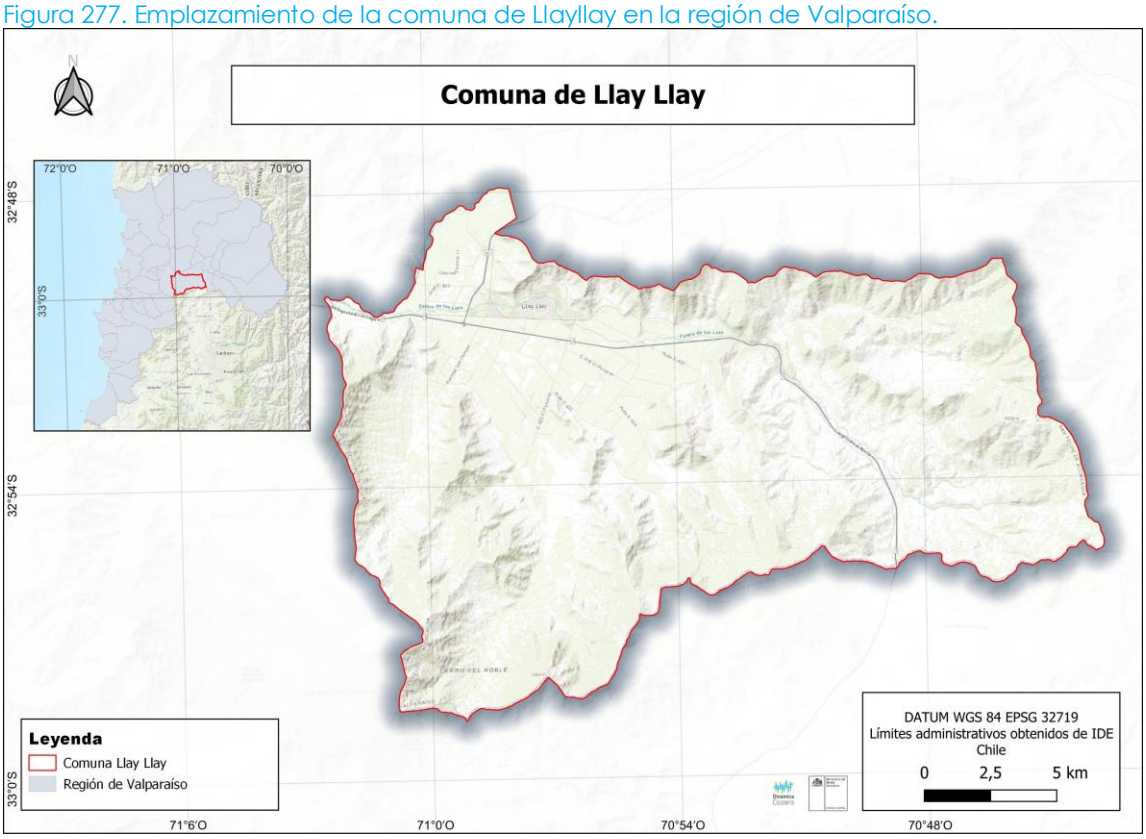
5.4.3.7.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de LLay LLay.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

Llay llay se ubica en la Provincia de San Felipe de Aconcagua, Región de Valparaíso (Figura 277). Esta comuna tiene una superficie de 349,1 km².

Figura 277. Emplazamiento de la comuna de Llayllay en la región de Valparaíso.

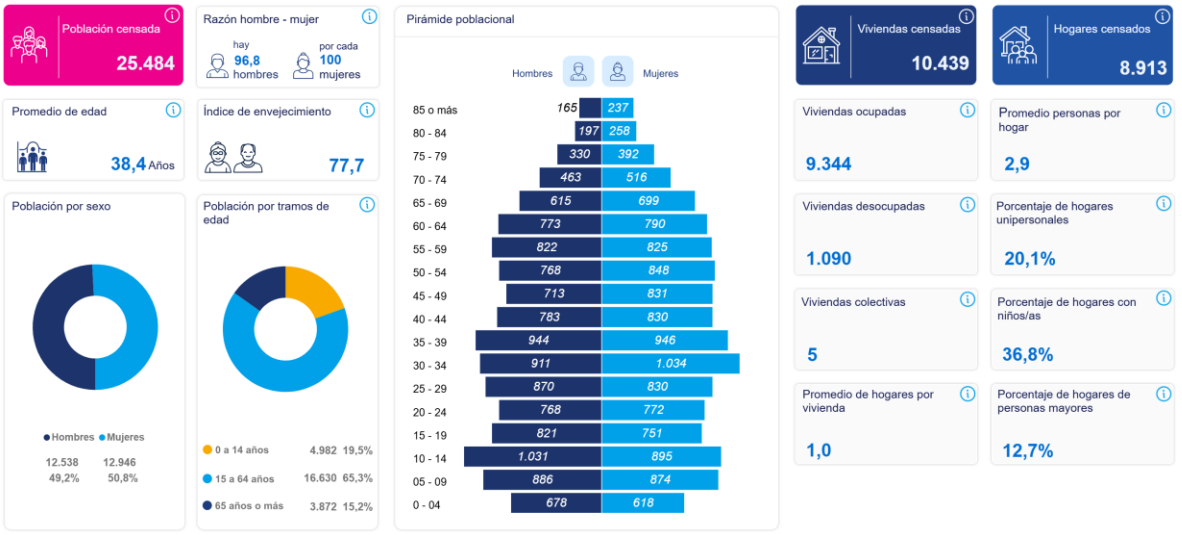


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 278), la comuna de Llayllay tiene una población de 25.484 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 27.449 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 9.344 viviendas ocupadas, del

total de 10.439 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 2,9 personas y 15,2% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más).

Figura 278. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de LlayLlay.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

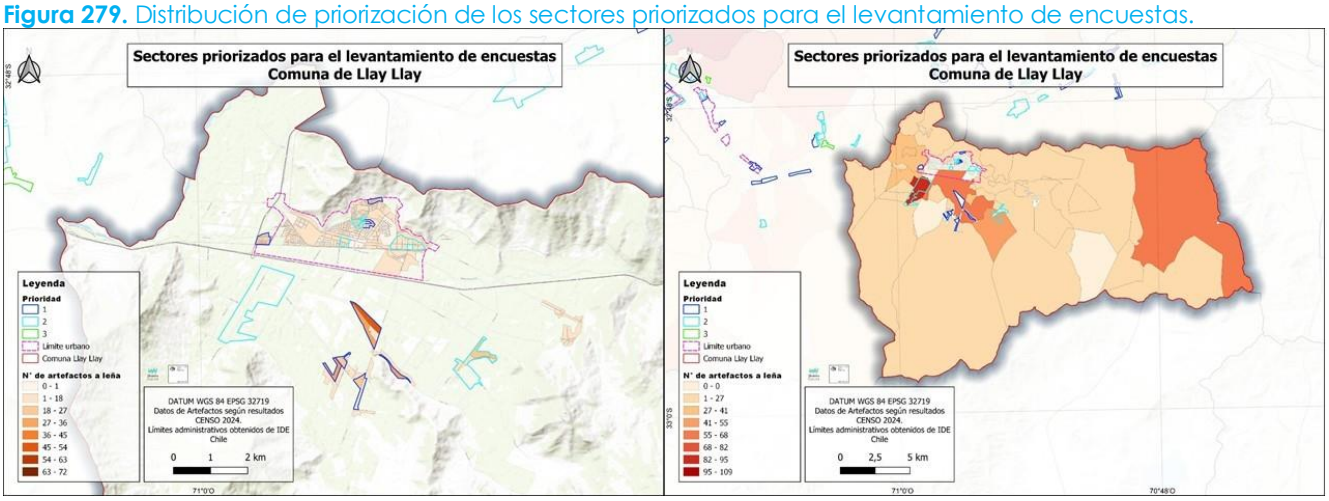
5.4.3.7.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 279.

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 279. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Llay Llay se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 453).

Tabla 453. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Llay Llay	22	62	0	1	0	0	1.003	982	7	5	19	8	38	12

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra (Tabla 454) el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 454. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
LLAILLAY	0,16	0,84	0,3	0,7	26,34	41,16	26	42	68

Fuente: Elaboración propia.

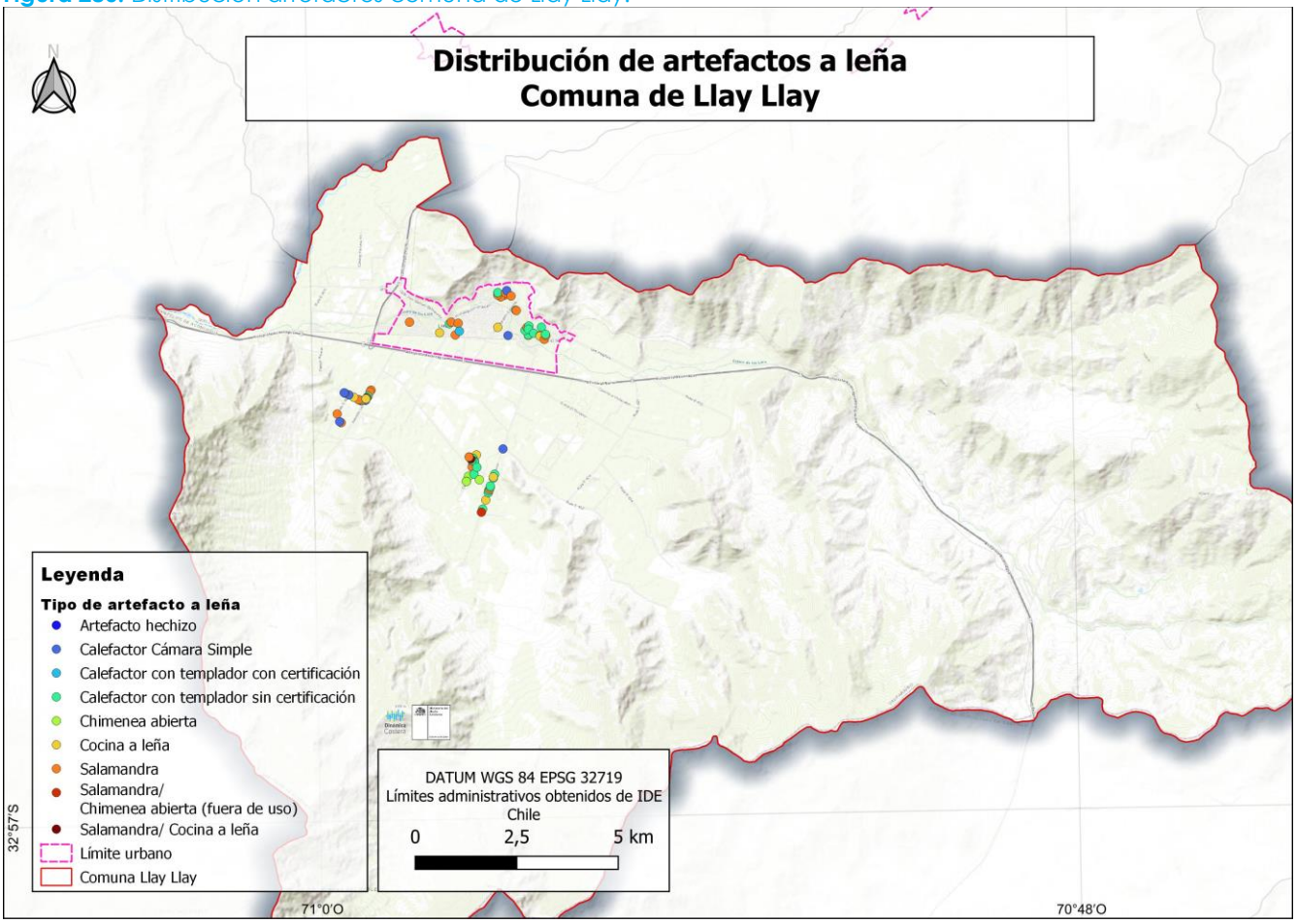
Respecto al diseño de la encuesta, esta cuenta con un total de 22 preguntas, distribuidas en cuatro secciones: caracterización del hogar; tipo de artefacto y operación; disposición a realizar el recambio del calefactor; y tipo de combustible utilizado y costos asociados.

5.4.3.7.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 280 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Llay Llay.

Figura 280. Distribución artefactos comuna de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 455 a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Llay Llay. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 455. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
ARTEFACTO	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	0	21	21	313	1,00	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	66	126	192	482	2,38	1,00	1,00
Calefactor con templador sin certificación	363	294	657	618	2,08	0,99	1,00
Calefactor con templador con certificación doble cámara	33	0	33	78	2,00	1,00	1,00
Salamandra	462	420	882	271	2,18	1,00	1,03
Cocina a leña	165	126	291	1.012	2,40	1,00	1,00
Chimenea abierta	0	84	84	348	1,00	1,00	1,00
Suma	**1.089**	**1.070**	**2.159**	463	2,15	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 456, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador sin certificación y salamandras. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 456. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Llay Llay.

				Emisiones equivalentes por sector			
	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Urbano		Rural	
ARTEFACTO	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	21	0,385	45,38	0,000	0,00	0,385	45,38
Calefactor Cámara simple	192	7,497	997,49	2,579	343,10	4,918	654,39

Calefactor con templador sin certificación	657	25,503	3.393,30	14,097	1875,62	11,406	1517,68
Calefactor con templador con certificación doble cámara	33	0,102	20,84	0,102	20,84	0,000	0,00
Salamandra	882	18,330	2.438,88	9,606	1278,08	8,724	1160,81
Cocina a leña	291	26,230	3.487,26	14,879	1978,11	11,351	1509,15
Chimenea abierta	84	1,711	201,82	0,000	0,00	1,711	201,82
Suma	**2.159**	**79,757**	**10.584,97**	**41,261**	**5495,75**	**38,496**	**5089,22**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 457, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 79,757 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 84,338 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 10.585,0 a 11.192,9 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 986,672 toneladas de $MP_{2,5}$ y 130.946,689 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 457. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	1.089	1.070	2.159	79,757	10.585,0
Año 1	**2025**	1.092	1.082	2.174	80,311	10.658,5
Año 2	**2026**	1.099	1.088	2.187	80,791	10.722,2
Año 3	**2027**	1.105	1.094	2.199	81,235	10.781,1
Año 4	**2028**	1.111	1.100	2.211	81,678	10.839,9
Año 5	**2029**	1.117	1.106	2.223	82,121	10.898,7
Año 6	**2030**	1.122	1.112	2.234	82,527	10.952,7
Año 7	**2031**	1.128	1.117	2.245	82,934	11.006,6
Año 8	**2032**	1.133	1.122	2.255	83,303	11.055,6
Año 9	**2033**	1.138	1.127	2.265	83,673	11.104,7
Año 10	**2034**	1.142	1.131	2.274	84,005	11.148,8
Año 11	**2035**	1.147	1.136	2.283	84,338	11.192,9
	total				**986,672**	**130.946,689**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 458, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto aumenta de 2.159 en 2024 a 2.213 en 2035, pasando de 1.089 a 1.112 en el área urbana y de 1.070 a 1.101 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 79,757 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 81,809 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 10.585,0, a 127,724,656 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 958,855 toneladas de $MP_{2,5}$ y 127.724,656 toneladas de CO_2e.

Tabla 458. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	**2024**	1.089	1.070	2.159	79,757	10.585,0
Año 1	**2025**	1.057	1.047	2.104	77,782	10.365,6
Año 2	**2026**	1.064	1.053	2.117	78,262	10.429,3
Año 3	**2027**	1.070	1.059	2.129	78,706	10.488,2
Año 4	**2028**	1.076	1.065	2.141	79,149	10.547,0
Año 5	**2029**	1.082	1.071	2.153	79,592	10.605,8
Año 6	**2030**	1.087	1.077	2.164	79,999	10.659,8
Año 7	**2031**	1.093	1.082	2.175	80,405	10.713,7
Año 8	**2032**	1.098	1.087	2.185	80,774	10.762,7
Año 9	**2033**	1.103	1.092	2.195	81,144	10.811,7
Año 10	**2034**	1.107	1.096	2.203	81,476	10.855,9
Año 11	**2035**	1.112	1.101	2.213	81,809	10.900,0
	total				**958,855**	**127.724,656**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 459, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbano predomina la no disposición al recambio.

Tabla 459. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	**Urbano / Rural**	**Viviendas**	**Total viviendas con artefactos**	**si**	**no**	**tal vez**	**si**	**no**	**tal vez**
Llay-llay	Urbano	6.891	1.089	142	784	174	13%	72%	16%
	Rural	3.543	1.070	150	781	128	14%	73%	12%
	Total	**10.434**	**2.159**	**302**	**1.576**	**302**	**14%**	**73%**	**14%**

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.8 Reporte técnico Comuna Panquehue

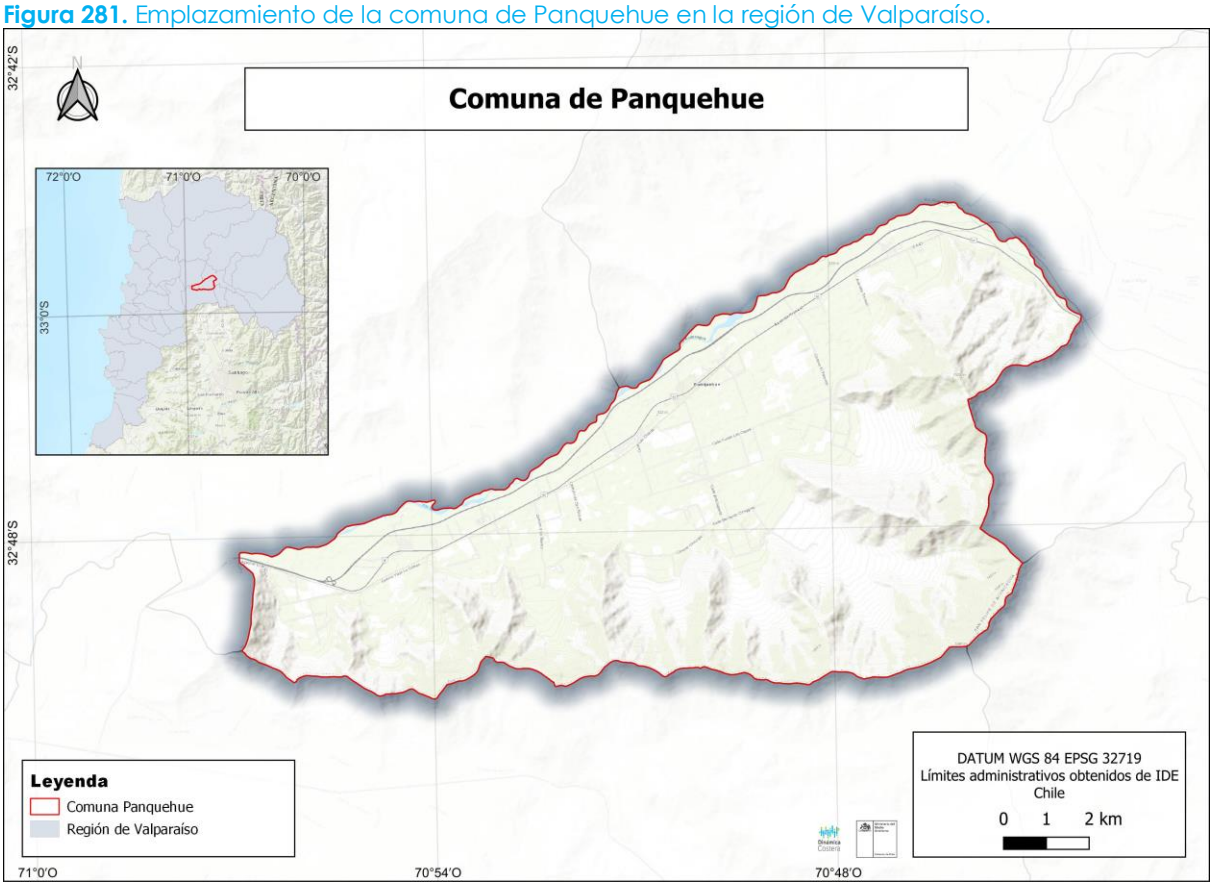
5.4.3.8.1 Introducción

El presente reporte técnico se desarrolla en el marco de la consultoría "Catastro de artefactos a leña instalados en las viviendas que se encuentran en la Provincia de Quillota y en las comunas de Catemu, Panquehue y Llay Llay, de la Región de Valparaíso, para el cumplimiento del Art. 47 del D.S. N°18/2023". El documento tiene como propósito presentar los resultados, análisis y conclusiones obtenidos de la sistematización del levantamiento de información realizado mediante encuestas en terreno en la comuna de Panquehue.

El levantamiento tuvo como finalidad caracterizar el uso de artefactos a leña por parte de los encuestados, considerando aspectos asociados al tipo de artefacto utilizado, modalidad y frecuencia de operación, tipo de combustible empleado y costos asociados a su adquisición. Asimismo, se buscó conocer la disposición de las personas encuestadas frente a un eventual recambio de su artefacto, identificando tanto su nivel de disposición como sus preferencias respecto de las alternativas de reemplazo.

La comuna de Panquehue se ubica en la Provincia de San Felipe de Aconcagua, en la Región de Valparaíso (Figura 281). Esta comuna posee una superficie de 121,9 km^2.

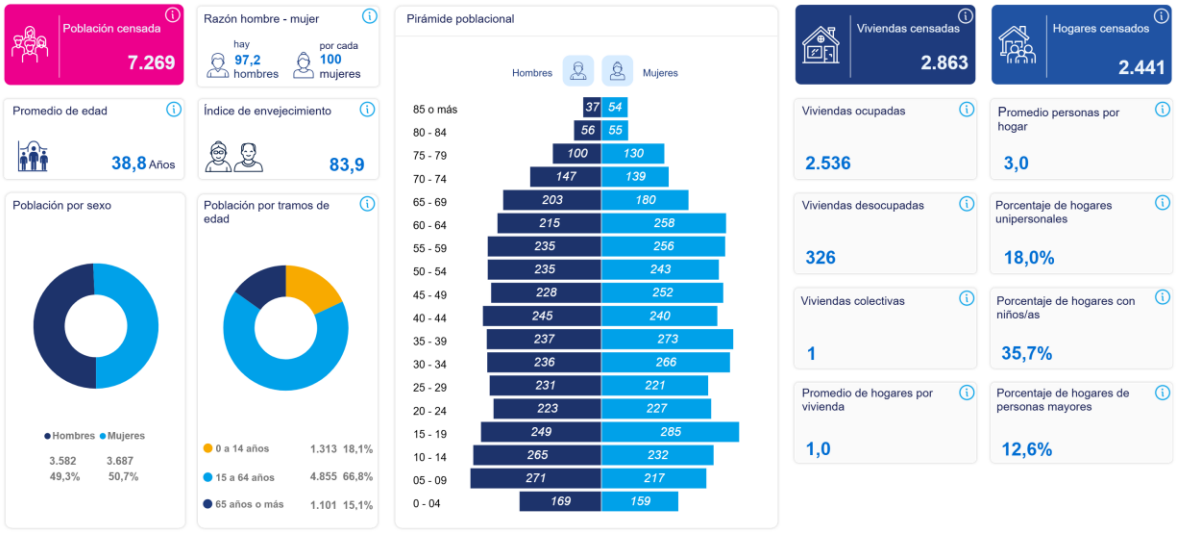
Figura 281. Emplazamiento de la comuna de Panquehue en la región de Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2024 (Figura 282), la comuna de Panquehue tiene una población de 7.269 habitantes (de acuerdo a las proyecciones del INE, corresponde 7.889 habitantes para el año 2026), que se distribuyen en 2.536 viviendas ocupadas, del total de 2.863 viviendas censadas. En promedio un hogar se compone por 3,0 personas y 15,1% de la población corresponde a adultos mayores (65 años o más).

Figura 282. Infografía resultados Censo 2024 para la comuna de Panquehue.



Fuente: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/

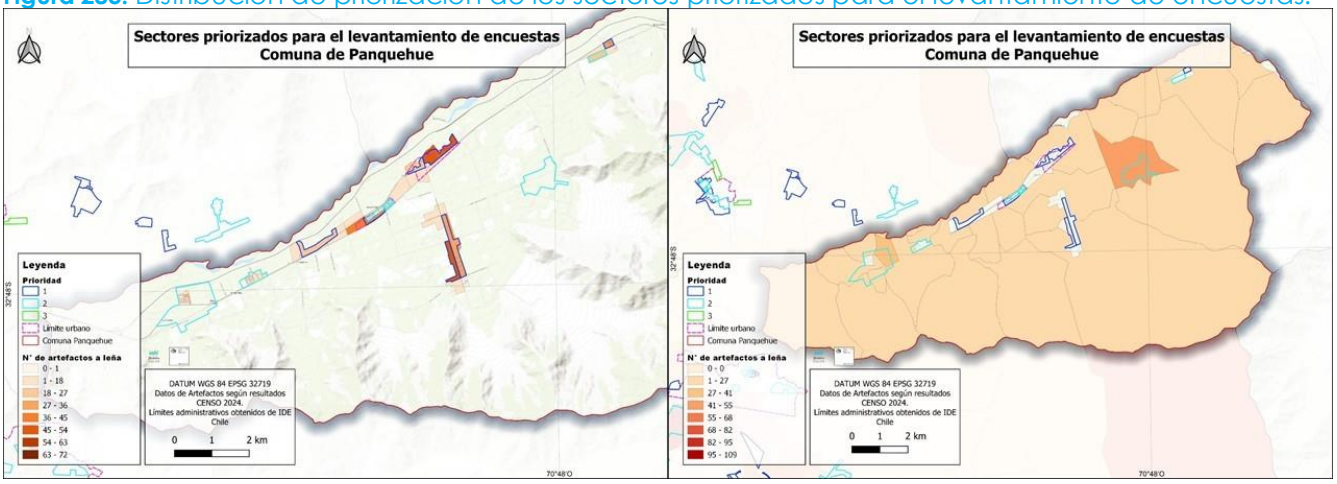
5.4.3.8.2 Metodología

La metodología utilizada para establecer el número de encuestas requeridas para el levantamiento de información en terreno consideró, en primera instancia, la revisión de la información disponible en el Censo 2024, específicamente aquella asociada al tipo de sistema de calefacción utilizado en las viviendas. Esta información permitió estimar y caracterizar la presencia de artefactos a leña en las ocho comunas consideradas en el estudio, tanto a escala comunal como a escala de manzana y entidad censal, permitiendo alcanzar un nivel de detalle espacial significativamente mayor.

A partir de la información espacial disponible, se realizó la representación cartográfica de las entidades y manzanas censales, lo que permitió identificar la distribución y concentración de viviendas que utilizan artefactos a leña, diferenciando entre sectores urbanos y rurales. Esta información constituyó un insumo para definir y priorizar sectores de interés para la planificación de las campañas de levantamiento en terreno, focalizando inicialmente los esfuerzos en aquellas áreas donde se observaba una mayor concentración de viviendas con este tipo de calefacción, tal como se presenta en la Figura 283

No obstante, la priorización territorial fue utilizada como una herramienta de orientación para la planificación de las campañas y no como un criterio excluyente para la aplicación de las encuestas. Durante el trabajo en terreno, se encuestaron las viviendas que se encontraban disponibles y cuyos residentes accedían a participar, independientemente de si estas se localizaban dentro o fuera de los sectores inicialmente priorizados. De esta manera, la estrategia permitió mantener la focalización territorial definida a partir de la información censal, pero otorgando flexibilidad al levantamiento según las condiciones y disponibilidad encontradas en terreno.

Figura 283. Distribución de priorización de los sectores priorizados para el levantamiento de encuestas.



Fuente: Elaboración propia.

Para definir la cantidad de encuestas para la comuna de Panquehue se utilizó un muestreo estratificado, en base a la información disponible del censo de Población y Vivienda 2024, a escala de Manzana Censal, considerando entidades Urbanas y Rurales diferenciadas (ver Tabla 460).

Tabla 460. Total de artefactos por tipo y comuna de acuerdo al censo de población y vivienda del año 2024.

	Cocina a leña		Cocina Carbón		Cocina pellet		Calefacción a leña		Calefacción pellet		Calefacción a carbón		Otro tipo de calefacción	
Comuna	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**	**Urbano**	**Rural**
Panquehue	4	17	0	0	0	0	316	643	3	2	0	2	4	18

Fuente: INE (2025).

A continuación se muestra (Tabla 461) el cálculo realizado para obtener el número de encuestas para cada comuna, basándose es la cantidad de viviendas que cuentan con artefactos en la comuna.

- N = total de viviendas (Rurales/Urbanas) por comuna
- c = precisión (se recomienda 0,1)
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%) = 1,959963985
- P = Proporción de viviendas con artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna
- Q = Proporción de viviendas sin artefacto (Rurales/Urbanas) por comuna (Q = 1 - P)
- k_0 = Factor escala (Rural/Urbana) por comuna, $k_0 = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{c^2} \cdot P \cdot Q$
- n = tamaño mínimo de la muestra (Rural/Urbana) por comuna

$$n \geq \frac{k_0}{1 - \frac{k_0}{N}}$$

Tabla 461. Cálculo de parámetros para definir los tamaños mínimos de muestra por sector urbano / rural y comuna.

Comuna	Urbano		Rural		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total muestra
	P	Q	P	Q	k_0	k_0	n	n	
PANQUEHUE	0,33	0,67	0,36	0,64	43,33	45,16	45	46	91

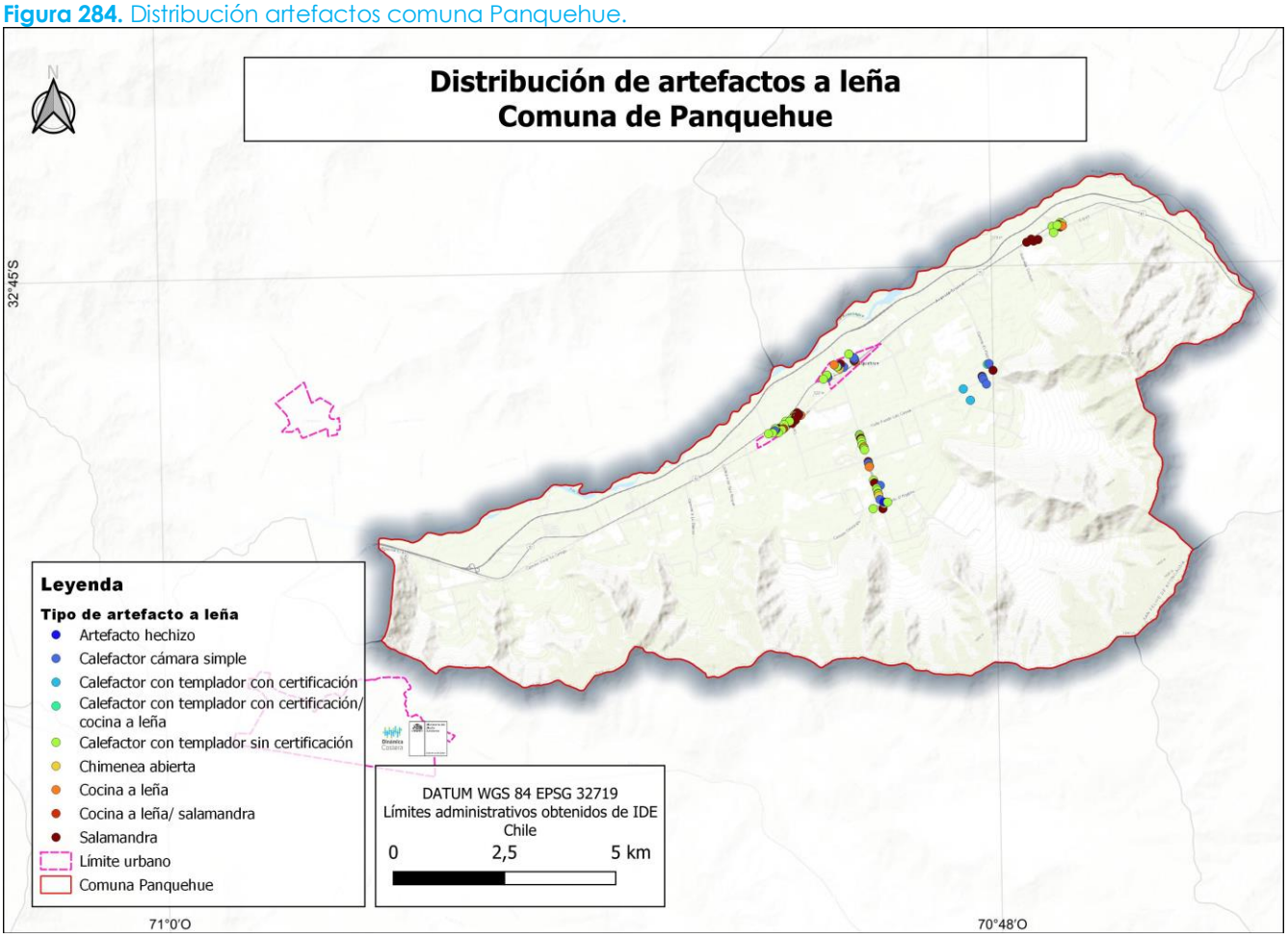
Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.8.3 Resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados a las proyecciones de artefactos a leña, elaboradas a partir de la información proporcionada por el Censo 2024 y de los datos recopilados mediante las encuestas realizadas en terreno.

En la Figura 284 se presenta la distribución espacial de los artefactos a leña identificados mediante las encuestas realizadas en la comuna de Panquehue.

Figura 284. Distribución artefactos comuna Panquehue.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 462, a partir de la información recopilada mediante las encuestas, se logró estimar la cantidad de artefactos a leña presentes en la comuna de Panquehue. Asimismo, fue posible estimar las horas de uso anual para cada tipo de artefacto y determinar el modificador correspondiente.

Tabla 462. Cálculo de uso de horas anuales y modificadoras.

ARTEFACTO	Cantidad estimada de artefactos de leña			Horas de uso anuales	Modificadores		
	Urbano	Rural	Total		Modificador operación	Modificador Tipo de Leña	Modificador de humedad
Artefacto hechizo	13	14	27	302	2,67	1,00	1,00
Calefactor Cámara simple	29	89	118	457	2,17	0,98	1,08
Calefactor con templador sin certificación	157	259	416	685	2,37	1,00	1,02
Calefactor con templador con certificación doble cámara	0	48	48	651	2,50	1,00	1,00
Salamandra	85	150	235	533	2,17	1,00	1,00
Cocina a leña	36	109	145	651	2,14	1,00	1,00
Chimenea abierta	7	14	20	617	1,00	1,00	1,00
Suma	**327**	**682**	**1.009**	**618**	**2,26**	**1,00**	**1,02**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 463, la estimación de artefactos a leña para la comuna evidencia una alta presencia de equipos con templador sin certificación y salamandras. Estos corresponden a una de las principales categorías de artefactos presentes en la comuna y, de acuerdo con los factores de emisión considerados, representan una importante fuente de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Tabla 463. Estimación de artefactos a leña en la comuna de Panquehue.

ARTEFACTO	Cantidad de artefactos de leña	Emisiones equivalentes		Emisiones equivalentes por sector			
				Urbano		Rural	
	Total	TonMP$_{2,5}$e /año	tonCO$_2$e / año	tonMP$_{2,5}$e / año	tonCO$_2$e / año	tonMP2,5e / año	tonCO2e / año
Artefacto hechizo	27	1,261	148,70	0,617	72,79	0,644	75,91
Calefactor Cámara simple	118	4,248	565,27	1,059	140,87	3,190	424,39
Calefactor con templador sin certificación	416	20,993	2.793,23	7,919	1053,60	13,074	1739,63
Calefactor con templador con certificación doble cámara	48	1,535	314,48	0,000	0,00	1,535	314,48

Salamandra	235	9,265	1.232,71	3,351	445,87	5,914	786,85
Cocina a leña	145	7,514	999,05	1,863	247,68	5,652	751,37
Chimenea abierta	20	0,729	86,04	0,236	27,88	0,493	58,16
Suma	**1.009**	**45,546**	**6.139,48**	**15,045**	**1988,70**	**30,501**	**4150,78**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 464, la proyección de emisiones asociadas a los calefactores existentes, un escenario sin un programa de recambio de calefactores, muestra un aumento progresivo durante el período 2024–2035. Las emisiones estimadas pasan de 45,546 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 48,796 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e aumentan de 6.139 a 6.578 toneladas/año. En términos acumulados, se estiman 565,509 toneladas de $MP_{2,5}$ y 76.229,330 toneladas de CO_2e para el período proyectado.

Tabla 464. Proyección de emisiones escenario sin proyecto.

		Proyección Calefactores Existentes (sin proyecto)			**Total Emisiones Sin Proyecto**	
		Urbano	**Rural**	**Total**	**Ton$MP_{2,5}$e /año**	**tonCO_2e /año**
Año 0	**2024**	327	682	1.009	45,546	6.139
Año 1	**2025**	328	686	1.014	45,772	6.170
Año 2	**2026**	331	690	1.021	46,088	6.212
Año 3	**2027**	333	694	1.027	46,358	6.249
Año 4	**2028**	335	699	1.034	46,674	6.292
Año 5	**2029**	337	703	1.040	46,945	6.328
Año 6	**2030**	339	708	1.047	47,261	6.371
Año 7	**2031**	341	712	1.054	47,577	6.413
Año 8	**2032**	343	717	1.060	47,848	6.450
Año 9	**2033**	346	721	1.067	48,164	6.492
Año 10	**2034**	348	726	1.074	48,480	6.535
Año 11	**2035**	350	731	1.081	48,796	6.578
	total				**565,509**	**76.229,330**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 465, la proyección de calefactores y emisiones asociadas en un escenario con proyecto muestra una variación durante el período 2024–2035. La cantidad de calefactores considerados en el proyecto varía de 1.009 en 2024 a 1.011 en 2035, pasando de 327 a 315 en el área urbana y de 682 a 696 en el área rural. En cuanto a las emisiones estimadas, estas pasan de 45,546 toneladas de $MP_{2,5}$/año en 2024 a 45,712 toneladas en 2035, mientras que las emisiones de CO_2e varían

de 6.139,5 a 6.218,8 toneladas/año. En términos acumulados, para el período proyectado se estiman 531,589 toneladas de $MP_{2,5}$ y 72.282,307 toneladas de CO_2e.

Tabla 465. Proyección de emisiones escenario con proyecto.

		Cantidad de Calefactores con proyecto			Total Emisiones anuales Con Proyecto	
		Urbano	Rural	Total	Ton$MP_{2,5}$e/año	tonCO_2e/año
Año 0	2024	327	682	1.009	45,546	6.139,5
Año 1	2025	293	651	944	42,688	5.811,1
Año 2	2026	296	655	951	43,004	5.853,7
Año 3	2027	298	659	957	43,275	5.890,2
Año 4	2028	300	664	964	43,591	5.932,8
Año 5	2029	302	668	970	43,862	5.969,3
Año 6	2030	304	673	977	44,178	6.011,9
Año 7	2031	306	677	983	44,493	6.054,5
Año 8	2032	308	682	990	44,764	6.091,0
Año 9	2033	311	686	997	45,080	6.133,6
Año 10	2034	313	691	1.004	45,396	6.176,2
Año 11	2035	315	696	1.011	45,712	6.218,8
	total				**531,589**	**72.282,307**

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 466, se observa la disposición de las personas a realizar el recambio de sus artefactos. En el área rural y urbana predomina la no disposición al recambio.

Tabla 466. Disposición al recambio de calefactores.

				Disposición a cambiar unidades			Disposición a cambiar %		
Comuna	Urbano / Rural	Viviendas	Total viviendas con artefactos	si	no	tal vez	si	no	tal vez
Panquehue	Urbano	980	327	101	193	29	31%	59%	9%
	Rural	1.882	682	136	436	109	20%	64%	16%
	Total	**2.862**	**1.009**	**262**	**615**	**131**	**26%**	**61%**	**13%**

Fuente: Elaboración propia.

6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

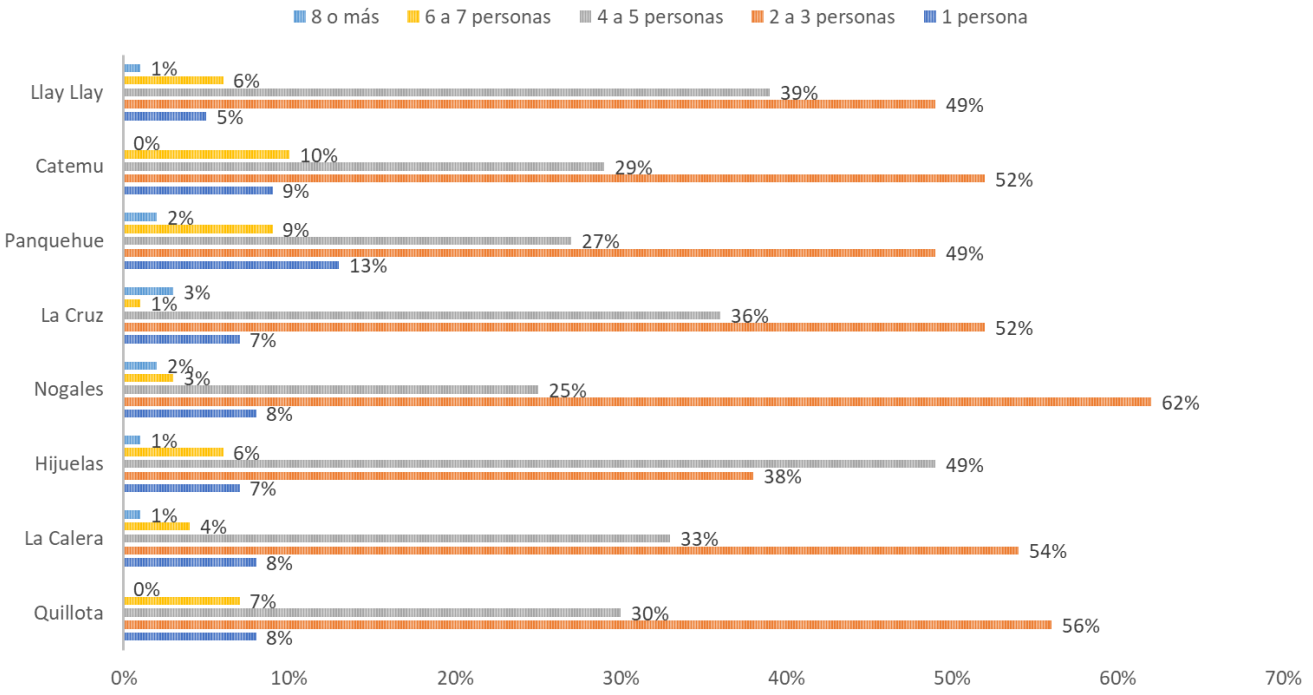
Esta discusión se basa en el análisis de las ocho comunas que se encuentran dentro del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA), además incorporando a su análisis las diferencias existentes entre las áreas urbanas y rurales de cada comuna.

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del año 2024, de las 101.351 viviendas existentes en las 8 comunas que abarca este estudio, 17.611 tienen artefactos de leña (17,4%). La mayoría de estos artefactos corresponden a sistemas de calefacción a leña (92,4%), correspondiendo a una fracción despreciable los utilizados para cocina (0,5%). Otros tipos de artefactos que se encuentran en el área de estudio corresponden a sistemas de calefacción a pellet y carbón.

En general las viviendas encuestadas corresponden mayoritariamente a casas, de uno o dos pisos, construidas principalmente en albañilería y madera. Asimismo, no se identificaron casos de artefactos a leña instalados en edificaciones tipo edificio o departamentos. Además, predominan viviendas percibidas en buen estado y con características constructivas relativamente consolidadas.

De acuerdo a número de habitantes por hogar, en estas viviendas habitan con mayor frecuencia de 2 a 3 personas (en general, sobre el 50%), seguido de grupos de 4 a 5 personas (alrededor del 30%). Los hogares unipersonales, o compuestos por más de 6 personas en general representan menos del 10% por comuna (Figura 285).

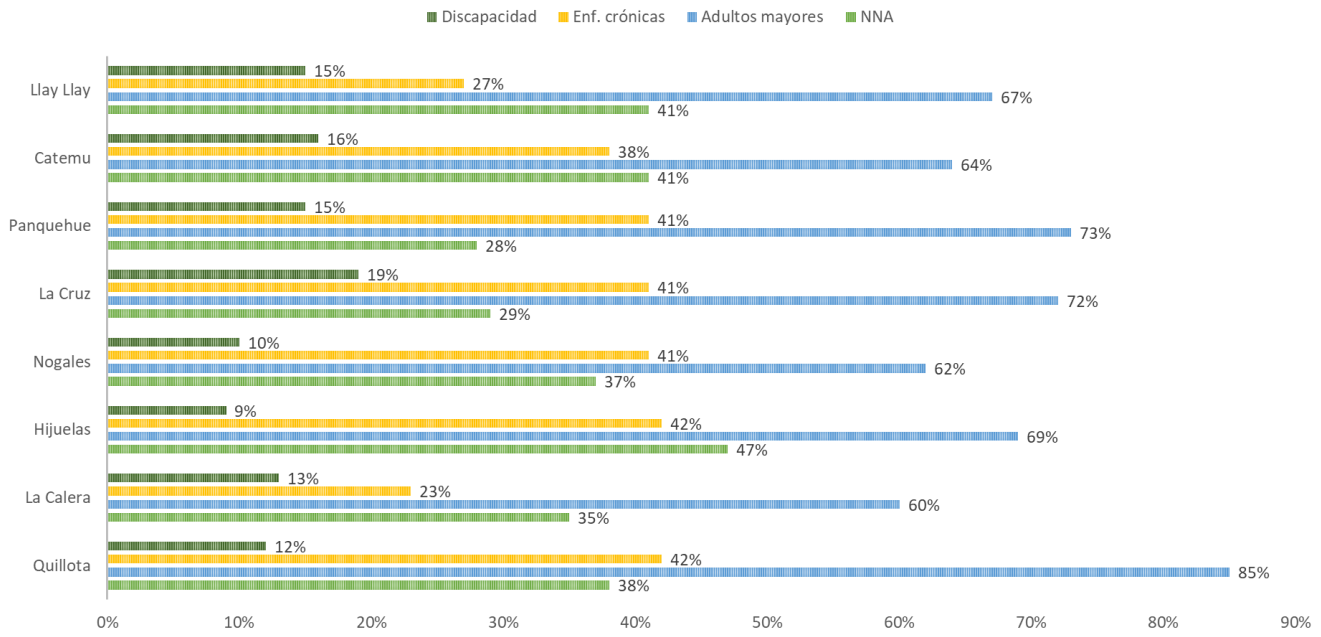
Figura 285: Distribución de los hogares encuestados según número de integrantes, por comuna.



Fuente: Elaboración propia.

La composición de los hogares encuestados evidencia una importante presencia de grupos potencialmente vulnerables (Figura 286), destacando particularmente los adultos mayores. En este sentido, tanto en el sector rural como urbano, más del 60% de los hogares encuestados registra la presencia de al menos un adulto mayor. Asimismo, se identifica la presencia de personas con enfermedades crónicas y niños, niñas y adolescentes (NNA). Esta situación resulta particularmente relevante para el análisis de las condiciones de calefacción y calidad del aire intradomiciliario, considerando la mayor sensibilidad de estos grupos frente a bajas temperaturas y exposición a emisiones derivadas del uso residencial de combustibles sólidos.

Figura 286: Presencia de grupos potencialmente vulnerables en los hogares encuestados, según comuna.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que, si bien una parte importante de las viviendas cuenta con algún tipo de aislación térmica y medidas orientadas a la conservación del calor, aún persiste un grupo relevante de hogares sin intervenciones de acondicionamiento térmico. Esta situación podría favorecer mayores pérdidas de calor, incrementar los requerimientos de calefacción y aumentar el consumo energético durante períodos de bajas temperaturas.

La información recopilada evidencia una alta dependencia del uso de leña como principal fuente de calefacción residencial en las viviendas encuestadas. Así, la leña constituye el principal sistema de calefacción en todas las comunas, con un claro predominio de su uso exclusivo. La combinación con otros sistemas es minoritaria y el uso de sistemas distintos a la leña es prácticamente inexistente (Figura 287). Esta dependencia se observa con mayor intensidad en viviendas ubicadas en áreas rurales y en comunas con una extensión urbana reducida, como Catemu, Hijuelas, Panquehue y Llay Llay. En estos sectores, las personas encuestadas señalan que parte de la leña utilizada es obtenida mediante recolección propia o a través de regalos de los dueños de predios agrícolas. Asimismo, se observa una

utilización frecuente e intensiva de artefactos a leña durante el período invernal, junto con una presencia significativa de equipos sin certificación.

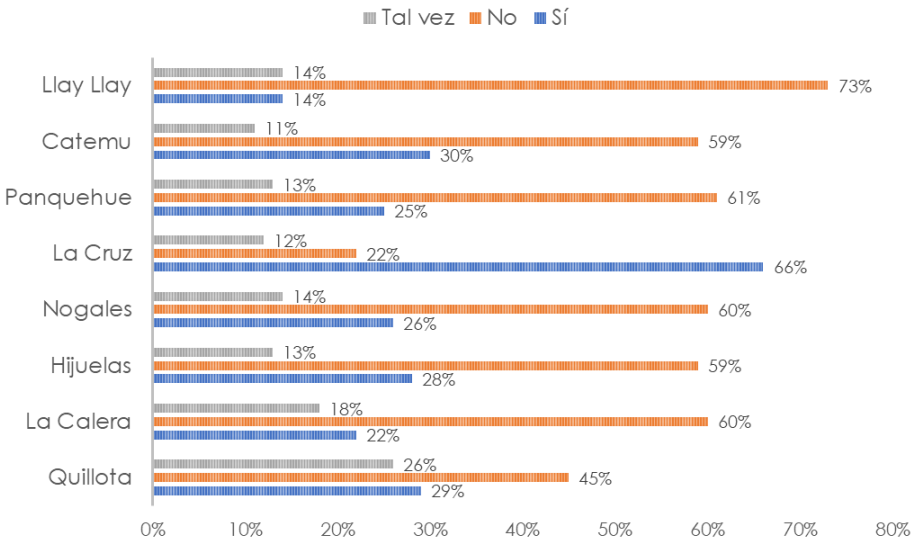
Figura 287: Sistema de calefacción utilizado en las viviendas encuestadas, por comuna



Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, los resultados permiten identificar patrones de calefacción residencial asociados a un elevado consumo de biomasa y una utilización intensiva de artefactos a leña durante el invierno, situación que podría incidir tanto en la demanda energética de los hogares como en la generación de emisiones atmosféricas locales. Del mismo modo, se observa una disposición parcial al recambio tecnológico. La Cruz presenta un comportamiento distinto, siendo la única comuna donde la disposición favorable al cambio es mayoritaria (Figura 288).

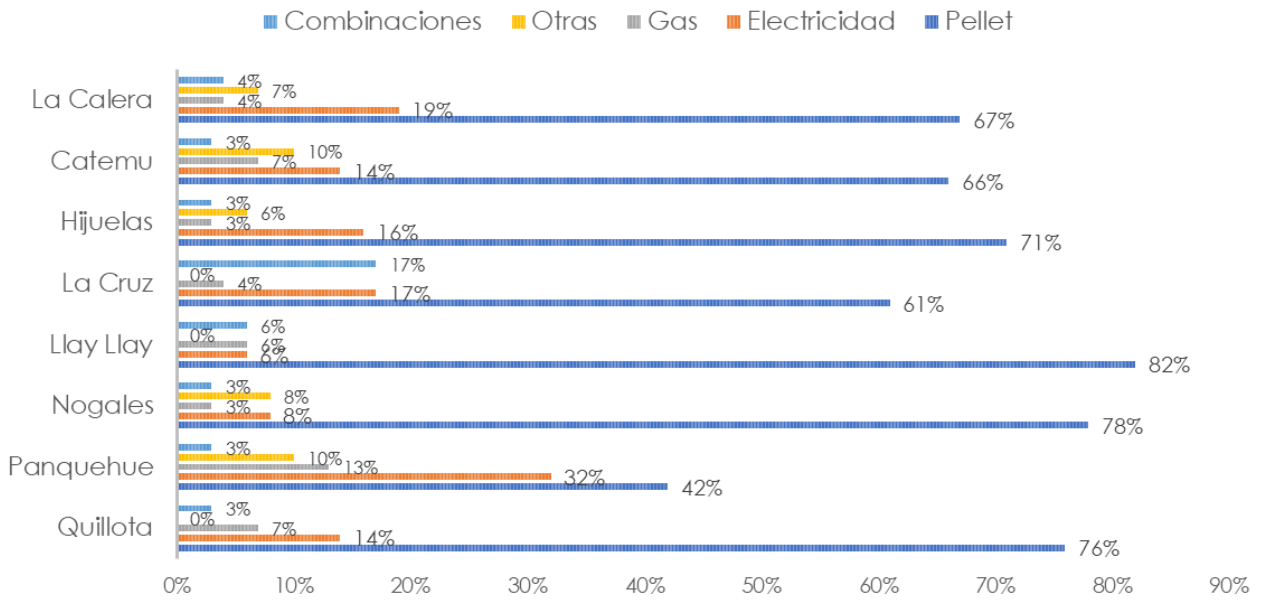
Figura 288: Disposición de los hogares a cambiar el artefacto a leña por uno más eficiente, por comuna.



Fuente: Elaboración propia.

El pellet es la principal alternativa de recambio en todas las comunas, con una preferencia especialmente alta en Llay Llay, Nogales y Quillota. La electricidad aparece como una segunda opción, destacando principalmente en Panquehue (**Figura 289**).

Figura 289: Alternativas de calefacción señaladas ante un eventual recambio, por comuna

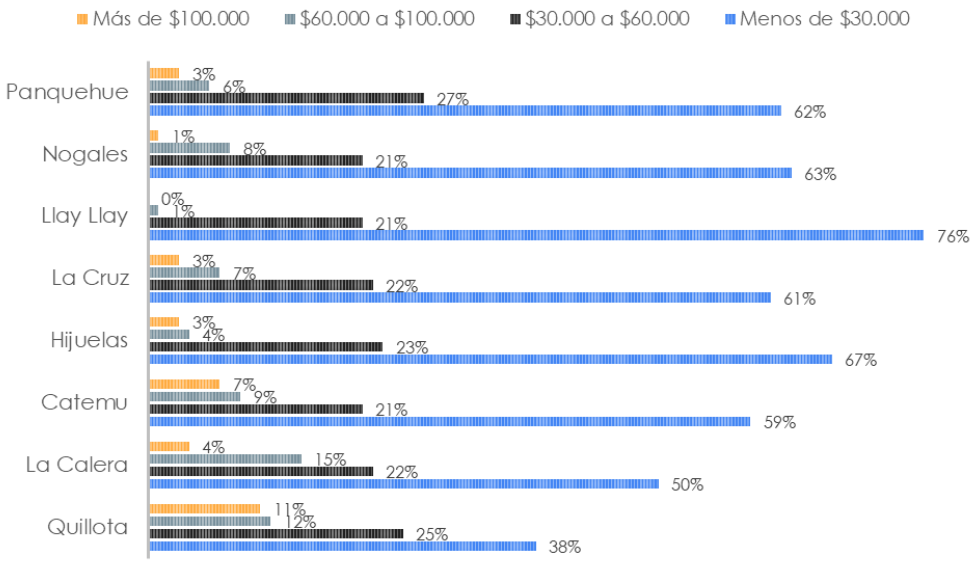


Fuente: Elaboración propia.

Como combustible, se observa un predominio del uso de eucalipto, en el caso de la comuna de Quillota, y una alta declaración de utilización de leña seca, antecedentes que podrían favorecer mejores condiciones de combustión y rendimiento térmico de los artefactos. No obstante, la compra de leña durante el mismo período invernal continúa siendo una práctica predominante, situación que podría influir en la calidad y humedad del combustible utilizado. En el caso de La Calera, si bien el eucalipto siguió siendo la principal fuente de combustible, destaca el uso de madera de palto como segunda fuente relevante. En las comunas de La Cruz y Nogales comienza a observarse una mayor diversificación en las especies de leña utilizadas por los hogares encuestados, destacando principalmente el eucalipto y el palto, además de una menor presencia de especies frutales. En las comunas de Hijuelas, Catemu, Panquehue y Llay Llay, los encuestados también señalan una tendencia hacia la mezcla de distintas especies de leña, principalmente palto, eucalipto y especies frutales. Esto evidencia que el consumo de leña no se concentra exclusivamente en una especie, sino que existe una combinación de especies según la disponibilidad y el acceso de cada hogar.

En relación al gasto involucrado en el consumo de combustible, se observa que la mayoría de las viviendas presenta niveles de gasto moderados asociados a la compra de leña. En todas las comunas predominan los gastos mensuales inferiores a $30.000 en leña, con una mayor concentración en Llay Llay, mientras que Quillota presenta una distribución más diversa entre los distintos rangos de gasto (Figura 290).

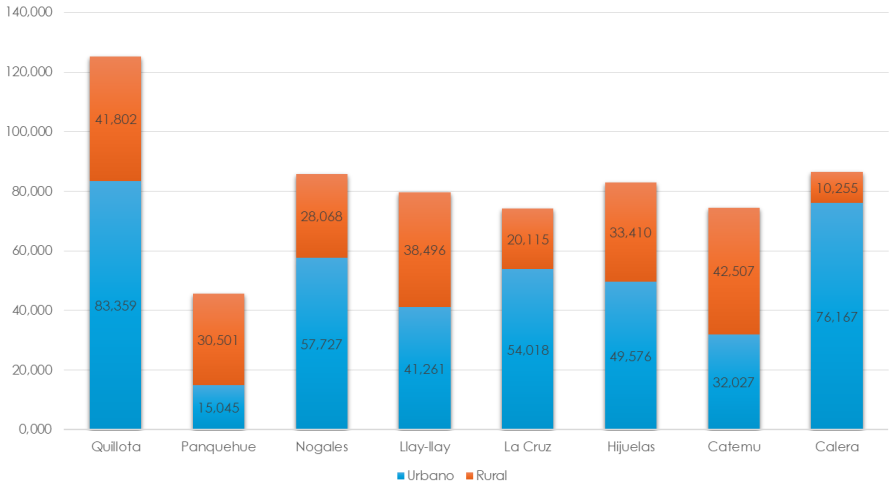
Figura 290: Gasto mensual aproximado en leña de las viviendas encuestadas, por comuna.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las emisiones, destaca la comuna de Quillota. Del mismo modo, pese a la menor cantidad de viviendas presentes, la contribución realizada por los sectores rurales de las comunas de Panquehue, Llay Llay y Catemu es significativa (Figura 291).

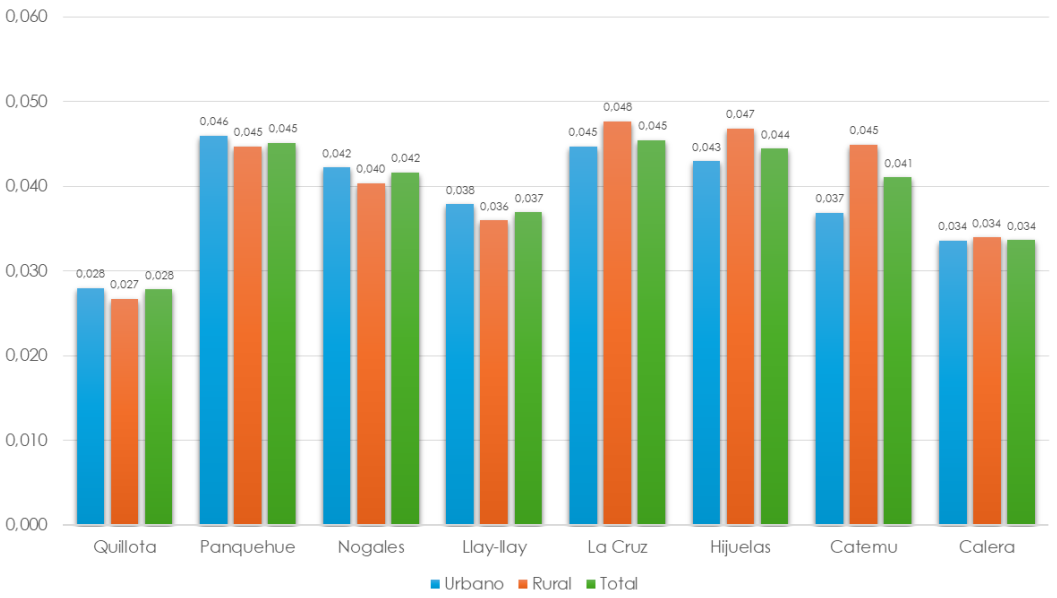
Figura 291: Emisiones anuales (Toneladas MP 2,5e) por comuna y sector.



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, al revisar las emisiones por vivienda, la comuna de Quillota destaca por la menor contribución por vivienda a las emisiones, mientras que las comunas de Panquehue, Nogales, La Cruz, Hijuelas, y el sector rural de Catemu, corresponde a las mayores emisiones por vivienda (Figura 292).

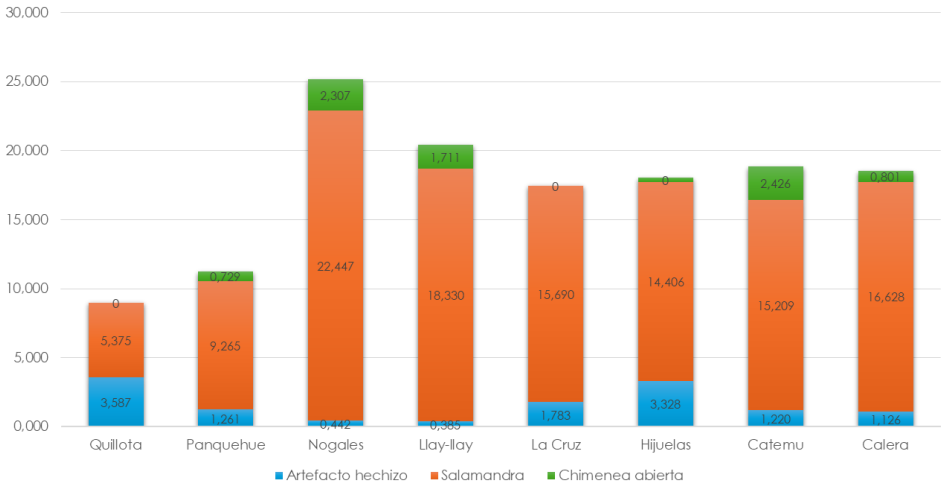
Figura 292: Relación emisiones (Ton MP 2,5e) por vivienda



Fuente: Elaboración propia.

Por último, los aparatos de más alto impacto que contribuyen mayoritariamente a las emisiones, corresponden a las Salamandras (Figura 293).

Figura 293: Emisiones anuales de artefactos de alto impacto toneladas MP2,5e / año.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de las encuestas y la estimación de emisiones asociadas al uso de artefactos a leña, se establecen las siguientes recomendaciones para la consultoría:

- Debido a que las emisiones por vivienda son mayores en sectores rurales, se considera necesario realizar políticas públicas de reducción de emisiones de material particulado en las zonas rurales de las 8 comunas involucradas en este estudio.
- Más del 50% de los encuestados manifiesta no estar dispuesto a realizar un recambio de calefactor. Sin embargo, al consultar por la tecnología en que existiría disposición a utilizar, destacan los artefactos que utilicen pellet.
- En primer lugar, considerando la baja disposición manifestada por los encuestados frente al recambio de calefactores, se recomienda fortalecer las acciones de educación, sensibilización y capacitación ciudadana respecto del correcto uso y mantención de los artefactos, así como de la importancia del uso de leña seca y certificada. Estas acciones permitirían promover buenas prácticas de combustión y contribuir a la reducción de las emisiones asociadas al uso de leña.
- Debido a que la correcta operación de los artefactos a leña, tiene consecuencias en la disminución de las emisiones totales, acciones que mejoren la operación contribuirán en forma relevante a disminuir la contaminación de área. Entre los principales factores que influyen en las emisiones destacan la frecuencia y horas de uso del artefacto, el manejo del tiraje y el uso de leña seca. Así, campañas de educación y/o capacitación orientadas al correcto uso del tiraje, pueden incidir positivamente en la reducción de emisiones.
- Asimismo, considerando que, en las comunas de Hijuelas, Catemu, Llay Llay y Panquehue aún se registra la presencia mayor de artefactos de alto impacto, particularmente artefactos hechizos y salamandras, se recomienda que el diseño de un futuro programa de recambio de calefactores contemple un porcentaje de recambios dirigido específicamente a estos equipos. Se sugiere priorizar su sustitución por calefactores certificados con templador, contribuyendo de esta manera a disminuir las emisiones generadas por aquellos artefactos de emisión de contaminantes altas.
- Finalmente, considerando la importante presencia de adultos mayores en los hogares encuestados de las ocho comunas, se recomienda incorporar a este grupo etario como población prioritaria dentro de un eventual programa de recambio de calefactores. En particular, se sugiere considerar aquellos hogares donde las personas mayores son jefas o jefes de hogar, con el objetivo de facilitar el acceso a alternativas de calefacción más eficientes y de menores emisiones.

7 Bibliografía

Angarita, R. K. (2024). Muestreo estadístico: métodos básicos. Universidad del Valle.

Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced mixed methods research designs. Handbook of mixed methods in social and behavioral research, 209(240), 209-240.

INE (2025) Resultados finales Censo Población y Vivienda 2024. Instituto Nacional de Estadística, disponible en: https://censo2024.ine.gob.cl/

Masciadri, V. (2018). Elementos para revisar competencias en materia de protección de datos en los sistemas estadísticos de los Estados Miembros del MERCOSUR. Revista MERCOSUR de políticas sociales, 2, 112-131.

Montes, G. (2000). Metodología y técnicas de diseño y realización de encuestas en el área rural. Temas sociales, (21), 39-50.

Otzen, Tamara, & Manterola, Carlos. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, 35(1), 227-232. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037

Rodríguez, R. (1996). Teoría básica del muestreo. Buenos Aires. Argentina.

Saénz K & Tamez G (2014). Métodos y Técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la Investigación en Ciencias Sociales. Tirant.

Vivanco, M. (2005). Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones. Editorial universitaria.