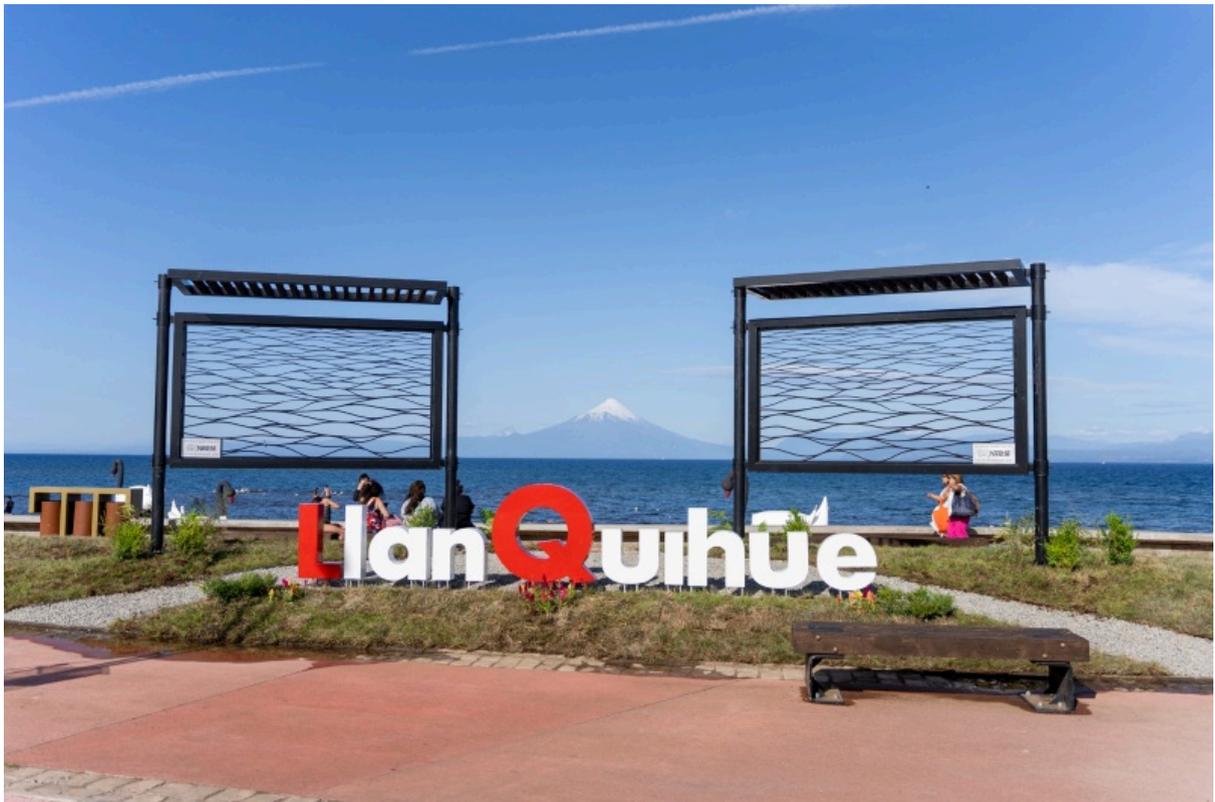


INFORME FINAL

Estrategia Energética Local de Llanquihue



2025

Estrategia Energética Local

Ilustre Municipalidad de Llanquihue

Proyecto a cargo de la UTP Ingeniería Sustentable SpA y NODO

Financiamiento de SUBDERE por parte de la Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue

Equipo Técnico

Nombre

Cristian Rojas González
Javiera Briones Beltrán
Iván Rojas Aleman
Vicente Urrutia Acuña
Karen Caimi Kobler
Carolina Scarinci
Ana Pino
Raimundo Marchant

Cargo

Jefe de proyecto
Profesional a cargo de diagnósticos
Apoyo técnico
Coordinador de proyecto
Revisión y edición de texto
Coordinación proyecto
Procesos participativos
Procesos participativos

Revisores

Nombre

Allan Vásquez

Carmen Mansilla

Olivia Oyarzo
Patricio Bahamonde
Betsabé Jofré Sotomayor
María Ignacia López Cabezas
Nicolas Espinoza Petruzzi

Institución

Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue, Secretario Ejecutivo
Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue, Profesional Encargado
Municipalidad de Llanquihue
Municipalidad de Llanquihue
SEREMI de Energía
Agencia de Sostenibilidad Energética
Agencia de Sostenibilidad Energética

Documento preparado para la Municipalidad de Llanquihue, en el marco del Programa “Comuna Energética” impulsado por la Agencia de Sostenibilidad Energética y el Ministerio de Energía.

Las opiniones vertidas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente el pensamiento de la Agencia de Sostenibilidad Energética y del Ministerio de Energía.

Llanquihue, 2025

Contenido

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 6 |
| 1.1. Objetivo general | 7 |
| 1.2. Objetivos específicos | 7 |
| 1.3. Definiciones | 7 |
| 2. Diagnóstico territorial | 8 |
| 2.1. Antecedentes de la comuna | 8 |
| 2.1.1. Límites de influencia | 8 |
| 2.1.2. Ámbito demográfico | 9 |
| 2.1.3. Ámbito geopolítico e institucional | 14 |
| 2.1.4. Ámbito sociocultural | 16 |
| 2.1.5. Ámbito económico productivo | 18 |
| 2.1.6. Ámbito ambiental | 24 |
| 2.2. Actores de la comuna | 33 |
| 3. Diagnóstico de pobreza energética | 37 |
| 3.1. Dimensión de acceso físico | 38 |
| 3.2. Dimensión de calidad | 40 |
| 3.3. Dimensión de habitabilidad (calidad) | 42 |
| 3.4. Dimensión de asequibilidad o equidad | 43 |
| 4. Diagnóstico de la gestión energética local | 43 |
| 4.1. Planificación energética | 44 |
| 4.2. Eficiencia energética en la infraestructura | 44 |
| 4.3. Energías renovables y generación local | 44 |
| 4.4. Organización y finanzas | 44 |
| 4.5. Sensibilización y cooperación | 45 |
| 4.6. Movilidad sostenible | 46 |
| 4.7. Herramienta del Sello Comuna Energética | 46 |
| 5. Diagnóstico energético | 47 |
| 5.1. Situación energética de la comuna | 47 |
| 5.1.1. Oferta de energía eléctrica | 48 |
| 5.1.2. Calidad de suministro | 51 |
| 5.2. Energía eléctrica | 53 |
| 5.2.1. Demanda eléctrica residencial | 55 |
| 5.2.2. Demanda eléctrica del sector público | 57 |
| 5.2.3. Demanda eléctrica del sector privado | 58 |
| 5.3. Energía térmica | 60 |
| 5.3.1. Demanda de combustibles de uso térmico | 60 |
| 5.3.2. Demanda de combustibles de uso de transporte | 63 |
| 5.4. Demanda energética total | 64 |
| 5.5. Proyección del consumo energético | 64 |
| 5.5.1. Proyección del consumo eléctrico | 64 |

| | |
|---|------------|
| 5.5.2. Proyección del consumo térmico | 66 |
| 5.6. Huella de carbono del sector energético | 68 |
| 6.1. Potencial de biomasa | 69 |
| 6.1.2. Oferta y demanda de leña en Llanquihue | 69 |
| 6.1.3. Potencial de producción de biodiesel | 70 |
| 6.2. Potencial solar | 73 |
| 6.2.1. Producción de energía solar fotovoltaica a gran escala | 75 |
| 6.2.2. Producción de energía solar fotovoltaica a nivel residencial | 76 |
| 6.3. Potencial eólico | 78 |
| 6.4. Potencial geotérmico | 81 |
| 6.4.1. Potencial geotérmico de baja entalpía | 81 |
| 6.5. Potencial hídrico | 82 |
| 6.6. Resumen de potencial de generación ERNC | 82 |
| 7. Potencial de Eficiencia Energética | 83 |
| 7.1. Sector Residencial | 84 |
| 7.2. Sector Público | 89 |
| 7.3. Sector Privado | 90 |
| 8. Comité Energético Municipal | 92 |
| 9. Procesos participativos | 92 |
| 9.1. Reuniones de trabajo | 92 |
| 9.1.2. Reunión con profesionales municipales | 93 |
| 9.1.3. Reuniones de coordinación de talleres participativos | 94 |
| 9.2. Proceso de vinculación comunitaria | 95 |
| 9.3. Buzón energético | 99 |
| 9.4. Calendarización de talleres participativos | 100 |
| 9.5. Metodología Taller Participativo tipo A: urbano y rural | 100 |
| 9.6. Metodología Taller Participativo tipo B: urbano y rural | 102 |
| 10. Plan de Acción | 104 |
| 10.1. Visión Energética | 104 |
| 10.2. Objetivos y Metas | 105 |
| Objetivo 1: Robustecer competencias municipales en cuanto a planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y postulación a fondos. | 105 |
| Objetivo 2: Integrar el uso de ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna. | 105 |
| Objetivo 3: Implementar medidas de eficiencia energética y tecnologías eficientes a nivel público y residencial, para optimizar el uso de combustibles térmicos y disminuir las emisiones atmosféricas. | 106 |
| Objetivo 4: Impulsar el desarrollo de proyectos que fomenten la movilidad sostenible, vialidad y educación vial. | 106 |
| Objetivo 5: Generar instancias de educación y sensibilización a la comunidad en general | 106 |
| 10.3. Listado de proyectos | 107 |
| 10.3.1. Proyectos del objetivo 1: Robustecer competencias municipales en cuanto a planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y postulación a | |

| | |
|---|------------|
| fondos. | 107 |
| 10.3.2. Proyectos del objetivo 2: Integrar el uso de ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna. | 108 |
| 10.3.3. Proyectos del objetivo 3: Implementar medidas de eficiencia energética y tecnologías eficientes a nivel público y residencial, para optimizar el uso de combustibles térmicos y disminuir las emisiones atmosféricas. | 108 |
| 10.3.4. Proyectos del objetivo 4: Impulsar el desarrollo de proyectos que fomenten la movilidad sostenible, vialidad y educación vial. | 109 |
| 10.3.5. Proyectos del objetivo 5: Generar instancias de educación y sensibilización a la comunidad en general. | 110 |
| 10.4. Proyectos emblemáticos | 110 |
| Proyecto Emblemático N°1 | 110 |
| Proyecto Emblemático N°2 | 113 |
| Proyecto Emblemático N°3 | 116 |
| 11. Conclusiones | 119 |
| 12. Anexos | 120 |
| 12.1. Resultados de ECSE. | 120 |
| 12.1.1. Aislación térmica en techumbre | 120 |
| 12.1.2. Aislación térmica en muros de fachada | 120 |
| 12.1.3. Aislación térmica en ventanas y puertas | 121 |
| 12.1.4. Estudio con todas las mejoras | 121 |

1. Introducción

La comuna de Llanquihue se localiza en la Zona Sur de Chile, en la provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos. Es una comuna conocida por su gran potencial turístico, gracias al atractivo natural de sus paisajes volcánicos y por la importante actividad agropecuaria propia de la zona. Su superficie aproximada es de 420,8 km² y, a su vez, la comuna cuenta con una población de 18.863¹ habitantes, de acuerdo a las proyecciones del CENSO (2017).

Durante el año 2024, el Municipio de Llanquihue se ha sumado al Programa Comuna Energética², una iniciativa de la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE) y el Ministerio de Energía. Este programa tiene como objetivo principal mejorar la gestión energética y fomentar la participación de los municipios y actores locales en el desarrollo e implementación de proyectos de energía sostenible en todo el país. Al unirse a Comuna Energética, el municipio de Llanquihue se integra a una red que actualmente cuenta con más de 133 comunas adheridas al programa a lo largo de Chile, promoviendo la cooperación y la innovación en este ámbito.

En esta perspectiva, la primera fase contempla la creación de la Estrategia Energética Local (EEL), un instrumento de planificación y gestión energética de escala local diseñado para que los municipios posean un diagnóstico de la situación energética de la comuna y desarrollen herramientas de planificación y gestión para su desarrollo energético. Esto incluye la evaluación del potencial de energía renovable comunal, evaluando potencial de generación eléctrica a través de fuente solar, eólico, hídrico, geotérmico y biomasa. De igual manera, se realiza un estudio de potencial de eficiencia energética que puede ser aprovechado en su territorio para el sector público, privado y residencial, tomando en cuenta medidas de eficiencia energética activa y pasiva.

La finalidad de este instrumento es establecer una visión energética para la acción local e involucrar de manera activa a la comunidad en el desarrollo energético de la comuna. Este proceso tiene como meta mejorar la gestión energética del municipio y fomentar la participación de los actores locales en la generación e implementación de proyectos de energía sostenible replicables e innovadores.

A continuación, se presenta el primer informe de avance el cual contiene la propuesta metodológica de vinculación comunitaria, la planificación de actividades de la EEL en Carta Gantt y la revisión bibliográfica del diagnóstico energético territorial.

¹ Biblioteca del Congreso Nacional, Reportes Estadísticos Comunales: Llanquihue. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2024&idcom=10107

² Más información sobre el Programa Comuna Energética en: www.comunaenergetica.cl

1.1. Objetivo general

El objetivo principal de este documento es presentar y describir la programación inicial de la consultoría, las metodologías de vinculación comunitaria, la planificación de actividades para el desarrollo de la EEL y una revisión bibliográfica de las fuentes que servirán para la elaboración de diagnósticos territoriales y energéticos comunales.

Esto permitirá contar con una descripción clara del proceso a seguir para desarrollar la estrategia, asegurando su implementación colaborativa con la comunidad e identificando sus necesidades a través de instancias participativas.

1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos trabajados en este documento son:

- **Objetivo 1:** Establecer la programación inicial del proyecto, identificando de manera concreta el propósito de la consultoría, el alcance del estudio y los plazos que deben cumplirse.
- **Objetivo 2:** Definir una metodología de vinculación ciudadana que facilite la comprensión de los procesos participativos abarcando desde la identificación de los actores locales clave, los procedimientos de convocatoria y la metodología y recursos necesarios para la realización de talleres y actividades participativas.
- **Objetivo 3:** Presentar la planificación inicial de actividades, estructurada mediante una Carta Gantt que demarque los hitos de entrega de productos y las distintas fases necesarias para alcanzarlos.
- **Objetivo 4:** Desarrollar una revisión bibliográfica que identifique diversas fuentes de información para el análisis y recopilación de datos territoriales y energéticos, destacando en gran medida los instrumentos de gobernanza comunal y los portales de información abierta.

1.3. Definiciones

Para facilitar el entendimiento de la estrategia energética, se procede a hacer una pequeña descripción de los conceptos claves más importantes:

- **Demanda de energía eléctrica:** Es la cantidad de energía eléctrica real que se necesita para satisfacer el consumo de energía eléctrica de la comuna.
- **Demanda de energía térmica:** Es la energía térmica real que se necesita para satisfacer el consumo de energía térmica de la comuna.
- **Líneas de transmisión:** Es el tendido eléctrico de mayor envergadura que se utiliza para transportar la energía a grandes distancias, desde los puntos de generación de la energía hasta los puntos de distribución o consumo.
- **Sistema Eléctrico Nacional:** Conocido por sus siglas SEN, es el sistema que incluye las instalaciones de generación, transmisión y distribución de electricidad para abastecer casi la totalidad del territorio nacional, desde la ciudad de Arica por el norte, hasta la Isla de Chiloé, en el sur.
- **Matriz energética:** Es la combinación de fuentes de energía primaria que se utiliza en la comuna. La matriz energética no solo incluye las fuentes empleadas, sino también el porcentaje de cada fuente.

- **Eficiencia Energética (EE):** Se refiere al uso optimizado de la energía para obtener un determinado resultado, minimizando el consumo de recursos y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este concepto implica la implementación de tecnologías y prácticas que permiten realizar las mismas actividades con menos energía, sin comprometer la calidad de vida o la productividad.
- **Energías Renovables (ER):** Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes de energía limpias, inagotables y que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes.
- **Pobreza Energética:** Es la situación en la que un hogar no puede satisfacer sus necesidades básicas de energía de manera asequible, segura y sostenible. Se reconocen cuatro dimensiones centrales e interconectadas: **la habitabilidad**, referida a las condiciones de la vivienda; **el acceso físico a las fuentes de energía y los artefactos** necesarios para satisfacer las necesidades energéticas; **la calidad del suministro** y el uso de fuentes de energía sostenibles; y **la asequibilidad**, referida al gasto en energía y su impacto en la economía doméstica.
- **Resiliencia Energética:** Es la capacidad de una red, edificios y comunidades para resistir y recuperarse ante contingencias y cortes de energía acompañado de una estrategia que busca garantizar un suministro de energía estable y seguro, y el diseño de un plan de emergencia para hacer frente a contingencias por fenómenos meteorológicos, catástrofes naturales, fallos en los equipos o errores humanos.

2. Diagnóstico territorial

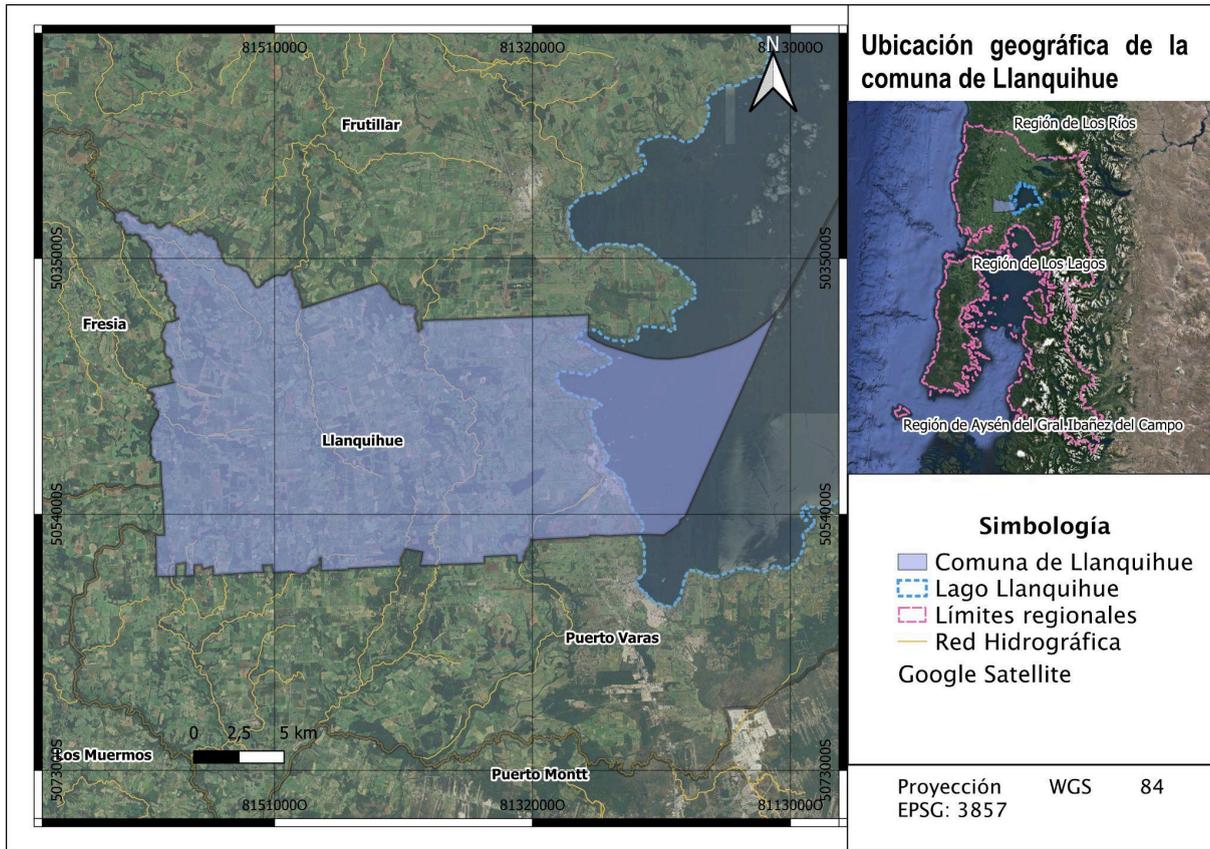
En este capítulo, se ofrece una descripción detallada del contexto territorial de la comuna de Llanquihue, indispensable para comprender la realidad comunal desde perspectivas territoriales, sociales, económicas, ambientales e institucionales. Este entendimiento es fundamental para identificar las posibles iniciativas energéticas que se integrarán en el plan de acción energético de la comuna.

2.1. Antecedentes de la comuna

2.1.1. Límites de influencia

La comuna de Llanquihue posee una superficie de 420,8 km² y pertenece a la Provincia de Llanquihue, donde se encuentra vinculado directamente con las comunas aledañas correspondientes Puerto Varas, Llanquihue, Flesia y los Muermos. A continuación en la **Figura 1** se presentan los límites de dicha comuna.

Figura 1. Límites de la comuna de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

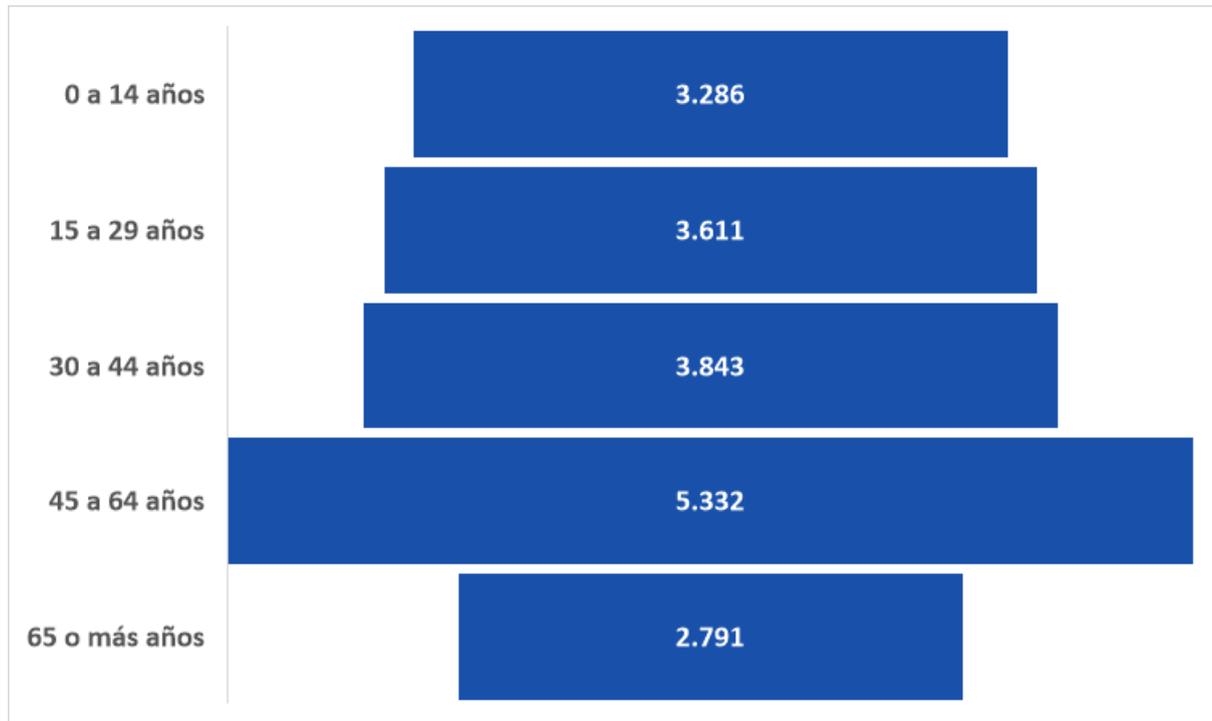
2.1.2. Ámbito demográfico

Según las cifras del censo de población y vivienda realizado el año 2017, generado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se estima que la población de la comuna de Llanquihue al año 2017 fue de 17.591 habitantes, con una población proyectada de 18.863 para el año 2024, lo que representa una variación del 7,2%³. De la totalidad de población censada, 14.222 habitantes se emplazan en sectores urbanos y 3.369 en sectores rurales, por lo que el porcentaje de ruralidad corresponde a un 19,2%. Se proyecta que para el año 2024 este porcentaje disminuye a 17,7%, cabe destacar que Llanquihue tiene un porcentaje de ruralidad inferior al regional (26,4%) y nacional (12,2%) y de lo anterior se puede inferir que la comuna está viviendo un proceso de urbanización.

Por otro lado, con respecto a la proporción por sexo, en la población censada en el 2017, 8.627 corresponde a hombres (49,04%) y 8.964 a mujeres (50,96%). Se proyecta que esta proporción varía para el 2024: 9.365 hombres (49,6%) y 9.498 mujeres (50,4%), por lo que el Índice de Masculinidad (IM) aumenta de 96,2 a 98,6. En cuanto a la población por edad, para el 2024 se estima que el 17,4% son menores de 15 años, 68,8% se encuentran entre 15 a 64 años y el 14% son adultos mayores. A continuación, en la **Figura 2** se presenta la distribución etaria de la población.

³ Reporte comunal de Llanquihue Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN).
https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2024&idcom=10107

Figura 2. Distribución de población por edades.

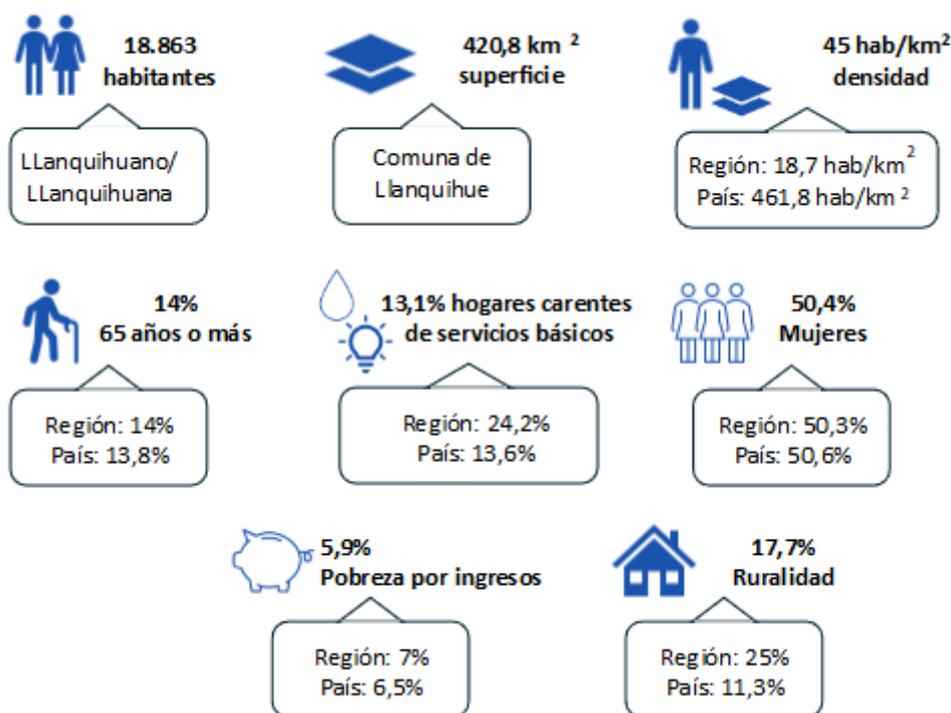


Fuente: Elaboración propia con datos de BCN, 2024.

En cuanto a los índices demográficos, según el Censo 2017 y su proyección al año 2024, la comuna presenta un Índice de Dependencia Demográfica (IDD) del 47,5% lo que indica que una porción importante de la población se encuentra en edad inactiva, mientras que el Índice de Adultos Mayores (IDM) es de 84,9% lo cual refleja un elevado envejecimiento de los habitantes de Llanquihue mayor al IAM de la Región de Los Lagos (77,2%), sostiene un aumento acelerado a través de los años, pues este mismo índice a nivel comunal para el año 2017 fue de 57,7%. Por otra parte, el 27% de la población pertenece a pueblos originarios y un 1,2% son inmigrantes internacionales.

A continuación, en la **Figura 3**, se presenta una gráfica que presenta valores de proyección para el año 2024:

Figura 3: Resumen y contexto comunal de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia en base a BCN, 2024.

En la comuna de Llanquihue, se proyecta que al 2024 un 82,3% corresponde a población que vive en zonas urbanas y un 27,7% en zonas rurales. Al respecto, a continuación en la **Tabla 1** se presentan los diferentes tipos de viviendas que se encuentran en la comuna, y si se emplazan en sectores urbanos o rurales.

Tabla 1. Total de viviendas censadas.

| Tipo de vivienda | Urbano | Rural | Total |
|---|--------|-------|-------|
| Casa | 4.630 | 1.379 | 6.009 |
| Departamento en edificio | 6 | 0 | 6 |
| Vivienda tradicional indígena (Ruka, Pae Pae u otras) | 2 | 0 | 2 |
| Pieza en casa antigua o Conventillo | 9 | 6 | 15 |
| Mediagua, mejora, rancho o choza | 38 | 13 | 51 |
| Móvil (carpa, casa rodante o similar) | 0 | 3 | 3 |
| Otro tipo de vivienda particular | 30 | 7 | 37 |
| Vivienda colectiva | 11 | 1 | 12 |

| | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Total de viviendas efectivamente censadas | 4.726 | 1.409 | 6.135 |
|--|--------------|--------------|--------------|

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del CENSO 2017.

Por otro lado, de acuerdo con los tipos de hogar se pueden identificar (Censo 2017), en el cual el tipo de hogar más representativo resulta ser el hogar nuclear (pareja con hijos o hijas) y, menos representativo, resulta ser el hogar compuesto. Estos datos se muestran en la **Tabla 2** a continuación.

Tabla 2. Tipos de hogar en la comuna.

| Tipo de hogar | Total | Porcentaje |
|--|--------------|-------------|
| Hogar Unipersonal | 834 | 14,8% |
| Hogar Nuclear - Monoparental | 632 | 11,2% |
| Hogar Nuclear - Pareja con hijos o hijas | 1.717 | 30,6% |
| Hogar Nuclear - Pareja sin hijos o hijas | 738 | 13,9% |
| Hogar Compuesto | 127 | 2,3% |
| Hogar Extendido | 1.230 | 21,9% |
| Hogar sin Núcleo | 295 | 5,3% |
| Total | 5.618 | 100% |

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del CENSO 2017.

Los tipos de hogares corresponden a:

- El **hogar unipersonal** hace referencia a aquellos hogares cuyo integrante es sólo la jefatura del hogar, es decir, sólo una persona.
- El **hogar nuclear** está formado por una familia, sean una pareja con o sin hijos, o bien, un padre o madre con sus hijos/as. Es por esto que este tipo de hogar presenta tres categorías, monoparental, que hace referencia a aquellos que habita sólo el padre o la madre con hijos/as y luego las parejas que vivan juntas con o sin hijos/as.
- El **hogar compuesto** es aquel que sí cuenta con un núcleo y además incluye no parientes de la jefatura del hogar, en cambio, hogar extendido corresponde a una situación similar, pero en este caso sí corresponde a un pariente de la jefatura del hogar.
- El **hogar sin núcleo** quiere decir que, si bien no hay un núcleo familiar, se integra por otros parientes o no parientes de la jefatura del hogar.

Por otro lado, al realizar un análisis de cruce de variables entre el tipo de vivienda y el material de la cubierta de los techos, se obtuvieron los datos de la **Tabla 3** mostrados a continuación.

Tabla 3. Cruce de variables: tipo de vivienda con material de cubierta en techos.

| Tipo de vivienda | Tejas o tejas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas | Losa hormigón | Planchas metálicas de zinc, cobre, etc. o fibrocemento o (tipo pizarreño) | Fonolita o plancha de fieltro embreado | Materiales precarios (lata, cartón, plásticos, etc.) | Sin cubierta a sólida de techo | Total |
|--|--|---------------|---|--|--|--------------------------------|--------------|
| Casa | 617 | - | 4.672 | 6 | 141 | 5 | 5.441 |
| Departament o en edificio | 1 | - | 4 | - | - | - | 5 |
| Vivienda tradicional indígena | - | - | 2 | - | - | - | 2 |
| Pieza en casa antigua o en conventillo | 1 | - | 14 | - | - | - | 15 |
| Mediagua, mejora, rancho o choza | - | - | 37 | 1 | 6 | - | 44 |
| Móvil (carpa, casa rodante o similar) | - | - | 3 | - | - | - | 3 |
| Otro tipo de vivienda particular | 4 | - | 19 | - | - | 1 | 24 |
| Total | 623 | - | 4.751 | 7 | 147 | 6 | 5.534 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2024.

En la tabla se observa que el tipo de vivienda más frecuente en la comuna corresponde a la casa con un 98% de la representatividad. Ahora bien, con respecto al tipo de materialidad de la techumbre es el “Planchas metálicas de zinc, cobre, etc. o fibrocemento (tipo pizarreño)” la cual se encuentra en la mayor proporción en las viviendas, representando la materialidad de aproximadamente el 85% de las construcciones habitacionales de la comuna.

Al igual que el análisis de cruce de variables precio, se presenta a continuación la **Tabla 4**, la cual presenta los datos del cruce de variable de tipo de vivienda con tipos de materiales para los muros exteriores.

Tabla 4. Cruce de variables tipo de vivienda con material de muros exteriores.

| Tipo de vivienda | Hormigón armado | Albañilería: bloque de cemento, piedra o ladrillo | Tabique forrado por ambas caras (madera o acero) | Tabique sin forro interior (madera u otro) | Adobe, barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional | Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.) | Total |
|--|-----------------|---|--|--|---|---|--------------|
| Casa | 184 | 215 | 4.184 | 724 | 9 | 124 | 5.440 |
| Departamento en edificio | 4 | 1 | - | - | - | - | 5 |
| Vivienda tradicional indígena | - | - | 1 | 1 | - | - | 2 |
| Pieza en casa antigua o en conventillo | - | 1 | 13 | 1 | - | - | 15 |
| Mediagua, mejora, rancho o choza | - | - | 25 | 9 | - | 10 | 44 |
| Móvil (carpa, casa rodante o similar) | - | - | 2 | - | - | 1 | 3 |
| Otro tipo de vivienda particular | 2 | - | 15 | 5 | - | 2 | 24 |
| Total | 190 | 217 | 4.240 | 740 | 9 | 137 | 5.533 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2024.

Con respecto a la materialidad de los muros exteriores, el 77% de las viviendas de la comuna poseen “Tabique forrado por ambas caras (madera o acero)” como principal material de construcción, seguido de “Tabique sin forro interior (madera u otro)” con una representación del 13% de las viviendas.

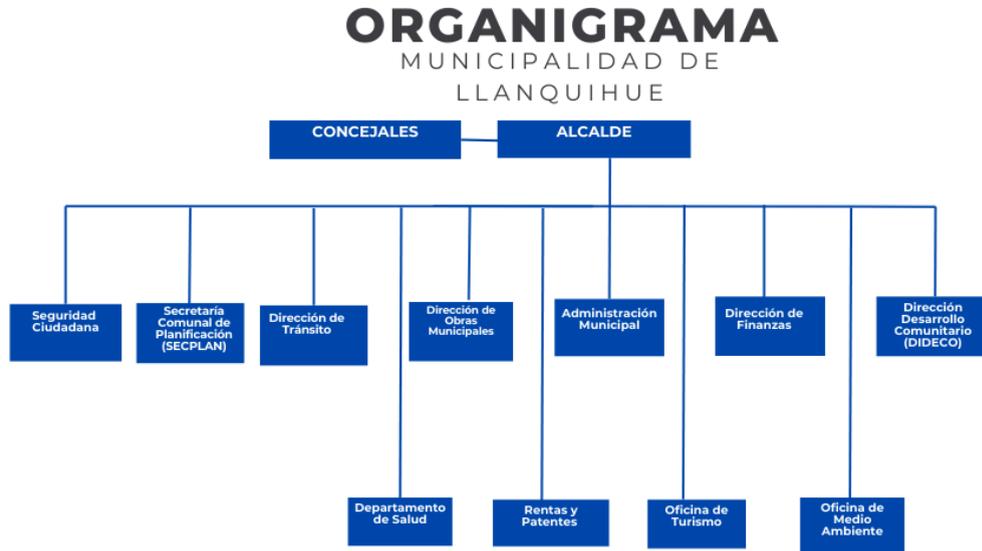
Por otra parte, otro análisis que toma en cuenta la materialidad de las viviendas las categoriza en índice de materialidad aceptable, recuperable o irre recuperable. Para el caso de la comuna de Llanquihue, un 73% de las viviendas poseen un índice de materialidad aceptable, un 22% recuperables y, por último, un 5% se consideran con índice de materialidad irre recuperable.

2.1.3. *Ámbito geopolítico e institucional*

En el Municipio de Llanquihue, diversas Direcciones y Departamentos están involucrados en temas energéticos y de sustentabilidad. Por esta razón, es fundamental identificar sus roles y atribuciones para coordinar acciones y desarrollar un Plan Estratégico Energético eficaz para la comuna. La dirección que está a cargo de liderar la Estrategia Energética Local de Llanquihue, es la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAN). A continuación, se presenta el organigrama de Llanquihue, que

ilustra esta estructura en la **Figura 4**, las flechas indican la dirección municipal que está a cargo de la unidad.

Figura 4. Organigrama de la Municipalidad de Llanquihue.



Fuente: Departamentos Municipalidad de Llanquihue, 2024.

- **Instrumentos de gestión territorial**

En la comuna de Llanquihue, se utilizan varios instrumentos de planificación territorial y gestión local para lograr un desarrollo ordenado y sostenible. Algunos de estos instrumentos incluyen:

- **Plan Regulador Comunal (2019)**

El Plan Regulador Comunal de Llanquihue es un instrumento de planificación local que define la política de desarrollo y los planes para la distribución de la población, usos de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, entre otros. El objetivo principal de este plan es favorecer el desarrollo comunal, buscando crear un desarrollo armónico en el territorio, considerando además las dinámicas económicas, sociales y ambientales presentes en éste. Al igual que el PLADECO, es un instrumento territorial que permite obtener información de la comuna para el desarrollo de diagnósticos. El Plan Regulador Comunal de Llanquihue, está actualizado a marzo de 2019.

- **Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)**

Es una herramienta estratégica que define las directrices y objetivos para el desarrollo integral de la comuna en áreas como infraestructura, servicios, y calidad de vida. El PLADECO busca promover el crecimiento sostenible, mejorar la eficiencia en la gestión de recursos y fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones. Algunos de sus lineamientos están en sinergia con las categorías del Sello Comuna Energética en la Estrategia Energética Local al integrar aspectos energéticos dentro del marco de desarrollo comunal. Actualmente, la comuna de Llanquihue se encuentra desarrollando

el PLADECO para los años 2024-2027, gestando encuentros participativos con la comunidad para contemplar su visión de los puntos a exponer en este instrumento.

- **Estrategia Regional de Desarrollo Los Lagos 2030 (ERD)**

La Estrategia Regional de Desarrollo de los Lagos 2030, corresponde a un instrumento de planificación a nivel regional, que contempla un plan de acción que garantiza que las iniciativas que apuntan a la visión de desarrollo regional sean factibles de implementar, en beneficio de todos los territorios que conforman la Región de Los Lagos. El objetivo de contar con este instrumento a nivel regional, es que hacia el año 2030 la región cuente con un ordenamiento territorial sustentable y resiliente, considerando patrimonios naturales, culturales, turísticos y la biodiversidad de la zona. Incorpora un levantamiento de información y propuesta de estrategia en varios ámbitos, considerando además un proceso de participación ciudadana desarrollado en el territorio.

- **Ordenanza general de urbanismo y construcción (OGUC)**

La OGUC es un conjunto de regulaciones que establecen las normas técnicas y procedimientos para el desarrollo urbano y la construcción. La sección 4.1.10 de la OGUC y la Nch 1079 hacen referencia a la zonificación climática habitacional para Chile y proporciona recomendaciones para el diseño arquitectónico en función de las diferentes zonas climáticas del país. Esta norma es fundamental para asegurar que las edificaciones se adapten adecuadamente al clima local, optimizando la eficiencia energética y el confort térmico de los ocupantes.

2.1.4. Ámbito sociocultural

De acuerdo con los datos extraídos de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2022 y el Registro Social de Hogares del Ministerio de Desarrollo social, la población que reside en la comuna de Llanquihue presenta un 5,9% de pobreza por ingresos, valor que está por debajo del promedio regional y nacional, los cuales corresponden a 7% y 6,5%, respectivamente. Dicho porcentaje representa estimativamente un total de 1.113 personas en situación de pobreza por ingresos. En cuanto a pobreza multidimensional, un 18% de la población presenta pobreza multidimensional, valor inferior al valor de la tasa regional (19,7%) pero superior al nacional (16,9%). Lo anterior, representa estimativamente un total de 3.396 personas, aproximadamente en situación de pobreza multidimensional, al interior de la comuna de Llanquihue.

En relación a los servicios básicos, según datos extraídos de la Biblioteca del Congreso Nacional, a diciembre de 2023 un 13,1% de la población carece de servicios básicos en sus hogares, mientras que en la región este parámetro es de 24,4% y en el país un 13,6% por lo que constituye un indicador positivo para la comuna. Cabe mencionar que dentro de la calificación de servicios básicos se encuentra el agua, energía, gas y acceso a medios de comunicación. Por otro lado, el porcentaje de hacinamiento en la comuna es de 10,6% mientras que a nivel regional y nacional los porcentajes son 8% y 8,5%, respectivamente. Por lo que, Llanquihue mantiene indicadores positivos para su diagnóstico territorial, pero también algunos de atención tal como el porcentaje de hogares hacinados y pobreza multidimensional. Finalmente, cabe mencionar que el 27% de la población de Llanquihue pertenece a pueblos originarios (aproximadamente 5.093 personas).

Otros aspectos importantes a considerar en el ámbito sociocultural son la educación y la salud; la comuna de Llanquihue cuenta con un total de 14 establecimientos educacionales al año 2023 (BCN, 2024). De estos, 6 corresponden a establecimientos particulares subvencionados y 8 se clasifican en “Servicio Local de Educación”. Esta información, se resume a continuación en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Resumen de equipamiento educacional en la comuna.

| Tipo | | | Dependencia | Cantidad |
|--|-------------|------------|--------------------------|----------|
| Establecimiento subvencionado | Educacional | Particular | Particular subvencionado | 6 |
| Establecimiento de Servicio Local de Educación | | | Público | 8 |

Fuente: Elaboración propia en base a reporte comunal BCN, 2024.

Según el Sistema Nacional de Información Municipal, la Región de Los Lagos contaba con un total de 771.410 personas inscritas y validadas en el servicio de Salud Municipal al año 2022, mientras que la comuna de Llanquihue cuenta con 17.820 inscritos. El detalle de la información de establecimientos educacionales y de salud, se presenta en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Resumen de equipamiento de salud en la comuna.

| Tipo | Dependencia | Cantidad |
|-----------------------------------|-------------|----------|
| Posta de Salud Rural | Público | 4 |
| Centro de Salud Familiar (CESFAM) | Público | 1 |
| Hospital | Público | 1 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del PLADECO, 2024.

Por otra parte, a partir del 2016, se introdujo el Registro Social de Hogares (RSH) como reemplazo de la Ficha de Protección Social. El RSH es el instrumento que permite la caracterización socioeconómica de la población nacional en el marco del sistema estatal de protección social, esto lo hace mediante el cruce de datos con otras instituciones estatales como el Servicio de Impuestos Internos (SII), Registro Civil, Administradora de Fondos de Cesantía (AFC), Instituto de Previsión Social (IPS), entre otras. A continuación, se presenta la **Tabla 12**, la cual contiene la descripción de las clasificaciones de hogares de acuerdo con la Clasificación Socioeconómica.

Tabla 12. Clasificación de hogares de acuerdo con Clasificación Socioeconómica.

| Tramo RSH Percentil | Percentil | Descripción de calificación socioeconómica |
|---------------------|-----------|--|
| Tramo del 40 | 0% - 40% | Hogares calificados en el 40% de menores ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica |
| Tramo del 50 | 41% - 50% | Hogares calificados entre el 41% y el 50% de menor ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica |
| Tramo del 60 | 51% - 60% | Hogares calificados entre el 51% y el 60% de menores ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica. |
| Tramo del 70 | 61% - 70% | Hogares calificados entre el 61% y el 70% de menores ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica. |

| | | |
|---------------|------------|--|
| Tramo del 80 | 71% - 80% | Hogares calificados entre el 71% y el 80% de mayores ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica. |
| Tramo del 90 | 81% - 90% | Hogares calificados socioeconómicamente entre el 81% y el 90% de mayores ingresos o menor vulnerabilidad socioeconómica. |
| Tramo del 100 | 91% - 100% | Hogares calificados socioeconómicamente en el 10% de mayores ingresos o menor vulnerabilidad socioeconómica. |

Fuente: Registro Social de Hogares, Gobierno de Chile, 2024.

Estos tramos se ven de la siguiente forma para el caso de la comuna de Llanquihue.

Tabla 13. Hogares presentes en el RSH según tramo de CSE⁴.

| Tramo RSH | Hogares | Porcentaje |
|--------------|--------------|-------------|
| 0 - 40 | 2.791 | 57,5% |
| 41 - 50 | 383 | 7,9% |
| 51 - 60 | 372 | 7,7% |
| 61 - 70 | 368 | 7,6% |
| 71 - 80 | 361 | 7,4% |
| 81 - 90 | 469 | 9,7% |
| 91 - 100 | 110 | 2,3% |
| Total | 4.854 | 100% |

Fuente: Base de RSH, 2024.

De acuerdo a esta información, una importante proporción de hogares de Llanquihue se encuentra en el tramo del 0-40% de menores ingresos o mayor vulnerabilidad socioeconómica. Este antecedente es relevante a considerar para la Estrategia, pues más del 57% de los hogares en total está con alta vulnerabilidad socioeconómica, sin embargo, el resto de los hogares se distribuye homogéneamente en los demás percentiles, siendo solo un 2,3% de los hogares, del percentil de mejor calificación socioeconómica.

2.1.5. *Ámbito económico productivo*

Según los datos proporcionados por el CENSO de 2017, un 56% de la población de Llanquihue declara trabajar, la edad promedio de estos es de 43 años de los cuales un 37% corresponden a mujeres y un 63% a hombres. Los empleos se concentran en mayor medida en el sector terciario con

⁴ Condición Socioeconómica calificada en el Registro Social de Hogares (RSH).

un 74%, luego en menor medida, los sectores primario y secundario con un 13% y 13% respectivamente.

De acuerdo con la información proporcionada por el Servicio de Impuestos Internos (SII), el número de empresas presentes en la comuna de Llanquihue de acuerdo con su tamaño, para el año 2022, se presenta en la **Tabla 8** a continuación.

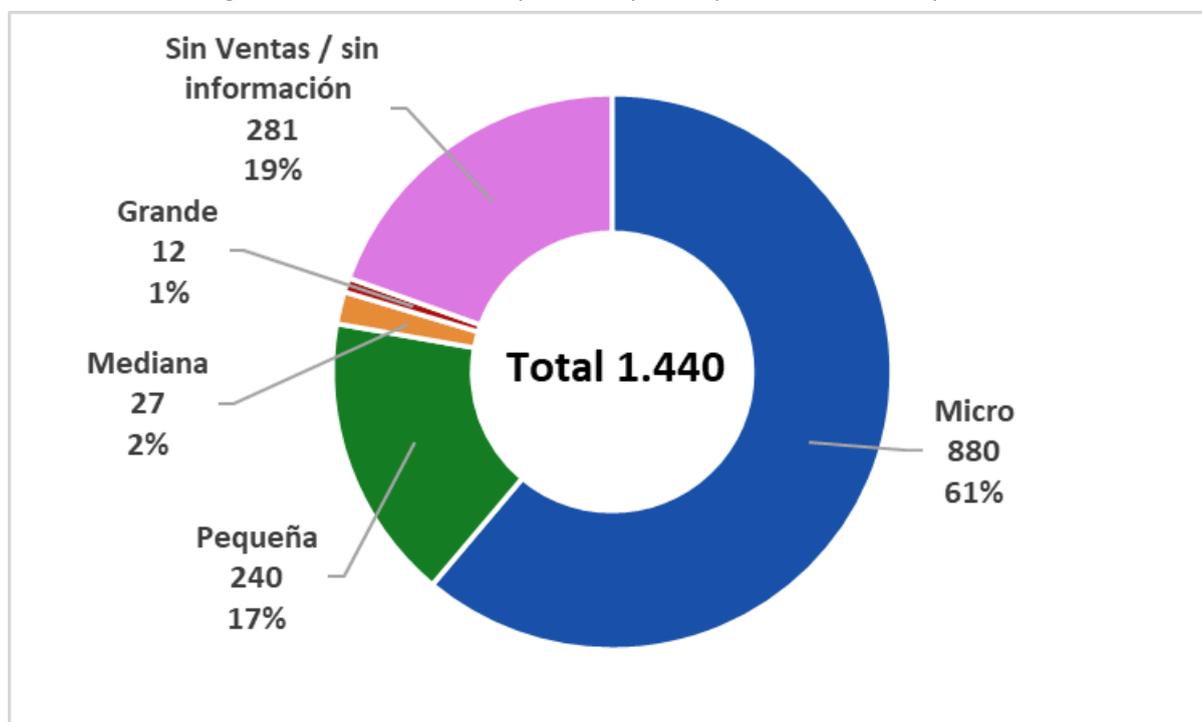
Tabla 8. Cantidad de empresas presentes en la comuna según tamaño de empresa.

| Tamaño de empresa | Comuna | Región de Los Lagos | País |
|------------------------------|--------|---------------------|-----------|
| Micro | 880 | 48.158 | 871.809 |
| Pequeña | 240 | 13.314 | 256.870 |
| Mediana | 27 | 1.695 | 39.370 |
| Grande | 12 | 682 | 18.630 |
| Sin Ventas / sin información | 281 | 15.477 | 321.353 |
| Total | 1.440 | 79.296 | 1.508.032 |

Fuente: Elaboración propia con base en datos BCN, 2024.

De acuerdo con la información proporcionada, se puede concluir que la mayor cantidad de empresas corresponde a micro, sin ventas/sin información y pequeñas empresas con una representación total del 61%, 19% y 17% respectivamente.

Figura 5. Distribución de tipo de empresas presentes en Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN, 2024.

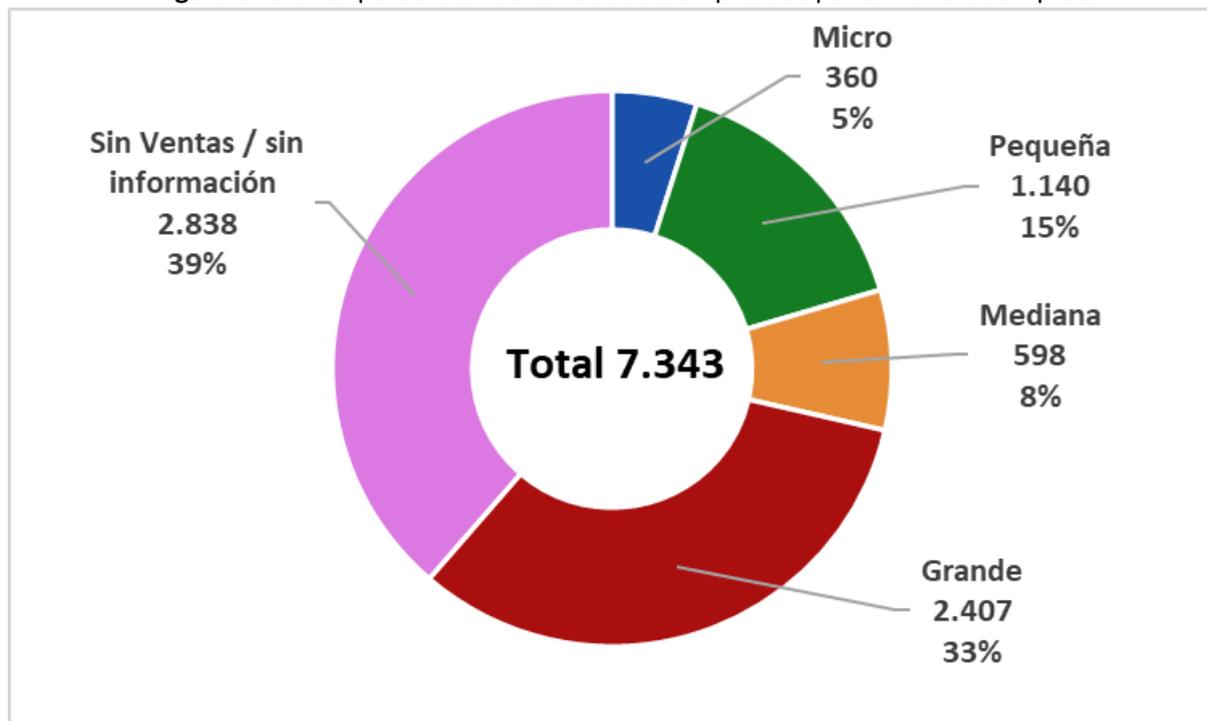
A continuación, se presenta la **Tabla 9**, donde se puede observar la cantidad de trabajadores al año 2022, según el tamaño de la empresa con los datos segregados a nivel comunal, regional y nacional.

Tabla 9. Número de trabajadores por tamaño de empresa.

| Tamaño de empresa | Comuna | Región de Los Lagos | País |
|------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| Micro | 360 | 36.106 | 712.846 |
| Pequeña | 1.140 | 107.987 | 2.153.546 |
| Mediana | 598 | 76.842 | 1.553.812 |
| Grande | 2.407 | 144.168 | 5.044.045 |
| Sin Ventas / sin información | 2.838 | 18.549 | 722.596 |
| Total | 7.343 | 383.652 | 10.186.845 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN, 2024.

Figura 6. Gráfico porcentual de cantidad de empleados por tamaño de empresa.



Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN, 2024.

Como es posible observar en la **Tabla 9** y **Figura 6**, la cantidad de trabajadores dependientes informados al año 2024, constituye una porción importante de la población total de Llanquihue. De un total de 7.343 trabajadores, un 39% se desempeña en empresas sin ventas o sin información, por lo que, si bien la presencia de este tipo de empresas no representa la mayor cantidad de la comuna, la cantidad de empleos generados es relevante a considerar. Luego, un 33% del total trabaja en grandes empresas, siendo estas las que concentran la mayor cantidad de personas por empresas, en donde en promedio, cada una contiene 200 trabajadores.

A continuación, en la **Tabla 10** se presenta la cantidad de empresas por rubro dentro de la comuna para el año 2022.

Tabla 10. Cantidad de empresas por rubro económico.

| Rubro | Comuna | Región de Los Lagos | País |
|---|--------|---------------------|---------|
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 249 | 9.896 | 109.408 |
| Explotación de minas y canteras | 2 | 160 | 6.324 |
| Industria Manufacturera | 139 | 7.452 | 124.611 |
| Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado | 1 | 159 | 3.991 |
| Suministro de agua evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación | 7 | 487 | 7.891 |
| Construcción | 123 | 7.654 | 120.154 |
| Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas | 407 | 22.388 | 467.302 |
| Transporte y almacenamiento | 151 | 8.467 | 143.257 |
| Actividades de alojamiento y de servicios de comidas | 90 | 5.683 | 83.917 |
| Información y comunicaciones | 14 | 970 | 31.507 |
| Actividades financieras y de seguros | 24 | 1.268 | 63.855 |
| Actividades inmobiliarias | 43 | 2.433 | 52.789 |
| Actividades profesionales, científicas y técnicas | 41 | 3.124 | 88.366 |
| Actividades de servicios administrativos y de apoyo | 64 | 3.144 | 61.757 |
| Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria | 1 | 47 | 928 |
| Enseñanza | 13 | 832 | 18.842 |

| | | | |
|--|--------------|---------------|------------------|
| Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social | 21 | 1.818 | 46.046 |
| Actividades artísticas, de entrenamiento y recreativas | 7 | 596 | 13.533 |
| Otras actividades de servicios | 32 | 2.280 | 57.348 |
| Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares | 0 | 0 | 10 |
| Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales | 0 | 1 | 71 |
| Sin información | 11 | 437 | 6.125 |
| Total | 1.440 | 79.296 | 1.508.032 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN, 2024.

De acuerdo con lo señalado en la **Tabla 10**, se aprecia que los rubros con mayor cantidad de empresas corresponden principalmente a rubros de “Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas” con un 28,2% del total, es decir, 407 empresas en el rubro. Luego, en menor medida, le sigue “Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca” con un 17,29%, equivalente a 249 empresas. Seguido de esto, los siguientes tres rubros con mayor cantidad de empresas en la comuna son “Transporte y almacenamiento”, “Industria Manufacturera” y “Construcción” con 10,5%, 9,7% y 8,5%. Junto con esto, a continuación, se presenta la cantidad de empleados por rubro en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Número de empleados por rubro económico.

| Rubro | Comuna | Región de Los Lagos | País |
|---|--------|---------------------|---------|
| Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 1.253 | 81.757 | 901.986 |
| Explotación de minas y canteras | 351 | 1.185 | 164.443 |
| Industria Manufacturera | 1.160 | 37.663 | 893.009 |
| Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado | 1 | 2.265 | 36.775 |
| Suministro de agua evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación | 73 | 2.389 | 102.067 |

| | | | |
|--|--------------|----------------|-------------------|
| Construcción | 447 | 38.027 | 1.250.239 |
| Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas | 386 | 49.113 | 1.451.735 |
| Transporte y almacenamiento | 312 | 31.958 | 565.981 |
| Actividades de alojamiento y de servicios de comidas | 166 | 16.037 | 513.051 |
| Información y comunicaciones | 4 | 2.055 | 221.648 |
| Actividades financieras y de seguros | 10 | 976 | 240.241 |
| Actividades inmobiliarias | 42 | 2.094 | 121.698 |
| Actividades profesionales, científicas y técnicas | 30 | 7.744 | 388.375 |
| Actividades de servicios administrativos y de apoyo | 174 | 41.184 | 1.380.776 |
| Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria | 78 | 19.285 | 652.840 |
| Enseñanza | 2.584 | 23.656 | 608.674 |
| Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social | 169 | 20.794 | 419.075 |
| Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas | 5 | 1.479 | 55.105 |
| Otras actividades de servicios | 91 | 3.471 | 209.815 |
| Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares | 0 | 0 | 43 |
| Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales | 0 | 0 | 838 |
| Sin información | 7 | 520 | 8.431 |
| Total | 7.343 | 383.652 | 10.186.845 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos BCN, 2024.

Respecto a la cantidad de empleados por rubro, según datos extraídos de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) y SII del año 2024, se observa, con respecto a la cantidad de trabajadores por rubro, el “Enseñanza” es el que mayor cantidad de trabajadores tiene, con 2.584 trabajadores que corresponden al 35% del total. Luego, el rubro que sigue en cuanto a cantidad de trabajadores corresponde a “Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca” con 7.662 empleados (19% del total), seguido por “Construcción” con 1.253 (17%) y “Industria Manufacturera” que tiene 1.160 trabajadores (16%).

2.1.6. *Ámbito ambiental*

- **Biodiversidad**

Llanquihue ubicada en la región del Bosque Caducifolio del Sur, destaca por su biodiversidad. reflejada en su flora y fauna asociadas a los ecosistemas de clima templado con sequía estival breve. Las especies de la zona están distribuidas en tres pisos vegetacionales principales, que albergan una rica variedad de comunidades vegetales y animales.

A continuación, se presentan las principales especies vegetales en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Principales especies vegetales de Llanquihue.

| Piso vegetacional | Especies representativas |
|--------------------------------|---|
| Bosque Caducifolio del Sur | Coyán o Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>), Laurel (<i>Laurelia sempervirens</i>), Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>), Canelo (<i>Drimys winteri</i>), Zarzamora-espínillo (<i>Rubus ulmifolius</i>). |
| Bosque Laurifolio de Los Lagos | Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>), Tapa (<i>Laureliopsis philippiana</i>), SSTineo (<i>Weinmannia trichosperma</i>), Coigüe (<i>Nothofagus dombeyi</i>), Arrayán (<i>Luma apiculata</i>), Chilco (<i>Fuchsia magellanica</i>), Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>). |
| Bosque Siempreverde de Chiloé | Coihue de Chiloé (<i>Nothofagus nitida</i>), Tepú (<i>Tepualia stipularis</i>), Hualve (<i>Caldecluvia paniculata</i>), Zarzamora-espínillo (<i>Rubus ulmifolius</i>). |

Fuente: SITrural (Sistema de Información Territorial), Municipalidad de Llanquihue y Universidad San Sebastián, 2022.

En cuanto a la fauna de Llanquihue, está compuesta por una variada representación de mamíferos, aves y otras especies características de los ecosistemas asociados a los bosques templados del sur de Chile.

A continuación, en la **Tabla 15**, se presentan las principales especies faunísticas identificadas en la comuna.

Tabla 15. Principales especies faunísticas de Llanquihue.

| Tipo | Especies representativas |
|-----------|--|
| Mamíferos | Puma (<i>Puma concolor</i>), Güiña (<i>Leopardus guigna</i>), Pudú (<i>Pudu puda</i>), Zorro Chilla (<i>Lycalopex griseus</i>), Vizcacha andina (<i>Lagidium viscacia</i>). |
| Aves | Cóndor (<i>Vultur gryphus</i>), Halcón peregrino austral (<i>Falco peregrinus cassini</i>), Peuco (<i>Parabuteo unicinctus</i>), Hued-hued del sur (<i>Pterotochos tarnii</i>), Pato cortacorriente (<i>Merganetta armata</i>), Chucao (<i>Scelorchilus rubecula</i>). |

Fuente: CONAF, Reserva Nacional Llanquihue, 2022.

Figura 7. Coyán (*Nothofagus obliqua*)



Fuente: iNaturalist Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 8. Puma (*Puma concolor*)



Fuente: iNaturalist Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

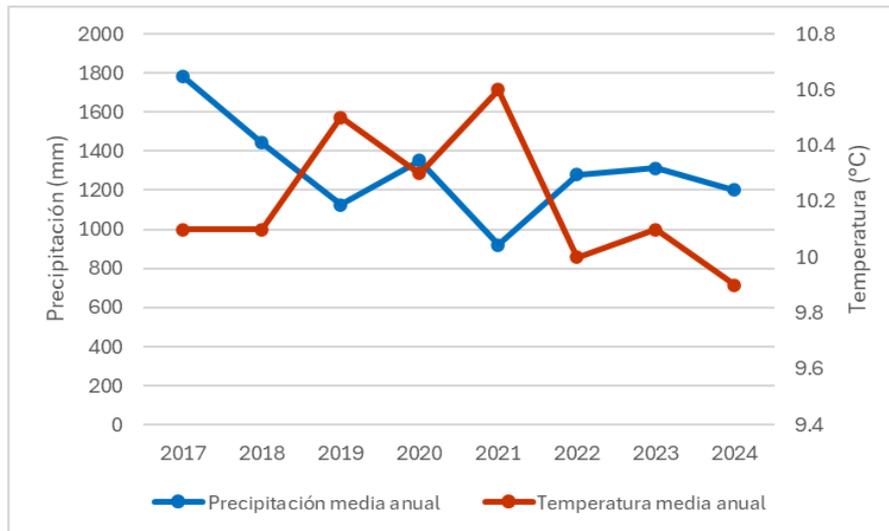
- **Clima**

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, Llanquihue posee un clima templado lluvioso con Influencia Mediterránea. Este tipo de clima se caracteriza por precipitaciones anuales que superan los 1.300 mm en Osorno y los 1.800 mm en Puerto Montt, acompañadas de una temperatura promedio anual de 11°C. La amplitud térmica anual es reducida, siendo similar entre ciudades como Valdivia y Osorno, que registran promedios de 8,8°C y 8,7°C, respectivamente, a pesar de su diferente proximidad al océano.

- **Precipitación y temperatura media anual de los últimos 8 años en Llanquihue.**

Para el cálculo de precipitación y temperatura media anual de los últimos ocho años en la comuna de Llanquihue, se utilizaron datos obtenidos por medio de la Dirección Meteorológica de Chile seleccionados en la estación meteorológica más cercana a la comuna el cual corresponde a la estación El Tepual, ubicada en Puerto Montt. Ver **Figura 9** a continuación.

Figura 9: Precipitación y temperatura media anual de los últimos 8 años en la comuna de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en DGAC,2024⁵.

En la figura anterior es posible observar que en los últimos ocho años la Temperatura media anual ha ido aumentando progresivamente con el paso de los años, sin embargo, en los últimos tres años se ha mantenido dentro de un rango estable el cual se encuentra entre los 9°C y los 10.5 °C. Por otro lado, en cuanto a las precipitaciones medias anuales de la zona, es posible observar que el año 2017 fue uno de los años con mayor precipitación con un valor promedio de 1784 milímetros anuales, sin embargo, estos valores han ido disminuyendo progresivamente. Por último, es posible visualizar que los aumentos de temperatura se encuentran directamente relacionados con la disminución de precipitación en la zona, donde en el año 2021 se registraron uno de los valores más altos de temperatura media anual en los últimos ocho años, acompañado de una drástica disminución de precipitaciones teniendo valores menores a 1000 milímetros anuales. Esta situación se explica principalmente debido a que el año 2021 es catalogado como uno de los años más secos y más cálidos del siglo, debido a un agresivo aumento en los registros de temperatura y con una drástica disminución de precipitaciones en todo el territorio Nacional⁶.

⁵ Datos Climáticos Históricos de Temperatura y Precipitación en Puerto Varas:
<https://climatologia.meteochile.gob.cl/>

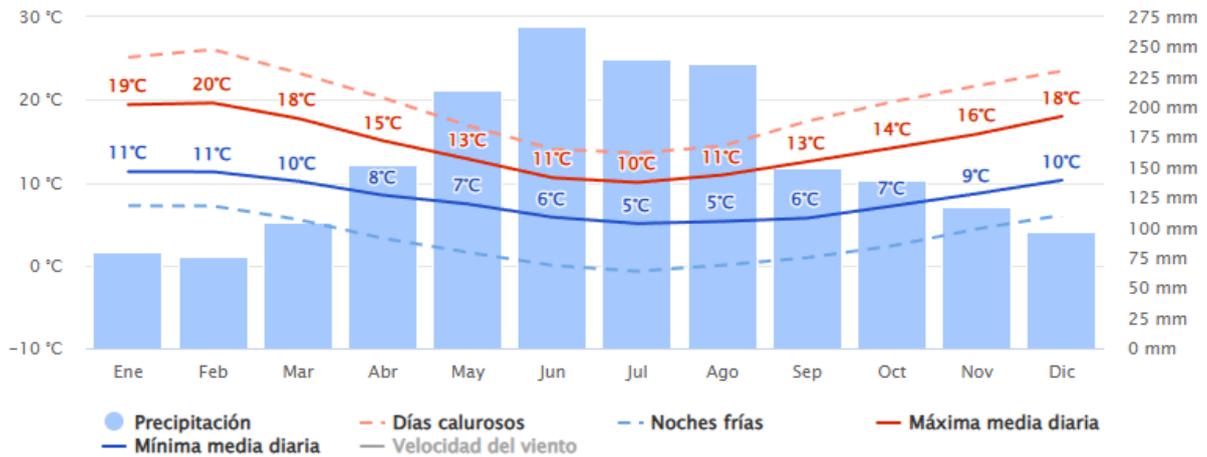
⁶ La Tercera: 2021 se convierte en el año más seco y más cálido del siglo:
<https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/2021-se-convierte-en-el-ano-mas-seco-y-mas-calido-del-siglo/MT5G2ZTL3RBJBMR45DIEIFI3U/#>

- **Precipitación media mensual en Llanquihue.**

En la zona del lago Llanquihue, la temperatura media anual asciende a 12°C, con una amplitud térmica de 9,6°C. Por otro lado, es posible evidenciar que el mes de enero es el mes más cálido, alcanzando 17,2°C, mientras que julio es el más frío, con 7,6°C. Las precipitaciones anuales rondan los 2.489,7 mm, las cuales se distribuyen de manera uniforme a lo largo del año. Sin embargo, en enero y febrero las lluvias disminuyen, con promedios de 64,6 mm y 68,9 mm respectivamente, sin llegar a configurar una estación seca en este tipo de clima, mientras que en los meses de junio, julio y agosto las lluvias presentan un promedio de 267 mm, 236 mm y 234 mm respectivamente siendo los meses más húmedos del año debido a que corresponden a los meses de invierno.

Para observar el clima y precipitaciones de Llanquihue, ver **Figura 10** y **Figura 11** a continuación.

Figura 10. Temperaturas mensuales en la comuna de Llanquihue.

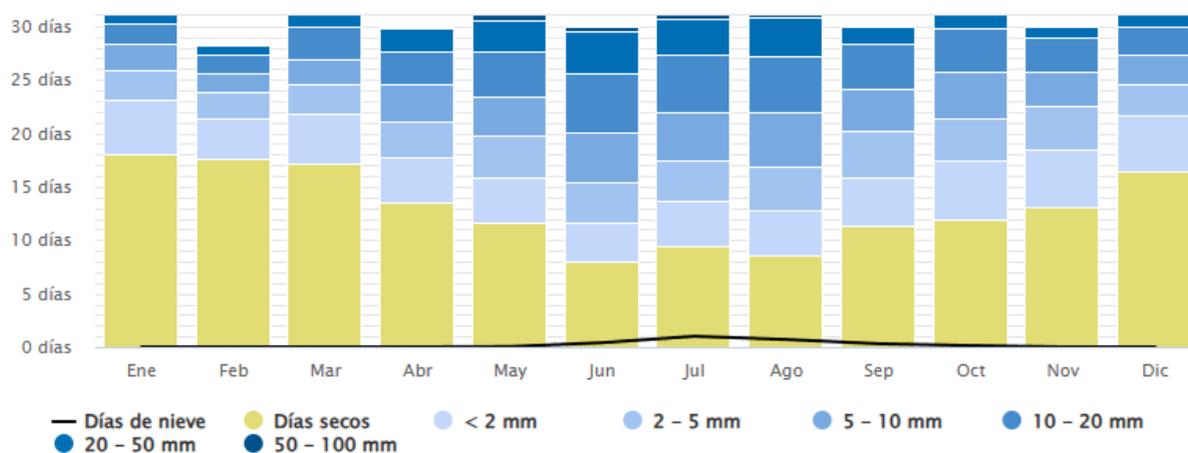


Fuente: Meteoblue Weather⁷, 2024.

Figura 11. Precipitaciones anuales de Llanquihue.

⁷ Datos climáticos y meteorológicos:

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/llanquihue_chile_3882957



Fuente: Meteoblue Weather, 2024.

- **Suelos**

Los suelos de la comuna de Llanquihue se formaron bajo un clima templado y húmedo, influenciado por la vegetación boscosa predominante. Predominan los suelos "Trumaos de Ñadis", asociados a la cuenca del río Maullín, y se destacan las series Alerce, Maullín, Llanquihue y Fresia por su extensión. Los suelos "Ñadis", un tipo de "Trumao", presentan mal drenaje y un hard pan férrico conocido por los agricultores como "fierrillo", lo que limita la penetración de raíces. Son derivados de cenizas volcánicas, con texturas que van de franco arcillo arenosa a franco arcillosa, y suelen ser poco profundos. Su base está formada por gravas y arenas cementadas, lo que genera problemas de drenaje.

En cuanto al uso del suelo, los suelos Clase I son escasos, representando solo el 0,4% del territorio. Los suelos Clase II y III abarcan el 59,8% de la superficie comunal, siendo los más extendidos los de Clase III, con un 38,77%. Las clases IV, V y VI, de uso ganadero y forestal, representan un 17,87%, mientras que los suelos Clase VII y VIII ocupan solo el 5,46% del área total.

Tabla 12. Tipos de capacidad de uso de suelo presentes en Llanquihue.

| Capacidad Uso | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|---|-----------------|----------------|
| I Clase con pocas limitaciones en su uso, apta para cultivo intensivo. Casi planos, con buen drenaje y fertilidad natural. | 179,95 | 0,42 |
| II | 9.110,51 | 21,03 |

| | | |
|--|-----------|-------|
| Suelos con algunas limitaciones para la elección de cultivos. Planos con pendientes ligeras. | | |
| III Tienen limitaciones moderadas en su uso, requiere prácticas especiales de conservación. Topografía de plana a moderadamente inclinada. | 16.791,86 | 38,77 |
| IV Clase con severas limitaciones para cultivos, prácticas de conservación más difíciles de aplicar y mantener que en la Clase III. | 3.906,82 | 9,02 |
| V Tienen escaso o ningún riesgo de erosión, pero presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma práctica y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano (range) o forestal. | 105,63 | 0,24 |
| VI Suelo no apto para cultivo, su uso está limitado a praderas, bosques y vida silvestre. Se pueden emplear para pastoreo y silvicultura. | 3.730,16 | 8,61 |
| VII Suelos con limitaciones muy severas en su uso, no aptos para cultivo y su uso principalmente es forestal. Pendientes muy pronunciadas y/o erosión severa. | 1.961,20 | 4,53 |
| VIII | 405,76 | 0,94 |

| | | |
|---|------------------|------------|
| Son suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Incluyen dunas activas, pedregales, pantanos o suelos destruidos por la erosión. | | |
| No Clasificado | 7.125,03 | 16,45 |
| Total | 43.316,92 | 100 |

Fuente: Elaboración propia en base a capacidad de uso de suelos (CIREN)⁸.

Las características de cada clase de suelo según su capacidad de uso, se indican a continuación en la **Figura 11**.

Figura 13. Capacidad de uso según tipo de uso de suelo.

| Utilización Sustentable de las Tierras según su Capacidad de Uso | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| Clase | Vida Silvestre | Bosque | Pradera | Pradera intensiva | Cultivo limitado | Cultivo moderado | Cultivo intensivo | Cultivo muy intensivo |
| I | / | / | = | == | ✕ | ✕✕ | ✕✕✕ | ✕✕✕✕ |
| II | / | / | = | == | ✕ | ✕✕ | ✕✕✕ | |
| III | / | / | = | == | ✕ | ✕✕ | | |
| IV | / | / | = | == | ✕ | | | |
| V | / | / | = | == | | | | |
| VI | / | / | = | | | | | |
| VII | / | / | | | | | | |
| VIII | / | | | | | | | |

Fuente: Clasificaciones interpretativas de suelo (Stolpe B., 2002).

De acuerdo con el Catastro de uso de suelo y vegetación de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de 2013, la comuna posee un gran porcentaje de uso destinado a bosque nativo adulto, abarcando un 60,7% de la superficie total.

- **Geomorfología:**

La comuna se ubica en la Depresión Intermedia, una zona caracterizada por planicies de baja altitud y suaves ondulaciones del terreno. Este relieve favorece la presencia de suelos fértiles, propicios para actividades agrícolas y ganaderas. Además, parte del lago Llanquihue, con origen glacial, forma parte

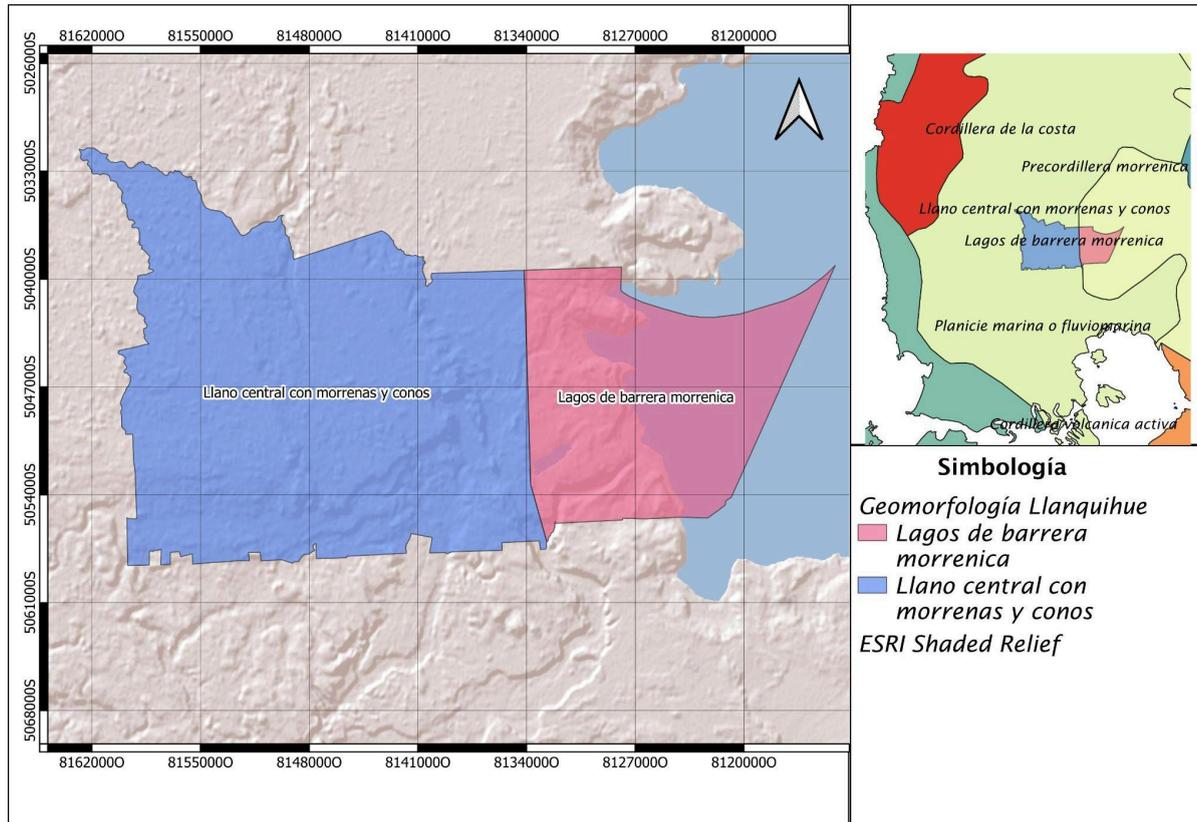
⁸ Capacidad de uso de suelos (CIREN), SIMEF 2024.

<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/6fcff22e50744a2f8b2120b1b41f4e3f>

del territorio comunal. Este lago se formó por acumulación de antiguos depósitos morrénicos del Pleistoceno.

El área presenta depósitos típicos de la región, como sedimentos morrénicos, fluvio-glaciales y glaciolacustres. La composición y tamaño de estos sedimentos (gravas, arenas, limos y arcillas), así como su heterogeneidad y espesor, están determinados por las condiciones físicas que prevalecieron durante su deposición.

Figura 14. Unidades geomorfológicas de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

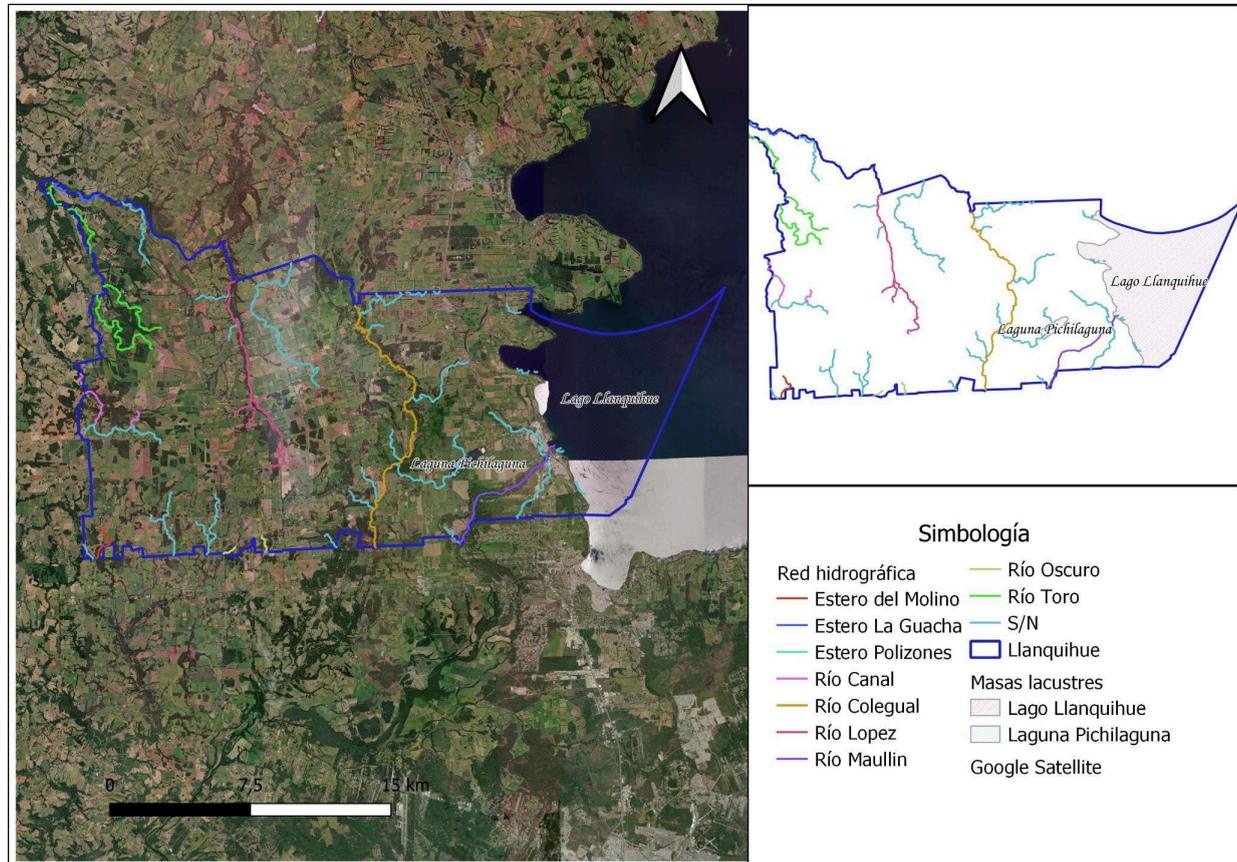
- **Hidrografía:**

La comuna de Llanquihue forma parte de la cuenca hidrográfica del río Maullín, una cuenca preandina que se extiende por 3.972 km². El río Maullín, con un recorrido de 85 kilómetros, nace en la costa occidental del lago Llanquihue y fluye hacia el suroeste hasta desembocar en el océano Pacífico, donde forma un amplio estuario cerca de la localidad de Maullín.

El río Maullín recibe aportes de diversos afluentes, entre ellos los ríos Calabozo, Negro, Gato, González, Toledo, Chaqueigua y Cebada. Dentro de la comuna, destacan como tributarios los ríos Colegual y Oscuro. En su desembocadura, recibe las aguas del río Quenuir, que serpentea por las llanuras costeras formando grandes meandros y pantanos.

El lago Llanquihue es el principal cuerpo lacustre de la comuna, con una superficie aproximada de 860 km² y costas bajas con lomajes suaves. Recibe tributarios desde la falda occidental del volcán Osorno al oriente y desde la falda norte del volcán Calbuco al sur. Entre estos, el más relevante es el río Pescado, que desemboca entre La Poza y Punta de los Ingleses.

Figura 15. Hidrografía de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2. Actores de la comuna

Existen diversos actores públicos, privados y de la sociedad civil que son esenciales para la elaboración de la EEL, ya que tienen capacidades para la asistencia técnica de iniciativas multidisciplinares relacionadas con la sostenibilidad energética, impulsando nuevos mercados para las empresas de servicios, generando capacidades y ayudando en la construcción de una cultura en torno a la energía, acorde a la realidad actual de la comuna. Adicionalmente, permiten hacer seguimiento de los compromisos establecidos en el plan de acción energético. Este capítulo tiene como objetivo indicar aquellos actores considerados clave (**Tabla 15**) para el desarrollo de la EEL, además de su nivel de priorización.

A continuación, se presentan los actores clave para ser involucrados en los distintos procesos de la elaboración de la EEL, principalmente considerados para las instancias participativas y el desarrollo de los proyectos contenidos en el plan de acción energético. Para estos efectos, se contemplan los siguientes tres niveles definidos en la Guía Metodológica para la Elaboración de la EEL, 2023.

- **Nivel 1:** En este, se encuentra el grupo central, compuesto por el alcalde, el equipo técnico del Municipio (incluyendo SECPLAN y los integrantes del Comité Energético Municipal), el Comité Ambiental Municipal (CAM) y Comité Ambiental Comunal (CAC), el Ministerio de Energía (representado regionalmente por la Secretaría Regional Ministerial de Energía de Los Lagos), los distribuidores de energía (CRELL y SAESA en electricidad, Gasco y Abastible en GLP, Copec y SHELL en combustibles líquidos). Por otro lado, la consultora y la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE). Este grupo debe estar involucrado en el desarrollo de la EEL.
- **Nivel 2:** Este corresponde a los actores regionales (SEREMIs), otras autoridades centrales (Ministerios), y actores relevantes desde el sector privado, que tienen una gran influencia energética, prensa y universidades. En Llanquihue es la SEREMI de Energía de la Región de Los Lagos, también se encuentra en este nivel la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), las Juntas Vecinales (JJVV), las mesas territoriales, los establecimientos educacionales públicos, entre otros. Finalmente, en este nivel se encuentran las empresas más representativas de la comuna, que tienen un alto consumo de energía: NESTLÉ, Cecinas Llanquihue, entre otras.
- **Nivel 3:** En este nivel, se encuentran los actores relevantes para la fase de implementación de la EEL. Su involucración depende de la presencia y posicionamiento a nivel comunal, considera a la ciudadanía en su totalidad, dado que son claves en la elaboración y validación de la EEL. En Llanquihue en este nivel se encuentran instituciones como Carabineros y Bomberos, SEREMI de salud, entre otros, pues tienen una presencia e importancia a considerar en la comuna.

Tabla 17. Actores locales de la comuna.

| Organización | Sector | Clasificación |
|----------------------|---------|---------------|
| ABASTIBLE | Privado | Nivel 1 |
| CRELL | Privado | Nivel 1 |
| GASCO | Privado | Nivel 1 |
| LIPIGAS | Privado | Nivel 1 |
| Copec | Privado | Nivel 1 |
| Petrobras | Privado | Nivel 1 |
| Shell | Privado | Nivel 1 |
| Engie | Privado | Nivel 1 |
| Mainstream | Privado | Nivel 1 |
| Eólica Los Lagos SpA | Privado | Nivel 1 |
| SAESA | Privado | Nivel 1 |
| CAM | Público | Nivel 1 |
| GORE | Público | Nivel 1 |

| | | |
|--|----------------|---------|
| INDAP / PRODESAL | Público | Nivel 1 |
| Funcionarios Municipales | Público | Nivel 1 |
| SEREMI Energía | Público | Nivel 1 |
| SEREMI TRANSPORTE | Público | Nivel 1 |
| SEREMI VIVIENDA | Público | Nivel 1 |
| CAC | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| COMITÉS APR | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| Comunidades y Asociaciones Indígenas | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| Concejales | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| COSOC | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| UNIÓN COMUNAL | Sociedad Civil | Nivel 1 |
| AChBIOM | Privado | Nivel 2 |
| Proveedores de tecnología | Privado | Nivel 2 |
| NESTLÉ | Privado | Nivel 2 |
| Cecinas Llanquihue | Privado | Nivel 2 |
| Centros de Salud | Público | Nivel 2 |
| CONADI | Público | Nivel 2 |
| CONAF | Público | Nivel 2 |
| CORFO | Público | Nivel 2 |
| DGA | Público | Nivel 2 |
| ASCC | Público | Nivel 2 |
| SEC | Público | Nivel 2 |
| SEREMI MMA | Público | Nivel 2 |
| Clubes Deportivos | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Colegio de Arquitectos Delegación Llanquihue | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Cuenca Sostenible | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Centros de Padres y Apoderados | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Establecimientos Educativos | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| JVV | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Mesas Territoriales (13) | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Unión Comunal Rural | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Union Comunal Urbana | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| Universidad Austral | Sociedad Civil | Nivel 2 |

| | | |
|--|----------------|---------|
| Universidad San Sebastián | Sociedad Civil | Nivel 2 |
| CCHC | Privado | Nivel 3 |
| CORMA | Privado | Nivel 3 |
| TRANSELEC | Privado | Nivel 3 |
| Salmonchile | Privado | Nivel 3 |
| Empresas B Patagonia | Privado | Nivel 3 |
| Corporación de Turismo y Cultura de Llanquihue | Privado | Nivel 3 |
| Industria cecinera | Privado | Nivel 3 |
| Industria de Algas | Privado | Nivel 3 |
| BOMBEROS | Público | Nivel 3 |
| CARABINEROS | Público | Nivel 3 |
| SEREMI SALUD | Público | Nivel 3 |
| SMA | Público | Nivel 3 |
| Quiero a mi Barrio | Sociedad Civil | Nivel 3 |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 16. Mapa de actores de la comuna de Llanquihue.

Estas cuatro dimensiones centrales e interconectadas corresponden a: habitabilidad, que se refiere a las condiciones de vivienda; el acceso físico a las fuentes de energía y los artefactos necesarios para satisfacer las necesidades energéticas; la calidad del suministro y el uso de fuentes de energía sostenibles; y la asequibilidad, que se relaciona con el gasto en energía y su impacto en la economía doméstica.

Figura 17. Dimensiones de la Pobreza Energética.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se presentan los indicadores de pobreza energética estipulados para la caracterización de la pobreza energética comunal en cada una de las dimensiones. Esto de acuerdo con lo establecido en la Guía Metodológica para la Elaboración de Estrategias Energéticas Locales de la Agencia de Sostenibilidad Energética.

3.1. Dimensión de acceso físico

La dimensión de Acceso Físico corresponde a la existencia de las fuentes de energía, artefactos y tecnologías apropiadas para satisfacer las necesidades energéticas de los miembros de un hogar. A continuación, se presentan los indicadores asociados a la dimensión. La base de datos utilizada para obtener esta información, es la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) del año 2022, donde para la comuna de Llanquihue, se consideraron **18.234 hogares, 12.899 urbanos y 5.335 rurales.**

En la **Tabla 18**, se pueden observar estos indicadores correspondientes a la comuna de Llanquihue.

Tabla 18. Indicadores dimensiones de Acceso físico.

| Nº | Umbral de Pobreza Energética | Indicador | Resultado | Base de información consultada |
|----|------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|
|----|------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|

| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| 1 | Hogar sin acceso a electricidad. | Porción de hogares que no poseen acceso a electricidad en la comuna. | El 0% de los hogares de Llanquihue no presentan acceso a electricidad. Por lo que no existen hogares que declaran no tener acceso a energía eléctrica en sus hogares. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |
| 2 | Hogares que no poseen acceso a cocción de alimentos y cocina. | Porción de hogares que no poseen acceso a fuentes de energía para cocción de alimentos y cocina. | El 0% de los hogares de Llanquihue declara no presentar acceso a sistema de cocción de alimentos. Por lo que no existen hogares que declaran no tener sistema de cocción de alimentos. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |
| 3 | Hogares que no poseen acceso a Agua Caliente Sanitaria (ACS). | Porción de hogares de la comuna que no poseen acceso a ACS. | El 3,1% de los hogares de la comuna no poseen acceso a un sistema de agua caliente. Esto corresponde a 558 hogares, donde 120 se encuentran en zona urbana y 438 en zona rural. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |
| 4 | Hogares que no poseen acceso a calefacción en zonas térmicas que lo requieren. | Porción de hogares de la comuna que no poseen acceso a fuentes de energía para calefacción en zonas térmicas que lo requieren. | El 0%, no posee acceso a fuentes de energía para la calefacción. Por lo que no existen hogares que declaran no tener sistema de calefacción en zonas térmicas que lo requieren. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN 2022 con estimaciones a partir de factor de expansión comunal, 2024.

De la información levantada se desprende que la comuna presenta grandes avances con respecto al acceso físico a la energía, siendo el indicador de acceso a ACS, el único con un valor mayor a 0%. Ahora bien, es importante mencionar que los resultados obtenidos a través de este tipo de base de datos (CASEN 2022) muchas veces no corresponden a una estimación precisa a nivel local, esto se confirma ya que tras el desarrollo de las actividades participativas se identificó la existencias de viviendas sin acceso a energía eléctrica, esto evidencia la importante de avanzar en la elaboración de catastros a nivel comunal que permitan tener una mirada más cercana a la realidad del territorio.

3.2. Dimensión de calidad

La dimensión de calidad se refiere a las condiciones en que se accede a los servicios energéticos, considerando las características de seguridad y continuidad de la fuente energética utilizada, la seguridad y eficiencia de los artefactos y el tipo de suministro utilizado y su impacto en la salud de las personas. En la **Tabla 19** se presentan los indicadores de dimensión de calidad con las cifras que corresponden a la comuna de Llanquihue.

Tabla 19. Indicadores dimensión de Calidad.

| N° | Umbral de Pobreza Energética | Indicador | Resultado | Base de información consultada |
|----|---|---|---|---|
| 1 | Duración de interrupciones del servicio eléctrico | Porcentaje de horas de duración de las interrupciones eléctricas por sobre la norma técnica de calidad del servicio eléctrico (sin considerar fuerza mayor) por comuna. | En base al índice de interrupciones de suministro eléctrico (SAIDI) de los últimos 5 años, Llanquihue presentó un promedio de interrupciones del sistema (fuerza interna y externa) de 11,7 horas anuales. Lo que significa que las interrupciones del servicio en la comuna están dentro de lo especificado en la norma técnica. | Calidad de servicio SAIDI, Energía Abierta 2024 |
| 2 | Hogares que utilizan leña o carbón para cocinar | Porción de hogares que utilizan leña o carbón para cocinar | El 30,5% de los hogares de la comuna utilizan leña o carbón para cocinar. Esto corresponde a 1.797 hogares, de los cuales 1.062 corresponden a zona urbana y 735 a zona rural. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| 3 | Hogares que utilizan como fuente de energía leña o carbón para Agua Caliente Sanitaria | Porción de hogares que utilizan leña o carbón para ACS. | El 10% de los hogares de la comuna utilizan leña o carbón como fuente de energía para el sistema de agua caliente. Esto corresponde a 1.826 hogares, de los cuales 712 corresponden a zona urbana y 1.114 a zona rural. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |
| 4 | Hogares que utilizan leña o carbón para calefacción en zonas climáticas frías. | Porción de hogares que utilizan leña o carbón para calefacción en zonas térmicas que lo requieren | El 95,9% de los hogares de la comuna utilizan leña o carbón para calefaccionar. Esto corresponde a 5.645 hogares, de los cuales 4.178 corresponden a zona urbana y 1.467 a zona rural. | CASEN 2022 con estimaciones a partir del factor de expansión comunal. |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN, 2024.

De la dimensión de calidad, el indicador que presenta el mayor desafío a nivel comunal corresponde a la utilización de leña o carbón para la calefacción de los hogares. Este indicador entrega el dato de que 5.645 viviendas utilizan leña o carbón (95,9%) en donde la mayor concentración de estas viviendas se encuentran en la zona urbana con 4.178 viviendas y 1.467 en la zona rural. Esto evidencia la gran brecha que existe para poder erradicar el uso de la leña en las viviendas de la comuna. Por lo que será fundamental focalizar los esfuerzos en hacer más accesibles fuentes energéticas de calefacción alternativas con el fin de prevenir no sólo la contaminación en la comuna sino que también de mejorar la calidad del aire al interior de la viviendas, lo cual representa un gran riesgo para la salud de sus habitantes.

Por otro lado, se observa que el promedio anual de los últimos 5 años de interrupciones eléctricas del sistema en la comuna de Llanquihue, tanto por causas internas como externas, es de 11,7 horas. La normativa técnica establece un máximo permitido de 9 horas para comunas con baja densidad de red, como es el caso de Llanquihue, por lo que las interrupciones se encuentran sobre los límites de la normativa técnica.

3.3. Dimensión de habitabilidad (calidad)

Hace referencia a las características constructivas y de eficiencia energética de las viviendas, las que tienen un rol fundamental para lograr el confort térmico de los miembros del hogar y reducir el consumo energético para calefacción. En la **Tabla 20**, se presentan los 3 indicadores de la dimensión.

Tabla 20. Indicadores dimensión de Habitabilidad.

| N° | Umbral de Pobreza Energética | Indicador | Resultado | Base de información consultada |
|----|---|---|--|--|
| 1 | Porción de viviendas construidas antes de la normativa térmica (2000) | Porción de viviendas construidas antes de la normativa térmica (2000) | El 72,6% de las viviendas en Llanquihue fueron construidas antes del 2000. | Censo 2017 |
| 2 | Viviendas con un índice de materialidad irrecuperable | Proporción de viviendas en la comuna cuyo índice de materialidad es irrecuperable | El 5% de las viviendas de la comuna presentan un índice de materialidad irrecuperable. | Censo 2017 |
| 3 | Porción de hogares que forman parte de campamentos | Proporción de hogares a nivel comunal que se encuentran en campamentos | En la comuna de Llanquihue, se registra un solo campamento. | Manual de incorporación y verificación de campamentos al catastro vigente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2024 |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN, 2024.

Con respecto a esta dimensión, el indicador de mayor preocupación es el de porción de viviendas construidas antes de la normativa técnica (2000), pues corresponde a más del 70% de la comuna y por ende aproximadamente 4.454 viviendas de la comuna no tiene la infraestructura exigida por esta normativa a raíz de la utilización de materiales de construcción que conserven el confort térmico necesario al interior de los hogares. Por otro lado, el 5% posee un índice de materialidad irrecuperable (307 viviendas aproximadamente), por lo que en viviendas con estas características se presenta un desafío en la infraestructura al momento de implementar medidas de eficiencia energética en las viviendas. Finalmente, al interior de Llanquihue hay registro de 1 campamento, (Toma Pellines) por lo que es de suma importancia obtener más información acerca de estas viviendas con el fin de poder orientar decisiones de acorde a la realidad actual de la comuna.

3.4. Dimensión de asequibilidad o equidad

Se refiere a la capacidad de las personas de costear los servicios energéticos sin sacrificar otras necesidades. Bajo esta dimensión se evalúa el gasto en energía de los hogares en relación con los ingresos familiares disponibles y el impacto que ello tiene (o no) sobre la satisfacción de otras necesidades básicas. A continuación, se presenta el indicador asociado a la proporción de los hogares que se encuentran en situación de pobreza por ingresos y multidimensional de Llanquihue.

Tabla 21. Indicador de dimensión de Asequibilidad.

| N° | Umbral de Pobreza Energética | Indicador | Resultado | Base de información consultada |
|----|---|---|--|--------------------------------|
| 1 | Hogares en situación de pobreza por ingresos y/o multidimensional | Proporción de hogares en situación de pobreza por ingresos y/o multidimensional | En la comuna, el 18% de los hogares se encuentran en situación de pobreza multidimensional (Pobre), mientras que, el 5,9% de los hogares se encuentran en situación de pobreza por ingresos. | Casen 2022 |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN, 2024.

Aunque el porcentaje de hogares que se encuentra en situación de pobreza multidimensional no es menor, es importante señalar que este valor es inferior al regional (19,7%) pero superior al nacional (16,9%). Por otro lado, el porcentaje de hogares con pobreza por ingreso desciende a 5,9%, valor inferior al regional (7%) y nacional (6,5%), por lo que la comuna posee en general cifras positivas en cuanto a pobreza de sus habitantes. Sin embargo, estos indicadores siempre deben ser sujeto de atención, dada la necesidad de implementar medidas que aborden ambas dimensiones de la pobreza para mejorar las condiciones de vida en Llanquihue.

La comuna enfrenta grandes desafíos para erradicar la pobreza energética, los cuales están principalmente relacionados con la calidad de las viviendas. El indicador más destacable en este aspecto es la cantidad de viviendas construidas antes de la normativa del año 2000.

4. Diagnóstico de la gestión energética local

En este apartado, se detallan las medidas adoptadas y el nivel de progreso alcanzado en cada una de las seis categorías del sello “Comuna Energética”, qué proyectos se han ejecutado o que estén en proceso de ejecución. Para el levantamiento de información de esta sección, se deben realizar entrevistas con distintas direcciones de la municipalidad.

Las categorías a evaluar se presentan a continuación.

4.1. Planificación energética

En materia de planificación energética se ha impulsado la adhesión al programa comuna energética y desarrollo de la EEL como uno de los principales avances en la materia. Además en las licitaciones públicas del municipio se han incluido criterios de eficiencia energética dentro los proyectos asociados a la construcción y mejoramiento de infraestructura, siendo el mejor ejemplo, el edificio consistorial de la comuna el cual cuenta con alto estándares de eficiencia energética. Dichos estándares, se implementaron de acuerdo al criterio de los profesionales a cargo del proyecto, sin embargo, el Comité Energético Municipal, afirma que aspiran a estandarizar estas medidas para todas las nuevas construcciones y proyectos licitados desde el municipio.

4.2. Eficiencia energética en la infraestructura

En materia de eficiencia energética se han realizado diversas mejoras de envolvente térmica a distintas infraestructuras en la comuna, ejemplo de esto es el edificio consistorial de la Municipalidad, el cual cuenta con altos estándares de eficiencia energética. De acuerdo a información otorgada por el municipio, se implementaron equipos de calefacción eficiente y losa radiante en piso. Además, a través del Programa Habitabilidad el cual corresponde a un subsidio destinado a familias que necesitan una solución habitacional y viven en zonas rurales o urbanas de hasta 5.000 habitantes, en el año 2019, se destinaron \$17.000.000 con los cuales se beneficiaron a 5 familias con 31 soluciones entre las cuales se encuentran recambios de electrodomésticos, reparación de viviendas, mejoramiento de fachada, entre otros.

4.3. Energías renovables y generación local

Se han impulsado diversas iniciativas para la generación de energía de manera local en la comuna, ejemplo de esto es que en el año 2019, a través del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) se postuló a 26 familias para paneles solares, en población Altos de Baquedano, a través de la entidad Patrocinante “L&E” de Puerto Montt.

4.4. Organización y finanzas

En el marco del Programa Prodesal en Llanquihue, en 2023 se realizó un taller de eficiencia energética a más de 50 usuarios, el taller denominado “Eficiencia Energética y Uso de la Leña como combustible sólido” fue impartido por funcionarios de la SEREMI de Energía y además de fomentar la eficiencia energética, también se promovió hábitos saludables y se entregó un kit de semillas para huertos e invernaderos¹⁰. De esta manera, de acuerdo a lo informado por funcionarios municipales, existe financiamiento de la Municipalidad para realizar capacitaciones y talleres en materia de medio ambiente, se espera incorporar actividades en materia energética con el plan de acción de la presente Estrategia.

¹⁰ Avanzando hacia un futuro más sostenible, jornada de capacitación en eficiencia energética en Llanquihue. <https://llanquihue.cl/avanzando-hacia-un-futuro-mas-sostenible/>

Figura 18. Taller de Eficiencia energética y Uso de la Leña como combustible sólido en Llanquihue.



Fuente: Ilustre Municipalidad de Llanquihue, 2023.

4.5. Sensibilización y cooperación

En materia de sensibilización y cooperación se han impulsado diversos convenios para fortalecer el desarrollo comunal, en materia de energía, destaca el convenio de Gestión Prodesal de INDAP con la Municipalidad que dentro de los diversos proyectos impulsados, destaca un proyecto para ampliación de red de riego con energía fotovoltaica, que se enmarca en los proyectos de riego de INDAP con una inversión de \$600.000.000 y benefició a 80 agricultores de las provincias de Osorno y Llanquihue. En esta misma línea la adhesión de la comuna a la Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue representa un importante avance en el desarrollo sostenible y cooperativo de la comuna. Por otro lado, en el año 2023 se desarrolló el proyecto “Iluminando con energía solar nuestra sede social Junta de vecinos” de la JVV de La Colonia, por un monto de \$4.900.000 financiado por Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Finalmente, también se han realizado capacitaciones en materia medioambiental hacia la comunidad.

4.6. Movilidad sostenible

Dentro de los principales avances en esta materia están el desarrollo de eventos para fomentar la movilidad sostenible y deporte en la comuna, dentro de algunos proyectos en esta línea se encuentran las cicletadas familiares organizadas por la municipalidad. A modo de ejemplo, el año

2019 se realizó la “CICLETADA FAMILIAR PEDALEA LLANQUIHUE” en la cual participaron 90 personas, principalmente niños, jóvenes y familias de la comuna.

4.7. Herramienta del Sello Comuna Energética

El Sello Comuna Energética es una certificación otorgada a aquellas comunas que han implementado medidas y políticas destinadas a promover el uso eficiente de la energía y el desarrollo sostenible en su territorio. Este reconocimiento se basa en criterios como la implementación de programas de eficiencia energética, el fomento de energías renovables, la educación y sensibilización ambiental, entre otros. El objetivo principal del Sello es incentivar a las comunas a adoptar prácticas más sustentables en el ámbito energético y ambiental, contribuyendo así a la mitigación de los efectos del cambio climático y al desarrollo de comunidades más resilientes y conscientes de su impacto en el medio ambiente.

La herramienta del Sello Comuna Energética permite evaluar el desempeño de la gestión de energía del municipio a través de los proyectos que se han ejecutado en la comuna, permitiendo otorgar un puntaje en base al desarrollo de políticas energéticas. Para poder aplicar la Herramienta del Sello Comuna Energética, se requiere información detallada de los proyectos realizados en la comuna en materia energética, para evaluar las medidas y políticas destinadas a promover el uso eficiente de la energía.

La evaluación de la gestión energética local de la comuna de Llanquihue, realizada mediante la herramienta del Sello Comuna Energética, evidenció un avance significativo en relación con los puntajes establecidos en el Plan de Acción. Actualmente, la comuna alcanza un 22% del puntaje máximo posible según su gestión energética vigente, mientras que el avance planificado corresponde al 85%, considerando las distintas categorías evaluadas.

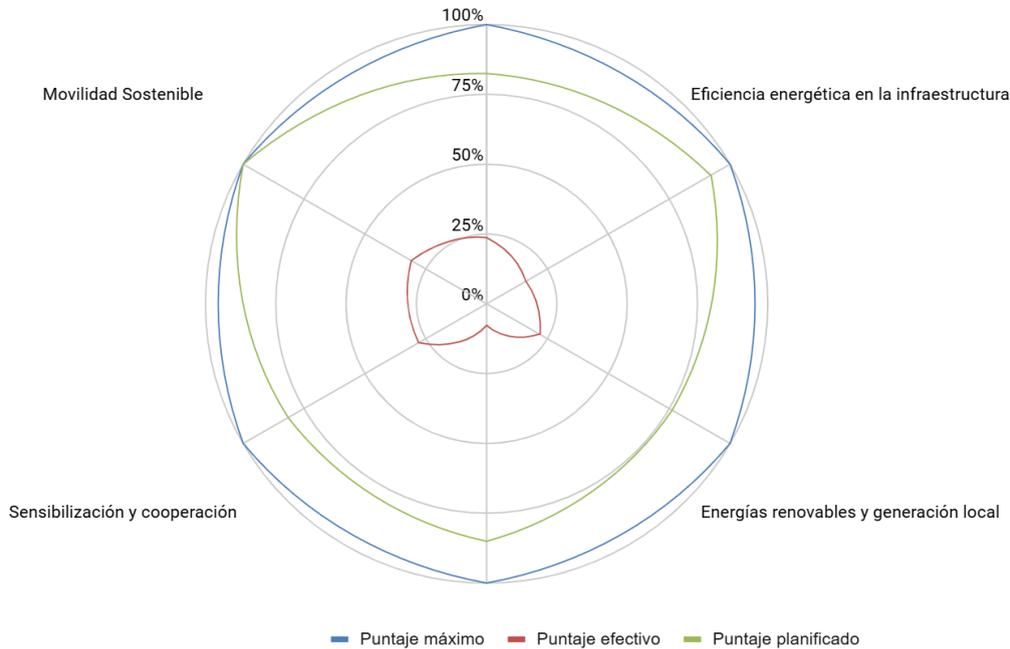
El detalle de cada categoría, se presenta a continuación:

Tabla 22. Porcentaje de avance respecto al puntaje máximo por categoría del Sello CE.

| Categoría | Puntaje efectivo (%) | Puntaje planificado (%) |
|---|----------------------|-------------------------|
| Planificación energética | 24% | 83% |
| Eficiencia energética en la infraestructura | 16% | 94% |
| Energías renovables y generación local | 22% | 76% |
| Organización y finanzas | 8% | 85% |
| Sensibilización y cooperación | 29% | 82% |
| Movilidad Sostenible | 31% | 100% |
| Total | 22% | 85% |

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de la Herramienta del Sello CE, 2024.

Figura 19. Gráfico del sello energético.



Fuente: Elaboración propia mediante Herramienta de Evaluación de Sello, 2025.

5. Diagnóstico energético

El diagnóstico energético busca entregar una visión integral de la oferta y demanda energética en la comuna, para esto se evalúan distintos componentes en torno a la energía con el fin de poder dar una imagen de la situación energética actual, identificando los principales, oportunidades y necesidades del territorio.

5.1. Situación energética de la comuna

La comuna de Llanquihue cuenta con dos empresas distribuidoras de suministro eléctrico: SAESA y CRELL. En cuanto al suministro de gas licuado del petróleo (GLP), cuenta con la cobertura de las empresas ABASTIBLE S.A. y GASCO S.A. Los combustibles líquidos como gasolina y petróleo diésel se pueden encontrar en estaciones de servicio de las empresas COPEC (Compañía de Petróleos de Chile S.A.) y SHELL.

Tabla 23. Distribuidores de insumos energéticos en la comuna.

| Distribución Eléctrica | Gas Licuado | Combustibles Líquidos |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> SAESA CRELL | <ul style="list-style-type: none"> Abastible Gasco | <ul style="list-style-type: none"> COPEC SHELL |

Fuente: Elaboración propia en base a consultas al municipio, 2024.

5.1.1. Oferta de energía eléctrica

- Generación de energía eléctrica**

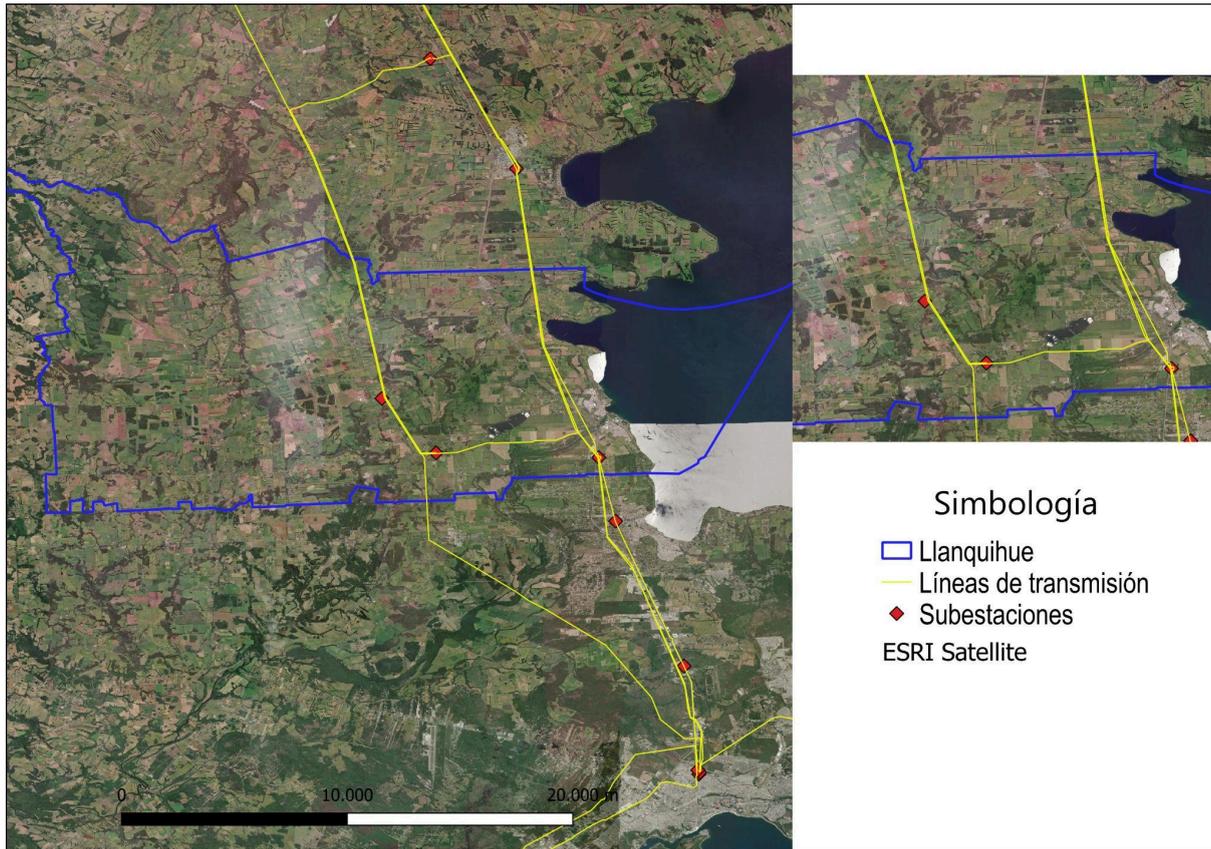
La comuna de Llanquihue posee una capacidad instalada de 129 MW de potencia bruta, a partir de un medio de generación de Energía Renovable No Convencional (ERNC) que utiliza energía eólica para la generación de energía eléctrica, denominada “Parque Eólico Aurora”.

Por otro lado, respecto a la generación eléctrica de acuerdo a la Ley 20.571 para proyectos Netbilling, corresponde a la autogeneración de energía en base a ERNC y al interior de Llanquihue se registra un total de 3 sistemas fotovoltaicos. Estos sistemas que utilizan energía solar para generar energía eléctrica, suman una potencia total declarada de 12 kW y se sitúan en su totalidad en el sector privado, subsector comercial.

- Sistema de transmisión de energía**

SAESA y CRELL son las empresas encargadas de transportar, distribuir y suministrar energía eléctrica en la comuna de Llanquihue. Es abastecida mediante tres subestaciones: S/E Aurora, S/E Tineo y S/E Llanquihue. Las dos primeras se conectan mediante una línea de transmisión de 220 KV desde Tineo hacia Nueva Pichirropulli y Llanquihue Norte. La Subestación Llanquihue, se conecta a una línea de transmisión de 66 KV que conecta Valdivia, Puerto Montt, Llanquihue y Llanquihue (ver **Figura 20**).

Figura 20. Sistema de transmisión eléctrica en Llanquihue.



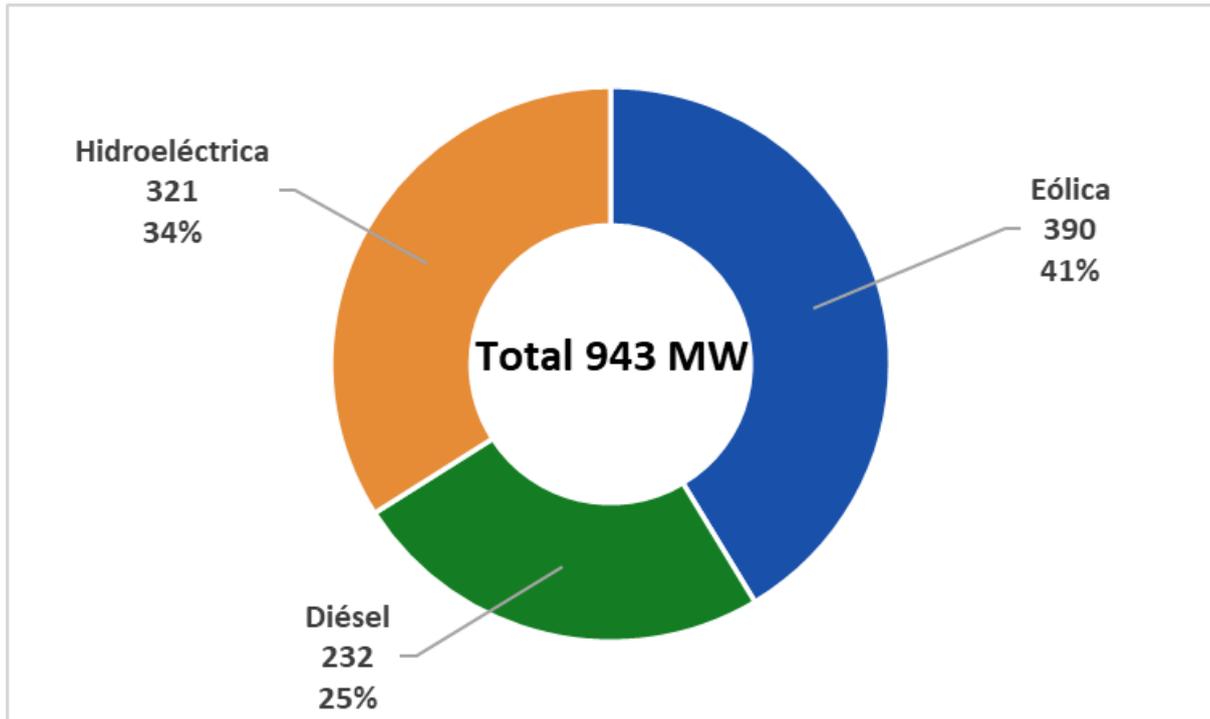
Fuente: Elaboración propia, 2024.

- **Matriz energética**

La matriz energética de Llanquihue se compone principalmente de suministro eléctrico, consumo de combustibles gaseosos de uso residencial y combustibles líquidos como gasolina y diésel para uso de transporte. En cuanto a uso de combustible sólido como leña, actualmente hay registro de sólo un distribuidor de leña seca inscritos en “Sello Calidad de Leña” de la Agencia SE.

En el caso del suministro eléctrico, cuya concesión de distribución eléctrica corresponde a las dos empresas mencionadas anteriormente, la capacidad instalada se presenta a nivel regional. La Región de Los Lagos posee centrales de generación que se dividen entre eólica, diésel e hidroeléctrica. En este aspecto, la capacidad bruta instalada a diciembre del año 2023 corresponden a 943 (MW) (Coordinador Eléctrico Nacional). El desglose de cada tecnología de generación se puede ver en la **Figura 21** a continuación.

Figura 21. Capacidad instalada en la Región de Los Lagos.



Fuente: Elaboración propia en base a Coordinador Eléctrico Nacional, 2024.

- **Futuros Proyectos energéticos**

Es importante destacar que en la comuna de Llanquihue se encuentran en desarrollo 6 proyectos asociados a la producción de energía eléctrica los cuales en un futuro cercano serán relevantes para las aspiraciones energéticas de la comuna. Según los datos obtenidos a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental 4 de estos proyectos ya se encuentran aprobados, mientras que el resto se encuentra en proceso de calificación las cuales corresponden a proyectos de Parques Eólicos. A continuación, en la **Tabla 24** se detallan los proyectos:

Tabla 24. Proyectos energéticos en evaluación para la comuna de Llanquihue.

| Nombre Proyecto | Titular | Estado |
|--|-------------------------------|-----------------|
| Parque Eólico Cuatro Vientos | Colbún S.A | En Calificación |
| Parque Eólico Loma Verde | Engie Energía Chile S.A. | En Calificación |
| Parque Eólico Los Lagos del Sur | Eólica Los Lagos SpA | Aprobado |
| Sistema de Transmisión SE Tineo- S/E Nueva Ancud | Transmisora del pacifico S.A. | Aprobado |
| Sistema de Transmisión SE Pichirropulli- S/E Tineo | TRANSELEC CONCESIONES S.A | Aprobado |
| Proyecto Parque Eólico Aurora | Aela Eólica Llanquihue SpA | Aprobado |

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de SEIA, 2025¹¹.

5.1.2. Calidad de suministro

La calidad del suministro eléctrico puede ser medida en base a varios parámetros que determinan la confiabilidad del sistema eléctrico entre los que se encuentran los niveles de tensión, frecuencia, niveles de armónicos, la cantidad de interrupciones del suministro, entre otros. Para los usuarios finales, las interrupciones que resultan en la pérdida total de suministro eléctrico son uno de los factores más relevantes. Para poder medir la calidad de suministro respecto a las interrupciones del sistema eléctrico se utiliza el indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Este indicador de duración de interrupciones, “es un parámetro que muestra, en promedio, el tiempo que un usuario se encuentra sin suministro eléctrico durante un período determinado.” (Ministerio de Energía, 2019).

Existen tres clasificaciones para evaluar la interrupción del suministro eléctrico, las cuales son:

- **Interna (INT):** Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y por causas NO atribuibles a Fuerza Mayor.
- **Externa (EXT):** Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones que no son de la empresa distribuidora.
- **Fuerza Mayor (FM):** Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y por causas atribuibles a Fuerza Mayor.

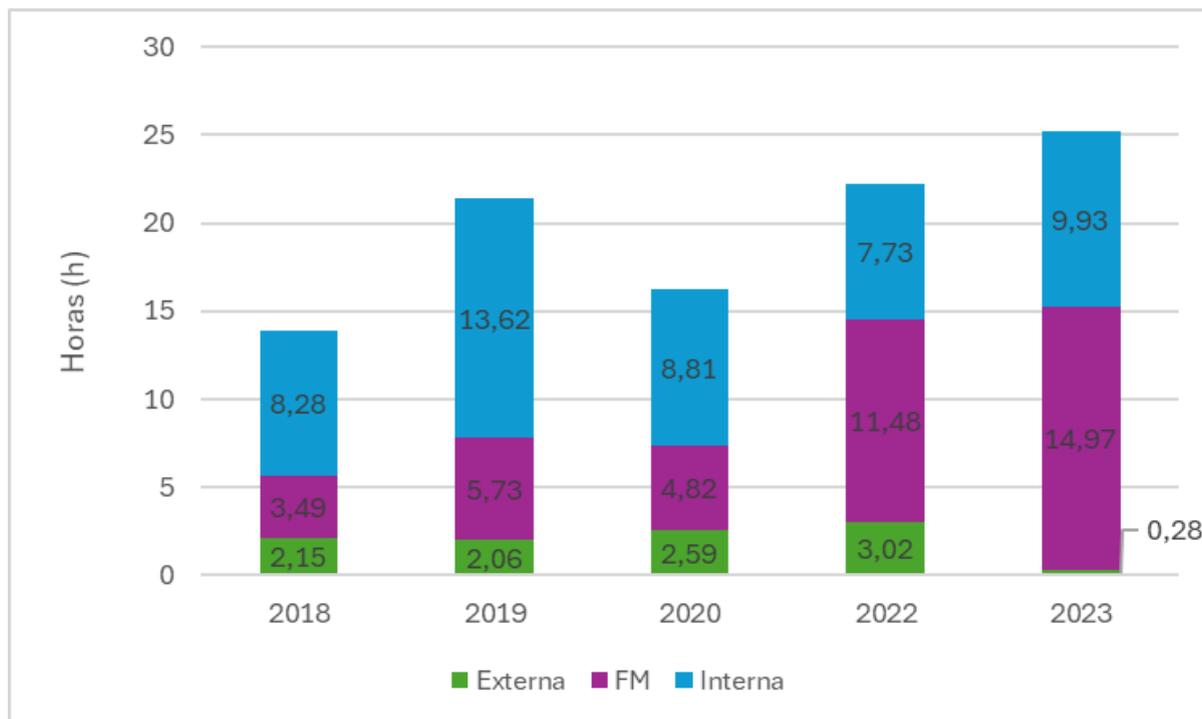
El cálculo del índice SAIDI se realiza a través de la suma del tiempo total de interrupciones del servicio por cada cliente afectado, dividido en la cantidad de clientes totales durante la contingencia en un territorio determinado. El cálculo de este índice se realiza para los tres tipos de interrupción, los cuales son sumados posteriormente para obtener el SAIDI total del sector de estudio.

El índice SAIDI es importante porque proporciona información valiosa sobre la calidad del servicio eléctrico que se está brindando a los clientes. Si el SAIDI es alto, significa que los clientes están experimentando interrupciones prolongadas en el suministro eléctrico, lo que puede tener un impacto negativo en su vida diaria y en la economía en general. Por otro lado, si el SAIDI es bajo, significa que el suministro eléctrico es más confiable y los clientes experimentan menos interrupciones.

A continuación, en la **Figura 22** se presenta un gráfico del SAIDI para la comuna de Llanquihue de los últimos 5 años que se tiene registro, comparando su evolución.

¹¹ Datos de Proyectos energéticos en Llanquihue en base a SEIA:
https://seia.sea.gob.cl/reportes/publico/rpt_proyectos_comunasAction.php?comuna=1322&presentacion=EIA§or=7

Figura 22. Índice SAIDI comunal.



Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta, 2024.

Del análisis, se identifica como la principal causante de las interrupciones del servicio eléctrico durante los últimos dos años (2022 y 2023) a la Fuerza Mayor. Además en este periodo se evidencia una gran disminución de las interrupciones en instalaciones que no son de la empresa distribuidora (EXT). Es importante resaltar el aumento sostenido, durante el periodo que han tenido las interrupciones atribuidas a motivos Fuerza Mayor e Internos, las cuales representan el 60% y 29% respectivamente.

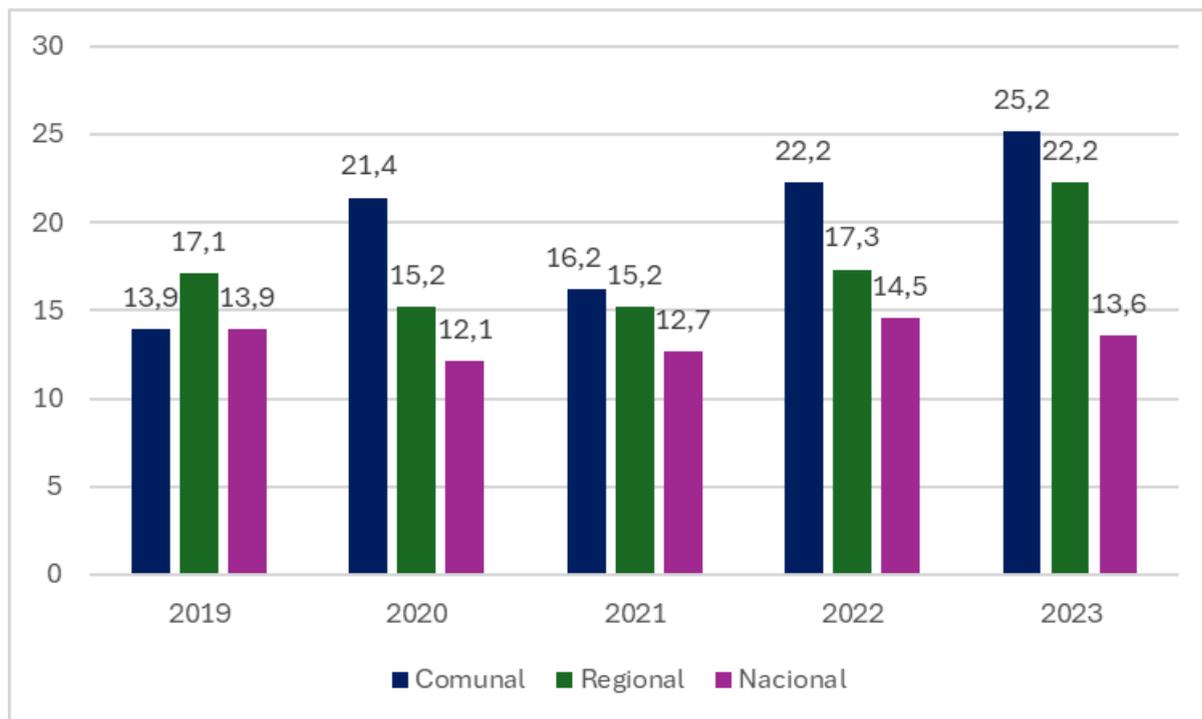
Un ejemplo reciente de este tipo de interrupciones ocurrió en la provincia de Llanquihue en julio de 2023, cuando una tormenta eléctrica provocó extensos cortes de suministro, afectando a miles de clientes. Según informó Saesa al Diario de Puerto Montt¹², el evento climático causó severos daños en la infraestructura eléctrica, lo que obligó a la compañía a implementar un plan de recuperación intensivo para restaurar el servicio en el menor tiempo posible. Este caso refleja cómo los eventos climáticos extremos, atribuibles a Fuerza Mayor, han impactado significativamente la continuidad del suministro eléctrico.

Por lo tanto, será fundamental focalizar los esfuerzos en estas tipologías de interrupciones si se quiere disminuir el tiempo de corte del suministro eléctrico, considerando la creciente frecuencia e intensidad de eventos asociados a fenómenos naturales como tormentas eléctricas.

Para complementar este análisis, se presenta la **Figura 23**, la cual proporciona una comparación del SAIDI comunal, regional y nacional de los últimos 5 años.

¹² *Diario de Puerto Montt*. (2023, julio). Saesa recupera servicio de clientes afectados por tormenta eléctrica en la provincia de Llanquihue <https://www.diariodepuertomontt.cl/noticia/actualidad/2023/07/saesa-recupera-servicio-de-clientes-afectados-por-tormenta-electrica-en-la-provincia-de-llanquihue>

Figura 23. Comparativa SAIDI comunal, regional y nacional.



Fuente: Elaboración propia con datos de Energía Abierta, 2024.

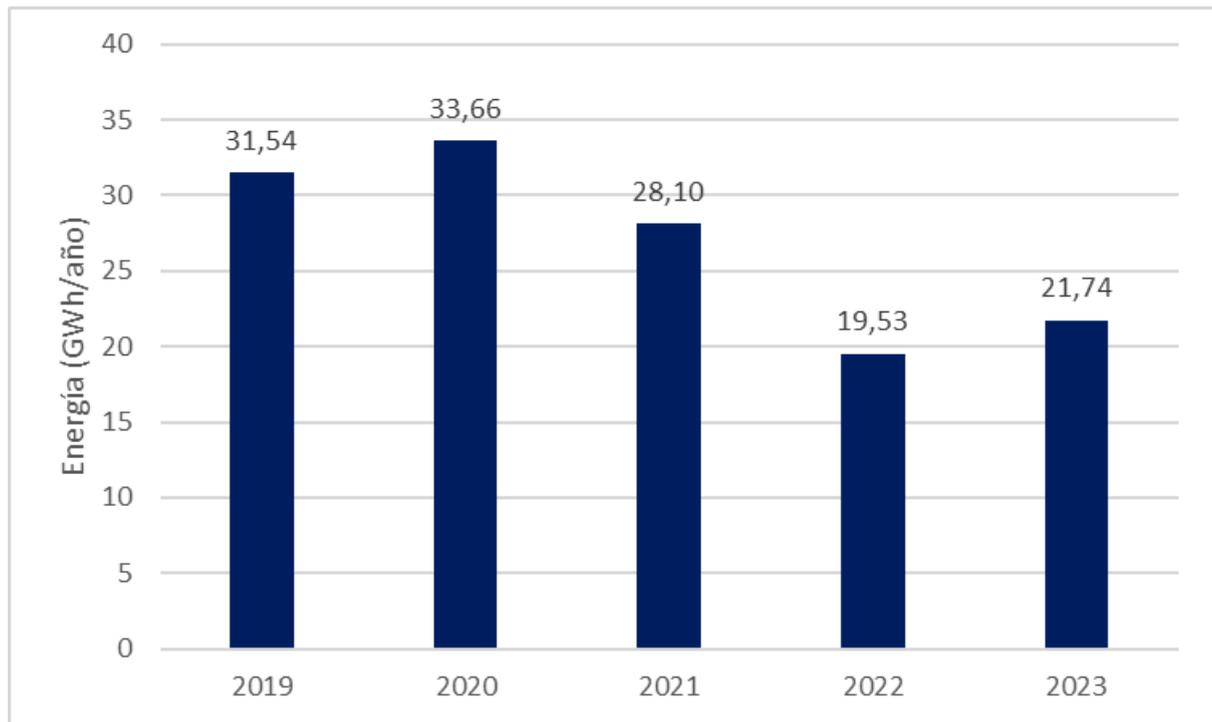
Al comparar el SAIDI comunal, es posible observar que este es mayor al regional y comunal, lo que implica que la calidad del suministro eléctrico en Llanquihue debe ser un foco de atención en las estrategias y medidas a implementar en el territorio, y que las horas de interrupción del servicio anualmente es superior a lo permitido en la normativa técnica.

En el informe Energía 2050 se establece una meta para que en el año 2050 las interrupciones de suministro eléctrico en cualquier zona del país deben ser menores a 1 hora anual considerando sólo efectos producidos por contingencias externas o internas. Para llegar a ese punto habrá que trabajar sobre las mejoras en las redes de distribución.

5.2. Energía eléctrica

Para estimar el consumo eléctrico en la Comuna de Llanquihue, se utilizaron los datos proporcionados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), que corresponde a los consumos eléctricos por tipo de cliente para los años entre 2019 y 2023. El consumo total de energía eléctrica entre los años 2019 y 2023, se presenta a continuación en la **Figura 24**.

Figura 24. Consumo total de energía eléctrica en Llanquihue entre los años 2019-2023, en GWh/año.



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

Dentro de los últimos 5 años (2019-2023), el año que presentó el mayor consumo de energía eléctrica fue el año 2020, lo anterior se podría atribuir a la emergencia sanitaria por COVID19. Ahora bien, con el fin de poder entender el por qué de esta situación, a continuación, se presenta el consumo de energía eléctrica en la comuna de Llanquihue por cada tipo de cliente, entre los años 2019 y 2023.

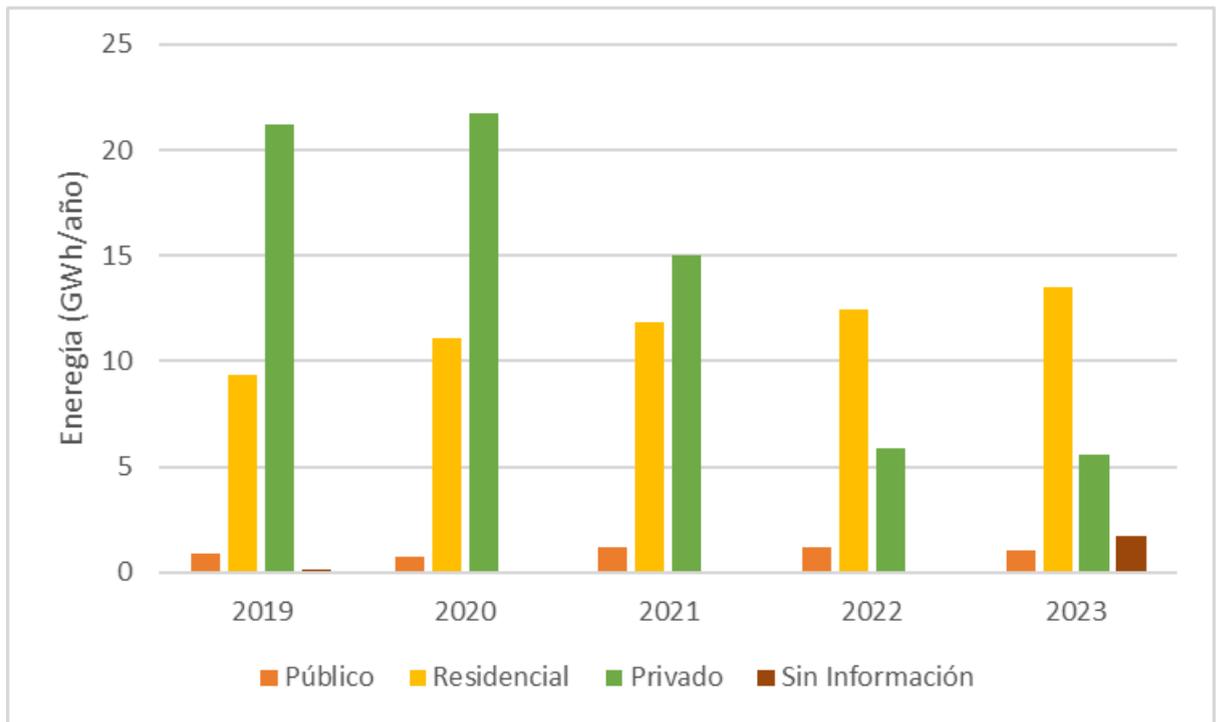
Tabla 25. Consumo por tipo de cliente en Llanquihue en GWh/año.

| Tipo de cliente | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Residencial | 9,36 | 11,10 | 11,86 | 12,41 | 13,47 |
| Público | 0,88 | 0,77 | 1,16 | 1,20 | 1,01 |
| Privado | 21,17 | 21,73 | 15,02 | 5,84 | 5,55 |
| Sin Información | 0,12 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 1,71 |
| Total | 31,54 | 33,66 | 28,10 | 19,53 | 21,74 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Energía Abierta, 2024.

La información presentada, se resume en el gráfico de la **Figura 25** a continuación, cabe destacar que hay una porción de consumos de los que no se tiene información de su procedencia, se agregan en el cálculo correspondiente como “Sin información”.

Figura 25. Consumo eléctrico por tipo de cliente en los últimos 5 años en GWh/año.



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

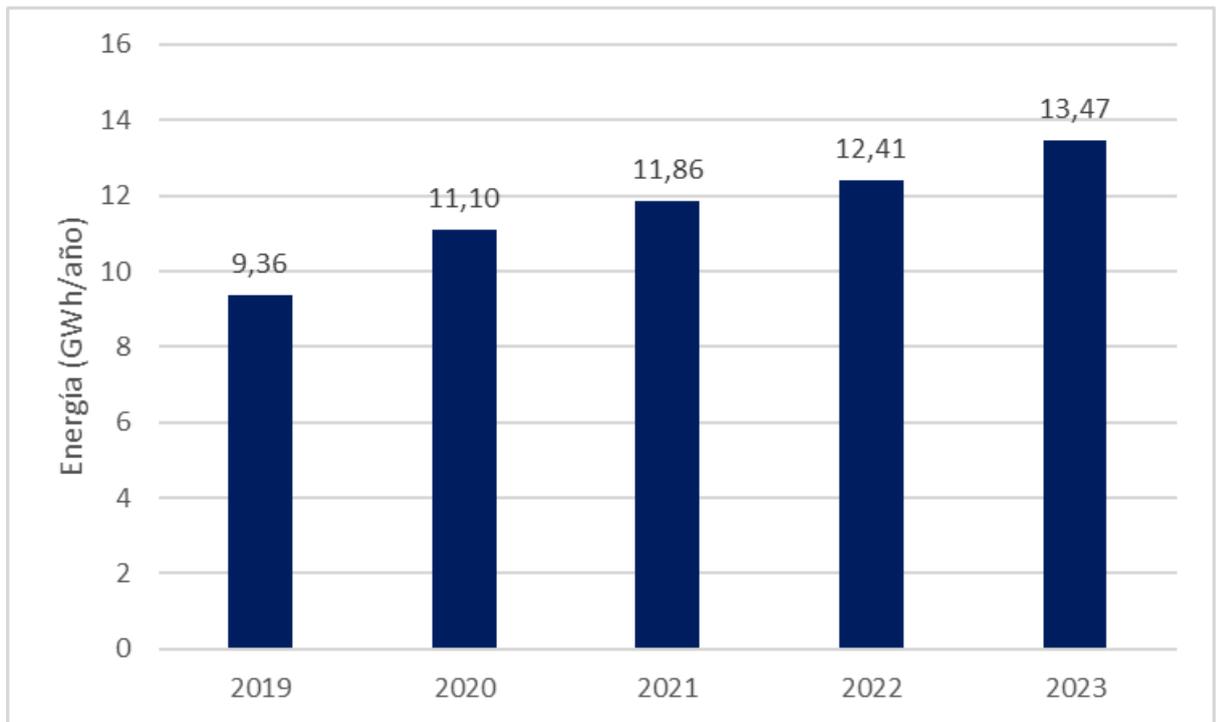
Se puede concluir que la demanda de energía eléctrica total de la comuna ha presentado grandes fluctuaciones debido, principalmente, a la disminución del consumo de energía eléctrica del sector privado de la comuna la cual durante los años 2022 y 2023 disminuyó significativamente. Si se quiere entender un poco más sobre el por qué de estas fluctuaciones será necesario realizar un análisis más profundo, pero de manera general puede atribuirse al cierre de industrias o empresas en la comuna.

5.2.1. Demanda eléctrica residencial

La demanda eléctrica residencial se refiere al consumo de energía eléctrica por parte de los hogares y se considera uno de los principales segmentos de consumo dentro del sector energético. Este tipo de demanda incluye el uso de electricidad para iluminación, calefacción, refrigeración, electrodomésticos, y otros dispositivos eléctricos en las viviendas.

A continuación, en la **Figura 26** se presenta el consumo de energía eléctrica para el sector residencial en Llanquihue.

Figura 26. Demanda eléctrica residencial anual.



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

De la figura se puede observar un aumento sostenido del consumo de energía eléctrica a nivel residencial, tras la consulta a profesionales de SECPLA y el municipio, se llegó a la conclusión de que esto puede deberse a diversos factores, dentro de los cuales se encuentra el aumento sostenidos de las parcelaciones, la migración de la población, entre otros. Ahora bien también es importante tener en consideración la tendencia a la electrificación de los electrodomésticos de las viviendas (cocina, calefacción, entre otros).

Respecto al consumo per cápita de energía eléctrica, esta se puede estimar a nivel residencial a través de los datos de población y de la demanda de energía residencial. Para esto, se utilizan los datos más actualizados y completos, correspondientes al año 2023 como se muestra en la **Tabla 26** a continuación.

Tabla 26. Datos de población y consumo año 2023.

| | |
|--------------------------------|------------|
| Número de viviendas | 6.135 |
| Población | 18.863 |
| Consumo residencial 2023 (kWh) | 13.470.743 |

Fuente: Proyección de población BCN y Energía Abierta, 2024.

Con estos datos pertenecientes a la proyección de población y el consumo eléctrico residencial del año 2023, se puede desglosar la información del consumo per cápita como se muestra en la **Tabla 27**

a continuación (para conocer el detalle de esta estimación, ver Anexo 8.1).

Tabla 27. Datos de consumo per cápita.

| Categoría | (kWh/año) | (kWh/mes) |
|----------------------|-----------|-----------|
| Consumo per cápita | 715 | 60 |
| Consumo por vivienda | 2.196 | 183 |

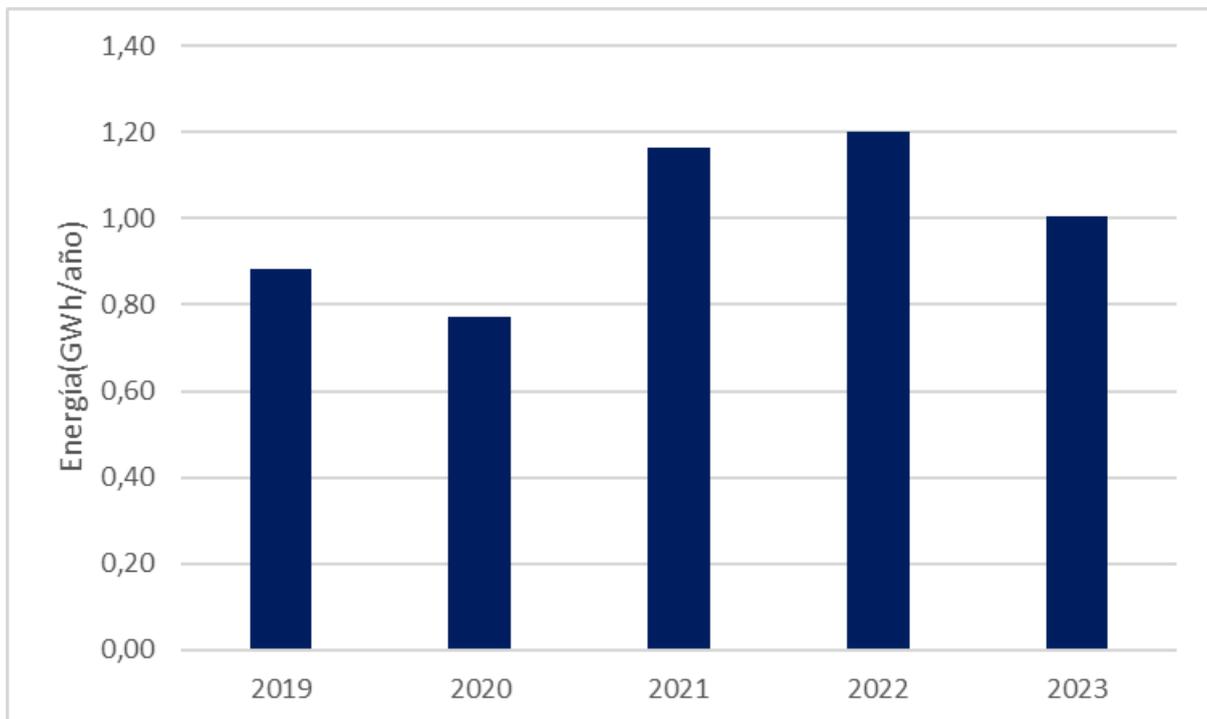
Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.2.2. Demanda eléctrica del sector público

El sector público considerado para la estimación de demanda de energía eléctrica de este sector, corresponde al consumo municipal, fiscal, del alumbrado público, hospital, semáforos y también el consumo de utilidad pública reportado entre los años 2019 y 2023.

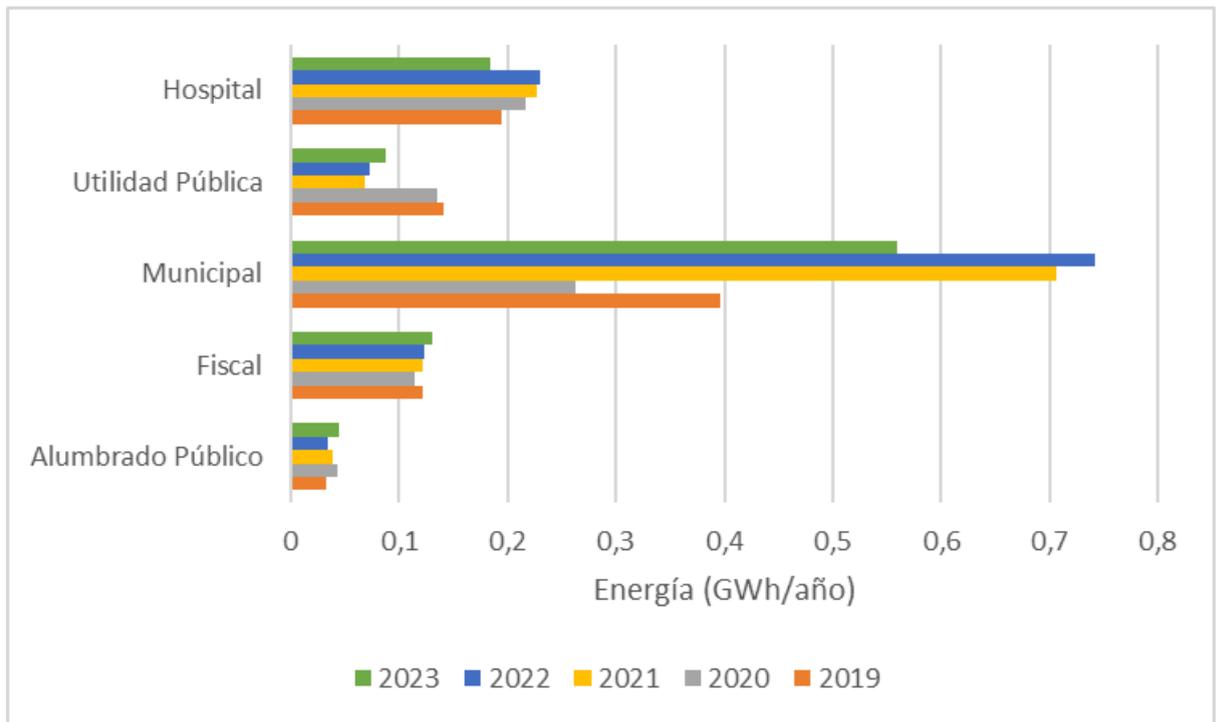
A continuación se presenta la demanda eléctrica del sector público en la **Figura 27**.

Figura 27. Demanda eléctrica sector público entre los años 2019-2023.



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

Figura 28. Demanda eléctrica por subsector público entre los años 2019-2023.



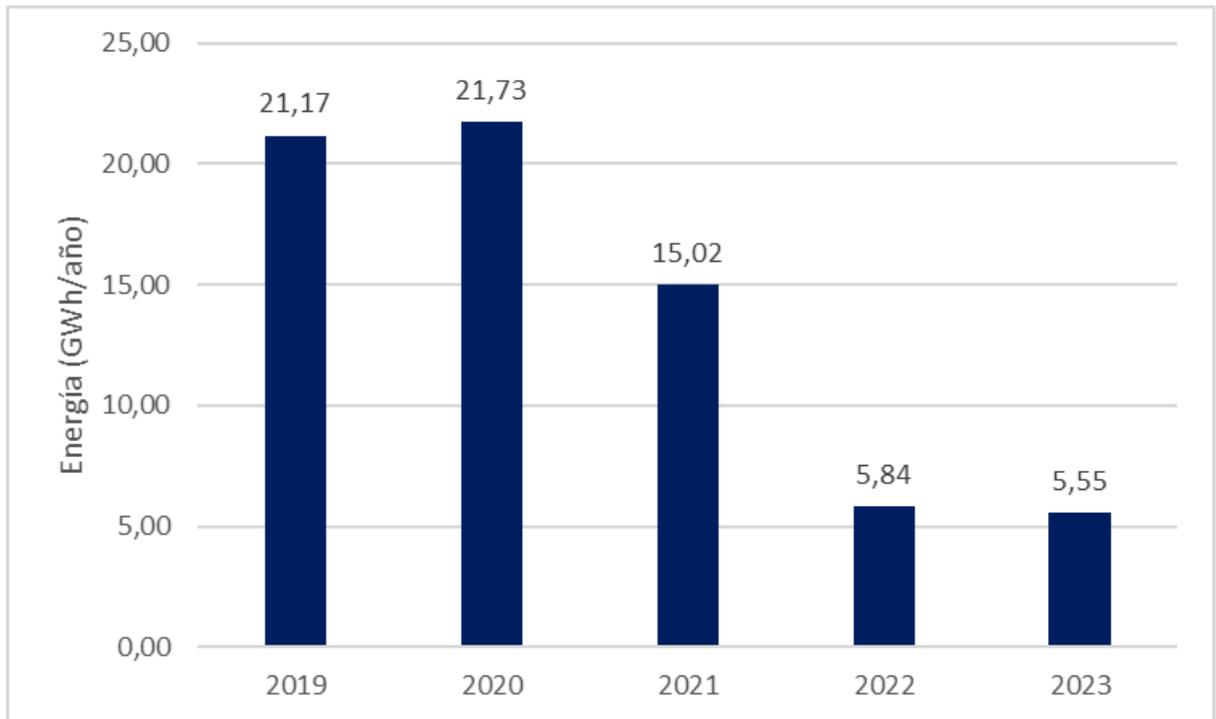
Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

5.2.3. Demanda eléctrica del sector privado

La demanda eléctrica del sector privado engloba el consumo de electricidad por parte de empresas y organizaciones que operan fuera del ámbito gubernamental. Este sector incluye industrias, comercios, oficinas, y servicios diversos. El consumo eléctrico en el sector privado es importante para la economía, ya que alimenta procesos productivos, servicios, y actividades comerciales y, como se ha visto anteriormente, representa una gran parte del consumo energético de la comuna.

A continuación se presenta la **Figura 29** que contiene el consumo de energía eléctrica del sector privado.

Figura 29. Demanda eléctrica del sector privado anual, entre los años 2019-2023.

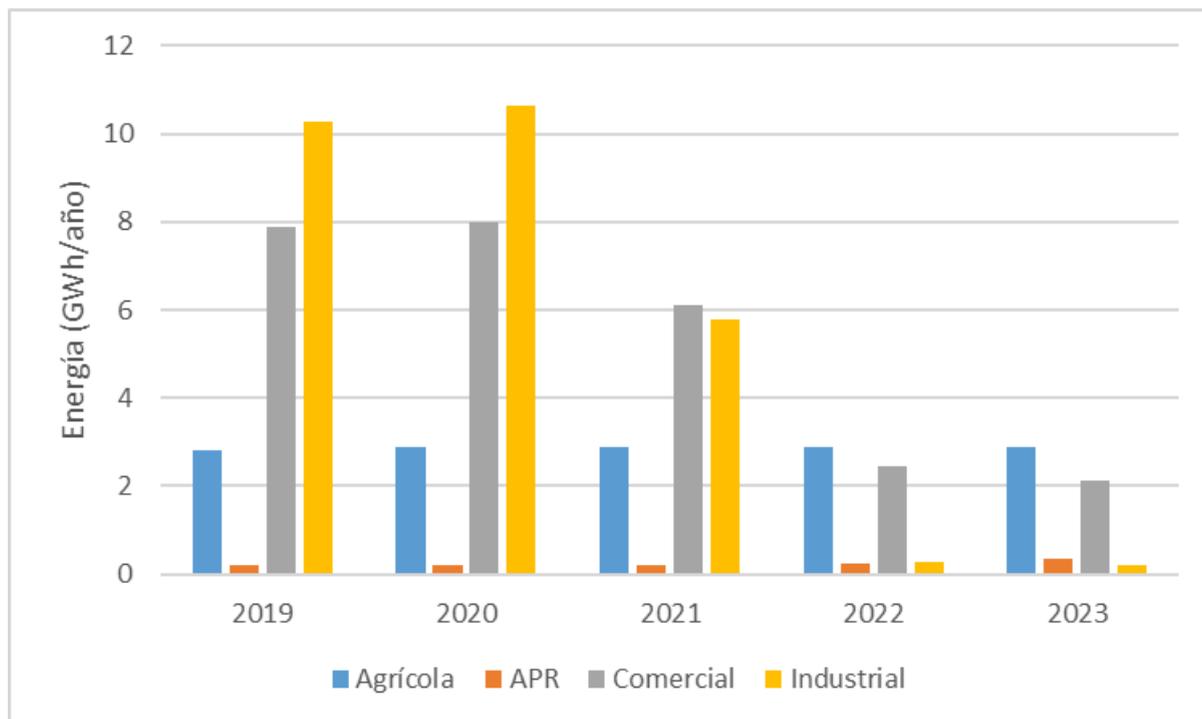


Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

El gráfico muestra que, dentro de la comuna, el consumo de energía eléctrica por privados tuvo sus valores máximos en los años 2020 y 2021, para 2022 y 2023 el consumo ha disminuido progresivamente, en cuanto al detalle del subsector que utiliza mayor cantidad de energía eléctrica, este actualmente corresponde al agrícola. Esto puede deberse a la migración o cierre de grandes empresas o proyectos en la comuna.

Por otro lado, es importante señalar que en el sector privado hubo una considerable disminución en el consumo de energía eléctrica desde el año 2022 en el sector agrícola y en menor proporción en el sector comercial. Lo cual se ve reflejado en una disminución de cerca de 10 GWh/año en el total de la demanda eléctrica privada.

Figura 30. Consumo por subsector, clientes del sector privado entre los años 2019-2023.



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

Al respecto, cabe destacar que, considerar medidas de eficiencia energética en el sector privado es imprescindible, pues son quienes tienen las mayores cifras de demanda energética eléctrica, principalmente los subsectores industrial (cerca del 50% del total consumido por el sector privado) y comercial (más del 30% de la demanda del sector privado). En menor proporción, está el consumo agrícola y de APR.

5.3. Energía térmica

5.3.1. Demanda de combustibles de uso térmico

- **Gas Licuado de Petróleo (GLP)**

El GLP es una fuente de energía ampliamente utilizada en todo el mundo. Se compone principalmente de propano y butano, que son hidrocarburos gaseosos que se licúan bajo presión para facilitar su almacenamiento y transporte.

Para conocer el consumo energético comunal de este insumo, se ha solicitado información a través del portal de transparencia a empresas del rubro aportan en el suministro de GLP en Llanquihue. El GLP tiene su mayor utilización en el área de calefacción y cocina. En la región de Los Lagos se consumen 3,72 kg de GLP mensualmente per cápita (Energía Región 2024)¹³.

¹³ Región de Los Lagos (Energía Región, 2024).
<https://energiaregion.cl/region/LAGOS>

En las **Tabla 28**, **Tabla 29** y **Tabla 30** mostradas a continuación, se presenta la cantidad de toneladas de GLP vendido en la comuna tanto en su formato envasado en cilindros como a granel. Se presentan los años 2021, 2022, 2023 completos y 2024 hasta agosto.

Tabla 28. Consumo de GLP comunal envasado toneladas anual.

| Sector | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------|------|-------|-------|------|
| Residencial | 692 | 748 | 845 | 626 |
| Público | 18 | 1 | 3 | 7 |
| Privado | 573 | 1.116 | 1.292 | 940 |

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la SEC, 2024.

Tabla 29. Consumo de GLP comunal a granel toneladas anual.

| Sector | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------|------|------|-------|-------|
| Residencial | 72 | 74 | 313 | 472 |
| Público | 18 | 30 | 27 | 24 |
| Privado | 511 | 388 | 1.287 | 1.567 |

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la SEC, 2024.

Tabla 30. Consumo de GLP comunal total toneladas anual.

| Sector | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Residencial | 763 | 822 | 1.158 | 1.098 |
| Público | 36 | 31 | 30 | 30 |
| Privado | 1.084 | 1.504 | 2.579 | 2.507 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total | 1.883 | 2.356 | 3.768 | 3.635 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la SEC, 2024.

De esta información se concluye que el sector privado es quien tiene mayores cifras de consumo de GLP en Llanquihue, predominantemente de tipo granel y ha ido en aumento progresivamente en el período de tiempo estudiado. Luego, el sector residencial concentra su consumo de GLP envasado y ha mantenido una tendencia estable en los últimos 5 años. Esta propensión de consumo de estos sectores guarda relación con el contexto de mercado nacional de GLP, donde la demanda nacional se concentra principalmente en el formato envasado en el sector residencial y el formato a granel para uso industrial¹⁴. En cuanto al consumo del sector público, este corresponde a principalmente GLP a granel y no presenta importantes incrementos en el tiempo.

- **Leña**

La leña es un combustible natural obtenido de la madera, tradicionalmente usado para generar calor y energía. Se utiliza principalmente en hogares para calefacción y cocción en chimeneas, estufas y hornos de leña. Su uso como combustible es valorado por ser renovable, aunque su eficiencia y sostenibilidad dependen de prácticas de recolección y manejo responsables ya que el uso de leña húmeda en combustión genera más humo y hollín, lo que puede obstruir chimeneas y aumentar la contaminación.

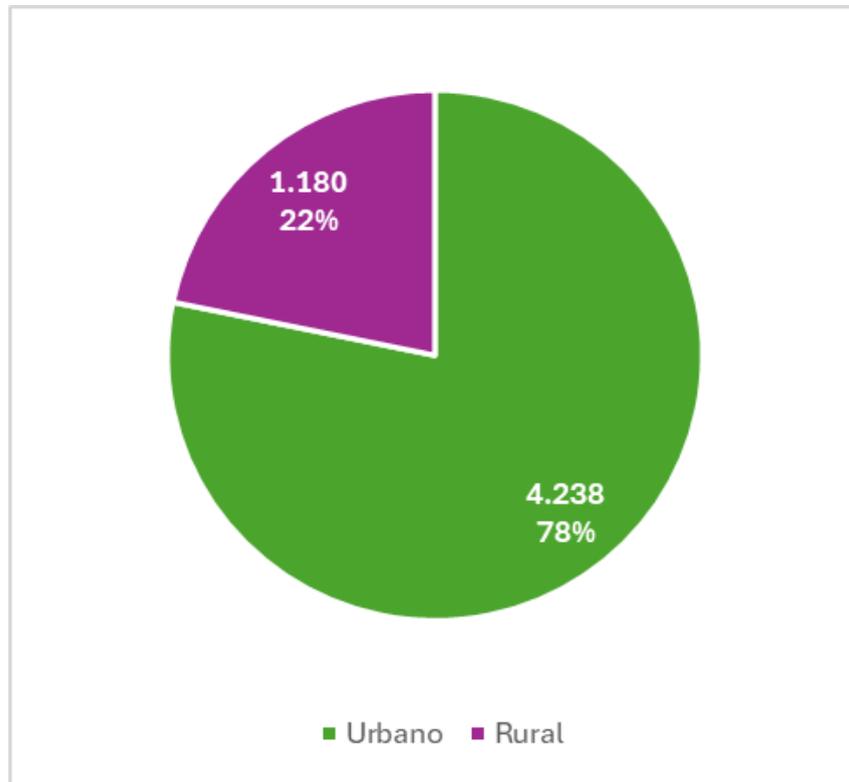
El consumo de leña residencial para la comuna, se estima a partir de la información registrada en el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF), que dispone de un reporte elaborado por el Instituto Forestal y contiene una base de datos del consumo de leña a nivel comunal desde el año 1992 hasta el 2023. Al respecto, de las viviendas que utilizan leña a nivel residencial, la proporción es 78% son urbanas y 22% son rurales (Ver **Figura 30**). El consumo promedio por vivienda urbana y rural, en metro cúbico por vivienda por año, corresponde a 7,5 y 11,5 respectivamente. Finalmente, el volumen de consumo de leña total por tipo de vivienda asciende a 31.792 m³ sólidos/año para las viviendas urbanas y 13.576 m³ sólidos/año para las viviendas rurales.

En el catastro de comerciantes de leña seca inscritos en el Sello Calidad Leña de la Agencia SE, **no existen registros de distribuidores en la comuna de Llanquihue.**

¹⁴ Contexto mercado nacional de GLP (ENAP, 2023).

https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2023/11/2023.11.13-MT-PDL-GLP-en-Cilindros_oct2023.pdf

Figura 31. Proporción de viviendas que consumen leña en Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia en base al Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF), 2024.

5.3.2. Demanda de combustibles de uso de transporte

La gasolina y el petróleo son fundamentales para el transporte, siendo utilizados en una variedad de vehículos, desde automóviles y motocicletas hasta camiones. Las ventas de combustibles líquidos en la comuna de Llanquihue corresponden principalmente a gasolina de 93 octanos y petróleo diésel, el consumo de la comuna se muestra a continuación en la **Tabla 30**. El cálculo se realizó en base a la información disponible para el año más reciente (2021) en la página Energía Región¹⁵ que contiene el consumo per cápita de los combustibles mencionados. Se estimó este consumo a nivel anual y se multiplicó por la población proyectada al 2024 según el CENSO (2017).

¹⁵ Energía Región. Región de Los Lagos
<https://energiaregion.cl/region/LAGOS>

Tabla 31. Consumo de petróleo diésel comunal anual.

| Tipo | Año 2021 (m3) |
|------------------------|---------------|
| Gasolina de 93 octanos | 4.204 |
| Petróleo Diésel B1 | 20.535 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Energía Región, 2024.

5.4. Demanda energética total

Para calcular la demanda energética total, se utilizan las conversiones de 1 (kg GLP) = 13,6 (kWh), 1 (L gasolina) = 9,6 (kWh), 1 (L de kerosene) = 10,35 (kWh) y 1 (L diésel) = 10,9 (kWh).¹⁶ Con estos datos se obtiene lo siguiente.

Tabla 32. Demanda energética total año 2021.

| | |
|-------------------------------|--------|
| Electricidad (GWh) | 28,10 |
| Gas Licuado de Petróleo (GWh) | 25,60 |
| Gasolina (GWh) | 40,36 |
| Petróleo Diésel (GWh) | 223,83 |
| Leña (GWh) | 68,05 |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.5. Proyección del consumo energético

5.5.1. Proyección del consumo eléctrico

Para el cálculo de la proyección de consumo eléctrico de la comuna se debe distinguir el tipo de cliente al que pertenecen los sectores residenciales, público y privado. En este aspecto, la Comisión Nacional de Energía (CNE) posee una proyección de consumo energético para los clientes regulados y

¹⁶ <https://gasnam.es/wp-content/uploads/2018/01/Nuevo-formato-2016.01.21-Tabla-GASNAM-SEDIGAS.pdf>

libres en un horizonte de 20 años partiendo del año 2022. Se puede realizar una proyección siguiendo la tendencia de esta proyección y extrapolando estos datos a los consumos de la comuna.

El sector residencial corresponde a los clientes regulados residenciales, el sector público corresponde a los clientes regulados no residenciales y el sector privado corresponde a los clientes regulados no residenciales y clientes libres.

A través del estudio de Estimaciones y Proyecciones de la Población de Chile (INE), se logra identificar la tasa de crecimiento poblacional para los próximos años en la comuna de Llanquihue. Esta tasa de crecimiento puede ser aplicada para estimar el aumento de viviendas en la comuna de Llanquihue para el mismo periodo. Adicionalmente, con los datos de proyección del consumo energético, el cual puede ser utilizado para estimar el consumo anual por vivienda futuro. Con estos datos, teniendo la proyección del consumo de vivienda y la cantidad de viviendas proyectadas, es posible realizar los cálculos para la proyección presentada en la siguiente tabla.

Tabla 33. Proyección de consumo eléctrico anual.

| Año | Residencial (GWh) | Público (Gwh) | Privado (GWh) | Total (GWh) |
|------|-------------------|---------------|---------------|-------------|
| 2024 | 13,47 | 1,01 | 5,55 | 20,03 |
| 2025 | 13,61 | 1,02 | 5,61 | 20,24 |
| 2026 | 13,88 | 1,04 | 5,72 | 20,51 |
| 2027 | 14,16 | 1,06 | 5,84 | 20,79 |
| 2028 | 14,44 | 1,08 | 5,95 | 21,08 |
| 2029 | 14,82 | 1,11 | 6,10 | 21,42 |
| 2030 | 15,16 | 1,14 | 6,25 | 21,75 |
| 2031 | 15,66 | 1,17 | 6,45 | 22,16 |
| 2032 | 16,24 | 1,22 | 6,69 | 22,62 |
| 2033 | 16,86 | 1,26 | 6,95 | 23,11 |
| 2034 | 17,49 | 1,31 | 7,21 | 23,61 |
| 2035 | 18,14 | 1,36 | 7,47 | 24,13 |
| 2036 | 18,78 | 1,41 | 7,74 | 24,66 |
| 2037 | 19,49 | 1,46 | 8,03 | 25,22 |
| 2038 | 20,21 | 1,52 | 8,33 | 25,82 |
| 2039 | 20,94 | 1,57 | 8,63 | 26,42 |

| | | | | |
|-------------|-------|------|------|--------------|
| 2040 | 21,68 | 1,63 | 8,93 | 27,05 |
| 2041 | 22,40 | 1,68 | 9,23 | 27,68 |
| 2042 | 23,12 | 1,73 | 9,53 | 28,32 |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Un análisis similar se realiza para el sector público y residencial, basando principalmente el análisis en la tasa de crecimiento del consumo energético proporcionados por la CNE.

5.5.2. Proyección del consumo térmico

Respecto a la proyección del consumo térmico, la estimación se realiza considerando la proyección estimada de población para los siguientes años en la comuna de Llanquihue a través de la tendencia de crecimiento que presenta el estudio de proyección y estimación de la población realizada por el INE. El consumo de energía térmica que se considera conlleva el gas, petróleo y gasolina y, que esto crecerán a medida que aumenta la población en la comuna. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 34. Proyección de consumo térmico anual.

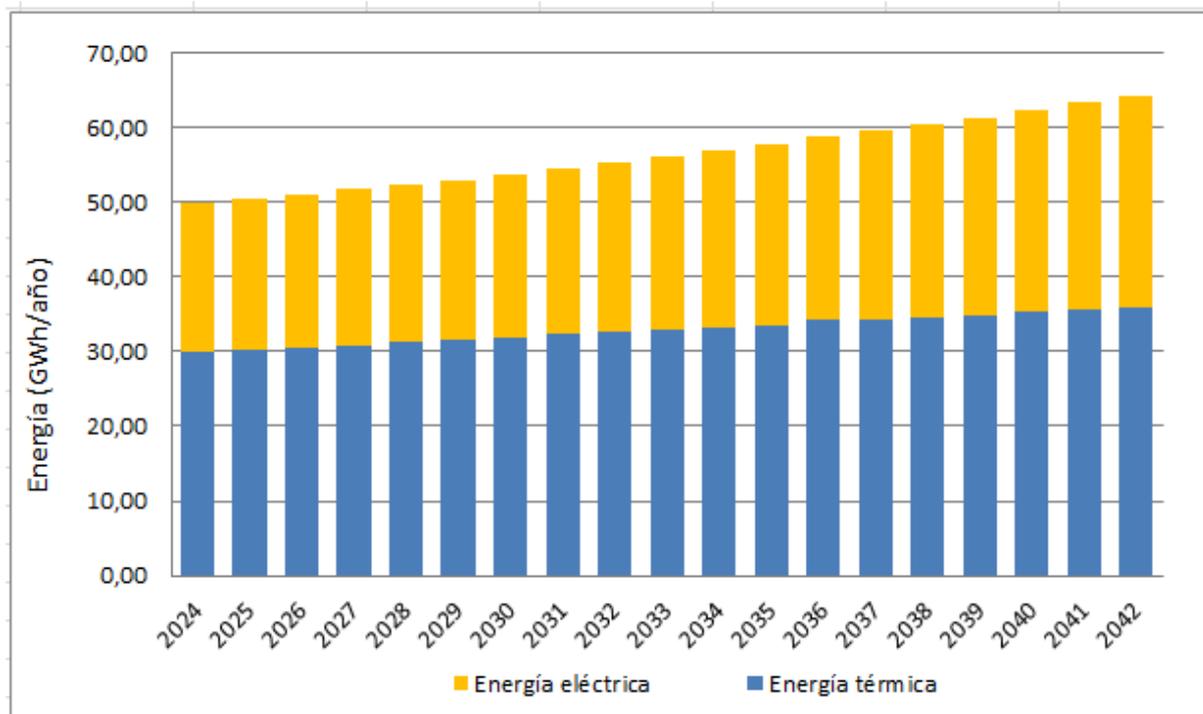
| Año | Consumo de energía proyectada (GWh) |
|-------------|--|
| 2024 | 29,87 |
| 2025 | 30,22 |
| 2026 | 30,56 |
| 2027 | 30,89 |
| 2028 | 31,24 |
| 2029 | 31,59 |
| 2030 | 31,92 |
| 2031 | 32,26 |
| 2032 | 32,59 |

| Año | Consumo de energía proyectada (GWh) |
|------|-------------------------------------|
| 2033 | 32,92 |
| 2034 | 33,25 |
| 2035 | 33,57 |
| 2036 | 34,24 |
| 2037 | 34,27 |
| 2038 | 34,60 |
| 2039 | 34,94 |
| 2040 | 35,98 |
| 2041 | 35,62 |
| 2042 | 35,95 |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Con los datos obtenidos se realiza el siguiente gráfico a modo de resumen sobre la proyección del consumo de energía en la comuna de Llanquihue hasta el año 2040.

Figura 32. Proyección de consumo de energía eléctrica y térmica para los siguientes años.



Fuente: Elaboración propia 2025

5.6. Huella de carbono del sector energético

En este apartado se busca cuantificar el impacto de la generación eléctrica en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero de la comuna de Llanquihue. Para esto, se observa que en el caso del SEN para el año 2023 se obtuvo un factor de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) promedio de (tCO₂e/MWh) (Energía Abierta 2023), el cual resulta ser menor a otros años principalmente debido a la inclusión de energías limpias en la matriz de generación y la salida de unidades de carbón. Para el caso de Llanquihue, se utilizará esta información para estimar el aporte de gases de efecto invernadero por concepto de uso de electricidad.

Tabla 35. Huella de carbono para la comuna.

| | |
|--|--------|
| Consumo electricidad 2023 (MWh) | 21.740 |
| Factor de emisión GEI en la producción de energía eléctrica (tCO ₂ e/MWh) | 0,2021 |
| tCO ₂ Emitidos por electricidad 2023 | 4.394 |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Donde considerando la población para el año 2023 correspondiente a 18.863, las toneladas de dióxido de carbono equivalente emitidos por persona corresponden a 0,23 (tCO₂e/año) para Llanquihue.

Potencial disponible de generación ERNC

A continuación, se presentan los resultados de los potenciales de generación de energía renovable. Se revisará el potencial de:

- Biomasa
- Solar
- Eólica
- Geotérmica

Para lo anterior, se utiliza un potencial teórico disponible para cada tipo de energía renovable y se estima cual es el potencial disponible según las restricciones ecológicas, sociales y técnicas.

6.1. Potencial de biomasa

La biomasa se refiere a toda materia orgánica que puede ser utilizada como una fuente de energía renovable, ya sea de origen vegetal, animal o artificial. Este recurso puede ser aprovechado para generar tanto energía eléctrica como térmica, a través de la producción de biogás o biodiésel. A continuación, se presentan los potenciales de producción de biodiesel y biogás en la comuna de Llanquihue.

6.1.1. Potencial de residuos de Bosque Nativo

En la comuna de Llanquihue, se estima que hay alrededor de 5.828 hectáreas de Bosque Nativo, donde el tipo forestal dominante es el Roble-Rauli-Coihue, con la especie principal el Coihue, que representa el 61,9% de la superficie manejable. Según los datos del Explorador de Bioenergía de Conaf se determinó que el 69,6% de la superficie de Bosque Nativo es aprovechable para la generación de energía. Esto se traduce en que aproximadamente 4.058 hectáreas de superficie de Bosque Nativo pueden ser aprovechadas para este propósito en particular. El potencial de biomasa estimado es de una generación total de 50.759 MWh/año el cual se subdivide en un potencial de generación eléctrica de 15.228 MWh/año aproximadamente y un potencial de energía térmica de 35.531 MWh/año.

6.1.2. Oferta y demanda de leña en Llanquihue

La leña sigue siendo una de las principales fuentes de energía para calefacción y cocina en la comuna de Llanquihue. A pesar de la presencia de bosque nativo en la zona, la leña utilizada proviene mayoritariamente de plantaciones de eucalipto, según información proporcionada por la Municipalidad. Esto se debe a la disponibilidad de esta especie exótica, que es cultivada para la producción de biomasa debido a su rápido crecimiento y alto rendimiento calórico.

En cuanto a la demanda, Llanquihue comparte características con otras comunas de la región de Los Lagos. El consumo promedio de leña alcanza los 14 m³ sólidos por vivienda al año.¹⁷

Este elevado consumo ha llevado a un aumento en los precios de la leña, especialmente la leña seca certificada, debido a la alta demanda y las restricciones en su disponibilidad. En la región hay unas 15 mil personas relacionadas al rubro de la leña, pero solo un 35% está formalizado, lo que contribuye a la informalidad en el mercado y afecta la calidad del producto ofrecido¹⁸.

Tabla 36. Potencial de Residuos de Bosque Nativo.

| Comuna | Llanquihue |
|--|--------------------|
| Superficie de Bosque Nativo Total | 5.828 |
| Principal tipo forestal en la superficie manejable | Roble-Rauli-Coihue |
| Porcentaje de superficie aprovechable | 69,6% |
| Biomasa aprovechable anual (ts/año) | 18.055 |
| Potencial de Energía Total (MWh/año) | 50.759 |
| Potencial de Generación Eléctrica (MWh/año) | 15.228 |
| Potencial de Energía térmica (MWh th/año) | 35.531 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sit Conaf, 2025¹⁹

6.1.3. Potencial de producción de biodiesel

Para determinar el potencial de generación de biodiesel de la comuna de Llanquihue, se trabajó bajo el supuesto de que en promedio se consumen en Chile 12,6 litros de aceite al año, de los cuales se desecha aproximadamente un 10% según la estimación realizada por BIOILS. Considerando los datos anteriores y que la cantidad de habitantes en la comuna de Llanquihue, según la proyección del censo para el año 2024, es de 18.863 habitantes, se considera un volumen teórico de 237.673 litros al año.

Es importante tener en cuenta los desafíos que conllevan la recolección y el tratamiento de estos residuos a nivel comunal, por lo que se estima que es factible manejar un rango del 5-15% del volumen desechado. Los porcentajes propuestos en los escenarios de recolección (5%, 10% y 15%) se justifican en función de estos desafíos logísticos y sociales. El escenario conservador (5%) refleja una recolección inicial limitada, debido a la falta de infraestructura adecuada y la escasa concientización ciudadana. En el escenario moderado (10%), se proyecta una mejora en la logística y una mayor

¹⁷ Ministerio del Medio Ambiente (MMA). "Caracterización del Consumo de Leña para el Área Urbana Central desde la Comuna de San Pablo hasta la Comuna de Llanquihue, en la Región de Los Lagos" (2021). https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2021/proyectos/Informe_Final_Caracterizacion_San_Pablo_a_Llanquihue.pdf

¹⁸ La Estrella de Chiloé (2024). "Informalidad en la producción y comercialización de leña en la región de Los Lagos" <https://www.laestrellachiloe.cl/impres/a/2024/06/02/full/cuerpo-principal/>

¹⁹Datos Forestales <https://sit.conaf.cl/>

participación comunitaria, impulsada por campañas de sensibilización y accesibilidad a puntos de recolección. Finalmente, el escenario optimista (15%) supone un sistema de recolección bien consolidado, con una alta tasa de participación, apoyado por políticas públicas eficaces, incentivos y un mayor compromiso de la comunidad. Estos escenarios representan diferentes grados de factibilidad, dependiendo del nivel de inversión en infraestructura y de la respuesta de los habitantes ante iniciativas de reciclaje.

A continuación, en la **Tabla 37**, se presenta el potencial de producción de biodiesel en la comuna.

Tabla 37. Potencial de producción de biodiesel en Llanquihue bajo tres escenarios de recolección.

| Variable | Conservador | Moderado | Optimista |
|---|-------------|--------------|--------------|
| | Cifra | | |
| N.º de habitantes | 18.863 | 18.863 | 18.863 |
| Consumo per cápita promedio (L) | 12,6 | 12,6 | 12,6 |
| Generación de biodiesel teórico (L/año) | 237.673 | 237.673 | 237.673 |
| Porcentaje desechado (%) | 10% | 10% | 10% |
| Factor de recolección (%) | 5% | 10% | 15% |
| Generación de biodiesel (L/año) | 1.188 | 2.376 | 3.564 |
| Densidad del aceite (kg/L) | 0,91 | 0,91 | 0.91 |
| Poder calorífico del aceite (PCI) (MJ/kg) | 28 | 28 | 28 |
| Potencial energético (MJ/año) | 30.270 | 60.540 | 90.810 |
| Potencial energético (MWh/año) | 8,40 | 16,81 | 25,22 |

Fuente: Elaboración propia, 2024

En resumen, el análisis del potencial de producción de biodiesel en la comuna de Llanquihue, basado en el consumo promedio de aceite y el porcentaje de residuos desechados, indica que es posible generar entre 1.311 y 3.933 litros de biodiesel al año bajo tres escenarios de recolección: conservador, moderado y optimista, con factores de recolección del 5%, 10% y 15%, respectivamente. Al convertir estos volúmenes en energía, se estima que el potencial energético del biodiesel oscila entre 9,27 MWh/año en el escenario conservador y 27,83 MWh/año en el escenario optimista. Esto refleja la cantidad de energía útil que se podría generar si se recolectara y procesara el aceite desechado, contribuyendo así a una fuente energética renovable a nivel comunal. Este potencial energético ofrece una alternativa sostenible al uso de combustibles fósiles y representa una oportunidad para avanzar hacia una gestión más eficiente de los residuos en la comuna.

Para estimar el potencial de producción de biogás de la comuna de Llanquihue, se consideró la información proporcionada en la “Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos en Chile 2040” (Ministerios del Medio Ambiente), en el país se generan 1,22 Kg de residuos diarios per cápita. Considerando la cantidad de habitantes en la comuna, se estima que al año se producen 9.269 toneladas de RSD, sin considerar a la población flotante. Con el fin de estimar la cantidad de materia orgánica que se produce, el 58% de los RSD corresponden a este tipo de material según lo indicado en el estudio, lo cual entrega una cifra de 5.376 toneladas de materia orgánica al año.

Para una estimación más realista, es importante considerar una efectividad de recolección entre el 5-15%, lo cual arroja una cantidad estimada de 268 toneladas al año bajo un escenario conservador (5% de recolección), 537 toneladas al año bajo un escenario moderado (10% de recolección) y por último 804 toneladas al año bajo un escenario optimista (15% de recolección). Estos criterios se hacen bajo los mismos supuestos planteados en la producción de biodiesel.

Es importante considerar, a pesar de la información anterior, que las labores de recolección de residuos y separación de la materia orgánica presentan un desafío adicional, lo cual puede limitar la capacidad de la comuna para aprovechar al máximo la producción de biogás a partir de los residuos orgánicos.

Para el cálculo del potencial, es importante tener en cuenta lo siguiente:

- El valor teórico de generación de biogás a partir de RSD es de 60 m³ de biogás por tonelada de residuo.
- El porcentaje de metano en el biogás que es producido por RSD es del 50%.
- El Poder Calorífico Inferior (PCI) del metano es de 9,96 kWh/m³²⁰.

A partir de esa información, se presenta la **Tabla 38** donde se estima el potencial de generación de energía de biogás producido por RSD para la comuna de Llanquihue.

Tabla 38. Potencial de producción de biogás en Llanquihue bajo 3 escenarios de capacidad de recolección.

| Variable | Conservador | Moderado | Optimista |
|--|-------------|----------|-----------|
| | Cifra | | |
| RSD (TON/año) | 8.399 | 22.851 | 22.851 |
| Fracción orgánica | 58% | 58% | 58% |
| RSD FO (TON/año) | 4.871 | 13.253 | 13.253 |
| Biogás a partir de RSD (m ³) | 60 | 60 | 60 |

²⁰ Datos Teóricos para calculo de Potenciales

<https://www.ingemecanica.com/utilidades/objetos/tablas/calorifico/calor49.jpg>

| | | | |
|--|--------------|---------------|---------------|
| RSD Fracción orgánica (m^3 /año) | 292.309 | 795.215 | 795.215 |
| Porcentaje de metano | 50% | 50% | 50% |
| Poder calorífico de metano (kWh/m^3) | 9,96 | 9,96 | 9,96 |
| Energía (MWh) | 1.455 | 3.960 | 3.960 |
| Capacidad de recolección | 5% | 10% | 15% |
| Potencial final (MWh) | 72,78 | 145,57 | 218,35 |

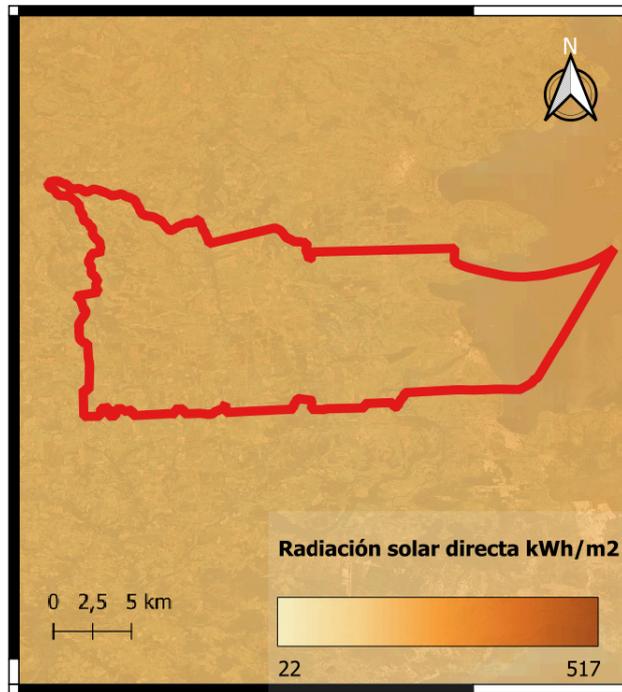
Fuente: Elaboración propia, 2024.

En resumen, el análisis del potencial de producción de biogás en la comuna de Llanquihue, basado en la generación diaria de residuos sólidos domiciliarios y la fracción orgánica de los mismos, muestra que es posible generar entre 207,97 y 623,93 MWh/año de energía a partir del biogás bajo tres escenarios de recolección: conservador, moderado y optimista, con tasas de recolección del 5%, 10% y 15%, respectivamente. Estos valores reflejan la cantidad de energía renovable que podría aprovecharse si se recolectaran y procesarían los residuos orgánicos de manera eficiente, contribuyendo a una alternativa sostenible y mejor gestión de los residuos comunales.

6.2. Potencial solar

Para el estudio del potencial solar de la comuna de Llanquihue se consideraron los datos obtenidos del Explorador Solar, los cuales indican que la radiación directa que incide en la comuna es del orden de 1.463 (kWh/m^2) anuales, con un promedio de 4,01 (kWh/m^2) al día. La siguiente figura muestra la radiación dentro de la comuna.

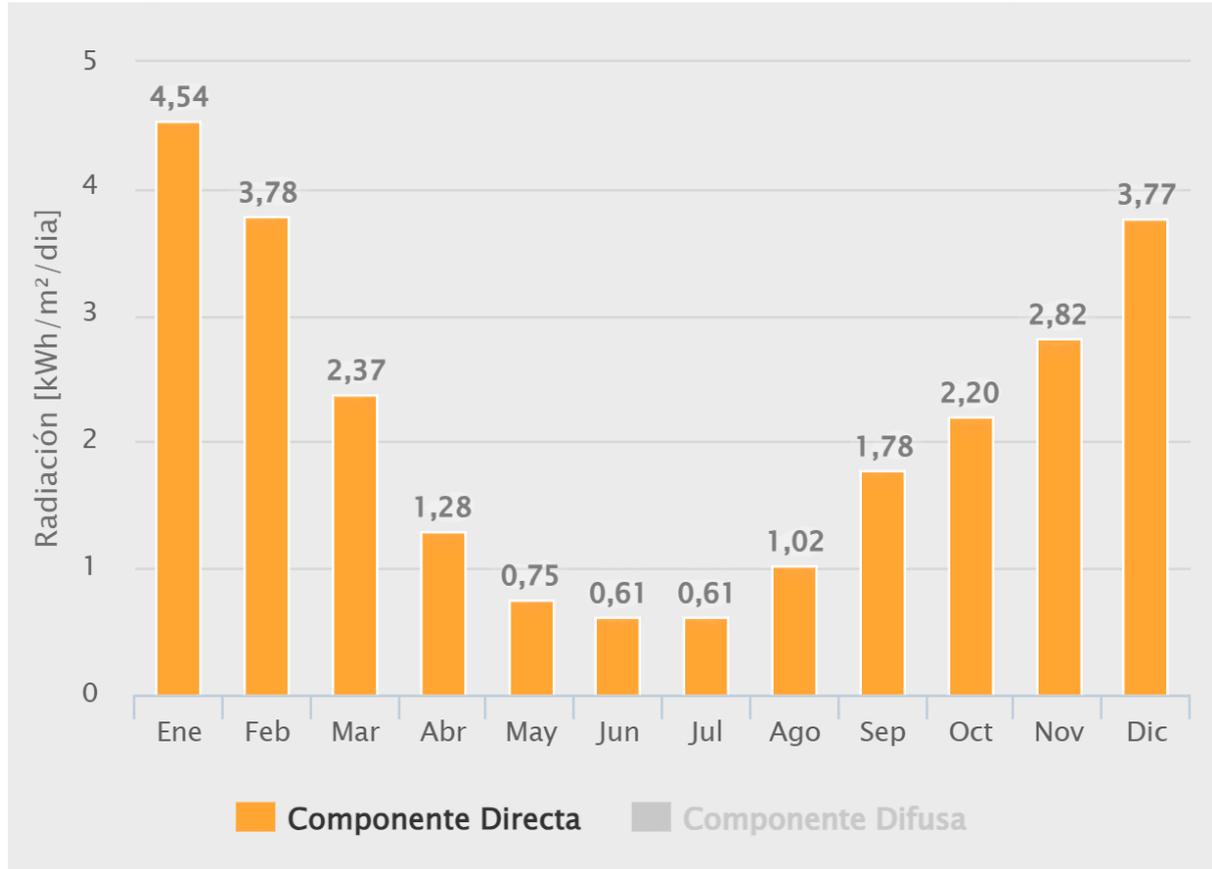
Figura 33. Radiación solar en la comuna.



Fuente: Elaboración propia en base al Explorador solar del Ministerio de Energía, 2024.

Se observa que la radiación solar en la comuna se distribuye de manera homogénea, alcanzando un valor máximo de 4,53 kWh/m²/día en enero y un valor mínimo de 0,56 kWh/m²/día en junio y julio. Este comportamiento guarda relación con las estaciones del año, donde los valores máximos de radiación se presentan en los meses de verano, y los valores mínimos en invierno (ver **Figura 32**).

Figura 34. Promedios mensuales de Radiación Solar en la comuna de Llanquihue.



Fuente: Explorador solar del Ministerio de Energía, 2024.

6.2.1. Producción de energía solar fotovoltaica a gran escala

Para estimar la producción de energía fotovoltaica a gran escala en la comuna, se consideraron diferentes escenarios para la superficie de una planta solar cubierta por paneles solares. Estos serían de 2, 5 y 8 hectáreas de superficie

Se utilizó el Explorador Solar del Ministerio de Energía para estimar la generación de energía que produciría esta supuesta planta, bajo los 3 escenarios propuestos. Se estimó una capacidad instalada bajo los tres escenarios y se obtuvo que bajo el escenario conservador sería de 320 kW, bajo el escenario moderado de 640 kW y para un escenario optimista sería 1024 kW, lo cual se traduciría en una generación anual de 0,38, 0,92 y 1,52 GWh/año respectivamente.

Los paneles utilizados poseen una dimensión de superficie aproximada a 2 m² y una potencia de 360 (kWp).

La planta solar se ubicaría en el sector sur de la comuna de Llanquihue, donde se ha identificado satelitalmente un área en el sector agrícola de aproximadamente 8,5 hectáreas que se considera disponible para la instalación de paneles solares. Esta extensión se ha tomado como base para los escenarios de producción energética, permitiendo evaluar el potencial de generación en función de la superficie aprovechada. No obstante, es crucial realizar una evaluación detallada de la factibilidad del terreno, considerando aspectos como la topografía, la accesibilidad, la conexión a la red eléctrica

y el impacto sobre el uso agrícola del área, para asegurar la viabilidad del proyecto y su integración con las actividades locales.

Tabla 39. Potencial de generación de energía solar a gran escala en Llanquihue bajo 3 escenarios

| Variable | Cifra | | |
|--|-------------|----------|-----------|
| | Conservador | Moderado | Optimista |
| Superficie neta (m ²) | 2.000 | 5.000 | 8.000 |
| Potencia Instalada (kW) | 320 | 800 | 1.280 |
| Cantidad de módulos | 888 | 2.223 | 3.555 |
| Radiación Anual Promedio (kWh/m ²) | 1.463 | 1.463 | 1.463 |
| Rendimiento módulo FV (%) | 20% | 20% | 20% |
| Potencial Fotovoltaico (GWh/año) | 0,33 | 0,83 | 1,33 |

Fuente: Elaboración propia en base al explorador solar del Ministerio de Energía, 2024.

6.2.2. Producción de energía solar fotovoltaica a nivel residencial

En la comuna de Llanquihue se registraron un total de 18.106 viviendas según el último censo realizado en 2017. De este total, 14.726 son casas, 2.970 son departamentos en edificio, 1 vivienda tradicional indígena, 145 piezas en casas antiguas o conventillos, 200 consideradas mediaguas, mejora, rancho o chozas, 9 móviles, 42 consideradas otro tipo de vivienda particular y por último 13 viviendas colectivas.

Además, se realiza una estimación considerando que por cada vivienda se implementa una planta fotovoltaica de 4 paneles solares que equivalen a un sistema de 2 kWp aproximadamente, considerando una superficie aproximada de uso de 8 m² útiles del techo para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos. Con estos datos, se obtiene el siguiente resumen.

Tabla 40. Resumen de producción fotovoltaica y térmica.

| Variable | Cifra |
|---|-------|
| Superficie aproximada (m ²) | 8 |

| | |
|---|-------|
| Cantidad de paneles fotovoltaicos | 4 |
| Radiación anual promedio (kWh/m ²) | 1.463 |
| Eficiencia módulo fotovoltaico (%) | 16 |
| Eficiencia colector solar térmico (%) | 70 |
| Potencial fotovoltaico vivienda tipo (kWh/año) | 2.118 |
| Potencial solar térmico vivienda tipo (kWh/año) | 883,4 |

Se utilizaron distintos porcentajes de penetración de la tecnología para calcular el potencial solar total, es decir, la cantidad de viviendas que podrían instalar sistemas solares. Se establecieron tres escenarios: conservador, moderado y optimista, que corresponden a los siguientes porcentajes de penetración: 5%, 10% y 15%.

Para estimar la generación de energía térmica, se tomó en cuenta el tipo de hogar más común en la comuna de Llanquihue; "Hogar Nuclear - Pareja con hijos o hijas", según las proyecciones del Censo para el 2024. Dado que el promedio de personas por hogares en la comuna es de 2,9, se estimó una generación de energía considerando un hogar con la presencia de 3 personas.

Tabla 41. Escenarios de penetración de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos a nivel residencial en Llanquihue

| Variable | Conservador | Moderado | Optimista |
|--|-------------|----------|-----------|
| Cantidad de viviendas | 306 | 613 | 920 |
| Potencial solar fotovoltaico (MWh/año) | 825 | 1.298 | 1.948 |
| Potencial solar térmico (MWh/año) | 270,3 | 541,5 | 812.7 |

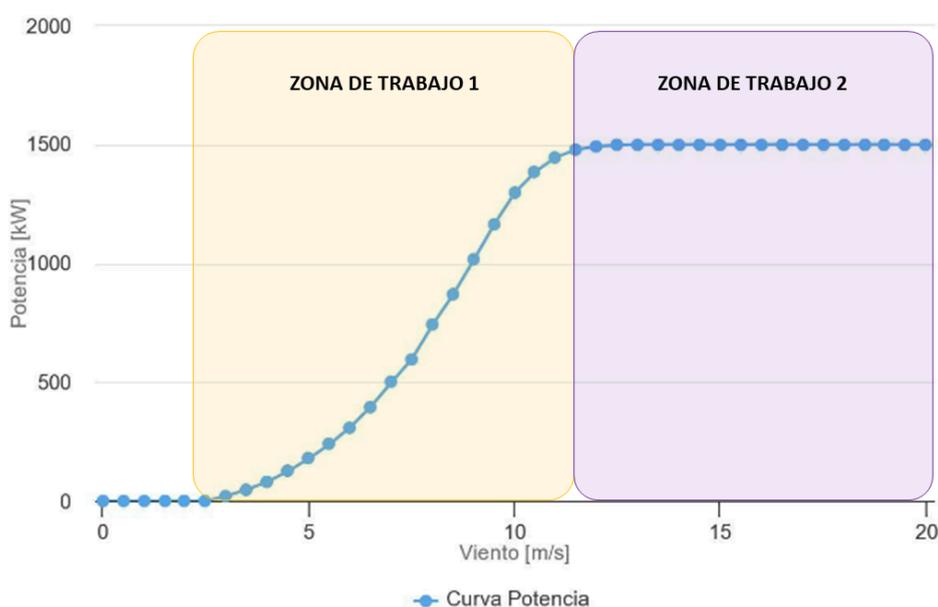
Fuente: Elaboración propia en base al explorador solar del Ministerio de Energía, 2024.

6.3. Potencial eólico

La energía eólica es la energía que se obtiene a partir del viento, es decir, es el aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire. Se requiere una velocidad mínima de 3,0 (m/s) para la generación de energía, alcanzando una potencia máxima de 11,5 (m/s), como es el caso del aerogenerador Enercon E-53.

Un aerogenerador presenta dos zonas de trabajo que permiten obtener energía eólica a partir del flujo de viento transversal a las aspas de la turbina y, en este aspecto, estas dos zonas de trabajo presentan distintos niveles de eficiencia. El gráfico de potencia en función del viento para una turbina se muestra a continuación.

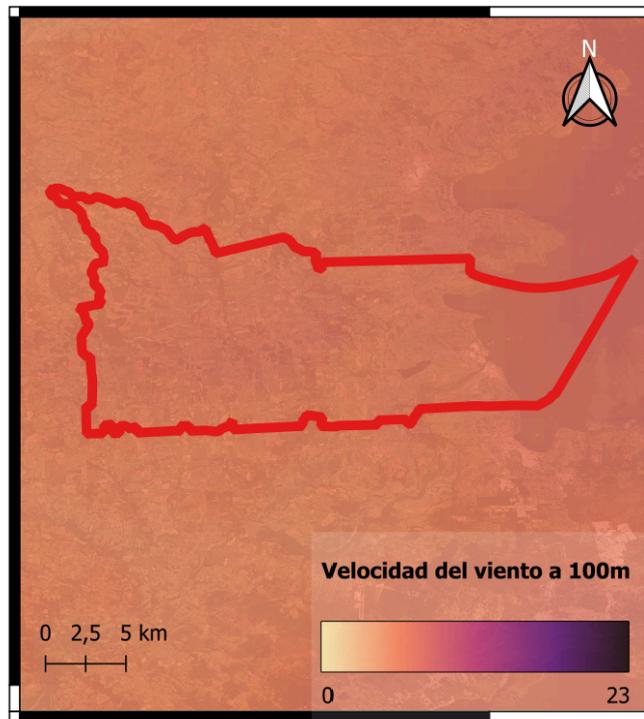
Figura 35. Curva de potencia en función del viento de un aerogenerador.



Fuente: Explorador Eólico, Curva de potencia de turbina Enercon E-53 kW.

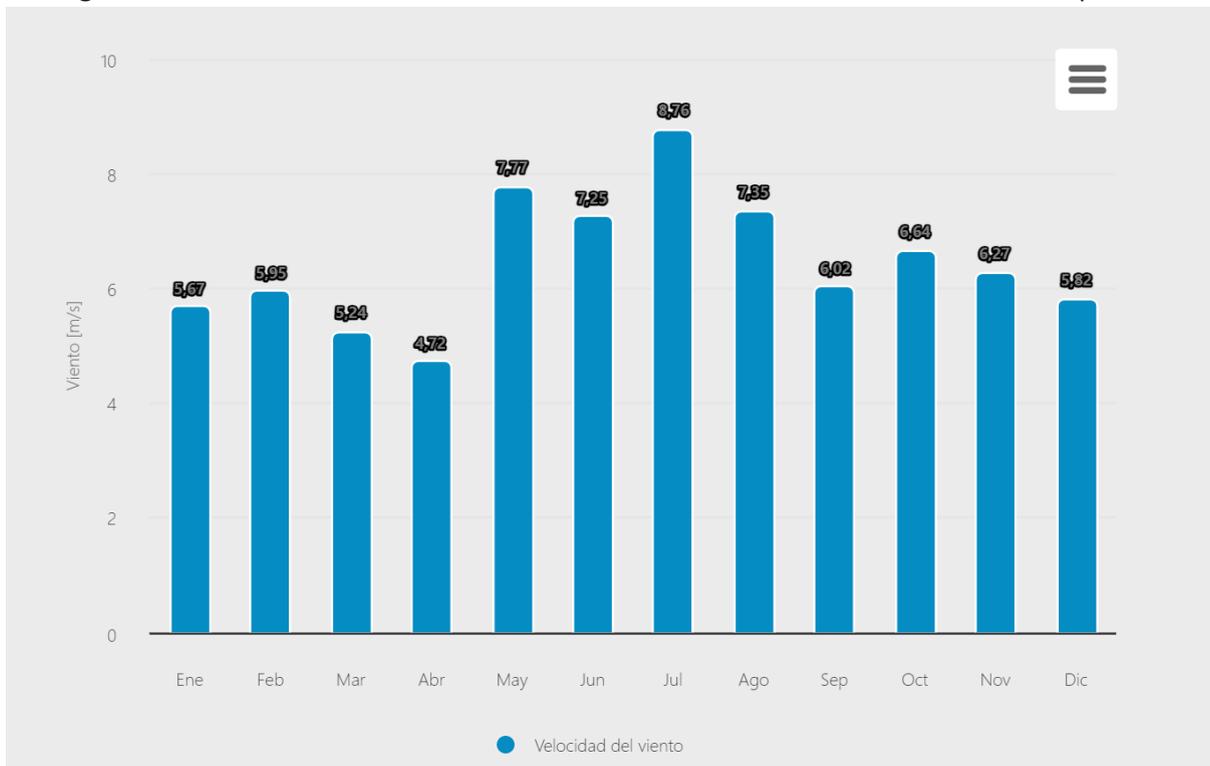
Para que un proyecto eólico sea económicamente rentable, es de gran importancia contar con vientos que superen los 6-7 (m/s), ya que en general, a esta velocidad de viento se puede establecer una buena relación entre la energía generada durante el día y la potencia máxima de los aerogeneradores. En la comuna de Llanquihue, el promedio de la velocidad del viento a 100 metros de altura es de 3.17 (m/s) según el modelo WRF 2015, alcanzando la mayor velocidad en el mes de enero con una velocidad de 4,82 (m/s). Las siguientes figuras muestran la velocidad del viento en la comuna de Llanquihue.

Figura 36. Velocidad del viento en Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia en base a explorador eólico, 2024.

Figura 37. Velocidad del viento mensual a 100 metros de altura en la comuna de Llanquihue



Fuente: Elaboración propia en base a explorador eólico, 2024.

Considerando la generación de un aerogenerador tipo Enercon E-53 810kW en zonas de mejor viento promedio de la comuna para considerar el mayor potencial eólico²¹. Con estos datos se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 42. Resultados de generación para potencial eólico considerando 1 aerogenerador.

| Aerogenerador (1) | Potencia (kW) | Generación anual (MWh) | Factor de Planta (%) |
|-------------------|---------------|------------------------|----------------------|
| Enercon E53 | 810 | 1.812 | 25,5 |

Fuente: Elaboración propia en base a Explorador Eólico.

Los resultados indican que la velocidad promedio del viento en la comuna permite una generación anual de 1.812 MWh por aerogenerador, con un factor de planta del 25,5%. En este sentido, Llanquihue si presenta un potencial eólico atractivo, ya que las velocidades del viento son mayores a 6 m/s gran parte del año lo que se traduce en un alto factor de planta. Además, la comuna presenta una alta cantidad de terrenos adecuados para el desarrollo de un parque eólico, ya que son zonas óptimas que están destinadas a uso residencial o actividades silvoagropecuarias, lo cual se complementa muy bien con la instalación de aerogeneradores para la producción de energía. Es importante destacar que la comuna de Llanquihue presenta una gran cantidad de proyectos eólicos en desarrollo lo que fortalece la generación de energía eólica alrededor de todo el territorio. A continuación, en la **Tabla 43** se detallan los proyectos eólicos:

Tabla 43. Proyectos eólicos presentes en la comuna de Llanquihue.

| Nombre Proyecto | Titular | Estado |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------|
| Parque Eólico Cuatro Vientos | Colbún S.A | En Calificación |
| Parque Eólico Loma Verde | Engie Energía Chile S.A. | En Calificación |
| Parque Eólico Los Lagos del Sur | Eólica Los Lagos SpA | Aprobado |
| Proyecto Parque Eólico Aurora | Aela Eólica Llanquihue SpA | Aprobado |

Fuente: Elaboración Propia en base a datos de SEIA, 2025.

Teniendo en cuenta la información anterior, resulta viable la instalación de aerogeneradores en Llanquihue, es por esto que se realizará una estimación hipotética del potencial eólico. Para este análisis, se consideran tres escenarios: uno conservador con la instalación de 3 aerogeneradores, un escenario moderado con 5 aerogeneradores, y un escenario optimista con 10 unidades, como se detalla a continuación.

²¹ Descripción del Aerogenerador

E-53 <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8668/4/Gama%20de%20Productos%20ENERCON.pdf>

Tabla 44. Escenarios de generación de energía a través de aerogeneradores.

| Variable | Conservador | Moderado | Optimista |
|---|-------------|----------|-----------|
| Energía anual generada por cada aerogenerador (MWh) | 1.812 | 1.812 | 1.812 |
| Cantidad de aerogeneradores | 3 | 5 | 10 |
| Potencial eólico (MWh/año) | 5.436 | 9.060 | 18.120 |

6.4. Potencial geotérmico

El potencial geotérmico se puede clasificar de la siguiente manera: alta entalpía (sobre 150°C), media entalpía (entre 150 y 100°C) y baja entalpía (bajo los 100°C). A continuación, se presenta una revisión de antecedentes para evaluar el potencial de esta fuente de generación energética renovable en sus diferentes categorías.

Cabe destacar que las plantas geotérmicas utilizan el calor de las profundidades de la tierra para generar energía. De acuerdo con información proporcionada por Generadoras Chile, las plantas geotérmicas requieren de temperaturas superiores a 150°C para su funcionamiento.

Para analizar el potencial geotérmico de alta y media entalpía en la comuna de Llanquihue, se revisaron las bases de datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). En este contexto, se aprecia que no existen concesiones para la explotación de esta fuente renovable en la comuna, por lo que se desprende que no hay factibilidad ni potencial para la generación de energía geotérmica a partir de plantas geotérmicas de alta ni media entalpía.

Por otro lado, no existe información de mediciones en zonas cercanas a la comuna que permitan hacer una estimación de la generación de energía. Adicionalmente, desde el 2019 que no se han generado nuevos decretos, lo que demuestra un bajo interés en la exploración de este potencial en Chile.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se concluye que existe un bajo potencial de energía geotérmica en la comuna y se descarta la estimación del potencial geotérmico como parte del alcance de este estudio.

6.4.1. Potencial geotérmico de baja entalpía

Para la estimación del potencial geotérmico para la generación de energía, se utilizó el software RetScreen Expert. En este se utilizó una bomba de calor del tipo “fuente de tierra” del modelo “DWPG017” del fabricante “Addison” con un COP promedio de calentamiento de 3,1. La información de la comuna se presenta a continuación.

Tabla 45. Información de la comuna.

| Variable | Valor |
|--|-------|
| Temperatura del aire promedio (°C) | 10,3 |
| Humedad Relativa (%) | 84,8 |
| Presión atmosférica (kPa) | 100,4 |
| Temperatura del suelo (°C) | 10,5 |
| Grados-días de calefacción 18°C (°C d) | 2.812 |
| Grados-días de refrigeración 10°C (°C d) | 482 |

Fuente: software RETScreen Expert, 2024.

A través de una simulación en RETScreen Expert, se obtuvo como resultado que la capacidad de generación de energía de una vivienda es de 3,4 MWh. Debido al bajo desarrollo tecnológico a nivel regional y nacional, así como a los altos costos de instalación de este tipo de tecnologías, se estima que solo el 1% de la población de la comuna, equivalente a 61 viviendas, podría acceder a esta tecnología. Esto entrega un potencial de 208,59 MWh al año.

6.5. Potencial hídrico

Desde una perspectiva, para estimar el potencial hídrico en la comuna, se utilizó la información disponible en el Explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivas del Ministerio de Energía. A través de esta herramienta, se revisaron los Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivas (DAANC) y se examinó el mapa de proyectos hidroeléctricos en la comuna. Se concluye que no existe un potencial hidroeléctrico para la generación de energía en la comuna después de realizar estas revisiones, ya que no existen proyectos hidroeléctricos ni DAANC en la comuna de Llanquihue.

A pesar de que la comuna cuenta con cauces y ríos que poseen un caudal adecuado para el desarrollo de un proyecto hidroeléctrico, esta opción se propone descartar, ya que no se alinea con el enfoque de desarrollo comunal. La prioridad de la comuna es la conservación de los recursos naturales, considerados un patrimonio valioso que debe protegerse para las generaciones presentes y futuras.

6.6. Resumen de potencial de generación ERNC

A continuación, se presenta un resumen de los potenciales de aprovechamiento de energías renovables en la comuna.

Tabla 46. Resumen de potenciales de aprovechamiento de energías renovables.

| Fuente de Energía | Potencial energético (MWh/año) | Observaciones |
|---------------------|--------------------------------|--|
| Biomasa - biodiesel | 45,29 | Se definió como factor de recolección un 10% de los aceites generados y se realizó una |

| | | |
|-----------------------------------|----------|---|
| | | estimación en base a la cantidad de población e información bibliográfica. |
| Biocombustibles sólidos | 50.759 | Se estima la presencia de 4.058 hectáreas de superficie de Bosque Nativo que pueden ser aprovechadas para la generación de energía eléctrica total de 50.759 MWh/año. |
| Biomasa - biogás | 390,09 | Se considera que la capacidad de recolección, segregación y traslado de la materia orgánica para la generación de energía permite abarcar el 10% de los residuos orgánicos disponibles actualmente. |
| Solar fotovoltaica de gran escala | 950 | Se considera la instalación de una planta solar a gran escala con una potencia instalada de 640kW. |
| Solar fotovoltaica <i>rooftop</i> | 2.982 | Se considera la instalación de un sistema que busque generar energía eléctrica a través de 4 paneles solares, que equivale aproximadamente a una instalación fotovoltaica de 2 (kWp). |
| Solar térmica <i>rooftop</i> | 1.602,8 | Se considera la instalación en un sistema solar térmico de 120 litros. Esto se considera un escenario de un 10% de penetración de la tecnología en las viviendas con materialidad de techumbre aptas. |
| Eólica | 1.875,45 | Se ha identificado un bajo potencial de energía en la comuna. presentando velocidades de viento inferiores a 4,0 m/s. |
| Geotérmica baja entalpía | 150,12 | La principal dificultad del aprovechamiento de este potencial es la baja penetración de la tecnología a nivel nacional. |
| Hídrica | 175,2 | Se requiere de un estudio en detalle para ver la factibilidad del desarrollo de un proyecto hídrico a pequeña escala. |

7. Potencial de Eficiencia Energética

El objetivo es planificar e implementar medidas de eficiencia energética para todos los sectores de la comuna, como se mencionó anteriormente, en torno a tecnologías y normativas para el sector privado, que se complementen con la sensibilización de la población, para abordar el sector público y residencial. Bajo esta misma línea, se generan medidas de eficiencia energética para estimar el

potencial de ahorro energético en la comuna con mejoras en términos de infraestructura, para todos los sectores de Llanquihue.

A continuación se presenta el potencial de eficiencia energética para los sectores residencial, público y privado.

7.1. Sector Residencial

En el sector residencial se busca realizar cambios en la envolvente térmica de las viviendas construidas previas al año 2000, construidas antes de la promulgación de la normativa térmica (recordar que estas corresponden a más del 80% de las viviendas totales de la comuna). Entre 2001 y 2007, periodo correspondiente a la primera implementación de la aislación térmica en techumbre y, posterior a 2007 que corresponde a la segunda etapa de la implementación de la envolvente térmica (aislación térmica de techumbre, paredes y piso ventilado).

En la actualidad, los estándares mínimos para la construcción de cualquier proyecto de viviendas nuevo, están descritos en el documento “Estándar de Comportamiento Higrotérmico para Viviendas del FSEV, MINVU” de julio de 2023. Donde se establecen las especificaciones de aislación térmica para todas las viviendas construidas de acuerdo a la zona térmica donde se emplaza el proyecto. Por ello, de acuerdo a la zonificación térmica de Llanquihue, la cual corresponde a la que comprende a la Región de Los Lagos, se presentan a continuación los estándares mínimos de aislamiento térmico para todos los proyectos de edificación de viviendas que se quieran ejecutar:

Tabla 47. Estándares mínimos de aislamiento térmico para viviendas nuevas en la zona saturada de la Región de Los Lagos.

| Elemento | Estándar | Valor |
|----------------|---------------------------------|-------|
| Techo | Valor U (W/m ² K) | 0,28 |
| Muro | | 0,40 |
| Piso ventilado | | 0,39 |
| Puerta | | 1,70 |

Fuente: Elaboración propia en base a “Estándar de Comportamiento Higrotérmico para Viviendas del FSEV, MINVU”, 2024.

En general, los estándares de construcción deben contar con materiales adecuados para cumplir con la transmitancia térmica de los diferentes elementos de las envolventes térmicas. Entiéndase por transmitancia térmica la medida del calor que fluye entre un material que separa dos espacios con una diferencia de temperatura de más de un grado centígrado. En este aspecto, se definen distintas zonas térmicas a lo largo de Chile para poder categorizar las exigencias locales requeridas en los materiales de construcción según se define en la NCh 1079:2008 indicado de OGUC 4.1.10.

La zonificación térmica divide el territorio de Chile en nueve zonas, las cuales permiten identificar las necesidades de climatización y calefacción mínima para la construcción de una vivienda en una comuna. Cabe destacar, que a lo largo del país existen comunas que pueden pertenecer a más de

una zona térmica, manteniendo estándares de aislamiento térmico y materialidad en las construcciones propias de cada zona.

Para el caso de Llanquihue la comuna pertenece a la zona térmica G. A continuación, en la **Figura 36** se puede observar la distribución de zonas térmicas en la macrozona centro norte definida en “Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile”, del Ministerio de vivienda y urbanismo.²²

22

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/ESTANDARES-DE-CONSTRUCCION-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-II-ENERGIA.pdf>

Para realizar un análisis respecto a la mejora de la envolvente térmica, se utilizará el Software Eficiencia Energética y Costos Sociales en Proyectos de Edificación (ECSE). En este software se simularán las mejoras de eficiencia energética en una edificación.

Según datos obtenidos por oficio a través del portal de transparencia al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), y las respuestas obtenidas en la encuesta CASEN, la superficie de las viviendas de la comuna de Llanquihue se pueden encontrar en la siguiente tabla:

Tabla 48. Superficie de viviendas en Llanquihue según zona urbana o rural.

| Superficie | Zona urbana | Zona rural | Total |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Menor a 30 m ² | 666 | 57 | 723 |
| Entre 30 m ² y 40 m ² | 648 | 290 | 938 |
| Entre 41 m ² y 60 m ² | 1.439 | 569 | 2.008 |
| Entre 61 m ² y 100 m ² | 1.361 | 195 | 1.556 |
| Entre 101 m ² y 150 m ² | 74 | 299 | 373 |
| Mayor a 150 m ² | 0 | 111 | 111 |
| Indeterminado | 142 | 35 | 177 |
| Total | 4.330 | 1.556 | 5.886 |

Fuente: Información de INE y encuesta CASEN, 2024.

De la tabla se observa que la superficie con mayor frecuencia de las viviendas tanto en zonas urbanas como rurales, oscila entre 41 m² y 60 m². Es importante destacar que la columna 'superficie' se refiere al área total de la vivienda, sumando todos los pisos o plantas. Por ejemplo, una vivienda de dos plantas, con 36 m² en cada una, tendría una superficie total de 72 m², lo que la situaría en el rango de 'Entre 61 m² y 100 m²'. Aunque estos datos no permiten analizar la cantidad de plantas de cada vivienda, la mayoría de las viviendas se encuentran en un rango de superficie adecuado para una sola planta.

Por este motivo, para la simulación se trabajará tanto en la zona G con viviendas de 60 m² y una sola planta.

Respecto a los vanos, en el documento de Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile, se hace mención al porcentaje máximo de superficie vidriada por orientación, según la transmitancia y la zona térmica correspondiente. En este aspecto, para las zonas G se obtienen:

Tabla 49. Porcentaje máximo de superficie vidriada según orientación de fachada y zona térmica.

| Zona térmica | Norte | Sur | Este - Oeste | Transmitancia (U W/m ² K) |
|----------------|-------|-----|--------------|--------------------------------------|
| Zona térmica G | 40% | 30% | 15% | 2,4 |

Fuente: Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

A continuación, se desarrollarán los supuestos de la infraestructura base para las simulaciones:

- La edificación simulará a una casa debido a que resulta ser el tipo de vivienda más común en la comuna como se puede observar en la **Tabla 1**. La superficie de la casa será de 60 m², según lo visto en la **Tabla 40**.
- El edificio tendrá sólo 1 nivel, simulando una casa de 1 piso.
- La fachada norte y sur tendrán una distancia de 10 m y una superficie de 25 m². Los vanos de la fachada norte y sur estarán definidos por los porcentajes máximos de superficie vidriada en cada zona.
- La fachada este y oeste cuentan con una distancia de 6 m y una superficie de 15 m². Los vanos de ambas fachadas están definidos por los porcentajes máximos de superficie vidriada en cada zona.
- La intensidad de uso es baja ya que se considera una familia de 4 personas en 60 m², lo que da una densidad de 0.067 personas/m². Adicionalmente, se considera la ocupación durante 24h.
- Se considera una inercia térmica alta debido a que la materialidad es de ladrillo.
- La envolvente base de la techumbre se considera metálica, ya que esta resulta ser la más común en casa según la **Tabla 3** del cruce de variables entre el tipo de vivienda y la materialidad del techo.
- La envolvente base de los muros del edificio se considera de ladrillo, ya que la albañilería resulta ser el tipo más común de materialidad en casas según la **Tabla 4** del cruce de variables entre el tipo de vivienda y la materialidad de los muros.
- Incorporación de luminaria LED.

Tabla 50. Demanda energética en calefacción y luminaria para escenario base y mejorado en zona térmica D.²³

| Estudio | Demanda de energía en vivienda base (MWh/año) | Demanda de energía en vivienda con mejora (MWh/año) | Ahorro energético (MWh/año) | Diferencia en ahorro (%) |
|---|---|---|-----------------------------|--------------------------|
| Aislación térmica solo en muros de fachadas. | 16,2 | 14,49 | 1,71 | 11,01% |
| Aislación térmica solo en ventanas y puertas (MWh/año). | 16,2 | 15,44 | 3,01 | 18,3% |

²³ No se incluirán pisos en el cálculo debido a que esta información sólo es aplicable a viviendas con piso ventilado, como las construidas sobre pilotes. Para pisos en contacto con el terreno, es necesario realizar un cálculo de k lineal.

| | | | | |
|--|------|-------|------|--------|
| Aislación térmica solo en complejo de techumbre (MWh/año). | 16,2 | 11,89 | 5,4 | 26,99% |
| Aislación térmica con todas las mejoras | 16,2 | 7,42 | 8,78 | 54,45% |

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de ECSE, 2024.

El ahorro energético alcanza un valor máximo del 54,45% sin embargo, las mejoras de envolvente térmica son costosas y muchas veces resulta un impedimento para tomar estas medidas de calefacción. Esto se debe principalmente a que algunas alternativas de estrategias térmicas activas como lo son la incorporación de equipos de calefacción y climatización tienen un menor costo y resultan ser más llamativas a ojos de las personas.

7.2. Sector Público

En cuanto al sector público, la eficiencia energética es de gran relevancia al momento de generar un ahorro total al interior de la comuna, pues las dependencias públicas abarcan gran parte del área de estudio. Para generar un mayor ahorro, se busca llevar a cabo una mejora en la eficiencia energética en establecimientos municipales, educacionales y centros de salud a través del cambio de luminaria dentro de los establecimientos. Para poder implementar dicho ahorro energético, en primer lugar se puede considerar que una luminaria con tecnología LED o de ahorro de energía puede conseguir un ahorro del 70% aproximadamente, cuando se cambian por focos incandescentes o halógenos, y entre 20% a 50% al reemplazar tubos fluorescentes por este tipo de tecnología.

En consecuencia, una buena opción para los objetivos de ahorro es la implementación de luminaria de potencia eléctrica 4 (W), con tecnología LED. Esta luminaria se implementa por metro cuadrado, en dependencias del sector público. Por lo que, un recinto de 100 m² requiere de 400 (W) de tecnología LED. Con estos datos, es posible pensar en que un espacio de 100 m² necesita aproximadamente 50 tubos LED.

Luego de este análisis, podemos estimar que al reemplazar 20 tubos fluorescentes estándar por 20 eficientes tipo T5 con balasto electrónico, se podría generar un ahorro de 0,83 (MWh/año). En complemento, es crucial mejorar las que hayan sido construidas previo al año 2001, pues estas medidas podrían generar un ahorro de un 84% del consumo de energía térmica por concepto de calefacción, mientras que en edificios que fueran construídos entre el año 2001 y 2007 podrían generar un ahorro del 74%. Esta estimación, contempla Ventanas DVH 1.1 con vidrio de baja emisividad y relleno de argón, un muro de 20 cm y un techo de 15 cm de aislación sobre el caso base (Informe final de uso de la energía de los hogares Chile, 2018). Finalmente, el ahorro que se podría generar implementando estas medidas asciende a un estimado de 38,46 kWh/m²/año con las 3 medidas de aislación térmica descritas.

7.3. Sector Privado

Para el sector privado, es importante contemplar medidas de eficiencia energética que maximicen el ahorro energético para los sectores industriales y comerciales de mayor envergadura en la comuna, tales como “Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas” que comprende un 22% de la actividad empresarial de Llanquihue, y “Construcción” que constituye un 10% del total. Este antecedente es crucial al momento de implementar tecnologías y sensibilización sobre eficiencia energética, pues al tener una importante presencia de estos rubros en el sector económico de la comuna, las medidas de eficiencia energética deben estar orientadas a estos rubros.

Respecto a las medidas de gestión energética, la norma ISO 50.001, establece los requisitos que debe incorporar un sistema de gestión energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de los sectores económicos.

Al aplicar estas medidas, se espera que pueda resultar en la disminución del 3,8% en el consumo energético de una empresa durante el primer año y un 10,1% el primer año y medio de implementación. Luego, se espera que este porcentaje vaya en aumento a medida que los sistemas tengan un grado de madurez mayor (Berkeley National Laboratory, 2013).

Finalmente, aplicar medidas de gestión energética en el sector comercial, puede resultar en un ahorro de entre el 5 y el 20% sobre su consumo energético (Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023-2026)²⁴. Cifras que son imprescindibles para disminuir el consumo de energía a nivel comunal, pues el sector privado es quien ha incrementado sustancialmente el consumo energético en los últimos años.

En este sentido, para estos dos escenarios de ahorro energético en el sector privado, con un 5% como mínimo y un 20% como máximo, se puede estimar la energía eléctrica consumida luego de implementar estos porcentajes de ahorro, pues es el tipo de energía más relevante en el sector privado y también la más viable de optimizar. Para estimar este potencial de ahorro, se utilizó el consumo energético total del sector privado en Llanquihue durante el año 2022 en GWh/año. A continuación, se presenta un resumen del potencial de ahorro energético eléctrico en el sector privado para la comuna de Llanquihue.

Tabla 51. Potencial de ahorro energético por gestión energética en el sector privado.

| Descripción | Energía (GWh/año) | Porcentaje de ahorro (%) |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Consumo energético del sector privado | 5,84 | 100% |

²⁴ Plan Nacional de Eficiencia Energética 2023-2026

https://energia.gob.cl/sites/default/files/eficiencia-energetica_16-nov.pdf

| | | |
|--------------------------|------|-----|
| Ahorro energético mínimo | 0,29 | 5% |
| Ahorro energético máximo | 1,17 | 20% |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se presenta un resumen del ahorro energético:

Tabla 52. Potencial de ahorro energético por gestión energética en el sector residencial y privado.

| Descripción | Energía (GWh/año) | Porcentaje de ahorro (%) |
|--------------------|-------------------|--------------------------|
| Sector Residencial | 8,78 | 54,45% |
| Sector Privado | 1,17 | 20% |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En Llanquihue, los sectores privado y público, junto con las viviendas, son clave para lograr un impacto significativo en el ahorro energético. El sector Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas corresponde al 22% de la actividad empresarial local, y la implementación de sistemas de gestión energética bajo la norma ISO 50.001 podría generar ahorros de hasta el 20%, es decir, entre 0,29 y 1,17 GWh anuales. En el sector público, la renovación de luminarias con tecnología LED y las mejoras de envolvente térmica en edificios antiguos podrían reducir el consumo hasta en un 74% en calefacción. En viviendas, la implementación de aislación térmica completa podría disminuir la demanda energética en calefacción hasta en un 54,45%. Como próximos pasos, se recomienda impulsar programas de capacitación y ofrecer incentivos financieros para incentivar estas mejoras, junto con un monitoreo continuo que permita ajustar las medidas y garantizar su efectividad en el largo plazo.

8. Comité Energético Municipal

El Comité Energético Municipal, constituye un equipo de trabajo conformado por funcionarios municipales, quienes participan en todas las etapas de la Estrategia Energética Local, tanto en la elaboración, como en la implementación y el seguimiento del plan de acción desarrollado en la Estrategia. Entre las principales responsabilidades de dicho equipo durante la elaboración, están realizar coordinaciones necesarias para el correcto desarrollo de la EEL, facilitar información que se requiera para los diagnósticos y asistir tanto a reuniones de seguimiento o coordinación, como a los procesos participativos.

Posteriormente, el Comité Energético Municipal deberá definir una planificación para la evaluación y monitoreo del plan de acción en el corto, mediano y largo plazo para poner en operación el Sello Comuna Energética.

A continuación, se presenta el comité energético comunal formado por la municipalidad de Llanquihue:

Tabla 53. Comité energético comuna de Llanquihue.

| Comité Energético Municipal de Llanquihue | | |
|---|--------------------------|--|
| N° | Nombre | Cargo/Unidad |
| 1 | Olivia Oyarzo Silva | Encargada de Medio Ambiente, Aseo y Ornato |
| 2 | Patricio Bahamonde Puchi | Fomento Productivo |
| 3 | Pablo Flores Merino | Administrador Municipal |
| 4 | Maribell Gonzalez | Directora SECPLAN |
| 5 | Cristopher Stange | Dirección de Obras Municipales (DOM) |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9. Procesos participativos

En este apartado se examinarán las diversas instancias y reuniones de trabajo llevadas a cabo con el municipio y los actores locales relevantes. A continuación, se analizará la metodología de vinculación territorial, seguido por un análisis de las instancias participativas realizadas.

9.1. Reuniones de trabajo

Durante la elaboración de la Estrategia Energética Local de Llanquihue se realizaron diferentes reuniones de trabajo internas con el municipio y actores relevantes. A continuación, se revisarán las instancias sostenidas hasta el momento de elaboración del informe.

9.1.1. Reuniones de seguimiento

Durante la elaboración de la EEL de Llanquihue, se mantuvieron reuniones de seguimiento del proyecto cada dos semanas, donde se mostraban los avances de diagnósticos territoriales y energéticos, a la vez que se solicitaba información cuando era requerido.

Figura 38. Reunión de seguimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.2. Reunión con profesionales municipales

Dentro de las reuniones realizadas, hubo una reunión con personal municipal de las direcciones de Medio Ambiente, Fomento Productivo y DOM. Esta reunión consistía en realizar un cuestionario de proyectos que se hayan llevado a cabo desde el municipio para levantar información de la gestión energética.

Figura 39. Reunión con profesionales municipales.



Fuente: Elaboración propia, 2025

9.1.3. Reuniones de coordinación de talleres participativos

Con el objetivo de llevar a cabo de manera eficiente y con la mayor convocatoria posible en los talleres participativos, se realizó, además de las reuniones de coordinación global (ver Figura x), una reunión de coordinación de las instancias participativas. En esta, se confirmaron las fechas de los talleres tipo A y B, tanto rural como urbano, y se fomentó la participación de funcionarios/as municipales en ambos talleres (ver Figura y). El taller tipo A consiste en la instancia participativa donde se identifican conceptos territoriales relevantes a incorporar en la visión energética, los principales problemas y desafíos energéticos sobre los cuales se levantarán los proyectos del plan de acción. Posteriormente, se realiza el taller tipo B, donde se valida tanto la visión energética como los proyectos planteados en base a la información recopilada en el taller tipo A. Finalmente, se realiza una priorización de los proyectos de acuerdo a su relevancia y plazo, y se generan objetivos y metas acorde a la cartera de proyectos priorizados.

Figura 40. Reunión de coordinación global de los talleres participativos.

FECHAS Y LUGARES CONFIRMADOS

| | | | | |
|--------------|--------|---|-------|-----------------------------------|
| Frutillar | Urbano | Centro Diurno del Adulto del Mayor (Alianza Misionera 251, Frutillar) | 18/11 | 16:00 a 18:00 hrs |
| | Rural | Oficina Municipal de Casma (por confirmar) | 25/11 | 16:00 a 18:00 hrs |
| Puerto Varas | Urbano | Sala de Concejo Municipal, Puerto Varas | 19/11 | 18:00 a 19:30 hrs. |
| | Rural | Delegación Municipal de Ensenada (por confirmar) | 26/11 | 18:00 a 19:30 hrs. |
| Llanquihue | Urbano | Salón municipal 2do piso de la Municipalidad de Llanquihue | 20/11 | 10:00 a 12:00 hrs. |
| | Rural | Sede JJVV Loncotoro | 28/11 | 10:00 am. o 10:30 (por confirmar) |
| Puerto Octay | Urbano | por confirmar | 21/11 | por confirmar |
| | Rural | por confirmar | 27/11 | por confirmar |

Plazo máximo de confirmación martes 12

Fuente: Reunión de coordinación global EELs Cuenca del Lago Llanquihue, noviembre de 2024.

Figura 41. Coordinación interna de procesos participativos.

COMITÉ ENERGÉTICO MUNICIPAL

El **Comité Energético Municipal** es un equipo de funcionarios municipales que se encarga de coordinar la elaboración de la Estrategia Energética Local (EEL). También se encargan de implementar y hacer seguimiento al plan de acción. Es importante que los **funcionarios designados en el comité energético sean parte de las instancias participativas**, asistiendo ellos mismos o un representante.

Puede estar conformado por distintas direcciones, por ejemplo, *Dirección de Obras, Administración, Operación, SECPLA, Educación, Salud, Aseo, DIDECO*, entre otras.

Equidad de Género 40% al 60%.

COMITÉ ENERGÉTICO

- Elaboración
- Implementación
- Seguimiento

ACTUALMENTE, LLANQUIHUE TIENE 2 INTEGRANTES EN SU CEM

Fuente: Reunión de coordinación interna Municipio de Llanquihue, noviembre de 2024.

9.2. Metodología de vinculación comunitaria

El mecanismo de participación ciudadana propuesto para el desarrollo de la Estrategia Energética local se basó en lineamientos otorgados por la Guía Metodológica para el desarrollo de Estrategias Energéticas Locales 2023, y consideró el desarrollo de todos los talleres descritos en la Guía de manera presencial en 4 instancias participativas, las que se diagramaron en dos instancias de talleres (Taller tipo A y tipo B), en sus versiones urbana y rural, además de un canal permanente de participación denominado “Buzón Energético”.

El **taller tipo A** se replicó utilizando la misma metodología en un sector urbano y otro rural, con el objetivo de introducir el Programa Comuna Energética y el proceso de Elaboración EEL; levantar la información necesaria para construir la visión energética comunal; informar a la comunidad sobre los resultados del diagnóstico energético; y discutir objetivos que apunten a resolver los desafíos

identificados en el diagnóstico. A continuación, se presenta el registro fotográfico de los talleres formato A realizados en el sector urbano y rural, en la **Figura 42 y 43** para el sector urbano y la **Figura 44** para el sector rural.

Figura 42. Foto grupal asistentes taller tipo A urbano.

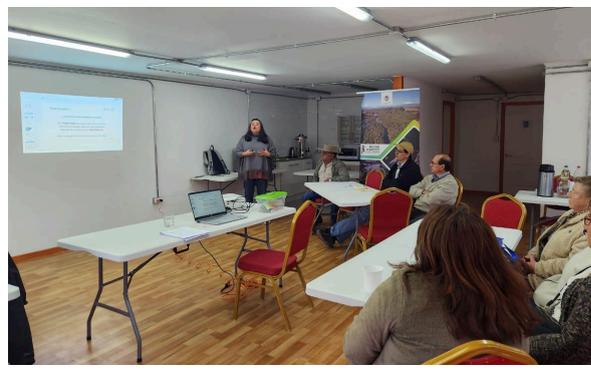


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 43. Mesa de trabajo en taller tipo A urbano



Figura 44. Presentación en taller tipo A rural.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por su parte, **el taller tipo B** también se replicó utilizando la misma metodología en un sector urbano y otro rural, pero el objetivo fue presentar los avances del proceso, validar la propuesta de visión, presentación de objetivos y metas, y priorizar proyectos factibles a implementar en la comuna. A continuación, se presenta el registro fotográfico de los talleres formato B realizados en el sector urbano y rural, en la **Figura 45 y 47** para el sector urbano y la **Figura 46** para el sector rural.

Figura 45. Presentación en taller tipo B urbano.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 46. Mesa de trabajo del Taller tipo B rural.



Figura 47. Presentación durante el Taller tipo B urbano.



Fuente: Elaboración propia, 2025

Finalmente, se habilitó el **buzón energético**, el cual consistió en un formulario disponible en línea y presencial en la municipalidad, para extender el proceso participativo de la EEL a más vecinos y vecinas de la comuna.

En total, en la comuna de Llanquihue, participaron 56 personas en todas las instancias participativas, con 27 que se identifican con el género femenino y 29 con el género masculino. Sobre la

representatividad por sector se identifica que un 60% de los participantes provienen de la sociedad civil, un 23,3% del sector público y un 16,7% del sector privado.

Tabla 54. Asistentes talleres tipo A y B.

| Género Asistentes | Porcentaje |
|-------------------|-------------|
| Masculino | 51,8% |
| Femenino | 48,2% |
| Total | 100% |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

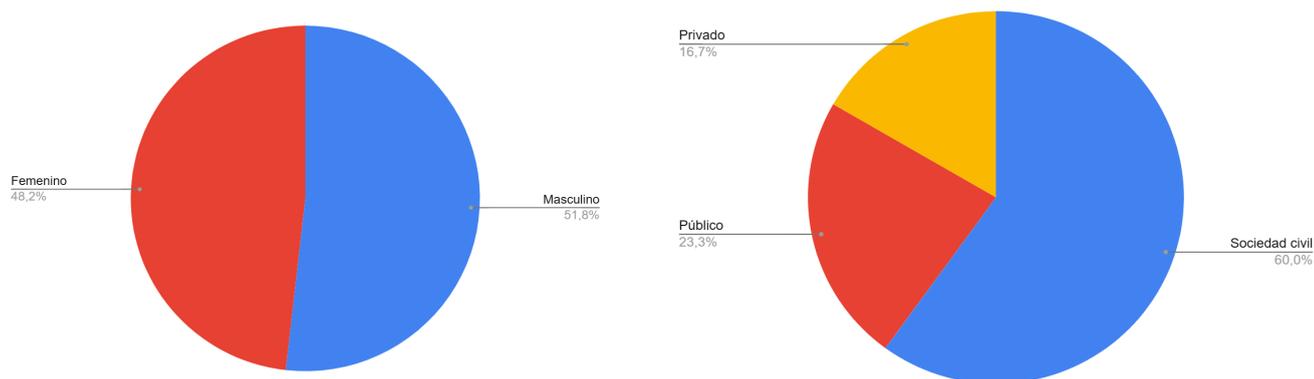
El detalle de asistencia en cada instancia de participación realizada, se presenta en la **Tabla 55** a continuación.

Tabla 55. Asistentes talleres tipo A y B.

| Género asistentes | Taller 1 (rural y urbano) | Taller 2 (rural y urbano) | Buzón energético | Total (rural y urbano) |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|------------------------|
| Masculino | 14 | 14 | 1 | 29 |
| Femenino | 8 | 15 | 4 | 27 |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 48. Proporción de asistentes talleres, según género y sector al que pertenecen.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este proceso de vinculación territorial estuvo acompañado de la elaboración de una base de datos que permitió dar seguimiento a la convocatoria con el fin de poder tener una estimación de la asistencia esperada para cada uno de los talleres participativos y poder asegurar recopilar ampliamente los desafíos, necesidades y proyectos de los territorios de Llanquihue, tanto en el sector urbano como rural.

Para esto, se consolidó una base de datos con actores del sector público, sector privado y de la sociedad civil. La convocatoria a cada instancia se realizó de la mano con la Municipalidad y SEREMI de Energía. Se compartió con la SEREMI de Energía listado de actores públicos, quienes enviaron oficios para invitar a los servicios mediante sus direcciones regionales. Por otro lado, la Municipalidad, a través de su oficina de Organizaciones Comunitarias, invitó a los dirigentes de las organizaciones territoriales y funcionales de la comuna. La invitación a los representantes del sector privado estuvo a cargo del equipo consultor y de la Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue.

Figura 49. Invitaciones utilizadas para talleres tipo A y B.

ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS LOCALES

La Asociación de Municipalidades de la Cuenca del Lago Llanquihue, junto con la Secretaría Regional Ministerial de Energía de la Región de Los Lagos, tienen el agrado de invitarle al **Primer Taller de la elaboración de la Estrategia Energética Local**, donde se presentarán los resultados del diagnóstico y se discutirán sobre la visión y objetivos energéticos de la comuna.

Esta actividad se replicará en dos localidades en cada comuna de la cuenca del Lago Llanquihue. En cada comuna, se revisarán los temas específicos del diagnóstico energético de ese territorio y se discutirán los objetivos en función de las prioridades de cada comuna.

Se solicita por favor confirmar a cscarinci@nodochile.cl.

| | |
|--|---|
| <p>Miércoles 20 de noviembre de 10:00 a 12:00 hrs Salón Municipal 2do piso (Erardo Werner 450, Frutillar)</p> | <p>Jueves 21 de noviembre de 18:00 a 20:00 hrs Sede Social N°1 (Pedro Montt 402, Puerto Octay)</p> |
| <p>Jueves 28 de noviembre de 10:00 a 12:00 hrs Nueva Sede JJVV Loncotoro</p> | <p>Miércoles 27 de noviembre de 18:30 a 20:30 hrs Sede Social Las Cascadas (V. Pérez Rosales s/n, Cascadas)</p> |
| <p>Lunes 18 de noviembre de 16:00 a 18:00 hrs Centro Diurno del Adulto Mayor (Alianza Cristiana y Misionera 251, Frutillar)</p> | <p>Martes 19 de noviembre de 18:00 a 20:00 hrs Sala Concejo Municipal (Del Salvador 338, piso 2, Puerto Varas)</p> |
| <p>Jueves 25 de noviembre de 16:00 a 18:00 hrs Oficina Municipal de Casma (Roberto Simpson S/N esq. Joaquín Prieto, Casma)</p> | <p>Martes 26 de noviembre de 18:00 a 20:00 hrs Delegación Municipal de Ensenada (Ruta 225, km. 42, Ensenada)</p> |

ÚLTIMO TALLER PARTICIPATIVO

| | |
|--|---|
| <p>LLANQUIHUE CENTRO Martes 11 de marzo de 10:00 a 11:30 horas Salón Municipal 2do piso (Erardo Werner 450)</p> | <p>LANCOTORO Jueves 13 de marzo de 10:00 a 11:30 horas Nueva Sede JJVV Loncotoro</p> |
|--|---|

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Simultáneamente, se compartió el afiche de los talleres en los chat comunitarios donde el municipio tiene acceso, y se realizaron publicaciones en las redes sociales del Municipio. Adicionalmente, se llevó a cabo una fuerte convocatoria a través de llamados telefónicos hacia actores clave de la comuna.

9.3. Buzón energético

Se trató de una herramienta digital, en línea y a través de un formulario presencial en la municipalidad que buscó extender el proceso participativo de la EEL a más vecinos y vecinas de la comuna. El Buzón constaba de un cuestionario sobre los principales desafíos, oportunidades e inquietudes que se percibían en la comuna, así como de un espacio para la incorporación de ideas de proyectos energéticos, medidas y soluciones para integrar en el Plan de Acción. El buzón energético

comunitario fue difundido a través de redes sociales del municipio y a través de correo electrónico y estuvo abierto desde el 1 de noviembre de 2024 hasta el 31 de marzo de 2025.

9.4. Calendarización de talleres participativos

La calendarización se realizó en conjunto con el municipio de Llanquihue, en la **Tabla 56** se presenta cada una de las actividades participativas propuestas y sus fechas respectivas, cabe destacar que las 4 actividades fueron en modalidad presencial.

Tabla 56. Actividades participativas.

| N° | Actividad | Contenido | Fechas |
|----|----------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | Taller tipo A urbano: Llanquihue | Presentación diagnóstico, construcción de la visión y formulación de proyectos energéticos | 20 de noviembre del 2024 |
| 2 | Taller tipo A rural: Loncotoro | | 28 de noviembre del 2024 |
| 3 | Taller tipo B urbano: Llanquihue | Validación de la visión, priorización de proyectos y elaboración de metas y objetivos | 11 de marzo de 2025 |
| 4 | Taller tipo B rural: Loncotoro | | 13 de marzo de 2025 |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

9.5. Metodología Taller Participativo tipo A: urbano y rural

Durante los 2 talleres tipo A que se realizaron en Llanquihue y Loncotoro, se llevó a cabo una primera actividad participativa para la construcción de la visión, en donde se preguntaba a los participantes, por un lado, sobre los valores naturales, sociales, culturales o productivos que destacan de la comuna y, por otro, sobre los aspectos relacionados a la energía con los que les gustaría que la comuna fuera reconocida en el futuro. Los participantes seleccionaron entre algunos conceptos predefinidos, los que fueron seleccionados en función de una revisión documental de instrumentos de la comuna tales como el PRC, PLADECO, PLADETUR, entre otros. Además, los participantes podían proponer nuevos conceptos de los presentes. En el taller urbano la actividad se aplicó mediante la plataforma menti, mientras que en el taller rural, la votación se realizó a mano alzada.

Las respuestas se presentaron a través de una “nube de palabras”, donde los conceptos y palabras más votados tienen un mayor tamaño, lo que permitió ahondar en el taller a modo de plenario con una reflexión grupal.

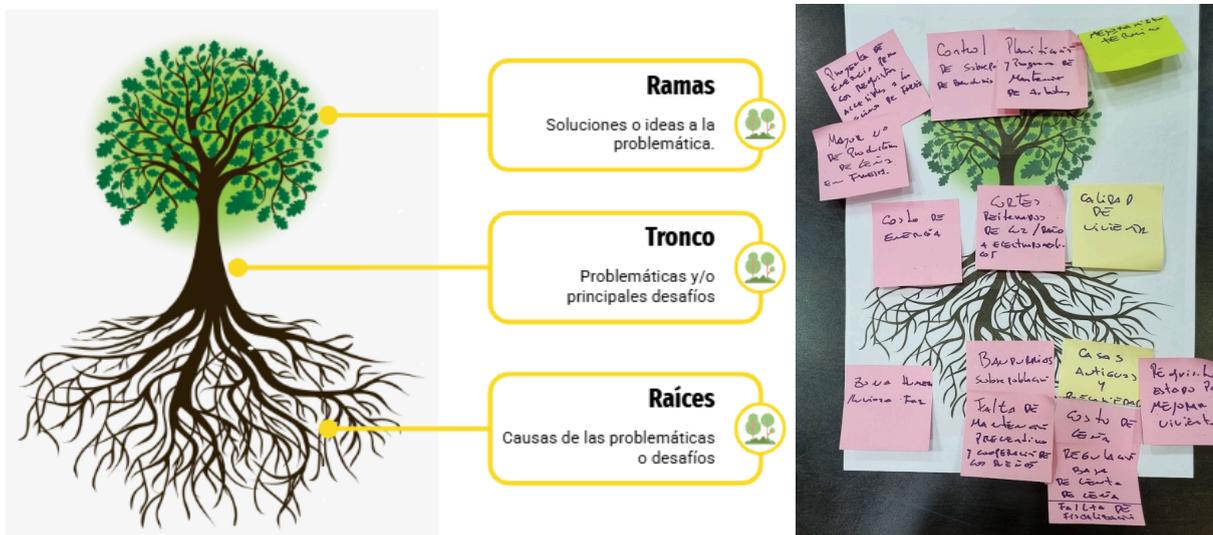
Figura 50. Construcción de la visión energética en talleres tipo A.



Fuente: Talleres tipo A, 2025.

Posteriormente y al cabo de la presentación del diagnóstico, se realizó la segunda actividad participativa que consideró el trabajo en mesas mediante la metodología que se denominó “árbol de la energía”. En esta actividad se sintetizó y aplicó la metodología tradicional del “árbol del problema” y el “árbol de la solución” adaptado al contexto de la estrategia energética. Así, se dividió al público asistente en mesas de trabajo para analizar problemáticas evidenciadas en el diagnóstico, para analizar, discutir y definir su causas, así como acordar en conjunto ideas de solución, según se indica en la Figura 51. :

Figura 51. Adaptación del árbol del problema al contexto de EEL.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Con esto, se pudo obtener una síntesis acordada de manera participativa sobre los problemas más importantes según la visión de los propios habitantes, e identificar con ello las causas de dichas problemáticas e ideas de proyectos que permitan abordarlas. De esta manera, fue posible agrupar los desafíos energéticos en base a las principales necesidades energéticas de la comunidad, tal como se presenta en la siguiente figura.

Figura 52. Desafíos energéticos en la comuna de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.6. Metodología Taller Participativo tipo B: urbano y rural

La información levantada en el taller A fue sistematizada para, a partir de la agrupación de desafíos, identificar posibles soluciones, desde donde surgen alternativas y oportunidades de proyectos, tal como se presenta a continuación:

Figura 53. Posibles proyectos energéticos en la comuna de Llanquihue.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Esta información fue la que se presentó en el taller B y, a partir de la cual se estructuraron las actividades participativas. En primer lugar, se realizó la validación de la visión energética local mediante la votación entre dos alternativas que se construyeron mediante propuesta del equipo consultor y validación por el municipio. La votación se realizó mediante plataforma menti en el taller urbano y a mano alzada en el taller rural. El resultado se evidenció tal como se muestra en la figura, lo que permitió abrir la discusión respecto a qué aspectos adicionales debían incluirse, reforzarse o modificarse.

Figura 54. Validación de la Visión Energética.

Join at mentimeter | use code 1894 9205

Mentimeter

¿Cuál de las 2 visiones siento que representa mejor la visión energética de la comuna al 2040?



Opción 1



Opción 2

La Comuna de Llanquihue es un enclave único en la Región de Los Lagos, que combina de manera armoniosa su patrimonio arquitectónico, su tradición campesina y su vocación eco-turística. Rodeada de una naturaleza abundante, con humedales y el Lago Llanquihue que le dan un carácter distintivo y único.

La Comuna se proyecta como un núcleo de desarrollo industrial y energético sostenible, que aprovecha de manera innovadora los recursos naturales para generar energía limpia e implementa tecnologías eficientes para hacer buen uso de sus recursos energéticos.

Así Llanquihue mantiene un equilibrio entre el progreso tecnológico y el respeto por sus tradiciones, integrando la energía y la naturaleza.

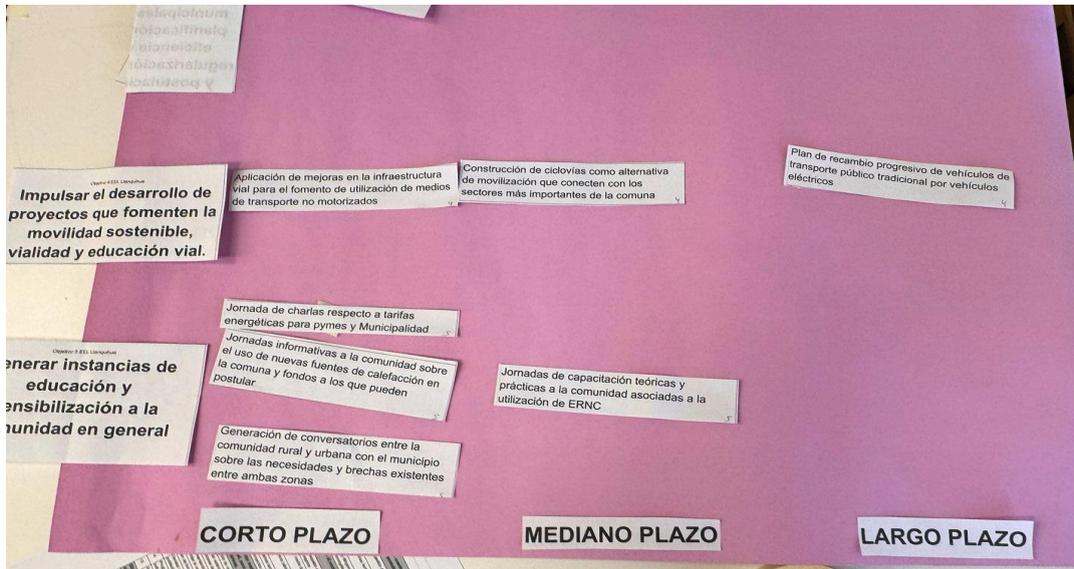
OPCIÓN 2

La comuna de Llanquihue, de identidad cultural única compuesta por una fuerte tradición campesina con raíces indígenas e influencia chileno-alemana, tiene un modelo de desarrollo energético sostenible, donde la energía limpia, la eficiencia y la participación comunitaria se conjugan para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y preservar el delicado equilibrio entre la energía, la naturaleza y la identidad local.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para la segunda actividad participativa, se constituyeron 2 mesas de trabajo, donde cada una abordó los proyectos referentes a dos objetivos específicos, para priorizarlos según su relevancia, y ubicarlos en una línea de tiempo que permitiera identificar aquellos proyectos que pueden ejecutarse en corto, mediano o largo plazo. La discusión en mesas, también permitió levantar ideas adicionales de proyectos.

Figura 55. Priorización de proyectos en taller tipo B.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

10. Plan de Acción

Una vez realizado los talleres participativos, se estableció el plan de acción energético para la comuna de Llanquihue, en el cual se consideró la visión energética, objetivos, metas y perfiles de proyectos.

10.1. Visión Energética

Luego de la validación de la Visión Energética en los talleres tipo B urbano y rural, se incorporaron las sugerencias y modificaciones propuestas y se obtuvo la siguiente Visión:

*"La comuna de Llanquihue, CON SU CONDICIÓN RURAL E identidad cultural única compuesta por una fuerte tradición campesina con raíces indígenas e influencia chileno-alemana, tiene un modelo de desarrollo INDUSTRIAL Y **energético sostenible**, donde la **energía limpia**, la **eficiencia** y la **participación comunitaria** se conjugan para TRAER PROGRESO TECNOLÓGICO, mejorar la calidad de vida de sus habitantes y preservar el delicado **equilibrio** entre la energía, la naturaleza y la identidad local".*

10.2. Objetivos y Metas

Objetivo 1: Robustecer competencias municipales en cuanto a planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y postulación a fondos.

Meta 1: Capacitar al 100% de los profesionales del municipio y al 50% de los dirigentes sociales, para la postulación a fondos concursables, instrumentos de planificación y la gestión de proyectos, en un plazo de 5 años.

Esta meta busca fortalecer las competencias técnicas y de gestión de los equipos municipales y dirigentes de organizaciones de la sociedad civil, particularmente en las áreas de planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y acceso a financiamiento a través de fondos públicos y privados. El objetivo es que, al término del período establecido, el municipio cuente con profesionales plenamente capacitados para liderar procesos de planificación estratégica local en materia energética, impulsar proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes y a construir, apoyar procesos de regularización de viviendas y gestionar de manera efectiva la obtención de recursos externos que permitan implementar proyectos de alto impacto para la comunidad.

Objetivo 2: Integrar el uso de ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna.

Meta 2: Integrar tecnologías de ERNC en el 50% de los edificios públicos nuevos y establecimientos de salud existentes, y en el 100% de hogares electrodependientes de la comuna en un plazo de 10 años.

Esta meta busca acelerar la transición energética de la comuna de Llanquihue mediante la incorporación efectiva de tecnologías ERNC en sectores estratégicos. Se priorizará la instalación de baterías de respaldo solar en CESFAM y en hogares de personas electrodependientes, garantizando la

continuidad del suministro eléctrico ante eventuales cortes. Todas las nuevas construcciones públicas impulsadas por el municipio deberán incorporar fuentes de energía renovable como requisito estándar de diseño.

Meta 3: Incorporar sistemas de energías renovables no convencionales (ERNC), principalmente termosolares y fotovoltaicos, en al menos el 30% de las viviendas rurales de la comuna en un plazo de 15 años.

Esta meta busca mejorar la calidad de vida en los sectores rurales de Llanquihue, impulsando el acceso a tecnologías de energías limpias y sostenibles en viviendas de la comuna. A través de esta meta, se mejorará el sistema eléctrico rural a través de proyectos de generación distribuida con energía solar, elevando la resiliencia y autonomía energética de las zonas más aisladas. Asimismo, se promoverá la instalación de sistemas termosolares en viviendas regularizadas bajo el programa DS27, mejorando las condiciones de habitabilidad y reduciendo el gasto energético de las familias rurales.

Objetivo 3: Implementar medidas de eficiencia energética y tecnologías eficientes a nivel público y residencial, para optimizar el uso de combustibles térmicos y disminuir las emisiones atmosféricas.

Meta 4: Mejorar el confort térmico en al menos el 20% de las viviendas de la comuna mediante la implementación de mejoras en la envolvente térmica y la regularización de viviendas rurales, en un plazo de 10 años.

Esta meta tiene como propósito reducir las pérdidas energéticas en las viviendas de Llanquihue, disminuyendo así la demanda de calefacción y, por ende, el consumo de combustibles contaminantes. A través de la implementación de soluciones como el mejoramiento de techumbres, muros, ventanas y pisos, se busca elevar el estándar de eficiencia energética en la construcción existente, priorizando a los sectores más vulnerables y rurales mediante su regularización y habilitación para la postulación a subsidios de mejoramiento térmico. De esta manera, también se regulariza la situación térmica de las viviendas previo a la implementación de otros proyectos como el recambio de calefactores e instalación de tecnologías de ERNC que optimizan el uso de la energía.

Meta 5: Reducir en un 50% las prácticas de comercialización y uso irregular de leña mediante la implementación de un programa de fiscalización, la creación de sitios comunitarios de secado de leña y el fortalecimiento de las redes de distribución de gas, en un plazo de 8 años.

Esta meta busca mejorar la calidad del aire en la comuna mediante el control del uso de leña húmeda o de origen no certificado, la promoción de prácticas adecuadas de secado y almacenamiento comunitario, y el incentivo del uso de combustibles térmicos alternativos más limpios, como el gas licuado. Además, se establecerá un canal de atención municipal para reportar interrupciones en el suministro eléctrico, fortaleciendo la respuesta ante emergencias energéticas y promoviendo el uso eficiente de las fuentes alternativas.

Objetivo 4: Impulsar el desarrollo de proyectos que fomenten la movilidad sostenible, vialidad y educación vial.

Meta 6: Incrementar en un 50% el uso de medios de transporte no motorizados y lograr que al menos el 30% de la flota de transporte público de la comuna sea eléctrica en un plazo de 15 años.

Esta meta busca consolidar un cambio progresivo hacia una movilidad más limpia, segura y eficiente en Llanquihue, mediante la implementación de infraestructura vial adecuada, el fomento activo del uso de ciclovías y otros medios sostenibles, y la modernización del transporte público. La meta combina intervenciones en infraestructura con cambios culturales y tecnológicos, apuntando a disminuir las emisiones del parque vehicular y mejorar la calidad de vida urbana.

Objetivo 5: Generar instancias de educación y sensibilización a la comunidad en general

Meta 7: Realizar al menos 30 actividades de educación, capacitación y sensibilización comunitaria en temáticas energéticas y de desarrollo local sostenible, abarcando tanto zonas rurales como urbanas, en un plazo de 5 años.

Esta meta busca fortalecer el conocimiento y la conciencia energética de la comunidad de Llanquihue, mediante la ejecución de conversatorios, talleres, jornadas informativas y capacitaciones teóricas-prácticas que aborden la utilización de energías renovables no convencionales (ERNC), alternativas de calefacción limpia, regularización de viviendas, y el acceso a fondos y subsidios. Se busca promover la participación activa de la ciudadanía, disminuir las brechas de información entre el sector rural y urbano, y entregar herramientas prácticas que faciliten la transición energética a nivel local.

10.3. Listado de proyectos

Los proyectos propuestos en el taller tipo A, fueron validados y priorizados en el taller tipo B, tal como se describió con anterioridad. Luego de la sistematización, también se clasificaron de acuerdo al objetivo, meta y categoría del Sello Comuna Energética al que están asociados. Para mayor detalle, ver Fichas de proyectos.

Adicionalmente, los proyectos fueron validados por funcionarios y funcionarias municipales, quienes evaluaron la factibilidad y pertinencia de cada iniciativa. De esta manera, además de la prioridad de relevancia del proyecto en el contexto comunal (alta, media y baja), se definieron tres horizontes temporales para su ejecución: corto plazo (2025-2029), mediano plazo (2030-2034) y largo plazo (2035-2039), lo que permite una planificación estratégica acorde a las capacidades locales, la disponibilidad de recursos y los impactos esperados.

Corto (2025-2029): Corresponde al período en el que se pueden desarrollar proyectos con una factibilidad técnica más inmediata y/o que responden a necesidades urgentes identificadas en el corto plazo.

Mediano (2030 - 2034): Incluye proyectos cuya implementación requiere una mayor preparación técnica, institucional o financiera, pero que siguen siendo relevantes para los objetivos del plan en un horizonte cercano.

Largo (2035-2039): Considera proyectos de mayor complejidad o alcance, que requieren un desarrollo progresivo de capacidades locales, cambios estructurales o la consolidación de condiciones habilitantes para su ejecución.

El resultado de la priorización, se presenta a continuación.

10.3.1. Proyectos del objetivo 1: Robustecer competencias municipales en cuanto a planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y postulación a fondos.

Tabla 57. Proyectos del plan de acción asociados al objetivo 1.

| N° | Proyecto | Prioridad | Categoría Sello CE | Plazo |
|----|--|-----------|----------------------------|-------|
| 1 | Formación de un equipo municipal encargados del diseño de proyectos asociados a la energía | Media | 4. Organización y finanzas | Corto |
| 2 | Capacitación a funcionarios municipales en políticas territoriales e instrumentos para la planificación energética | Media | 4. Organización y finanzas | Corto |
| 3 | Capacitaciones a funcionarios municipales y dirigentes sociales en la postulación a fuentes de financiamiento para proyectos energéticos | Alta | 4. Organización y finanzas | Corto |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

10.3.2. Proyectos del objetivo 2: Integrar el uso de ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna.

Tabla 58. Proyectos del plan de acción asociados al objetivo 2.

| N° | Proyecto | Prioridad | Categoría Sello CE | Plazo |
|----|---|-----------|---|---------|
| 4 | Instalación estratégica de baterías para respaldo solar en CESFAM y hogares electrodependientes | Media | 3. Energía renovable y generación local | Mediano |

| | | | | |
|---|---|-------|---|---------|
| 5 | Mejoramiento del sistema eléctrico rural mediante generación de energía solar y eólica | Media | 3. Energía renovable y generación local | Mediano |
| 6 | Implementación de sistemas termosolares en viviendas de la comuna, considerando la regularización de viviendas en todos los sectores rurales de Llanquihue (DS27) | Alta | 2. Eficiencia energética en la infraestructura | Mediano |
| 7 | Impulsar la incorporación de ERNC en iniciativas municipales que consideren nuevas construcciones públicas | Media | 2. Eficiencia energética en la infraestructura 3. Energía renovable y generación local | Mediano |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

10.3.3. Proyectos del objetivo 3: Implementar medidas de eficiencia energética y tecnologías eficientes a nivel público y residencial, para optimizar el uso de combustibles térmicos y disminuir las emisiones atmosféricas.

Tabla 59. Proyectos del plan de acción asociados al objetivo 3.

| N° | Proyecto | Prioridad | Categoría Sello CE | Plazo |
|----|--|-----------|--|---------|
| 8 | Implementación de mejoras en la envolvente térmica en viviendas de la comuna | Alta | 2. Eficiencia energética en la infraestructura | Mediano |
| 9 | Implementación de un programa de fiscalización y concientización para controlar la venta irregular de leña dentro de la comuna | Media | 1. Planificación energética | Corto |
| 10 | Implementación de canal de atención y sistema de respuesta ante interrupciones del suministro eléctrico | Baja | 1. Planificación energética | Corto |
| 11 | Plan de fortalecimiento de redes de suministro de gas en la comuna y generación de incentivos para su adquisición en meses de invierno | Media | 2. Eficiencia energética en la infraestructura | Mediano |
| 12 | Programa municipal de regulación de viviendas rurales para la | Alta | 1. Planificación energética | Corto |

| | | | | |
|----|---|------|----------------------------|-------|
| | postulación a fondos y subsidios | | | |
| 13 | Instalación de sitios de secado de leña comunitarios para el fomento del uso adecuado de este combustible | Baja | 4. Organización y finanzas | Largo |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

10.3.4. Proyectos del objetivo 4: Impulsar el desarrollo de proyectos que fomenten la movilidad sostenible, vialidad y educación vial.

Tabla 60. Proyectos del plan de acción asociados al objetivo 4.

| N° | Proyecto | Prioridad | Categoría Sello CE | Plazo |
|----|--|-----------|-------------------------|---------|
| 14 | Aplicación de mejoras en la infraestructura vial para el fomento de utilización de medios de transporte no motorizados | Alta | 6. Movilidad sostenible | Mediano |
| 15 | Programa de fomento de utilización de ciclovías y otros medios de transporte que impulsen la movilidad sostenible en la comuna | Alta | 6. Movilidad sostenible | Mediano |
| 16 | Plan de recambio progresivo de vehículos de transporte público tradicional por vehículos eficientes | Alta | 6. Movilidad sostenible | Largo |

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 61. Proyectos del plan de acción asociados al objetivo 5.

10.3.5. Proyectos del objetivo 5: Generar instancias de educación y sensibilización a la comunidad en general.

| N° | Proyecto | Prioridad | Categoría Sello CE | Plazo |
|----|--|-----------|----------------------------------|---------|
| 17 | Generación de conversatorios entre la comunidad rural y urbana con el municipio sobre las necesidades y brechas existentes entre ambas zonas | Alta | 4. Organización y finanzas | Corto |
| 18 | Jornadas informativas a la comunidad sobre el uso de nuevas fuentes de calefacción en la comuna y fondos a los que pueden postular | Alta | 5. Sensibilización y cooperación | Corto |
| 19 | Jornadas de capacitación teóricas y prácticas a la comunidad asociadas a la utilización de ERNC | Media | 5. Sensibilización y cooperación | Mediano |
| 20 | Jornada de charlas respecto a tarifas energéticas para pymes y Municipalidad | Media | 5. Sensibilización y cooperación | Mediano |

10.4. Proyectos emblemáticos

Estos proyectos serán el emblema de la Estrategia y buscarán ser ejecutados en el corto plazo con el fin de darle un impulso al lanzamiento de la EEL. Cabe destacar que estos fueron presentados al Comité Energético Municipal de la comuna de Llanquihue, y fueron seleccionados en torno a su factibilidad y relevancia en la comuna.

Tabla 62. Proyecto emblemático N°1.

| Proyecto Emblemático N°1 | |
|----------------------------------|---|
| Nombre | <i>Impulsar la incorporación de ERNC y estándares de eficiencia energética en licitaciones municipales asociadas a nuevas construcciones públicas</i> |
| Resultado de priorización | <i>Este proyecto es de prioridad media y se estima que debe ser implementado durante el periodo del 2030 al año 2034.</i> |

Objetivo y meta asociada

Objetivo 2: Integrar el uso de tecnologías ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna.

Meta 2: Integrar tecnologías de ERNC en el 50% de los edificios públicos nuevos y establecimientos de salud existentes, y en el 100% de hogares electrodependientes de la comuna en un plazo de 10 años.

Descripción del proyecto

Esta acción busca establecer como criterio transversal la incorporación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y estándares de eficiencia energética en todas las nuevas construcciones públicas promovidas por el municipio, a través de su integración en las bases de licitación y diseño de proyectos. Cada iniciativa deberá evaluar la factibilidad de integrar tecnologías como energía solar fotovoltaica, solar térmica, geotermia o biomasa, considerando los recursos energéticos locales y los costos asociados a cada tecnología.

La selección de la tecnología a implementar se realizará caso a caso, en función del tipo de edificación, su ubicación geográfica, los requerimientos energéticos proyectados y la disponibilidad presupuestaria. Esta acción contempla también la capacitación de los equipos municipales responsables del diseño, evaluación y supervisión de licitaciones, para asegurar la correcta aplicación de los criterios energéticos.

Fuentes de financiamiento

El costo estimado del proyecto es entre \$4.000.000 y \$25.000.000 por edificación, dependiendo del tipo de ERNC integrada, el tamaño del proyecto y los estándares energéticos aplicados. Costos adicionales asociados a capacitación y elaboración de lineamientos: \$15.000.000 aprox.

Posibles fuentes de financiamiento:

- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
- Subdere - Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) y Programa de Energía Local
- Ministerio de Energía - Fondo de Acceso a Energías Renovables para el Autoconsumo (FAER)
- Fondo Verde del Clima (Green Climate Fund)
- Programas de cooperación internacional (GIZ, Banco Mundial, BID)

Potencial para el desarrollo económico regional

La incorporación de ERNC en nuevas construcciones públicas municipales representa una oportunidad significativa para dinamizar la economía regional. En primer lugar, fomentará la creación de empleos locales asociados a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas energéticos sostenibles, fortaleciendo el mercado laboral técnico especializado. A su vez, impulsará el crecimiento de proveedores locales de tecnologías como paneles solares, sistemas de calefacción eficiente y soluciones de geotermia somera, contribuyendo al fortalecimiento de

cadena productiva regional. Al reducir los costos energéticos de las instalaciones municipales, se liberarán recursos que podrán destinarse a nuevas inversiones sociales o de infraestructura, generando un círculo virtuoso de desarrollo. Asimismo, el proyecto incentivará la aparición de nuevos servicios profesionales en el ámbito de la eficiencia energética y la ingeniería de proyectos, ampliando las oportunidades de emprendimiento y diversificación económica en el territorio. Finalmente, el proyecto constituye una oportunidad de fomento de desarrollo sostenible para comunas vecinas de la Región.

Resultados económicos y sociales a corto plazo

El proyecto permitirá observar beneficios concretos en el corto plazo. Uno de los impactos más inmediatos será la disminución de los costos de operación de las instalaciones municipales, gracias al ahorro en electricidad y calefacción. Esto no sólo optimizará el uso de los recursos públicos, sino que también mejorará la calidad de los servicios que se entregan a la comunidad, ya que los nuevos espacios serán más confortables, modernos y energéticamente eficientes. A nivel social, se promoverá una mayor conciencia sobre el uso responsable de la energía, generando cambios de comportamiento tanto en funcionarios municipales como en la ciudadanía en general. Además, la capacitación de personal técnico y administrativo fortalecerá las capacidades locales, preparándolos para gestionar de manera más sostenible los recursos energéticos municipales.

Impacto Ambiental

Desde una perspectiva ambiental, el proyecto tendrá un efecto positivo al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo energético de los edificios públicos. Al optar por fuentes renovables y tecnologías eficientes, los municipios disminuirán su dependencia de combustibles fósiles, avanzando hacia una matriz energética más limpia y resiliente. Asimismo, la incorporación de criterios de construcción sostenible tales como el uso de sistemas de climatización eficientes e implementar medidas que aumenten el confort térmico en los edificios públicos, contribuirá a minimizar la huella ambiental de las nuevas obras públicas, posicionando a la comuna como referente en acción climática a nivel local.

Grado de aceptación

Este proyecto fue priorizado con relevancia media y a mediano plazo en los procesos participativos y también por parte de los funcionarios/as municipales del Comité Energético Municipal y otros. Se considera un proyecto relevante a ejecutar en la comuna, se prioriza en función de la factibilidad en el tiempo y la urgencia de otros proyectos del Plan de Acción.

Potencial de sensibilización

El proyecto también tendrá un importante impacto en la sensibilización de la comunidad. Al tratarse de edificios municipales, espacios altamente visibles y de uso cotidiano, su transformación en infraestructuras energéticamente sostenibles servirá como ejemplo tangible de los beneficios de las ERNC. Esta visibilidad facilitará la realización de actividades educativas,

como talleres, charlas y visitas guiadas, dirigidas a escolares, vecinos y organizaciones sociales, promoviendo una cultura energética más consciente. La integración de señalética informativa en los edificios permitirá comunicar de manera efectiva el funcionamiento y los logros ambientales de las instalaciones, generando orgullo comunitario y reforzando el compromiso ciudadano con la sostenibilidad.

Publicidad y marketing

Desde el punto de vista de la comunicación y el marketing, el proyecto ofrece amplias oportunidades para fortalecer la imagen institucional de los municipios participantes. La obtención de certificaciones o sellos que acrediten la sostenibilidad energética de las nuevas construcciones podrá ser utilizada en campañas de difusión a través de medios locales, redes sociales y eventos públicos. Inauguraciones de las obras, acompañadas de actividades de participación ciudadana y presencia mediática, permitirán destacar el liderazgo municipal en la acción climática. Además, el proyecto se podrá articular con estrategias de turismo sustentable, posicionando a las comunas como destinos comprometidos con el desarrollo sostenible.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 63. Proyecto emblemático N°2.

| Proyecto Emblemático N°2 | |
|----------------------------------|---|
| Nombre | Capacitaciones a funcionarios municipales y dirigentes sociales en la postulación a fuentes de financiamiento para proyectos energéticos |
| Resultado de priorización | Este proyecto es de prioridad alta y se estima que debe ser implementado durante el periodo del 2025 al año 2029. |
| Objetivo y meta asociada | <p>Objetivo 1: Robustecer competencias municipales en cuanto a planificación energética, eficiencia energética, regularización de viviendas y postulación a fondos.</p> <p>Meta 1: Capacitar al 100% de los profesionales del municipio y al 50% de los dirigentes sociales, para la postulación a fondos concursables, instrumentos de planificación y la gestión de proyectos, en un plazo de 5 años.</p> |
| Descripción del proyecto | |

Esta acción busca fortalecer las capacidades de los funcionarios municipales y dirigentes sociales de Llanquihue en la identificación, formulación y postulación de proyectos energéticos a diversas fuentes de financiamiento público y privado. El enfoque es entregar herramientas prácticas para acceder a fondos como el FNDR, FIE, SUBDERE, FNDR-Energía, FOSIS, entre otros.

Las capacitaciones incluirán sesiones teóricas y talleres aplicados, orientados a la elaboración de perfiles de proyectos, revisión de bases de postulación, elaboración de presupuestos y justificación técnica-ambiental. También se abordará el seguimiento y rendición de fondos, con ejemplos locales para facilitar el aprendizaje.

Fuentes de financiamiento

El costo asociado del proyecto es de aproximadamente \$6.000.000, que considera honorarios de los facilitadores, diseño e impresión de materiales, gastos logísticos, arriendo de espacios y recursos audiovisuales.

Potencial para el desarrollo económico regional

El fortalecimiento de las capacidades locales en la postulación de proyectos energéticos permitirá movilizar mayores recursos hacia la región, dinamizando su economía a través de nuevas inversiones públicas y comunitarias en energías renovables y eficiencia energética. Al mejorar las habilidades técnicas de funcionarios y dirigentes, se incrementará la cantidad y calidad de los proyectos presentados, lo que no solo aumentará la tasa de adjudicación de fondos, sino que también estimulará la contratación de profesionales y técnicos locales para su ejecución. Por ende, el proyecto también generará nuevas oportunidades de postulación a la comunidad, al abrirse más instancias a través de la información. De este modo, se promoverá el crecimiento de sectores vinculados a la ingeniería, construcción, instalación de tecnologías limpias y gestión de proyectos, contribuyendo a la diversificación económica regional.

Resultados económicos y sociales a corto plazo

En el corto plazo, se espera que los participantes de las capacitaciones adquieran competencias prácticas que les permitan elaborar proyectos sólidos y competitivos. Esto se traducirá en un aumento en la cantidad de proyectos energéticos postulados y en una mayor captación de recursos externos. Socialmente, el proyecto fortalecerá el liderazgo comunitario y mejorará la gobernanza energética local, promoviendo una mayor participación de las organizaciones sociales en iniciativas de transición energética. Asimismo, permitirá democratizar el acceso a las oportunidades de financiamiento, favoreciendo especialmente a comunidades más vulnerables que históricamente han tenido menor acceso a estos recursos.

Impacto Ambiental

Aunque de manera indirecta, el proyecto contribuirá positivamente al medio ambiente al facilitar la implementación de más iniciativas basadas en energías limpias y eficiencia energética. Cada nuevo proyecto financiado tendrá el potencial de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la eficiencia en el consumo de recursos y disminuir la huella de carbono de los territorios. Así, el fortalecimiento de capacidades se posiciona como un eslabón clave en la estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel local.

Grado de aceptación

Este proyecto fue priorizado con relevancia alta y a corto plazo en los procesos participativos y también por parte de los funcionarios/as municipales del Comité Energético Municipal y otros. Se considera uno de los proyectos más relevantes a realizar en el corto plazo, ya sea por su baja inversión como por la importancia para ser un punto inicial a la implementación de otros proyectos del Plan de Acción.

Potencial de sensibilización

Al capacitar a funcionarios y dirigentes sociales, el proyecto fortalecerá el rol de estos actores como multiplicadores de conocimiento dentro de sus comunidades. A medida que ellos lideren iniciativas energéticas exitosas, se generará un efecto de demostración y motivación en la ciudadanía, sensibilizando a un público más amplio sobre la importancia de la transición energética. Además, los propios procesos de capacitación incluirán módulos de sensibilización sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos de las energías renovables, potenciando una visión más informada y comprometida en los territorios.

Publicidad y marketing

El proyecto ofrece importantes oportunidades de visibilización para los municipios y organizaciones que participen. A través de campañas de comunicación en redes sociales, medios locales y eventos públicos, se podrá destacar el compromiso de las autoridades locales y las comunidades con el desarrollo sostenible. La difusión de historias de éxito, como la obtención de fondos para proyectos energéticos innovadores, fortalecerá la imagen institucional de los municipios y posicionará a las comunidades organizadas como protagonistas de la transición energética. Además, la generación de material gráfico y audiovisual sobre los procesos de capacitación y sus resultados servirá como una herramienta de marketing territorial para atraer nuevas oportunidades de colaboración y financiamiento.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Tabla 64. Proyecto emblemático N°3.

| Proyecto Emblemático N°3 | |
|--|--|
| Nombre | <i>Instalación estratégica de baterías para respaldo solar en CESFAM y hogares electrodependientes</i> |
| Resultado de priorización | <i>Este proyecto es de prioridad media y se estima que debe ser implementado durante el periodo del 2030 al año 2034.</i> |
| Objetivo y meta asociada | <p><i>Objetivo 2: Integrar el uso de tecnologías ERNC en el sector público, privado y residencial de la comuna.</i></p> <p><i>Meta 2: Integrar tecnologías de ERNC en el 50% de los edificios públicos nuevos y establecimientos de salud existentes, y en el 100% de hogares electrodependientes de la comuna en un plazo de 10 años.</i></p> |
| Descripción del proyecto | |
| <p><i>Esta acción tiene como propósito implementar un sistema de respaldo energético basado en baterías para CESFAM y hogares con personas electrodependientes en la comuna de Llanquihue, con el fin de mitigar los impactos de cortes de suministro eléctrico. La selección de los sitios se realizará de forma estratégica considerando criterios de vulnerabilidad, necesidad crítica y continuidad operativa. Las baterías se integrarán a sistemas fotovoltaicos existentes o nuevos, para maximizar el aprovechamiento de energías renovables y asegurar el suministro durante emergencias o interrupciones de red.</i></p> | |
| Fuentes de financiamiento | |
| <p><i>El costo asociado de este proyecto es de aproximadamente Entre \$7.000.000 y \$12.000.000 por punto de instalación, dependiendo de la capacidad requerida.</i></p> <p><i>Algunas opciones de financiamiento son:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Subsecretaría de Energía - Programa de Acceso a Energía (PAE)</i> - <i>Ministerio de Salud - Programas de Infraestructura Resiliente</i> - <i>Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)</i> | |
| Potencial para el desarrollo económico regional | |

La instalación de sistemas de respaldo energético dinamizará la actividad económica local mediante la contratación de proveedores, instaladores y técnicos especializados en energías renovables y almacenamiento de energía. Esta iniciativa fortalecerá además el ecosistema regional de servicios de ingeniería y mantenimiento en tecnologías de energía limpia, estimulando la generación de empleos calificados. Al mismo tiempo, reducirá los costos asociados a fallas eléctricas en centros de salud y disminuirá las pérdidas económicas que sufren familias electrodependientes por cortes prolongados, mejorando así la resiliencia económica de las comunidades más vulnerables.

Resultados económicos y sociales a corto plazo

En el corto plazo, los CESFAM y hogares beneficiados contarán con una fuente segura de respaldo eléctrico, reduciendo el riesgo de interrupciones en la atención médica y salvaguardando la vida de personas electrodependientes. Esto se traducirá en una mejora significativa en la calidad del servicio de salud primaria y en la tranquilidad y seguridad de las familias. Además, se generarán ahorros al evitar la necesidad de costosas soluciones de emergencia como generadores diésel, promoviendo un acceso más equitativo a tecnologías limpias y modernas. Socialmente, el proyecto fortalecerá la confianza de la comunidad en la capacidad de respuesta del sistema público frente a contingencias energéticas.

Impacto Ambiental

La estrategia de respaldo mediante baterías solares, al prescindir del uso de generadores a combustibles fósiles, permitirá una reducción significativa en las emisiones locales de gases contaminantes y de gases de efecto invernadero. Además, al fomentar el uso combinado de energía solar y almacenamiento, se optimizará el aprovechamiento de fuentes renovables, contribuyendo a un modelo energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Grado de aceptación

Este proyecto fue priorizado con relevancia media y a mediano plazo en los procesos participativos y también por parte de los funcionarios/as municipales del Comité Energético Municipal y otros. Su priorización, responde a que el plazo de ejecución es posterior a la implementación de otros proyectos del Plan de Acción, no obstante, este proyecto fue seleccionado como proyecto emblemático por funcionarios/as municipales.

Potencial de sensibilización

El proyecto tiene un fuerte componente educativo y de sensibilización comunitaria, al demostrar de forma tangible los beneficios de la energía renovable y el almacenamiento para fines sociales críticos. La instalación de estos sistemas, especialmente en CESFAM, podrá ser utilizada como un ejemplo concreto para educar a la ciudadanía sobre la importancia de la resiliencia energética, inspirando nuevas iniciativas a nivel doméstico y comunitario. Además, se promoverá la conciencia sobre la situación de las personas electrodependientes, fomentando una mayor solidaridad y compromiso social.

Publicidad y marketing

La visibilidad del proyecto podrá ser ampliamente aprovechada mediante campañas de comunicación que destaquen el esfuerzo de los municipios en mejorar la infraestructura de salud y el bienestar de su población más vulnerable. La inauguración de sistemas de respaldo en CESFAM y su cobertura en medios locales fortalecerán la imagen institucional de las comunas como líderes en innovación social y acción climática. También se podrá generar material audiovisual mostrando testimonios de beneficiarios y el impacto positivo en sus vidas, posicionando a los municipios como referentes en la implementación de soluciones energéticas justas y sostenibles.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

11. Conclusiones

El desarrollo de la Estrategia Energética Local fue el primer paso del municipio en el Programa Comuna Energética, esto permitió poder realizar un diagnóstico energético territorial y elaborar un plan de acción para el corto, mediano y largo plazo que responde a los desafíos y oportunidades que existen en la comuna en materia de energía.

Dentro de los próximos pasos será fundamental que el Comité Energético Municipal establezca sesiones de trabajo periódicas para darle seguimiento a la Estrategia y avanzar en la implementación de esta. Para esto se recomienda tener en consideración las siguientes acciones:

- Establecer contacto con la Agencia de Sostenibilidad Energética y Seremi de Energía para revisar la oferta de programas y concursos disponibles para financiar e impulsar proyectos energéticos.
- Difundir la Estrategia Energética Local entre los actores clave de la comuna.
- Establecer reuniones periódicas entre el Comité Energético Municipal y Alcaldía para comentar los avances, desafíos y oportunidades en la implementación de la Estrategia.
- Registrar el avance en la implementación de la EEL de forma que sea traspasable en caso de cambio de profesionales del municipio.
- Asistir a capacitaciones o actividades de carácter regional o nacional del Programa Comuna Energética.



Finalmente se recomienda mantener un contacto directo con la Agencia de Sostenibilidad Energética con el fin de estar al tanto de las nuevas capacitaciones, concursos o iniciativas que se están impulsando y se puedan complementar con la EEL, tales como el Programa Mejor Escuela, Programa Casa Solar, entre otros. Esto con el objetivo de facilitar y fomentar el desarrollo energético sostenible en la comuna.

12. Anexos

12.1. Resultados de ECSE.

12.1.1. Aislación térmica en techumbre

Figura 38. Resultados de mejora de aislación térmica de techumbre.

| Resultados | Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Total Estimada (kWh/año)/m ² | Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Total Estimado (kWh/año)/m ² | Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m ² | Costos Estimados Iniciales (UF)/m ² | Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)/m ² | Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m ² | Emisiones de CO ₂ (T CO ₂ e)/m ² | Pay-Back (años) |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|---|-----------------|
| Base | 271.53 | 2.29 | 273.81 | 452.54 | 0.00 | 452.93 | 2.27 | 5.20 | 3.35 | 74.32 | 91.39 | - |
| Mejorado | 198.24 | 2.70 | 200.94 | 330.40 | 0.00 | 330.42 | 1.65 | 5.56 | 6.33 | 59.91 | 66.63 | 1.00 |
| Optimizado | 63.16 | 5.92 | 69.08 | 18.04 | 1.69 | 19.76 | 0.05 | 8.18 | 6.03 | 15.05 | 7.11 | 2.00 |
| Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%) | 26.99 | -18.12 | 26.61 | 26.99 | 0.00 | 27.05 | 27.02 | -6.94 | -89.12 | -0.19 | 27.09 | - |
| Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%) | 76.74 | -158.60 | 74.77 | 96.01 | 0.00 | 95.64 | 98.01 | -57.20 | -79.94 | -0.80 | 92.22 | 1.00 |

Fuente: Resultados de software ECSE, 2024.

12.1.2. Aislación térmica en muros de fachada

Figura 39. Resultado de mejora de aislación térmica en muros.

| Resultados | Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Total Estimada (kWh/año)/m ² | Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Total Estimado (kWh/año)/m ² | Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m ² | Costos Estimados Iniciales (UF)/m ² | Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)/m ² | Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m ² | Emisiones de CO ₂ (T CO ₂ e)/m ² | Pay-Back (años) |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|---|-----------------|
| Base | 271.53 | 2.29 | 273.81 | 452.54 | 0.00 | 452.93 | 2.27 | 5.20 | 3.35 | 74.32 | 91.39 | - |
| Mejorado | 241.63 | 2.52 | 244.15 | 402.72 | 0.00 | 402.75 | 2.02 | 5.97 | 6.77 | 71.26 | 81.21 | 3.00 |
| Optimizado | 63.16 | 5.92 | 69.08 | 18.04 | 1.69 | 19.76 | 0.05 | 8.18 | 6.03 | 15.05 | 7.11 | 2.00 |
| Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%) | 11.01 | -10.04 | 10.83 | 11.01 | 0.00 | 11.08 | 11.04 | -14.74 | -102.20 | -0.04 | 11.13 | - |
| Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%) | 76.74 | -158.60 | 74.77 | 96.01 | 0.00 | 95.64 | 98.01 | -57.20 | -79.94 | -0.80 | 92.22 | -1.00 |

Fuente: Resultados de software ECSE, 2024.

12.1.3. Aislación térmica en ventanas y puertas

Figura 40. Resultado de mejora de aislación térmica en ventanas y puertas.

| Resultados | Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Total Estimada (kWh/año)/m ² | Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Total Estimado (kWh/año)/m ² | Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m ² | Costos Estimados Iniciales (UF)/m ² | Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)/m ² | Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m ² | Emisiones de CO ₂ (T CO ₂ e)/m ² | Pay-Back (años) |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|---|-----------------|
| Base | 271.53 | 2.29 | 273.81 | 452.54 | 0.00 | 452.93 | 2.27 | 5.20 | 3.35 | 74.32 | 91.39 | - |
| Mejorado | 221.15 | 2.71 | 223.85 | 368.58 | 0.00 | 368.60 | 1.84 | 5.89 | 6.33 | 65.78 | 74.33 | 2.00 |
| Optimizado | 63.16 | 5.92 | 69.08 | 18.04 | 1.69 | 19.76 | 0.05 | 8.18 | 6.03 | 15.05 | 7.11 | 2.00 |
| Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%) | 18.55 | -18.19 | 18.25 | 18.55 | 0.00 | 18.62 | 18.58 | -13.18 | -89.12 | -0.11 | 18.67 | - |
| Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%) | 76.74 | -158.60 | 74.77 | 96.01 | 0.00 | 95.64 | 98.01 | -57.20 | -79.94 | -0.80 | 92.22 | 0.00 |

Fuente: Resultados de software ECSE, 2024.

12.1.4. Estudio con todas las mejoras

Figura 41. Resultados de mejora de aislación térmica con todas las medidas.

| Resultados | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|---|-----------------|
| | Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)/m ² | Demanda Total Estimada (kWh/año)/m ² | Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)/m ² | Consumo Total Estimado (kWh/año)/m ² | Costos Totales Estimados Energía (UF/año)/m ² | Costos Estimados Iniciales (UF)/m ² | Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)/m ² | Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m ² | Emisiones de CO ₂ (T CO ₂ e)/m ² | Pay-Back (años) |
| Base | 271.53 | 2.29 | 273.81 | 452.54 | 0.00 | 452.93 | 2.27 | 5.20 | 3.35 | 74.32 | 91.39 | - |
| Mejorado | 123.69 | 3.87 | 127.55 | 206.15 | 0.00 | 206.17 | 1.03 | 6.76 | 6.77 | 43.49 | 41.58 | 2.00 |
| Optimizado | 63.16 | 5.92 | 69.08 | 18.04 | 1.69 | 19.76 | 0.05 | 8.18 | 6.03 | 15.05 | 7.11 | 2.00 |
| Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%) | 54.45 | -68.85 | 53.42 | 54.45 | 0.00 | 54.48 | 54.46 | -30.00 | -102.20 | -0.41 | 54.51 | - |
| Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%) | 76.74 | -158.60 | 74.77 | 96.01 | 0.00 | 95.64 | 98.01 | -57.20 | -79.94 | -0.80 | 92.22 | 0.00 |

Fuente: Resultados de software ECSE, 2024.

12.2. Listas de Asistencia

Tabla 65. Lista de asistencia de todas las instancias participativas.

| Taller tipo A urbano | | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|---|----------------|
| | Nombre | Organización | Contacto | Sector |
| 1 | Luis Olavarria | Escuela Gabriela Mistral | luis.olavarria@slellanquihue.cl | Sociedad Civil |
| 2 | Olivia Oyarzo | Municipalidad de Llanquihue | ooyarzo@llanquihue.cl | Público |
| 3 | Gemita Asencio Ruiz | Junta de Vecinos Empart | gemiasenr@gmail.com | Sociedad Civil |
| 4 | Marcelo Schneisser | Mödinger Hermanos | marcelo.schneusser@cecinasllanquihue.cl | Privado |
| 5 | David Cantero | Mödinger Hermanos | david.cantero@cecinasllanquihue.cl | Privado |
| 6 | Graciela Díaz | Particular | gracieladiazlefofost@gmail.com | Sociedad Civil |
| 7 | Pablo Richard | Engie | pablo.richards@engie.com | Privado |
| 8 | Nicolas Maturana | Nodo | naturana@nodochile.cl | Privado |
| 9 | Eric Oyarzo | Prodesal | eric.oyarzo@gmail.com | Público |
| 10 | Francisco Cardenas | Secplan | fjcs073@gmail.com | Público |
| 11 | Patricio Bahamonde | Municipalidad Llanquihue | fomentoproductivo@llanquihue.cl | Público |
| 12 | Cyntia Soto | Secplan | dibujantesecplan@llanquihue.cl | Público |

| | | | | |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 13 | Allan Vasquez | Asociación Municipalidades | a.vasquez.otey@gmail.com | Público |
| 14 | Rossana Mora | Gore los Lagos | romora@goreloslagos.cl | Público |
| Taller tipo A rural | | | | |
| 15 | Emilio Urriola | Eólica Los Lagos | eaurreola@gmail.com | Privado |
| 16 | Gloria Pérez | JJVV Loncotoro | yeyaperez@live.cl | Sociedad Civil |
| 17 | María Paredes | Prodesal | m.angelicaparedes@gmail.com | Sociedad Civil |
| 18 | Herma Carrillanca | CL Carrillanca | comunidadcarrillanca@gmail.com | Sociedad Civil |
| 19 | Elisabeth Coli | CL carrillanca | elisabethcoligallardo@gmail.com | Sociedad Civil |
| 20 | Margot Caro Bohle | Prodesal | - | Sociedad Civil |
| 21 | Marcelo Jaramillo | JJVV Linea Solar | - | Sociedad Civil |
| 22 | Juan Gonzalez | JJVV Colegual Macal | - | Sociedad Civil |
| Taller tipo B urbano | | | | |
| 23 | Jose SAldivia | JJ.VV.R.Hudsw | - | Sociedad Civil |
| 24 | Heinz Scharz | J.J.VV | - | Sociedad Civil |
| 25 | Rodrigo Salgado | Caleta Bay | rsalgado@caletabay.cl | Privado |
| 26 | Luna Walker | Caleta Bay | iwalker@caletbay.cl | Privado |
| 27 | Rodrigo Alay | Caleta Bay | - | Privado |
| 28 | Nelso Mansilla | JJVV Richard Hudson | mansilladiaznelso@gmail.com | Sociedad Civil |
| 29 | Jackeline Moras | T.Lab.I.G.A | - | Privado |
| 30 | Viviana Millaquipai | Feria Lago Llanquihue | vpmillaqiopai@gmail.com | Privado |
| 31 | Paula Silva | Feria Lago Llanquihue | paulsc1978@gmail.com | Privado |
| 32 | Cristina Cárdenas | Comité Llanquihue | cristinacardenac30@gmail.com | Público |
| 33 | Cristopher Stager | DOM | - | Público |
| 34 | Carmen Vidal | Municipalidad concejala | carmenvidal.podologa@gmail.com | Público |
| 35 | Maximiliano Alvarez | Secretaría concejala | - | Público |
| 36 | Santiago Cirio | Club de Leones | santiago_cirio@hotmail.com | Privado |

| | | | | |
|----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 37 | Roxana Muñoz | Secretaria Don Juan concejal | roxana.xegmos@gmail.com | Público |
| 38 | Juan Maldonado | Concejal | jmaldonado@llanquihue.cl | Público |
| 39 | Olivia Oyarzo | U.M.A.A O | ooyarzo@llanquihue.cl | Privado |
| 40 | Patricio Bahamonde | Fomento Productivo | - | Público |
| 41 | Nery Ongrelo | J.J.V.V el Solar | - | Sociedad Civil |
| 42 | Betsabe Jofré | Seremi de Energía | bjogre@minenergia.cl | Público |
| 43 | Carmen Mansilla | Asor.cuenca del Lago | contacto@cuencalagollanquihue.cl | Público |
| 44 | Liliana Retamal | J.J.V.V Alto Llanquihue | - | Sociedad Civil |
| Taller tipo B rural | | | | |
| 45 | Olivia Oyarzo | Municipalidad de Llanquihue | ooyarzo@llanquihue.cl | Público |
| 46 | Sonia Andes | Adulto Mayor Loncotoro | - | Sociedad civil |
| 47 | Benjamín P. | Adulto Mayor Loncotoro | - | Sociedad civil |
| 48 | Francisco Reyes | APR Loncotoro | pananrsx@hotmail.com | Sociedad civil |
| 49 | Ana María Godoy | APR Loncotoro | fantasmaok@hotmail.com | Sociedad civil |
| 50 | Luis A. | JVV Renacer | - | Sociedad civil |
| 51 | Orieta Muñoz | JVV Loncotoro | - | Sociedad civil |
| 52 | Patricio V. | JVV Loncotoro | - | Sociedad civil |
| 53 | Patricio Bahamonde | Municipalidad de Llanquihue | fomentoproductivo@llanquihue.cl | Público |
| 54 | Betsabé Jofré | Seremi de Energía | bjofre@minenergia.cl | Público |
| 55 | María Ignacia López | Agencia SE | mlopez@agenciase.org | Público-Privado |
| | | | | |

Fuente: Elaboración propia, 2025.

12.2.1. Cuestionario buzón energético

Durante el 2024 la Municipalidad de Llanquihue comenzó el proceso de elaboración de su Estrategia Energética Local (EEL), instrumento de planificación de los recursos energéticos de la comuna.

Para ello es de suma importancia levantar la opinión de todas y todos los actores relevantes del territorio. Es por esto que hemos dispuesto el presente Buzón Energético Virtual, que tiene por objetivo recopilar los principales desafíos energéticos y levantar ideas y/o proyectos energéticos que te gustaría ver ejecutados en la comuna. Pudiendo rescatar información de manera masiva de diferentes actores, tales como miembros de la sociedad civil, funcionarios públicos y aquellas empresas que ejecutan sus operaciones dentro del territorio comunal o bien que tienen interés en el territorio.

Es importante que los insumos y aportes sean concretos cuando ingreses los desafíos y proyectos que te gustaría que se ejecutaran en la comuna. Lo anterior, indicando el lugar específico del proyecto o desafío, por ejemplo:

"Me gustaría que la escuela básica Gabriela Mistral tuviera un programa de educación sobre eficiencia energética para todos sus estudiantes"

"Me gustaría que se instalen paneles solares en las casas pertenecientes a la Junta de Vecinos Las Américas"

Recordar que puede sugerir más de un proyecto o idea energética.

De antemano, le agradecemos enormemente por su participación.

1. ¿Con qué conceptos asocias la identidad de la comuna de Llanquihue? (Esta pregunta busca identificar y diferenciar a la comuna de Llanquihue de otras. En otras comunas se han elegido conceptos como Patrimonio, Cultura, Turismo, Comercio, Cerros, Playa, Isla, Caluroso, entre otros. Se pueden utilizar tanto palabras como frases y se puede incluir más de un concepto si se desea)
2. ¿Cuál es tu visión para el futuro de la comuna de Llanquihue en relación a el desarrollo de proyectos energéticos y la gestión energética de la comuna? (Otras comunas han sugerido visiones que incluyen concientización ambiental, educación energética, generación eléctrica en base a energías renovables, responsabilidad ambiental en el desarrollo de proyectos, entre otros)
3. ¿Cuál(es) crees que son los principales desafíos en torno a la energía en la comuna?
4. ¿Qué proyectos y/o programas energéticos te gustaría que se implementaran en la comuna?

13. Bibliografía

- Agencia de Sostenibilidad Energética (2025). *Comuna Energética*. <https://www.comunaenergetica.cl/elpais.com>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2024). *Ley N° 21.378 sobre Eficiencia Energética*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar/imprimir?idNorma=1201378&idVersion=2024-03-01>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2024). *Reporte Comunal de Llanquihue 2024*. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2024&idcom=10107
- CONAF (2025). *Sistema de Información Territorial (SIT)*. <https://sit.conaf.cl/>
- Coordinador Eléctrico Nacional (2022). *Reporte PMGD Octubre 2022*. <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2022/11/Reporte-PMGD-October-2022.pdf>
- Diario de Puerto Montt (2023). *Saesa recupera servicio de clientes afectados por tormenta eléctrica en la provincia de Llanquihue*. <https://www.diariodepuertomontt.cl/noticia/actualidad/2023/07/saesa-recupera-servicio-d-e-clientes-afectados-por-tormenta-electrica-en-la-provincia-de-llanquihue>
- Diario Oficial de la República de Chile (2024). *Publicación de normativa relacionada*. <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/10/05/43966/01/2551835.pdf>
- Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) Dirección Meteorológica de Chile- Servicios Climáticos. *Precipitación Histórica de la Estación El Tepual Puerto Montt Ap. (410005)*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/historico/aguaCaidaHistoricaMensual/410005>
- Energía Región. (2024). *Región de Los Lagos*. <https://energiaregion.cl/region/LAGOS>
- iNaturalist (2025). *Observaciones de la especie con taxon_id=74482*. https://www.inaturalist.org/observations?taxon_id=74482
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024). *Resultados CENSO 2017*. <http://resultados.censo2017.cl/>
- Instituto Forestal (2025). *Sistema de Información y Monitoreo de Ecosistemas Forestales (SIMEF)*. https://simef.infor.cl/reporte_lenia/
- Ministerio de Energía de Chile (2022a). *Informe Análisis Básico del Consumo Eléctrico Residencial*. <https://energiaparatodos.cl/wp-content/uploads/2022/05/Informe-Analisis-Basico-consumo-electrico-residencial.pdf>
- Ministerio de Energía de Chile (2022b). *Informe Anual del Balance Nacional de Energía 2020*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2022_informe_anual_bne_2020.pdf
- Ministerio de Energía de Chile (2022c). *Plan Energético Nacional 2050 – Actualización marzo 2022*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf
- Ministerio de Energía. (2022d). *Transición energética de Chile Política Energética Nacional Actualización 2022*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf

- Ministerio de Energía de Chile (2025). *Eficiencia Energética*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/eficiencia-energetica_16-nov.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (2024). *Declaratoria de zona saturada para macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos*. <https://mma.gob.cl/diario-oficial-publica-esperada-declaratoria-de-zona-saturada-para-macrozona-centro-norte-de-la-region-de-los-lagos/>
- Municipalidad de Llanquihue. (2019). *Plan Regulador Comunal de Llanquihue (PRC)*. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IAC_PRC_Llanquihue.pdf.pdf
- Municipalidad de Llanquihue. (2023). *Cuenta Pública Gestión 2023*. https://www.portaltransparencia.cl/PortalPdT/documents/10179/62801/CuentaPublica2023_compressed.pdf/4da129f0-cf36-49fc-acb6-22bf62eae508
- Ministerio de Energía de Chile (2025). *Explorador Solar*. <https://solar.minenergia.cl/exploracion>
- Ministerio de Energía de Chile. (2025). *Explorador eólico*. <https://eolico.minenergia.cl/exploracion>
- Observatorio Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia CASEN 2022. <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2022>
- Registro Social de Hogares (RSH). (2024). *BIDAT Banco Integrado de Datos* <https://bidat.midesof.cl/details/ficha/dataset/2781c3cb-1383-4b31-9bb3-fb16bdc04e14/datos-mas-destacados/html>
- Sedigas y Gasnam. (s.f.). *Tabla de equivalencias*. <https://gasnam.es/wp-content/uploads/2018/01/Nuevo-formato-2016.01.21-Tabla-GASNA-M-SEDIGAS.pdf>
- Sepúlveda, P. (2022). *2021 se convierte en el año más seco y más cálido del siglo*. La Tercera. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/2021-se-convierte-en-el-ano-mas-seco-y-mas-calido-del-siglo/MT5G2ZTL3RBJBMR45DIEIFI3U/>
- Servicio de Evaluación Ambiental (2025). *Proyectos en la comuna de Llanquihue – Sector Energía*. https://seia.sea.gob.cl/reportes/publico/rpt_proyectos_comunasAction.php?comuna=1322&presentacion=AMBOS§or=
- Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF). (2024). *Reporte de consumo de leña*. https://simef.infor.cl/reporte_leña/