

FRUTILLAR



Estrategia Energética Local 2025



ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL

Ilustre Municipalidad de Frutillar

Equipo técnico

Cristián Rojas Gonzalez
Vicente Urrutia Acuña
Javiera Briones Beltrán



 ISUSTENTABLE

Carolina Scarinci
Ana Pino
Raimundo Marchant



Revisores

Municipalidad de Frutillar
Seremi de Energía de la Región de Los Lagos
Agencia de Sostenibilidad Energética

Documento preparado para la Municipalidad de Frutillar, 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.

Santiago de Chile, septiembre de 2025.

ALCALDE

Como alcalde de Frutillar, estoy convencido de que el desarrollo de nuestra comuna debe ir de la mano de un modelo energético más justo, limpio y descentralizado. Avanzar en una planificación energética local nos permite tomar decisiones estratégicas basadas en nuestra realidad territorial y en las necesidades de nuestras vecinas y vecinos, especialmente de los sectores rurales.



La energía no es solo un recurso técnico: es una herramienta clave para mejorar la calidad de vida, facilitar el acceso a servicios esenciales, impulsar la movilidad sustentable, fortalecer el emprendimiento local y promover el uso eficiente de los recursos. Gracias a esta Estrategia Energética Local, Frutillar podrá priorizar proyectos con impacto social y ambiental positivo, aprovechar su potencial en energías renovables, y prepararse mejor ante los desafíos del cambio climático.

Esta hoja de ruta es también una invitación a la acción colectiva. Necesitamos del compromiso de la ciudadanía, de los actores públicos y privados, y del mundo educativo y social, para transformar nuestra forma de producir y consumir energía.

Queremos que Frutillar sea un referente en transición energética justa, rural y participativa. Y este es el camino.

Javier Airmendi

Alcalde de Frutillar



FRUTILLAR
MUNICIPALIDAD

AGENCIA DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

Para la Agencia de Sostenibilidad Energética, agradecemos el compromiso demostrado por los equipos municipales que han asumido el desafío de desarrollar su Estrategia Energética Local (EEL). Este instrumento constituye una herramienta fundamental para diagnosticar las necesidades energéticas del territorio, promover iniciativas impulsadas desde la comunidad y avanzar hacia una matriz energética más limpia, resiliente y descarbonizada desde lo local.

A través del Programa Comuna Energética, más de 138 comunas en todo el país están liderando este proceso de transición energética con enfoque territorial. En este contexto, el rol de los gobiernos locales resulta clave para que estas estrategias se conviertan en acciones concretas que mejoren la calidad de vida de las personas, fortalezcan la gestión municipal y fomenten el desarrollo sostenible.



Hoy, las comunas de Frutillar, Llanquihue, Puerto Octay y Puerto Varas se suman a esta red de comunas energéticas, de la mano de sus encargados energéticos locales y comités energéticos municipales. Gracias al acompañamiento técnico de la Agencia de Sostenibilidad Energética y el Ministerio de Energía, es posible avanzar en la implementación de iniciativas que representan la identidad, necesidades y aspiraciones de cada territorio.

Desde la AgenciaSE, reafirmamos nuestro compromiso con cada comuna que decide transitar este camino. Estamos convencidos de que la transformación energética del país se construye desde los territorios, con enfoque local, participación ciudadana y visión de futuro.

ROSA RIQUELME HERMOSILLA



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

Directora ejecutiva Agencia de Sostenibilidad Energética

ÍNDICE

| Contenido | Página |
|---|--------|
| Comuna Energética Contextualización del Programa Comuna Energética | 7 |
| Diagnóstico territorial Presentación del diagnóstico territorial de Frutillar | 10 |
| Diagnóstico de Pobreza Energética Presentación del diagnóstico de Pobreza Energética comunal | 16 |
| Diagnóstico Energético Contextualización energética de la comuna de Frutillar | 21 |
| Potenciales de energías renovables no convencionales Presentación de diagnóstico de los potenciales de energías renovables de Frutillar | 37 |
| Potenciales de Eficiencia Energética Presentación de los potenciales de eficiencia energética en los sectores público, privado y residencial | 45 |
| Procesos participativos Resumen de los procesos participativos y resultados obtenidos | 48 |

GLOSARIO

Demanda de energía eléctrica: Es la cantidad de energía eléctrica real que se necesita para satisfacer el consumo de energía eléctrica 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.

Matriz energética: Es la combinación de fuentes de energía primaria que se utiliza en la comuna, tales como la energía solar, biomasa, biogás, hidráulica, entre otras. La matriz energética no solo incluye las fuentes empleadas, sino también el porcentaje de cada fuente.

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.

Demanda de energía térmica: Es la energía térmica real que se necesita para satisfacer el consumo de energía térmica de la comuna.

Sistema Eléctrico Nacional: Conocido por sus siglas SEN, es el sistema que incluye las instalaciones de generación, transmisión y distribución de electricidad para abastecer desde la ciudad de Arica por el norte, hasta la Isla de Chiloé, en el sur.

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.

Pobreza Energética: Es la situación en la que un hogar no puede satisfacer sus necesidades básicas de energía tales como acceso a electricidad, calefacción en zonas térmicas que lo requieren y acceso a agua caliente sanitaria, de manera asequible, segura y sostenible.



COMUNA ENERGÉTICA

1.1 Programa Comuna Energética y Estrategia Energética Local (EEL)

Comuna Energética corresponde a una iniciativa nacional desarrollada por el Ministerio de Energía en conjunto con la Agencia de Sostenibilidad Energética. Su finalidad es fortalecer la gestión energética a nivel comunal y fomentar la participación activa de municipios y actores locales en la creación e implementación de proyectos innovadores y replicables en materia de energía sustentable en el territorio nacional.

El IPCC (Informe de Mitigación al Cambio Climático 2014) señala que, en el año 2006, las zonas urbanas concentraron entre el 67% y el 76% del consumo energético global. Además, expertos destacan que aplicar con éxito estrategias de mitigación del cambio climático a escala local puede generar beneficios adicionales para las comunidades. Por ello, se vuelve fundamental impulsar de manera constante el desarrollo energético sustentable a nivel local, junto con el fortalecimiento de la gestión energética municipal, con el objetivo de avanzar en la resiliencia climática, competitividad y eficiencia del sector energético del país.

Además, el programa contempla la entrega del Sello Comuna Energética a las comunas que demuestran avances significativos en su gestión energética. Esta herramienta busca incentivar el compromiso ciudadano con el uso eficiente de la energía y promover una cultura energética participativa.

El programa tiene como objetivos:

- Involucrar a comunidades y actores locales en la planificación energética territorial.
- Fomentar un modelo energético comunal bajo en emisiones de carbono.
- Fortalecer las capacidades municipales en gestión energética local.

En el año 2024, Frutillar decidió ser parte del programa Comuna Energética, comprometiéndose a impulsar el desarrollo energético de la comuna mediante la elaboración de su Estrategia Energética Local (EEL) y la implementación de medidas en eficiencia energética, energías renovables y participación ciudadana.

1.2 Visión energética de Frutillar

La visión es una proyección energética que la comuna plantea a largo plazo, sobre cómo espera que la comuna sea en materia energética a partir de su identidad territorial y desafíos energéticos identificados. La siguiente visión, corresponde a la Visión Energética de Frutillar, la cual fue construida de forma participativa con actores del sector público, privado y la sociedad civil:

“La comuna de Frutillar, a través del **desarrollo cultural** continuo, es un espacio de **creatividad**, **integración** y **expresión** para la comunidad y visitantes. Fomentamos el desarrollo de **energías renovables**, buscando ser un modelo sostenible de progreso, que armonice la preservación de nuestra **riqueza natural** con el avance **tecnológico** y **económico**, asegurando un futuro próspero y respetuoso con el entorno para las generaciones venideras”

1.3 Objetivos y metas de Frutillar

Al igual que la Visión Energética, los objetivos y metas fueron construidos de forma participativa. Estos lineamientos fueron levantados en función de la visión energética y los diagnósticos presentados en el primer taller.

OB1 Fortalecer la planificación y coordinación entre el sector público y privado para garantizar el acceso equitativo a energía de calidad en la comuna.

M1 Establecer y mantener en funcionamiento una mesa de trabajo intersectorial y al menos 2 corporativas de compra de leña seca al 2030.

OB2 Educación y sensibilización de la comunidad respecto a la importancia del uso de otros mecanismos de calefacción, la aplicación de buenas prácticas y el uso de ERNC.

M2 Ejecutar al menos 8 instancias educativas comunitarias sobre eficiencia energética y ERNC, beneficiando al 60% de las juntas de vecinos activas de Frutillar, al 2030.

OB3 Impulsar la transición hacia fuentes de energía renovable y tecnologías eficientes para mejorar la calidad del aire, reducir la dependencia de combustibles contaminantes y garantizar el suministro energético en la comuna.

M3 Ejecutar al menos 10 proyectos de energías renovables y eficiencia energética en viviendas, edificios públicos y espacios comunitarios, en un plazo de 5 años (al 2030)

OB4 Fomentar la movilidad sostenible y mejorar el acceso al transporte en la comuna mediante el desarrollo de estrategias y alternativas de movilización.

M4 Implementar dos proyectos de movilidad sostenible en Frutillar que beneficien al menos al 50% de la población urbana y periurbana, en un plazo de 10 años.

2

DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

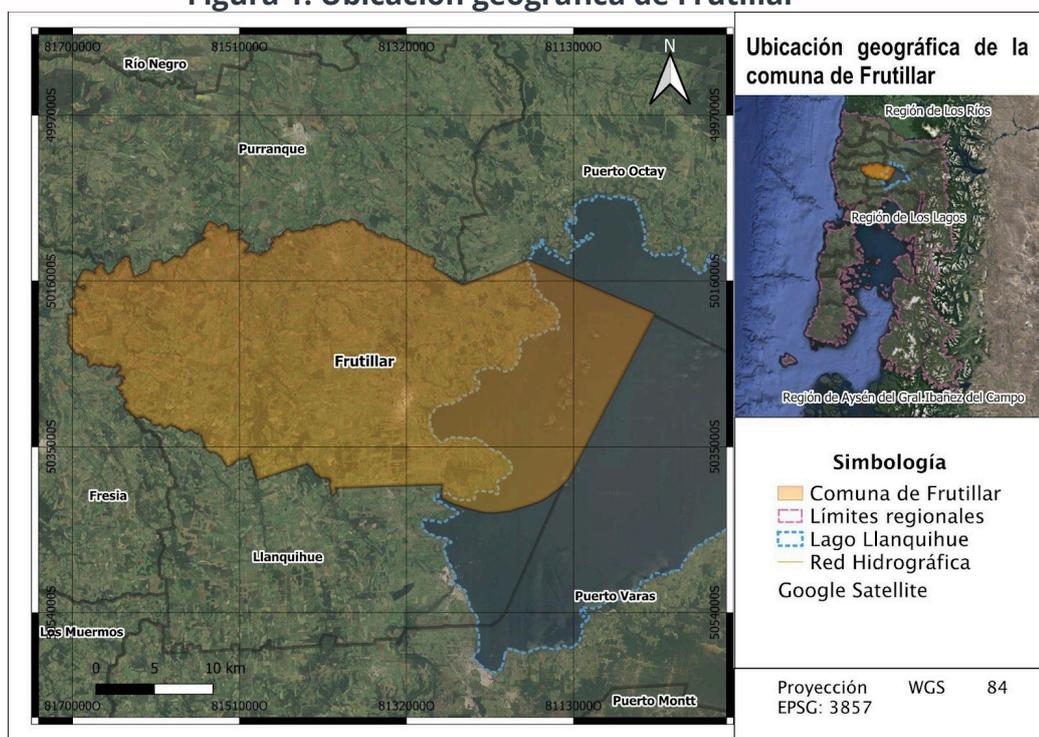
En este capítulo se presenta el contexto de Frutillar, lo cual es esencial para comprender la realidad de la comuna en términos territoriales, sociales, económicos, ambientales e institucionales. Es fundamental contar con este conocimiento para poder identificar las posibles iniciativas energéticas que formarán parte del plan de acción energético de la comuna.

2.1 Límites de influencia

Frutillar se ubica en la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos, entre las coordenadas 41°07'33" latitud Sur y longitud 73°03'38" Oeste. Limita al norte con las comunas de Purranque y Puerto Octay, hacia el occidente con la comuna de Flesia, al sur con la comuna de Llanquihue y al oriente el lago Llanquihue.

Posee una superficie de 831 km² con una densidad poblacional de 27 habitantes por km², superior a la densidad regional correspondiente a 18 habitantes por km². Es una comuna que destaca por su variada oferta turística, que combina la belleza de sus paisajes con el legado histórico y cultural alemán.

Figura 1. Ubicación geográfica de Frutillar



Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2 Ámbito demográfico

De acuerdo a estadísticas generadas para el año 2024 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en base al Censo de Población y Vivienda (2024), la población de Frutillar es de 22.554 habitantes, con una variación de un 22,4% de crecimiento respecto al año 2017. De esta población, se estima que un 49,8% corresponde a hombres y un 50,2% a mujeres.

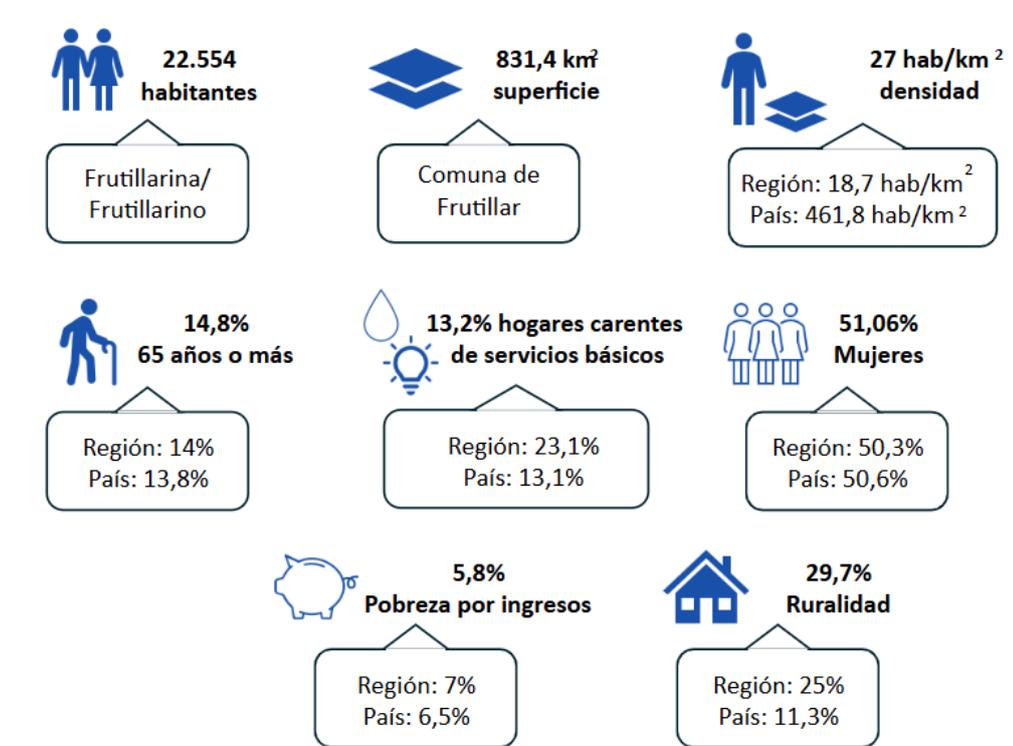
En cuanto a la población por edad, para el 2024 se estima que el 18% son menores de 15 años, 67,1% se encuentran entre 15 a 64 años y el 14,8% son adultos mayores.

Luego, la comuna presenta un Índice de Dependencia Demográfica (IDD) del 48,9% 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 82% lo cual refleja un elevado envejecimiento de los habitantes de Frutillar, que además es progresivo, pues este mismo índice para el año 2017 fue de 57,6%.

Por otra parte, el 26% de la población pertenece a pueblos originarios y un 1% son inmigrantes internacionales.

Esta información se puede ver resumida en la Figura 2 a continuación.

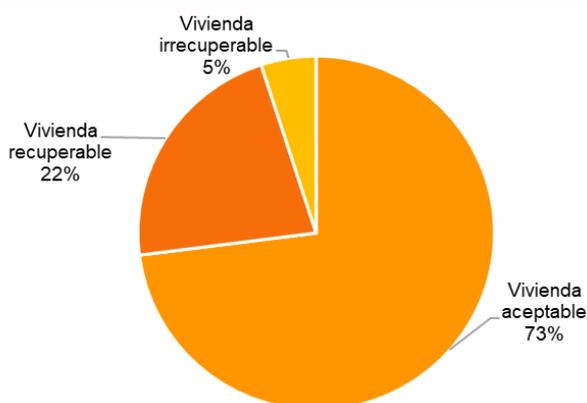
Figura 2. Gráfica resumen del perfil demográfico.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para evaluar el estado de las viviendas de la comuna, una de las formas es a través del índice de materialidad de la encuesta CASEN 2017, que permite conocer las condiciones materiales de los hogares. Este se construye a partir de los materiales predominantes en: muros exteriores, cubierta de techo y piso. En la siguiente figura, se presenta el porcentaje de viviendas de acuerdo a su índice de materialidad en Frutillar:

Figura 3. Índice de materialidad de las viviendas de Frutillar.



Fuente: Elaboración propia en base a CASEN 2017.

 **73%** tiene materiales de construcción de calidad aceptable.

 **22%** tiene materiales que pueden recuperables que se pueden mejorar.

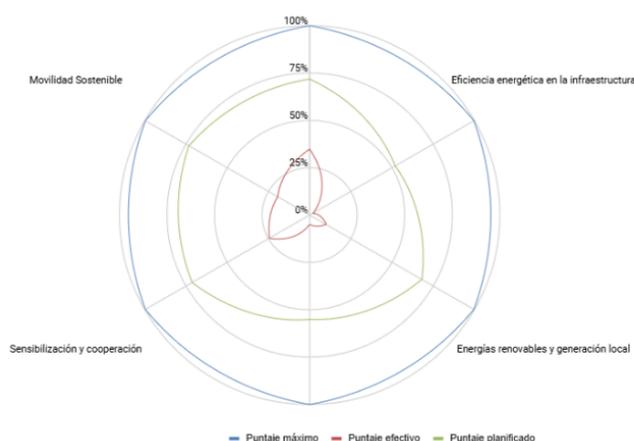
 **5%** tiene materiales irrecuperables que requieren una reconstrucción o reparación mayor.

2.3 Gestión municipal y gobernanza

En este apartado, se evalúan las medidas adoptadas y el nivel de progreso alcanzado en cada una de las seis categorías del sello “Comuna Energética” y las principales Direcciones y Departamentos que desempeñan un rol crucial en la gestión e implementación del Plan de Acción Energético. Cabe destacar que la Oficina de Medio Ambiente fue quien lideró la elaboración de la Estrategia.

El resultado de la evaluación de la gestión energética municipal, en la Herramienta del Sello Comuna Energética se presenta a continuación.

Figura 4. Evaluación con la Herramienta del Sello Comuna Energética



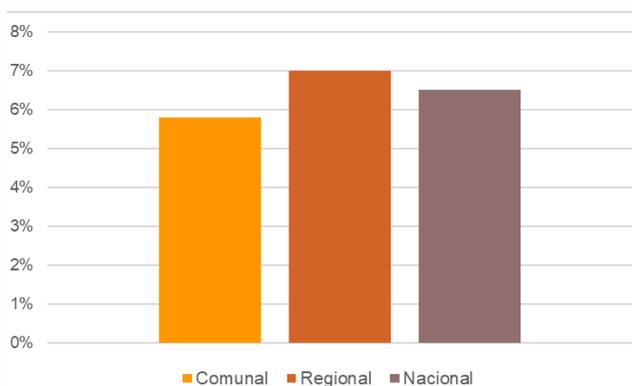
Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.4 Ámbito sociocultural

De acuerdo con los datos extraídos de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2017 y el Registro Social de Hogares (RSH) del Ministerio de Desarrollo social, la población que reside en la comuna de Frutillar presenta un **5,8% de pobreza por ingresos**, presentando un valor inferior al promedio regional de 7% y del nacional con un 6,5%.

En resumen, Frutillar presenta un total aproximado de **375** personas en situación de pobreza.

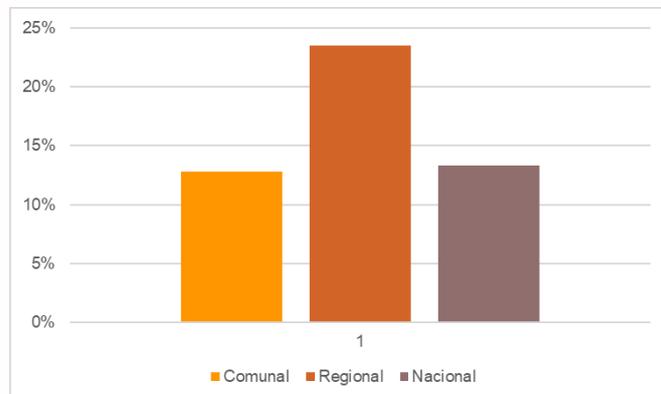
Figura 5. Gráfico de pobreza por ingresos.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por otro lado, se puede apreciar que un 12,8% de hogares carecen de servicios básicos, lo cual se ubica por debajo del promedio regional (23,5%) y nacional (13,3%). Por lo que, en cuanto a servicios básicos, es un indicador positivo para Frutillar al contrastar con la región y el país.

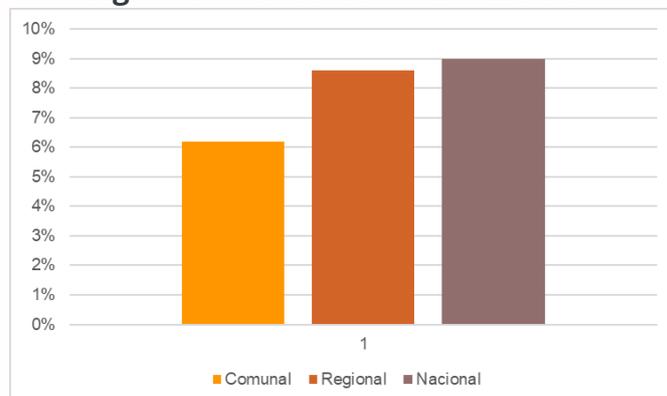
Figura 6. Gráfico de carencia de servicios básicos.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además, la comuna presenta un 6,2% de hacinamiento, lo cual sitúa a la comuna por debajo de los promedios nacional (9%) y regional (8,6%).

Figura 7. Gráfico de hacinamiento.

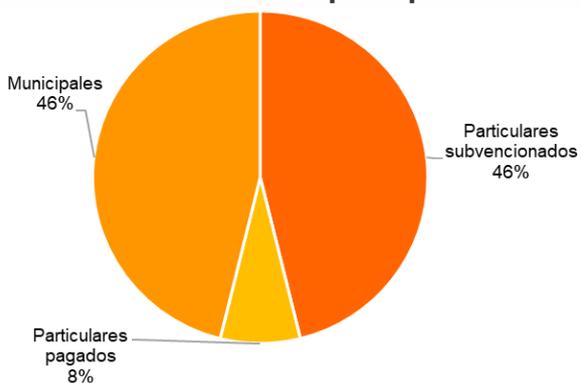


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estos indicadores son favorables para la comuna, ya que en todos ellos Frutillar registra porcentajes inferiores a los promedios regionales y nacionales, tanto en pobreza por ingresos como en hogares sin servicios básicos y en condición de hacinamiento.

De acuerdo con la información de las bases de datos proporcionadas por el Ministerio de Educación (MINEDUC), Frutillar cuenta con 26 establecimientos educacionales en total, de los cuales 12 son particulares subvencionados, 12 municipales y 2 son particulares pagados.

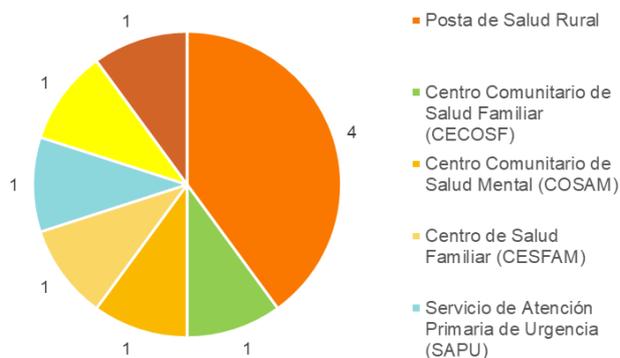
Figura 8. Gráfico de establecimientos educacionales por tipo.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En cuanto a la infraestructura de salud, según los datos proporcionados por el Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud y el Fondo Nacional de Salud (FONASA), Frutillar cuenta con 9 servicios de salud pública y 1 de salud privada, tal como se detalla en la gráfica a continuación.

Figura 9. Gráfico de infraestructura de salud.



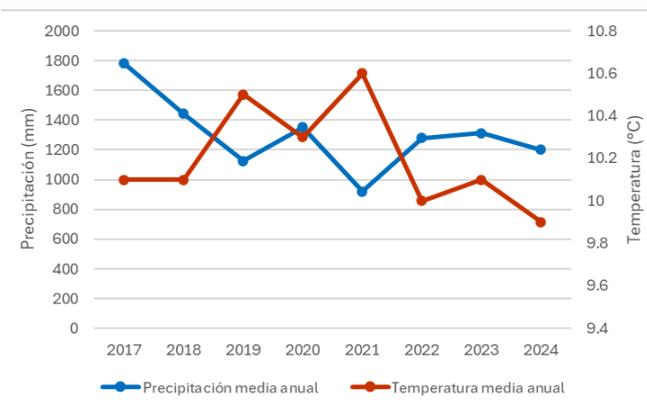
Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.5 Ámbito ambiental

Clima y temperatura

En cuanto al clima presente en Frutillar, este tiene características relativamente homogéneas a pesar de que experimenta modificaciones por la orografía e influencia oceánica y lacustre. La comuna se caracteriza por presentar un tipo de clima templado cálido con influencia Mediterránea y templado cálido lluvioso con descenso estival de las precipitaciones.

Figura 10. Precipitación y temperatura media anual de los últimos 8 años en la comuna de Frutillar.

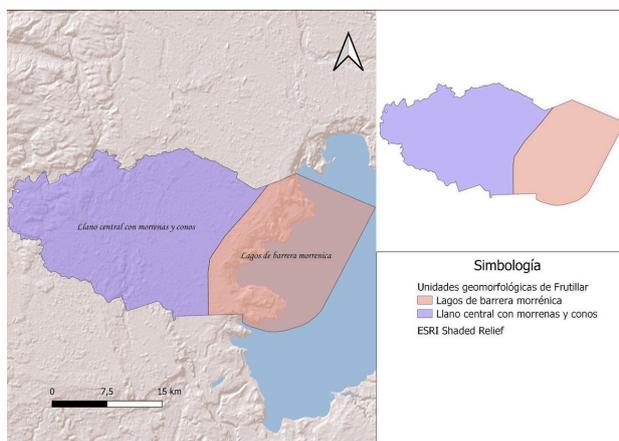


Fuente: Elaboración propia, 2025.

Geomorfología y suelos

El paisaje de Frutillar destaca por el lago Llanquihue y las terrazas glaciares formadas hace 14.500 años por el retroceso glacial, acumulando sedimentos fluviales, glaciales y volcánicos. Ubicada en la depresión intermedia, Frutillar presenta lomajes suaves y suelos compuestos por sedimentos glaciales, glaciopluviales y glacio-lacustres del Terciario Superior y Cuaternario. La ciudad se organiza en terrazas escalonadas respecto al lago: la primera, continua, se ubica a 5 metros de altura; la segunda, a 35 metros, se encuentra interrumpida por quebradas; y Frutillar Alto, a 90 metros sobre el lago, se extiende en terrenos planos que conectan con el valle central y localidades vecinas.

Figura 11. Gráfica de unidades geomorfológicas de Frutillar.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

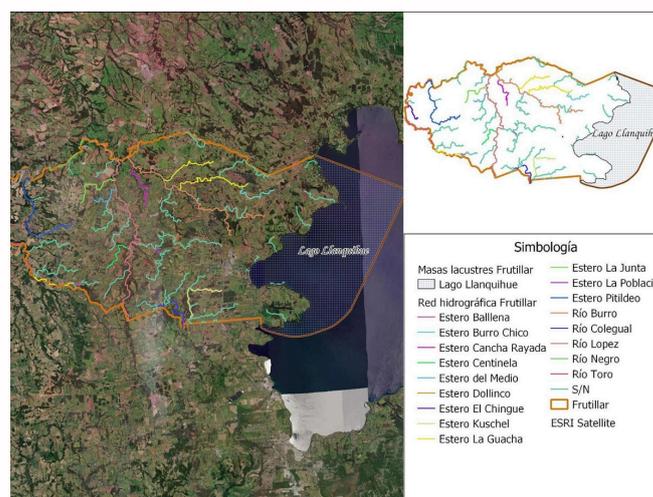
Los suelos incluyen diamictos, gravas y limos, resultado de tres glaciaciones: Llanquihue, Santa María y Río Llico. La zona ofrece vistas panorámicas al lago y a los volcanes, especialmente entre Frutillar Bajo y Frutillar Alto.

Hidrografía

Frutillar forma parte de la cuenca del río Maullín y es parte de las subcuencas como la del lago Llanquihue.

Entre sus afluentes destacan los ríos Calabozo, López, El Toro y Norte. El lago Llanquihue, con 817,66 km², es el segundo más grande de Chile, después del General Carrera. Su régimen de alimentación es pluvial, recibiendo aguas de los ríos Pescado, Blanco, Blanco Las Cascadas, Blanco Arenal, Tepú, Tempe y del estero Puma, lo que lo convierte en un cuerpo de agua clave en la región.

Figura 12. Hidrografía de Frutillar.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

3

DIAGNÓSTICO DE POBREZA ENERGÉTICA

Un hogar se encuentra en situación de Pobreza Energética (PE) cuando no tiene acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad para cubrir sus necesidades fundamentales y básicas, que permitan sostener el desarrollo humano y económico de sus miembros. Entendiéndose por servicios energéticos como los artefactos tecnológicos y fuentes energéticas que permiten usar la energía para la satisfacción de necesidades fundamentales como lo son; cocción y conservación de alimentos, acceso al agua, temperatura mínima y máxima saludable, iluminación mínima y salud de electrodependientes. Se identifica a los servicios energéticos como factores determinantes de la calidad de vida de las personas.



El Ministerio de Energía a través de su Política Energética 2050 (actualización al 2022) ha definido las siguientes dimensiones de la pobreza energética:

- **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.
- **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.

- **Asequibilidad:** corresponde 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
- **Asequibilidad o equidad:** 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.



100%
de los hogares
tiene acceso a
cocción de
alimentos



99,5%
de los hogares
tiene acceso a
energía eléctrica

3.1 Dimensión Acceso físico

En esta dimensión, Frutillar cuenta con un 99,5% de población con acceso a energía eléctrica y el 100% de la población declara tener acceso a cocción de alimentos, siendo estos indicadores positivos para la comuna.

Asimismo, 100% de los hogares declaran tener acceso a fuentes de energía para calefacción en zonas térmicas que lo requieren.

En contraste, el **8,1% de los hogares carece de un sistema para el acceso de agua caliente sanitaria (ACS)**, resultando un total de 584 hogares de la comuna, donde 276 se sitúan en la zona urbana y 308 en zona rural.



100%
de los hogares
tiene acceso a
fuentes de
calefacción

3.2 Dimensión de Calidad

La dimensión de calidad se evalúa mediante 4 indicadores:

- Duración de interrupciones del servicio eléctrico
- Hogares que utilizan leña o carbón para cocinar
- Hogares que utilizan como fuente de energía leña o carbón para Agua Caliente Sanitaria
- Hogares que utilizan leña o carbón para calefacción en zonas climáticas frías

Uno de los indicadores que requiere mayor atención en Frutillar es la cantidad de hogares que utilizan fuentes contaminantes para calefacción, con un **83,4%** del total de hogares, es decir, 5.994 hogares de la comuna aproximadamente, de los cuales **3.369 corresponden a zona urbana y 2.625 a zona rural.**

Por otro lado, se observa que el promedio anual de los últimos 5 años de interrupciones eléctricas del sistema en la comuna de Frutillar, tanto por causas internas como externas, es de 16,1 horas, por lo que las interrupciones se encuentran sobre los límites de la normativa técnica.

En cuanto a la utilización de fuentes de energía contaminantes para el sistema de Agua Caliente Sanitaria y para la cocción de alimentos, de acuerdo a la encuesta Casen 2022, estos indicadores representan una porción considerable de hogares que utilizan este tipo de fuentes. Específicamente, el 10,1% de los hogares de Frutillar utiliza leña o carbón para el sistema de agua caliente, y el 30% emplea estos mismos combustibles para la cocción de alimentos.



7,9%
utiliza leña o carbón para calefacción



30%
utiliza leña o carbón para cocción de alimentos



10,1%
utiliza leña o carbón para Agua Caliente Sanitaria

3.3 Dimensión de Habitabilidad

La dimensión de habitabilidad evidenció que el 5% de las viviendas, 359 aproximadamente, presentan un índice de materialidad irrecuperable.

Mientras que, uno de los indicadores de mayor atención corresponde a que **el 60% de las viviendas de Frutillar fueron construidas antes de la normativa térmica** del año 2000.

Por otra parte, en Frutillar se registra la presencia de dos campamentos.



60%
de viviendas construidas
antes de la implementación
de la Normativa Térmica
(2000)



2 campamentos

3.4 Dimensión de Asequibilidad o Equidad

Finalmente, la dimensión de Asequibilidad o Equidad, fue evaluada a través de un único indicador que hace referencia a la situación de pobreza en los hogares. La información fue obtenida de la encuesta CASEN 2017.

En la comuna, el 15% de los hogares se encuentran en situación de pobreza multidimensional (Pobre), mientras que, el 5,2% de los hogares se encuentran en situación de pobreza por ingresos.

Estas cifras requieren atención, pues resalta la necesidad de implementar medidas que aborden ambas dimensiones de la pobreza para mejorar las condiciones de vida en Frutillar.

15%
de los hogares en situación de
pobreza multidimensional



5,2%
de los hogares en situación
de pobreza por ingresos

En conclusión, casi la totalidad de hogares de la comuna de Frutillar tienen acceso a electricidad, cocción de alimentos y calefacción, lo cual es un progreso considerable en la erradicación de la pobreza energética.

Sin embargo, la utilización de fuentes contaminantes está presente en un 30% de los hogares para cocinar, seguido de un 10,1% para el sistema de agua caliente sanitaria.

Por otro lado, uno de los grandes desafíos de la comuna de Frutillar está relacionado a la calidad de las viviendas, donde un 60% de ellas fueron construidas antes de la normativa del año 2000, lo cual es una cifra preocupante y **debería ser una de las prioridades de la comuna en cuanto a esta dimensión.**



4

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Para el desarrollo de la Estrategia Energética Local, es necesario realizar un diagnóstico energético a nivel comunal. Esta información es relevante para los procesos participativos, ya que con base en ella, se elaboran los objetivos, metas y el plan de acción de la presente estrategia. Este diagnóstico sienta las bases para el conocimiento de la situación energética actual de la comuna y, consecuentemente, establece los cimientos necesarios para explorar los posibles desarrollos en generación de Energías Renovables y mejoras en eficiencia energética.



4.1 Oferta energética

a. Generación

En cuanto a generación eléctrica, existen 1 central ERNC correspondiente a una planta eólica.

La potencia total instalada en la comuna es de 156 (MW).

Tabla 1. Central de Generación Eléctrica de Frutillar.

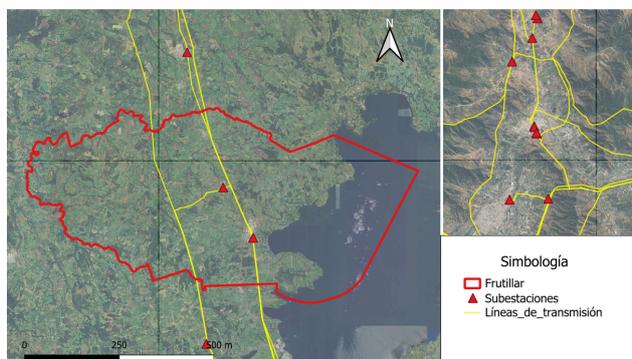
| Nombre | Tipo | Fuente de energía |
|---------------------------|---|-------------------|
| Parque eólico Puelche Sur | Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW | Eólica |

Fuente: Elaboración propia, 2025

b. Transmisión

Las empresas SAESA, Luz Osorno y Crell son las responsables de transportar, distribuir y suministrar energía eléctrica en la comuna de Frutillar. El abastecimiento se realiza mediante tres líneas de transmisión con capacidades de voltaje de 66 kV y dos de 220 kV. Estas líneas conectan las subestaciones del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de Frutillar y Frutillar Norte.

Figura 13. Ubicación de subestación eléctrica y líneas de transmisión en la comuna de Frutillar.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

c. Matriz energética

La matriz energética de Frutillar 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, los registros de distribución de leña seca inscritos en “Sello Calidad de Leña” de la Agencia SE, indican que actualmente existen 4 distribuidores al interior de la comuna.

En el caso del suministro eléctrico, cuya concesión de distribución eléctrica corresponde a las empresas SAESA, Luz Osorno y Crell, la capacidad instalada se presenta a nivel regional. La Región de Los Lagos posee centrales de generación que se dividen entre hidroeléctrica, eólicas y diesell. En este aspecto, la capacidad bruta instalada a noviembre del año 2023 corresponden a 943 MW (Coordinador Eléctrico Nacional).

Cabe mencionar que en la comuna de Frutillar se encuentran en desarrollo 4 proyectos de producción de energía eléctrica. Según los datos presentes en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, dos de estos se encuentran Aprobados, mientras que los otros se encuentran en calificación.

Tabla 2. Proyectos energéticos en evaluación para la comuna de Frutillar.

| Nombre del proyecto | Titular | Estado |
|--|---------------------------|-----------------|
| Parque Eólico Vientos del Lago | OPDE CHILE SpA | En Calificación |
| Parque Eólico Loma Verde | Engie Energía Chile S.A | En Calificación |
| Sistema de Transmisión S/E Pichirropulli - S/E Tineo | TRANSELEC CONCESIONES S.A | Aprobado |
| Parque Eólico Puelche Sur | AR Puelche Sur SpA | Aprobado |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SEIA, 2025.

4.2 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 las y los usuarios finales, las interrupciones que resultan en la pérdida total de suministro eléctrico son uno de los factores más relevantes.

Para medir la calidad de suministro respecto a las interrupciones del sistema eléctrico existe 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.

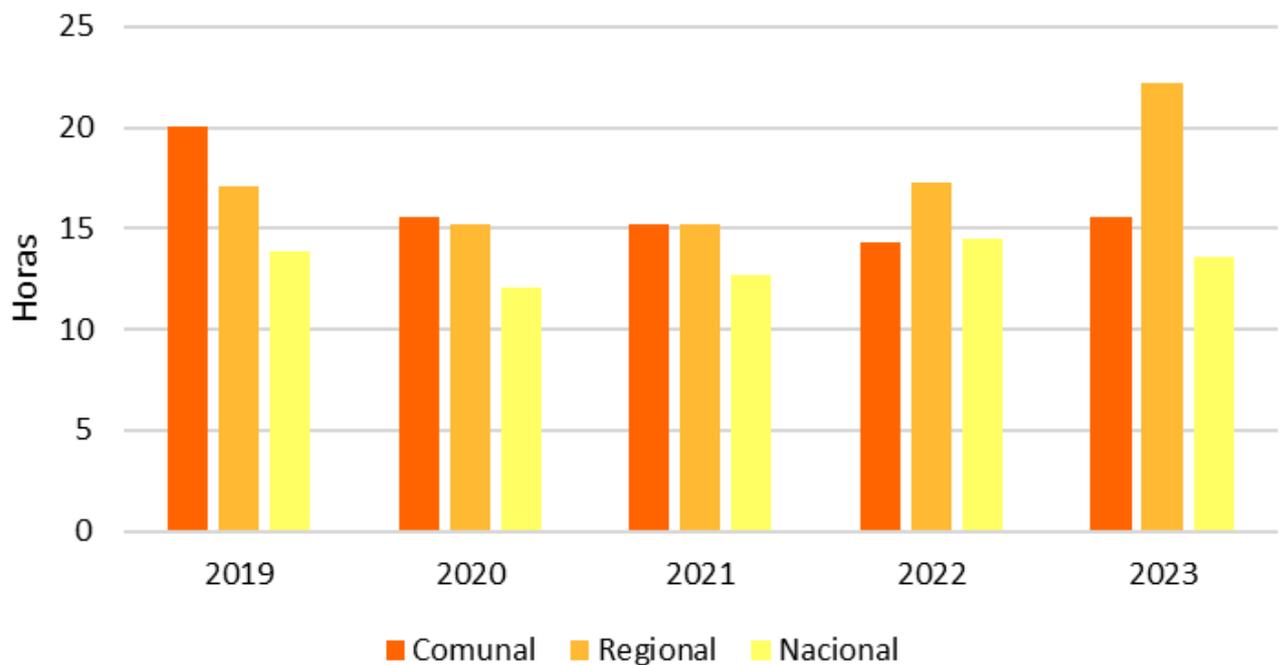
Este índice es importante porque proporciona información valiosa sobre la calidad del servicio eléctrico que se está brindando a los clientes.

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, se presenta un gráfico del SAIDI comunal, regional y nacional de los últimos 5 años que se tiene registro, comparando su evolución en este período.

Figura 14. Comparativa SAIDI comunal, regional y nacional



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

Entre 2019 y 2023, el índice SAIDI comunal de Frutillar se mantuvo por sobre del promedio nacional a excepción de una leve diferencia en el año 2022. Asimismo, respecto al índice regional se registra un nivel superior durante los años 2019 y 2020, el cual decrece y presenta una mayor diferencia a partir del 2022.

Por lo tanto, a nivel comunal el índice SAIDI presenta una tendencia a disminuir, manteniéndose cercano a las 15 horas de interrupción, lo cual se espera que siga mejorando con los futuros trabajos de modernización de redes eléctricas por las empresas de suministro.

EEL Frutillar

Según la **Política Energética Chile 2050**, el país se ha propuesto que para ese año las interrupciones del suministro eléctrico no superen **1 hora** anual por causas internas o externas.

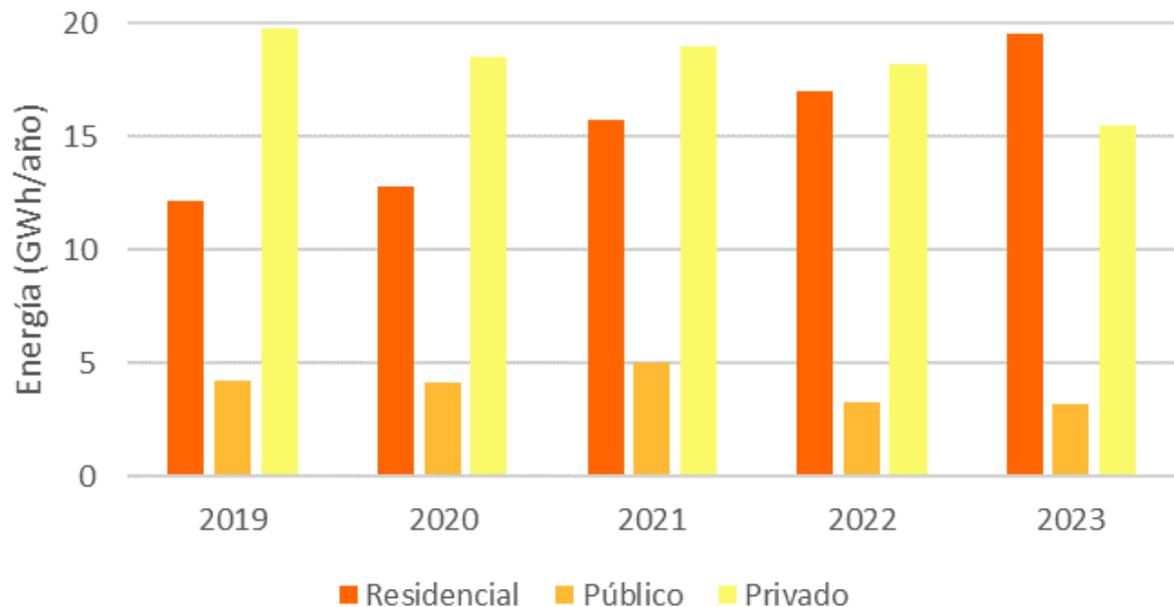
Actualmente, comunas como Frutillar presentan índices SAIDI por sobre esa meta, por lo que se **requiere avanzar en el fortalecimiento de la red de distribución para mejorar la continuidad del servicio y cumplir con los objetivos planteados a largo plazo.**



4.3 Demanda de energía eléctrica

La energía eléctrica consumida en la comuna de Frutillar se analiza en función de los últimos 5 años considerando los consumos energéticos de los sectores público, privado y residencial. Se resume en el gráfico de la Figura 15 a continuación:

Figura 15. Consumo eléctrico por tipo de cliente en los últimos 5 años en GWh/año.



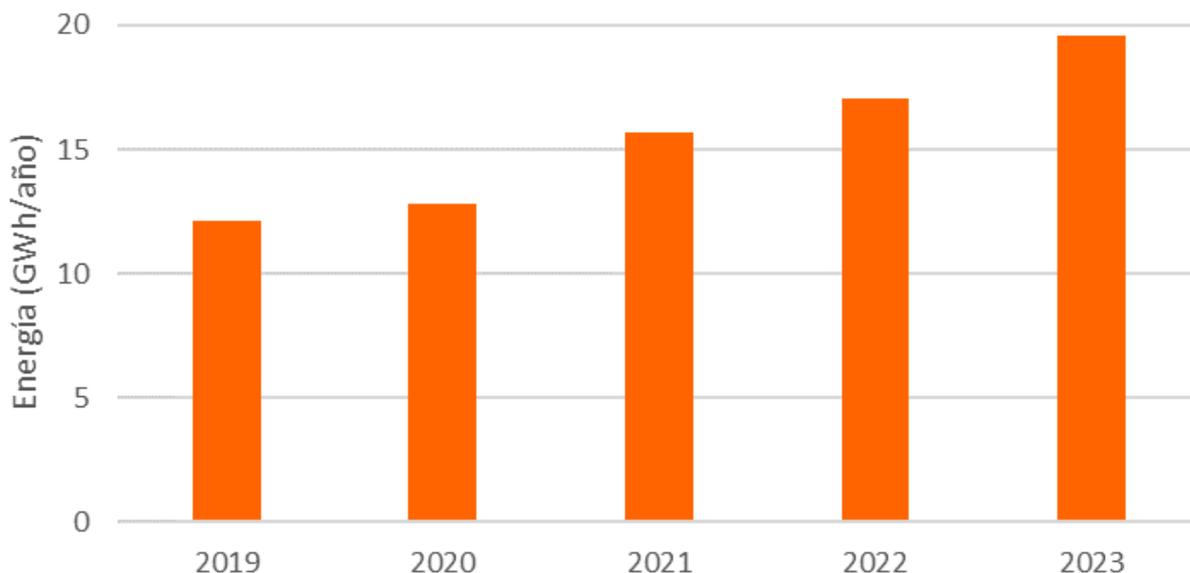
Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

Es posible observar que desde 2019 hasta el 2022 el consumo eléctrico comunal ha sido liderado por el sector privado, sin embargo, durante el año 2023, el consumo eléctrico del sector residencial destaca por sobre los otros. La demanda del sector residencial presenta un aumento progresivo a lo largo de los años, mientras que el sector privado presenta una disminución y de igual manera el sector público.

a. Demanda eléctrica residencial

Se presenta el consumo de energía eléctrica para el sector residencial en Frutillar en la siguiente figura:

Figura 16. Demanda eléctrica residencial anual de los últimos 5 años.



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

El consumo de energía eléctrica residencial en Frutillar entre los años 2020 y 2023 ha presentado una tendencia en aumento, alcanzando valores cercanos a los 20 GWh/año.

Actualmente, la comuna de Frutillar cuenta con una población estimada de 20.817 habitantes y 7.909 viviendas. Con base en el consumo residencial del año 2023, es posible estimar el consumo per cápita y por vivienda, como se muestra a continuación:



2.476
KWh/año
Consumo
por vivienda



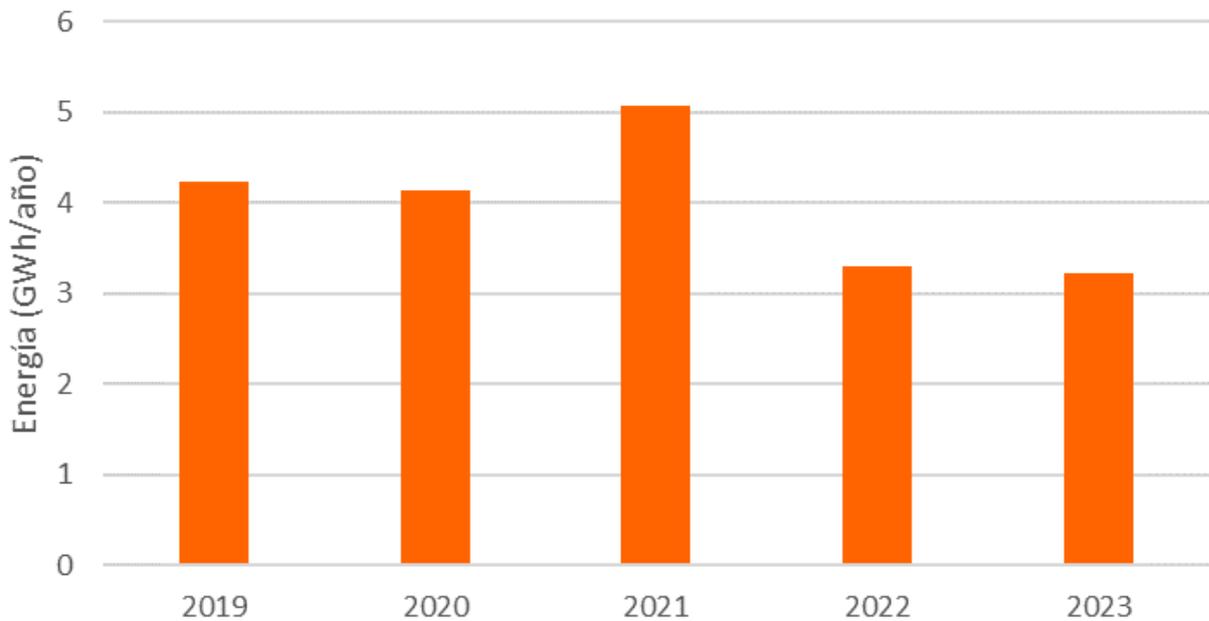
941
KWh/año
Consumo per cápita

b. Demanda eléctrica pública

El consumo de energía eléctrica pública está disponible a través del sitio web Energía Abierta.

La demanda energética de electricidad del sector público presentó un aumento en el año 2021 con una disminución que se ha mantenido estable entre los años 2022 y 2023, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 16. Consumo de energía eléctrica en el sector público.



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

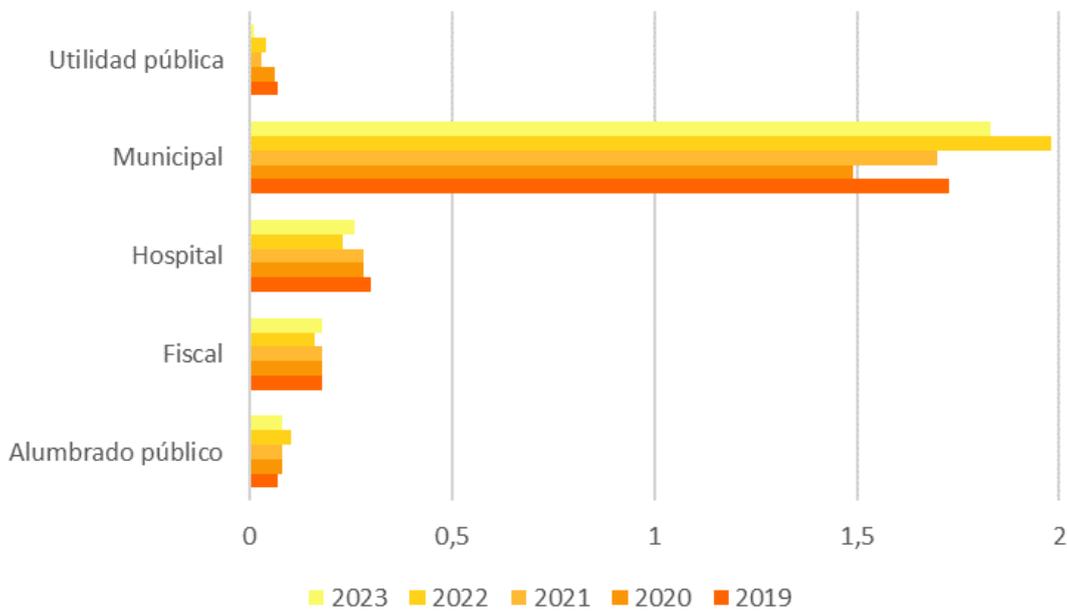
Dentro de las infraestructuras que más gasto tiene se encuentran:

- Municipal
- Hospital
- Fiscal

Dentro de la demanda energética, ha sido posible segregar el consumo público por subsector, obteniendo el siguiente gráfico:

El consumo del sector residencial es de gran relevancia, ya que representa casi el 50% de la demanda total de energía eléctrica de la comuna de Frutillar.

Figura 17. Demanda eléctrica por subsector público entre los años 2020 y 2023.

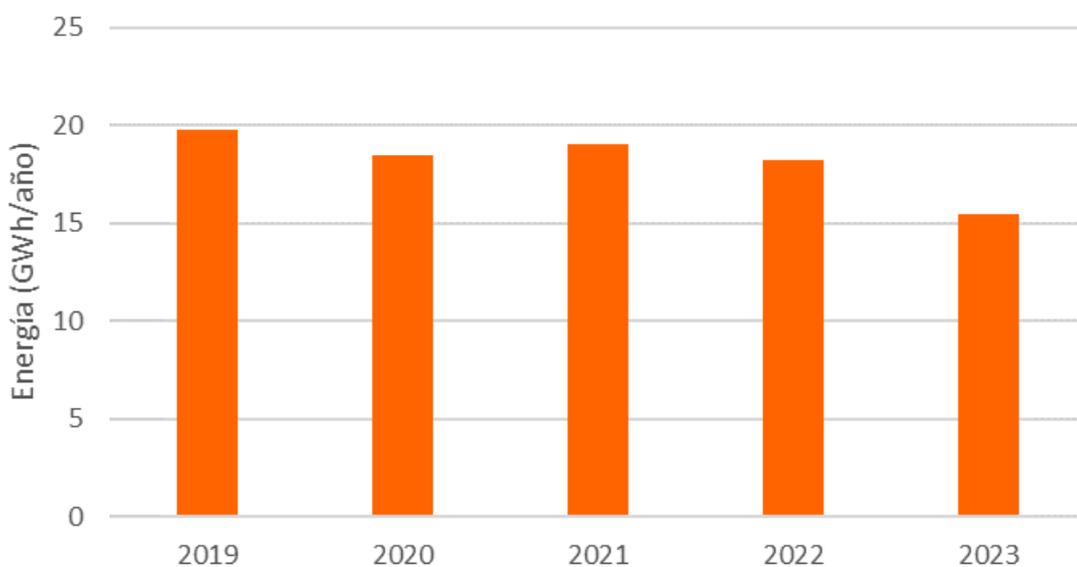


Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la SEC, 2024.

c. Demanda eléctrica privado

El consumo de privados varía en el tiempo como se muestra a continuación en el siguiente gráfico:

Figura 18. Demanda eléctrica del sector privado anual, entre los años 2020-2024.

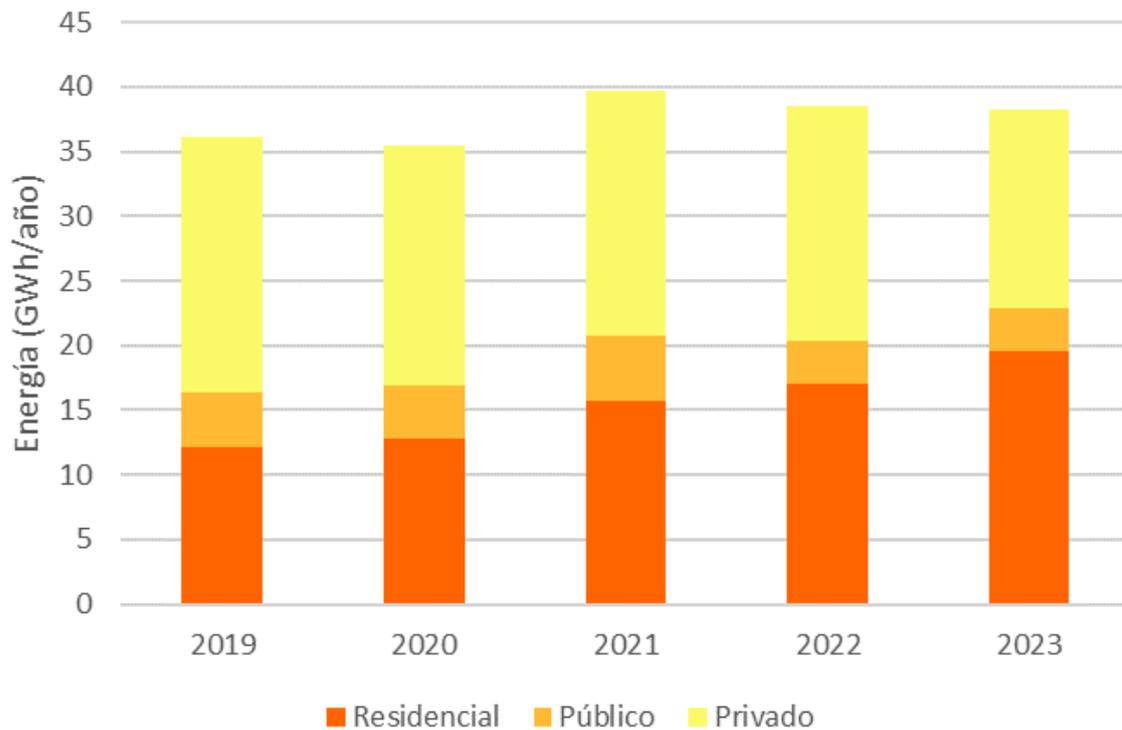


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Energía Abierta, 2024.

En el gráfico se puede observar que el consumo del sector privado ha presentado variaciones durante los últimos años, viéndose disminuída alcanzando el valor más bajo durante el año 2023.

El consumo del sector privado es el sector de mayor relevancia, ya que representa cerca del **48% de la demanda total de energía eléctrica**.

Figura 19. Consumo por tipo de cliente en Frutillar en GWh/año



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

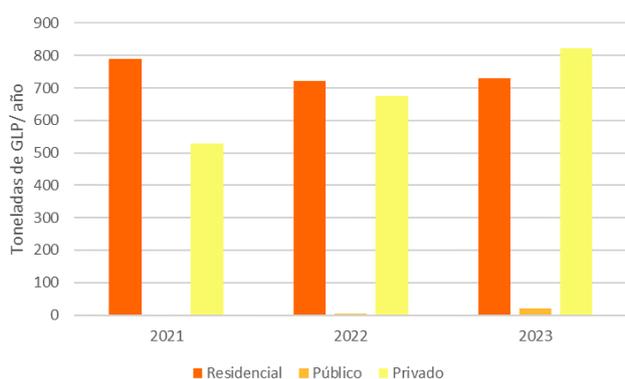
De la figura 19, se observa que la demanda eléctrica total de la comuna de Frutillar se ha mantenido entre 35,5 y 39,8 GW/h anual con una baja variación. A pesar de que la demanda del sector privado ha disminuido el último tiempo se ve compensado con el aumento de la demanda residencial. De igual manera, el sector privado se mantiene como el de mayor consumo seguido del sector residencial.

4.4 Demanda de energía térmica

a. Demanda de combustibles de uso térmico

Para conocer el consumo energético comunal de Gas Licuado del Petróleo (GLP) se solicitó información a través del portal de transparencia a empresas del rubro que suministran GLP en Frutillar. El GLP tiene su mayor utilización en el área de calefacción y cocina. En la Región de Los Lagos se consume en promedio 3,72 kg de GLP mensualmente per cápita (Energía Región 2024).

Figura 20. Consumo de GLP comunal total en Toneladas de GLP al año



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

En Frutillar, el sector residencial concentra el mayor consumo de GLP con una tendencia a la baja. En contraste con el sector privado, que siendo el segundo mayor consumidor, se observa al alza de manera progresiva.

Para ambos casos, el consumo se dio principalmente en formato envasado

b. Demanda de combustibles 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 Frutillar corresponden principalmente a gasolina de 93 octanos y petróleo diesel. El cálculo se realizó en base a la información disponible para el año 2021 en la página Energía Región, obteniendo las siguientes cifras:

Consumo comunal 2021 (m³) estimado



4.639
GASOLINA

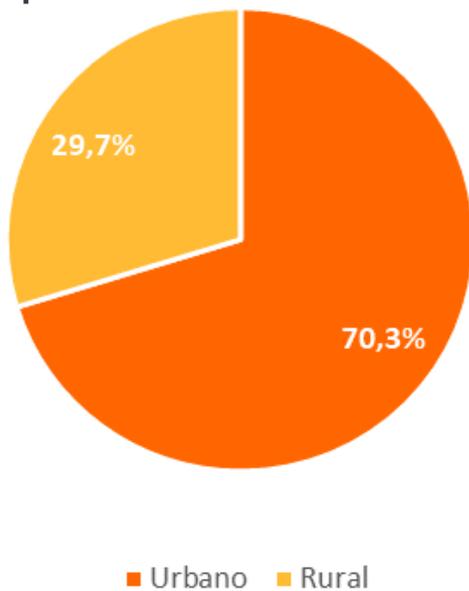
22.663
DIÉSEL

c. Demanda de leña

La leña es un combustible fundamental utilizado por los habitantes de la comuna, principalmente para el uso en calefacción. Dentro de Frutillar, existen cuatro comerciantes de leña que poseen el Sello Calidad de Leña otorgado por la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Según SIMEF, el consumo residencial de leña en Frutillar (1992-2023) se concentra mayormente en viviendas urbanas (70,3%) con 7,5 m³ por vivienda/año, frente a 11,5 m³ en viviendas rurales. El consumo total anual alcanza **35.216 m³ en áreas urbanas y 22.818 m³ para viviendas rurales**

Figura 21. Proporción de viviendas que consumen leña en Frutillar



■ Urbano ■ Rural
Fuente: Elaboración propia, 2025

En este contexto, se utiliza la siguiente relación: 1 (kg de GLP) equivale a 13,6 (kWh), 1 litro de gasolina equivale a 9,6 (kWh) y 1 litro de diésel equivale a 10,9 (kWh). Estas equivalencias permiten cuantificar de manera más precisa el consumo energético en términos de kWh y facilitar su análisis. Con estos datos y utilizando el consumo calculado en las secciones previas, la demanda energética total (en MWh) para la comuna es la siguiente:

38.060 MWh
ELECTRICIDAD



17.950 MWh
GAS



247.030 MWh
DIÉSEL



44.530 MWh
GASOLINA

4.5 Demanda energética total

Con los datos mencionados anteriormente, se ha evaluado el consumo energético en la comuna. Para obtener una estimación del consumo energético total, se emplean conversiones de energía que relacionan distintos combustibles con kilovatios-hora (kWh). Estas conversiones son esenciales para comprender la demanda energética en la región.

4.6 Proyección consumo energético (eléctrico y térmico)

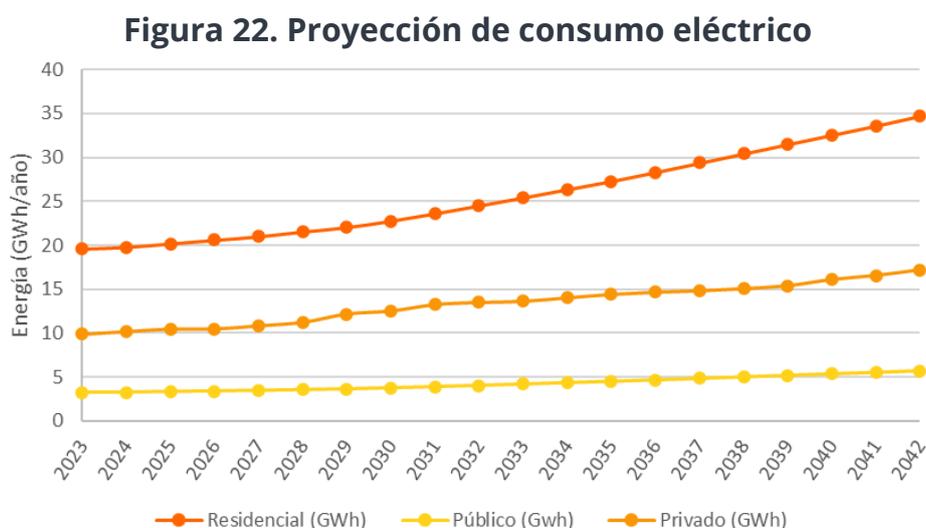
a. Proyección de consumo eléctrico

Para el cálculo de la proyección de consumo eléctrico de la comuna, se diferencian los sectores residencial, público y privado, considerando que cada uno presenta comportamientos de crecimiento distintos.

En este contexto, se utiliza la proyección de consumo energético elaborada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) para clientes regulados y libres, la cual cubre un horizonte de 20 años a partir de 2022.

El sector residencial se asocia al crecimiento poblacional estimado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), lo que permite proyectar el aumento de viviendas en la comuna.

Finalmente, al aplicar la tasa de crecimiento de consumo energético por cliente y combinarla con el número proyectado de viviendas, se obtiene una estimación del consumo futuro para cada sector como se ve en la figura:



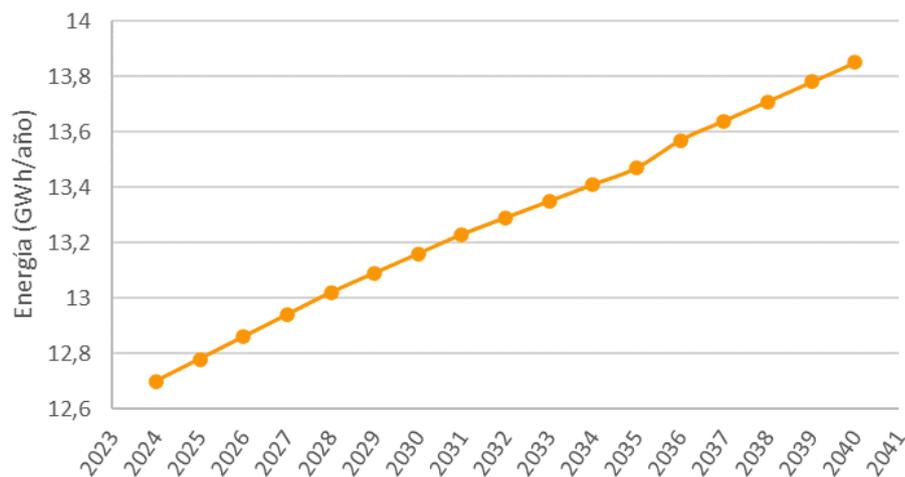
Fuente: Elaboración propia, 2025

b. Proyección de consumo térmico

Considerando la proyección de población para los próximos años en la comuna de Frutillar, según el crecimiento estimado por el INE, es posible establecer una proyección del consumo de energía térmica.

Esta estimación incluye el consumo de gas, gasolina y diésel, los cuales aumentarán en función del crecimiento poblacional proyectado. En el siguiente gráfico se muestran los resultados de esta proyección, expresados en GWh/a

Figura 23. Proyección de consumo térmico



Fuente: Elaboración propia, 2025

4.7 Huella de carbono del sector energético

En este apartado se cuantifica el impacto de la generación eléctrica en cuanto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la comuna de Frutillar. Para esto, se observa que en el caso del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), para el año 2023 se obtuvo una emisión promedio de 0,2384 (tCO₂/MWh) (Energía Abierta 2023).

Este valor resulta ser menor en comparación con años anteriores, principalmente debido a la inclusión de energías limpias en la matriz de generación. Para el caso de Frutillar, se utilizará esta información para estimar el aporte de gases de efecto invernadero asociados al uso de electricidad.



Unidades de medida:
tonCO₂eq



ELECTRICIDAD 2023
(MWh)
38.250

Donde considerando la población para el año 2023 correspondiente a 20.678, los tCO₂eq por persona son 0,44 (tCO₂eq/año) para Frutillar.

TOTAL 2023
20.678



5

POTENCIALES DE ENERGÍA RENOVABLE NO CONVENCIONALES

En el presente capítulo se expone el potencial de generación de energías renovables considerando distintas fuentes, como lo son los exploradores de energía del Ministerio de Energía, CENSO, CASEN, PLADECO, entre otras. Realizando un análisis de biomasa, potencial solar, eólico, hidráulico y geotérmico.

5.1 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. Potencial de residuos de Bosque Nativo

En la comuna de Frutillar, se estima que hay alrededor de 9.572 hectáreas de Bosque Nativo, donde el tipo forestal dominante es el Roble-Rauli-Coihue, con la especie principal Coihue, que representa el 63,2% de la superficie manejable. Según los datos del Explorador de Bioenergía de CONAF se determinó que el 81,8% de la superficie de bosque nativo es aprovechable para la generación de energía.

Esto se traduce en que aproximadamente 9.572 hectáreas de superficie de Bosque Nativo pueden ser aprovechadas para este propósito en particular. **El potencial de biomasa estimado es una generación total de 93.794 MWh/año el cual se subdivide en un potencial de generación eléctrica de 28.138 Mwh/año aproximadamente y un potencial de energía térmica de 65.656 Mwh/año.**

b. Potencial de producción de biodiesel

Para determinar el potencial de generación de biodiesel de la comuna de Frutillar, se utilizó como base el promedio de consumo de aceites vegetales utilizados a nivel residencial en Chile para la producción de alimentos.

De acuerdo con lo señalado por BIOILS, una persona en Chile consume anualmente en promedio 12,6 litros de aceite de los cuales aproximadamente un 10% se desecha.

En este contexto, teniendo en consideración las proyecciones del CENSO 2017, para el año 2024, se estima un total de 20.817 habitantes, lo que se traduce en un volumen teórico de 262.294 litros de aceite anual a nivel comunal. Lo anterior, puede traducirse en su **10% a 2.622 litros de biodiesel equivalente a 9,27 MWh al año.**

No obstante, 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).

De esta manera, se estima un potencial anual de producción de biogás en Frutillar de **80,3 MWh al año.**

c. Potencial de producción de biogás

Para la estimación del potencial de producción de biogás de Frutillar, se consideró la información proporcionada en la "Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos en Chile 2040" (Ministerio 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.**



18,5 MWh al año de biodiesel

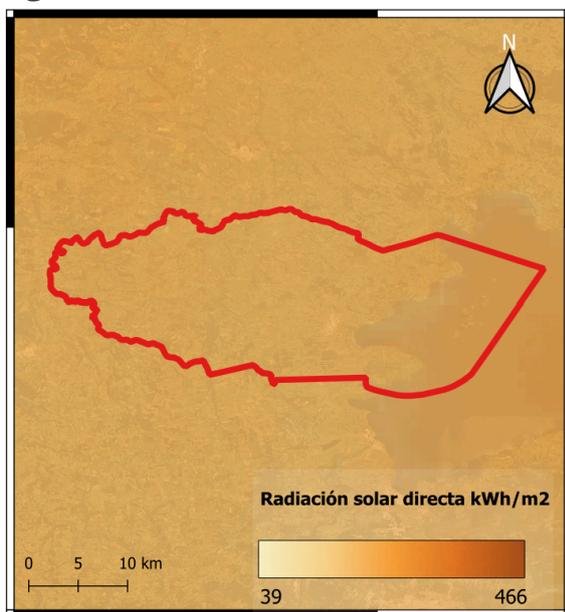


80,31 MWh al año de biogás

5.2 Potencial solar

Para el estudio del potencial solar de la comuna de Frutillar se consideraron los datos obtenidos del Explorador Solar, los cuales indican que la radiación directa que incide en la comuna es del orden de **1.465 (kWh/m²) anuales, con un promedio de 3,99 (kWh/m²) al día**. La siguiente figura muestra la radiación dentro de la comuna.

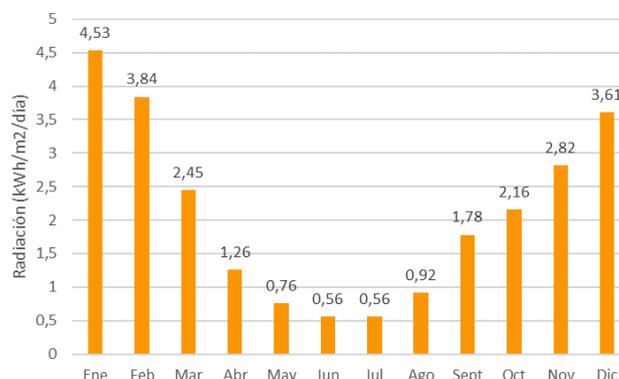
Figura 24. Radiación solar en Frutillar.



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.

Figura 25. Promedios mensuales de Radiación Solar en Frutillar.



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

a. Producción de energía solar fotovoltaica a gran escala

Para estimar la producción de energía fotovoltaica a gran escala en la comuna, se consideró **5 hectáreas** para la superficie de una planta solar cubierta por paneles solares.

Se estimó una **capacidad instalada de 800 kW, lo cual se traduciría en una generación anual de 830 MWh al año**.

b. Producción de energía solar fotovoltaica y térmica a nivel residencial

A continuación, se presenta el potencial de generación de energía eléctrica y térmica a partir del aprovechamiento de la energía solar incidente en las superficies disponibles a nivel de techumbres residenciales en la comuna de Frutillar.

En la comuna de Frutillar se registraron un total de 7.909 viviendas según el último censo realizado en 2017. De este total, 7.620 son casas, 120 son departamentos en edificio, 3 viviendas tradicional indígena, 17 piezas en casas antiguas o conventillos, 50 consideradas mediaguas, mejora, rancho o chozas, 5 móviles, 28 consideradas otro tipo de vivienda particular y por último 24 viviendas colectivas.

Para la estimación del potencial solar fotovoltaico y térmico, se consideraron las siguientes variables: i) Cantidad de viviendas existentes en la comuna, ii) Calidad de la techumbre, iii) Cantidad de habitantes y iv) nivel de penetración de la tecnología.

Por ende, se estimó bajo los siguientes parámetros:

- 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.
- 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 consideró el tipo de hogar más común en la comuna de Frutillar; “Hogar Nuclear - Pareja con hijos o hijas”, según las proyecciones del Censo para el 2024. Se estimó una generación de energía considerando un hogar con la presencia de 3 personas.

Los resultados del cálculo del potencial, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Escenarios de penetración de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos a nivel residencial en Frutillar

| Escenarios | Conservador | Moderado | Optimista |
|--|-------------|----------|-----------|
| Cantidad de viviendas (N°) | 395 | 790 | 1.186 |
| Potencial solar fotovoltaico anual (MWh/año) | 827,9 | 1.655,8 | 2.485,8 |
| Potencial solar térmico anual (MWh/año) | 355,7 | 711,5 | 1.068,2 |

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

En este sentido se decide considerar el escenario conservador como aquel de referencia, por lo tanto, el potencial de generación de energía solar fotovoltaica a nivel residencial en la comuna de Frutillar es de **827,9 MWh/año**. Mientras que el potencial de generación de energía térmica *rooftop* sería de **355,7 MWh/año**.

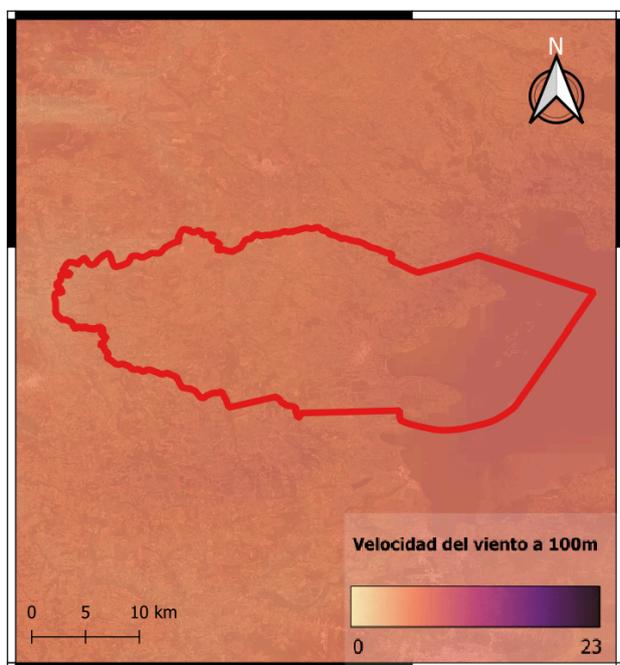


5.3 Potencial eólico

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-33*.

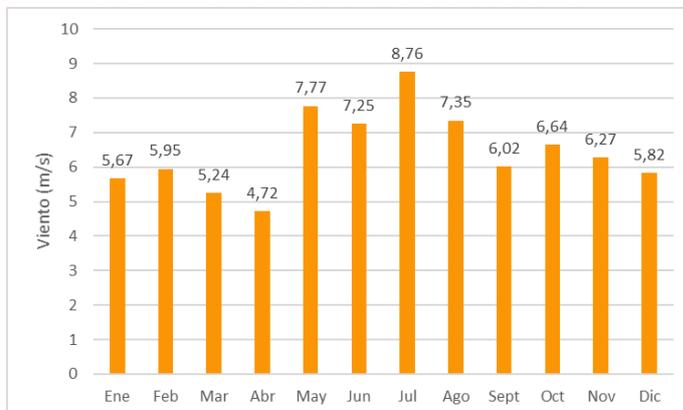
En la comuna de Frutillar, el promedio de la velocidad del viento a 100 metros de altura es de **3.17 (m/s)** según el modelo WRF 2015, alcanzando la mayor velocidad en el mes de **enero con una velocidad de 4,82 (m/s)**. Las siguientes figuras muestran la velocidad del viento en la comuna de Frutillar.

Figura 26. Velocidad del viento en Frutillar.



Fuente: Elaboración propia en base al explorador eólico, 2025.

Figura 27. Velocidad del viento promedio mensual a 100 metros de altura en la comuna de Frutillar.



Fuente: Elaboración propia en base al explorador eólico, 2025.

Al realizar un análisis de potencialidad con el aerogenerador mencionado, 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%. **Esto indica que Frutillar 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 proyectos eólicos en desarrollo, lo que fortalece la generación de energía eólica.

Por otro lado, se realizó 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.

Tabla 4. Potencial de energía eólica en Frutillar.

| 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 |

Fuente: Elaboración propia en base a Explorador Eólico, 2025.

5.4 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).

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 Frutillar, 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.

No obstante, para efectos de este estudio se estimó el potencial de generación de energía geotérmica de baja entalpía.

a. Potencial geotérmico de baja entalpía

Para la estimación del potencial geotérmico para la generación de energía, se utilizó el software *RetScreen Expert*.

A través de una simulación, 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 79 viviendas**, podría acceder a esta tecnología. Esto entrega un **potencial de 268,6 MWh al año**.

5.5 Potencial hídrico

En primera instancia, esta opción se descarta ya que no se alinea con el enfoque de desarrollo comunal, donde la prioridad de Frutillar es la conservación de los recursos naturales, considerados un patrimonio valioso que debe protegerse para las generaciones presentes y futuras.

Por lo tanto, **no existe un potencial hidroeléctrico para la generación de energía en la comuna**.

6

POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética se refiere al uso óptimo de la energía para realizar una tarea o satisfacer una necesidad con el menor consumo posible, sin reducir la calidad del servicio (Plan Nacional de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía). Esta reducción en el consumo de energía se puede lograr a través de medidas tales como intervenciones tecnológicas y sensibilización de la población mediante la educación ambiental, lo que lleva finalmente a cambios de comportamiento y hábitos de la población.

El objetivo es planificar e implementar medidas de eficiencia energética para todos los sectores de la comuna y se estima el potencial de ahorro energético en la comuna con mejoras en términos de infraestructura, para todos los sectores de Frutillar.

6.1 Sector público

En este sector se busca llevar a cabo una mejora en la eficiencia energética a través de medidas de ahorro con el recambio de la luminaria en el alumbrado público. En este contexto, luego de evaluar y analizar el recambio de luminaria con tecnología LED en edificios públicos de la comuna, se puede 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)**. Por otro lado, al implementar mejoras en la envolvente térmica en edificios construidos previos al 2001, podrían generar un ahorro de un **84% del consumo de energía térmica por concepto de calefacción**.

Finalmente, en edificios que fueran construidos entre el año 2001 y 2007 podrían generar un **ahorro del 74%**.

Esta información, se resume a continuación:



0,83 MWh/año
recambio de
luminaria



84% de ahorro
(construidos antes
del 2001)



74% de ahorro
(construidos entre el
2001 y 2007)

6.2 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 a más del 50% de la actividad empresarial de Frutillar.

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.

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.

En este sentido, se estimó, en base al consumo del sector privado y estos porcentajes mínimos y máximos de ahorro, el ahorro energético mínimo y máximo.

Esta información, se detalla a continuación:

Tabla 5. Potencial de ahorro energético por gestión energética en el sector privado.

| Descripción | Energía (GWh/año) | Porcentaje de ahorro |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Consumo energético del sector privado | 11,82 | 100% |
| Ahorro energético mínimo | 0,59 | 5% |
| Ahorro energético máximo | 2,36 | 20% |

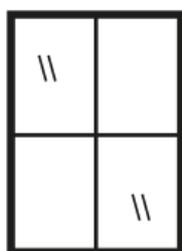
Fuente: Elaboración propia, 2025.

6.3 Sector residencial

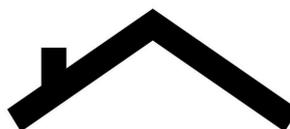
En el sector residencial se busca realizar cambios en la envolvente térmica de las viviendas construidas previas al año 2000, construidas antes de la promulgación de la normativa térmica (recordar que estas corresponden a más del 60% de las viviendas totales de la comuna). Entre 2001 y 2007, periodo 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).

Para el caso de Frutillar, la comuna pertenece a la zona térmica G y la superficie de vivienda con mayor frecuencia oscila entre 41 m² y 60 m², por lo que se utilizó una vivienda de 60 m² de una sola planta para la simulación en el Software Eficiencia Energética y Costos Sociales en Proyectos de Edificación (ECSE)

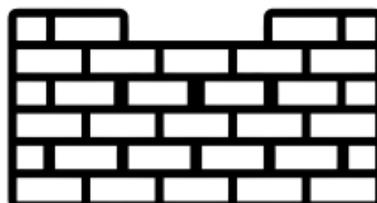
Los siguientes resultados corresponden al porcentaje de ahorro al implementar mejoras en el envolvente térmica de las viviendas.



18,5%
ventanas y puertas



27%
techumbre



11,01%
muros de fachada

Finalmente, al combinar todas las medidas, el ahorro energético alcanza un valor máximo del **52,51%**.

7

PROCESOS PARTICIPATIVOS

7.1 Resumen de resultados

En la elaboración de la presente Estrategia, se realizaron 4 talleres participativos: dos tipologías en el sector urbano y rural de la comuna.

Estas instancias tuvieron por objetivo los siguientes puntos:

- 1 Presentar los resultados de los diagnósticos territorial y energético
- 2 Construir de manera participativa la visión energética comunal, proyectada a 15 años
- 3 Definir de manera participativa los objetivos y metas que permitirán alcanzar la visión energética
- 4 Definir de manera participativa el Plan de Acción de la Estrategia

a. Buzón energético virtual

Corresponde a una herramienta digital que busca extender el proceso participativo a vecinos y vecinas que no hayan asistido a los talleres.

Consistió en un cuestionario sobre los principales desafíos y oportunidades que se perciben en la comuna. A partir de esto, se recabó información para la elaboración de objetivos y metas y también ideas de proyectos energéticos a raíz de posibles soluciones y medidas a integrar en el Plan de Acción. Las respuestas a este buzón, se incorporaron en el Plan de Acción elaborado.

b. Objetivos y metas

A partir de los 4 talleres realizados, se elaboraron 4 objetivos y 4 metas, que orientarán la ejecución del plan de acción de la Estrategia.

Objetivo N°1: Fortalecer la planificación y coordinación entre el sector público y privado para garantizar el acceso equitativo a energía de calidad en la comuna.

Meta N°1: Establecer y mantener en funcionamiento una mesa de trabajo intersectorial y al menos 2 corporativas de compra de leña seca al 2030.

Esta meta responde a la necesidad de una mejor articulación entre actores públicos y privados en Frutillar, identificada en instancias participativas como clave para enfrentar los desafíos energéticos. La conformación de una mesa de trabajo permitirá generar alianzas estratégicas para impulsar iniciativas relacionadas con el acceso a energía de calidad, mientras que las corporativas de compra de leña seca contribuirán a disminuir los costos y asegurar un combustible más limpio y eficiente para las familias, especialmente en contextos rurales

Objetivo N°2: Educación y sensibilización de la comunidad respecto a la importancia del uso de otros mecanismos de calefacción, la aplicación de buenas prácticas y el uso de ERNC.

Meta N°2: Ejecutar al menos 8 instancias educativas comunitarias sobre eficiencia energética y ERNC, beneficiando al 60% de las juntas de vecinos activas de Frutillar, al 2030

Esto busca fomentar un cambio cultural respecto al uso de la energía, promoviendo la adopción de tecnologías limpias, el uso adecuado de la leña y la diversificación de fuentes de calefacción. Se busca llegar tanto a zonas urbanas como rurales, incluyendo ferias energéticas, jornadas de capacitación, talleres prácticos y programas de formación dirigidos a la comunidad general y a líderes sociales. Estas instancias fortalecerán las capacidades locales para postular a fondos y mantener tecnologías como paneles solares y sistemas eólicos.

Objetivo N°3: Impulsar la transición hacia fuentes de energía renovable y tecnologías eficientes para mejorar la calidad del aire, reducir la dependencia de combustibles contaminantes y garantizar el suministro energético en la comuna

Meta N°3: Ejecutar al menos 10 proyectos de energías renovables y eficiencia energética en viviendas, edificios públicos y espacios comunitarios, en un plazo de 5 años (al 2030).

Esta meta responde a los múltiples desafíos energéticos y ambientales de Frutillar, incluyendo la necesidad de reducir la contaminación atmosférica y mejorar la autonomía energética en zonas rurales. Para ello, se contempla la implementación de proyectos como termosolares en viviendas, paneles solares en edificios públicos y casas particulares, puntos de carga eléctrica, mejoras en la envolvente térmica, sistemas de biogás comunitario, almacenamiento de leña y generación eléctrica a partir de agua lluvia. Estas iniciativas permitirán mejorar la eficiencia energética, diversificar las fuentes de energía y fortalecer la resiliencia energética local.

Objetivo N°4: Fomentar la movilidad sostenible y mejorar el acceso al transporte en la comuna mediante el desarrollo de estrategias y alternativas de movilización.

Meta N°4: Implementar dos proyectos de movilidad sostenible en Frutillar que beneficien al menos al 50% de la población urbana y periurbana, en un plazo de 10 años.

El propósito de esta meta es dar respuesta a una necesidad prioritaria identificada en los sectores urbanos y rurales: mejorar el acceso al transporte seguro y sostenible. La implementación de mejoras en la red de transporte público junto con la construcción de una red de ciclovías que conecte sectores periféricos con el centro urbano, busca promover el uso de medios de transporte limpios como la bicicleta, reducir la congestión vehicular y las emisiones asociadas, y mejorar la calidad de vida de la comunidad. Estas medidas serán clave en la transición hacia una comuna más sustentable y con mejor calidad de aire



c. Plan de Acción

A partir de los lineamientos descritos anteriormente, se elaboró un Plan de Acción que responde a las necesidades de la comunidad y es la hoja de ruta de acciones a desarrollar en los próximos 15 años.

A continuación, se presenta el Plan de Acción final, luego de un proceso de selección de acuerdo a factibilidad técnica y consolidación, de más de 60 ideas de proyectos, el Plan quedó con un total de 20 proyectos energéticos. Estos, fueron recopilados y revisados a lo largo de todo el desarrollo de la Estrategia Energética Local de Frutillar.



**PLANIFICACIÓN
ENERGÉTICA**

0



**EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA
INFRAESTRUCTURA**

3



**ENERGÍAS
RENOVABLES Y
GENERACIÓN LOCAL**

10



**ORGANIZACIÓN Y
FINANZAS**

2



**SENSIBILIZACIÓN Y
COOPERACIÓN**

3



**MOVILIDAD
SOSTENIBLE**

3

Finalmente, es importante mencionar que para llevar a cabo la implementación de los proyectos del Plan de Acción, el **Comité Energético Municipal** conformado durante la elaboración de la Estrategia **tendrá un papel fundamental**. Además, para asegurar el éxito de la articulación de financiamiento de los proyectos, es fundamental el rol del **Encargado/a Energético/a**, ya que, su participación y liderazgo no solo influirá a nivel municipal, sino que también, puede impactar en nivel comunal. Esto es, entregando herramientas y

empoderando a las distintas organizaciones presentes en la comuna, vinculando a los distintos actores clave con la Estrategia. Cada proyecto del Plan de Acción tiene asociado una **“Ficha de proyecto”** donde se detalla ampliamente todo lo que se requiere para su implementación, costo económico y posibles fuentes de financiamiento, objetivo y alcance de la iniciativa, indicadores para medir el avance del proyecto, entre otros elementos.

El documento que contiene las Fichas de Proyectos de la Estrategia, se anexa a este documento.





ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL

2025