

ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL

Comuna de Tirúa



Contenido

Introducción	3
Equipo Consultor	4
Contexto Comunal	5
Diagnóstico Energético	7
Consumo Energético	9
Electricidad	10
Combustibles	11
Proyección del consumo energético	12
Potencial de Generación Energética	13
Biomasa	13
Biodiesel	13
Biogás	13
Energía Solar.....	15
Energía Eólica	17
Energía Hídrica	20
Energía Geotérmica.....	21
Energía Undimotriz.....	21
Resumen Potencial de Energías Renovables.....	22
Potencial de Eficiencia Energética.....	23
Plan de acción.....	25

Introducción

Este documento representa un resumen del estudio efectuado en la comuna de Tirúa para determinar su **Estrategia Energética Local (EEL)**. La EEL, surge del Programa “Comuna Energética”, impulsado por la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE), el cual distingue a los municipios que desarrollen una planificación energética a largo plazo, que promuevan la eficiencia y el uso de energías renovables. Este instrumento de gestión permitirá impulsar proyectos relacionados con energías limpias dentro de la comuna, sean estos de cualquier índole: pública o privada, individual o colectiva.

Este documento resume los resultados de un proceso realizado durante el periodo 2018 y 2019 en la comuna, en el cual se trabajó con variedad de actores participantes en Tirúa, incluyendo aquellos “clave” para obtener información.

De esta forma, se logró obtener un diagnóstico territorial y energético específico para la zona, el potencial que posee la comuna para trabajar fuentes energéticas renovables y un plan de acción, a largo plazo, que incluye la visión energética comunal, sus objetivos y metas, y una variada gama de proyectos para cumplirlos, los cuales fueron levantados en reuniones y talleres participativos.

Los proyectos propuestos en el plan de acción se enmarcan en las 6 categorías que integra el proceso de certificación Sello Comuna Energética: Planificación energética, Eficiencia energética en la infraestructura, Energías renovables y generación local, Organización y finanzas, Sensibilización y cooperación y Movilidad sostenible.

Equipo Consultor

EGEA ONG tiene por objetivo impulsar el desarrollo local y sustentable de comunidades rurales y urbanas del país, fortaleciendo su resiliencia territorial. Ha implementado iniciativas que van en beneficio directo de personas de escasos recursos, en situación de pobreza o vulnerabilidad, establecimientos educacionales, municipios, comunidades indígenas, organizaciones sociales, familias y otras fundaciones o corporaciones. Abordando variados ámbitos, tales como: eficiencia energética, energías renovables, cuidado del agua, cambio climático, emprendimiento, equidad de género, inclusión energética y aislamiento territorial.

Nuestros profesionales han sido parte del equipo consultor de las Estrategias Energéticas Locales de Monte Patria, Carahue, Nueva Imperial, Saavedra y Calera de Tango. Consideramos que este instrumento es de gran utilidad para impulsar el

desarrollo energético sustentable en distintos territorios de Chile, con énfasis en zonas rurales y vulnerables.



Contexto Comunal

La comuna posee 624,4 km² de superficie. Tirúa se ubica en el extremo sur poniente de la provincia de Arauco, Región del Biobío. Limita al Norte con las comunas de Cañete y Contulmo, al Oeste con el Océano Pacífico y al Sur con la Región de la Araucanía.

Según el CENSO 2017, la comuna posee 10.417 habitantes. El 64% de la población corresponde población rural haciéndola una de las comunas con mayor nivel de ruralidad de la provincia de Arauco. La comuna presenta un 71% de población indígena, de los cuales un 99% pertenecen al pueblo Mapuche, es por esta razón que existe el Área de Desarrollo Indígena (ADI) de Lleu Lleu que involucra a las comunas de Cañete, Contulmo y Tirúa (CONADI, 2017).

La población de Tirúa se agrupa en diferentes organizaciones, sin embargo, en términos políticos, son las juntas de vecinos las unidades representativas de mayor importancia, en conjunto con las asociaciones indígena y comunidades Mapuche.

De acuerdo con la encuesta CASEN 2017, la comuna presenta una disminución sostenida de la pobreza por ingresos desde el año 2011. Sin embargo, esta sigue siendo considerablemente más alta cuando se compara con la región o el país, existiendo un 30% de la población aún en

situación de pobreza por ingresos. Esto se agrava cuando se toma en consideración la medición de pobreza multidimensional, la que incorpora elementos como acceso a salud, educación, empleabilidad, entre otras. Para el año 2015, la comuna de Tirúa presentaba un 29,6% de su población en situación de pobreza multidimensional.

De acuerdo con datos económicos, la actividad de mayor relevancia es la agricultura, ganadería y silvicultura, seguido por servicios sociales o comunitarios y luego comercio al por mayor y menor. Cabe destacar que estos datos no incluyen la presencia de empleo informal en el área de la agricultura, ganadería y pesca, especialmente si se considera que estas actividades generalmente se encuentran dentro de un contexto de economía familiar y de subsistencia.

Ámbito Ambiental

La comuna de Tirúa se encuentra en el golfo de Arauco, una formación geográfica ubicada justo al sur de Concepción.

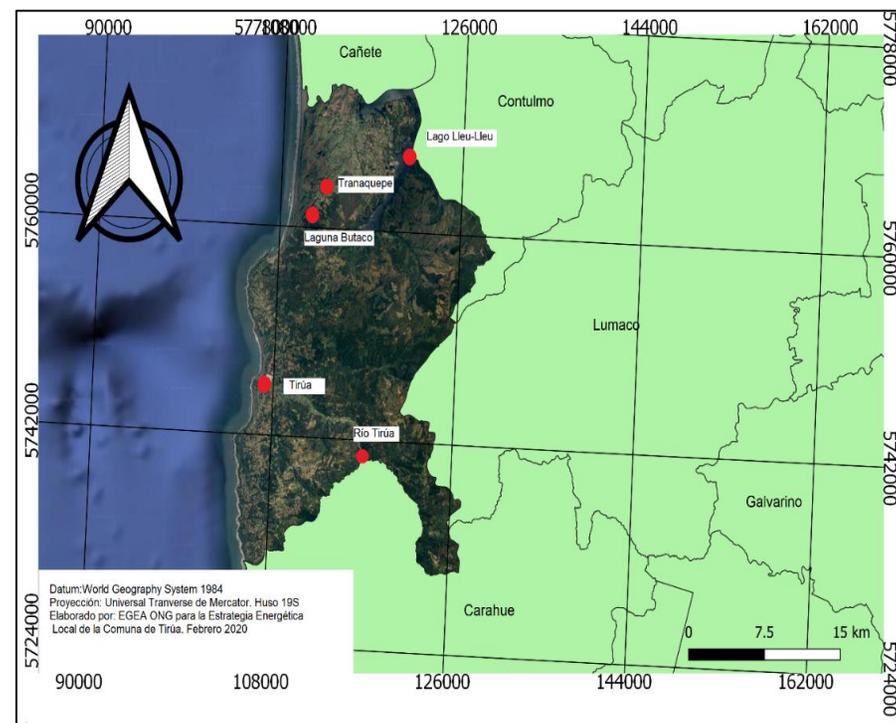
El clima de la comuna de Tirúa es Templado lluvioso con influencia marítima, constituyendo una variación del Clima Templado Cálido con Lluvias Invernales, según la clasificación de Köppen. Su variación costera indica que las temperaturas son moderadas por efectos de la cercanía litoral, mientras las precipitaciones tienden a ser mayores que los promedios regionales, lo que está determinado por la presencia de la parte más alta de la Cordillera de Nahuelbuta, hacia el oriente, que confiere características de mayor nubosidad y grandes diferencias térmicas y pluviométricas.

La temperatura media anual bordea los 13°C y los 15°C, mientras que las precipitaciones varían por sobre los 735 milímetros, como promedio anual, aumentando hacia el Sur.

La franja costera de la comuna de Tirúa, que forma parte del borde occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, presenta un

relieve muy accidentado y disectado por los valles de los ríos Tirúa y Quidico.

Figura 1: Mapa de Tirúa



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Diagnóstico Energético

De las 4.052 viviendas en la comuna, el 98% tiene acceso a suministro eléctrico (100% cobertura sector urbano y 92% rural), según datos de CASEN 2017 y datos obtenidos de Comisión Nacional de Energía. La condición de aislamiento de las comunidades rurales y la dificultad geográfica para la extensión de la red han hecho difícil la total conexión de la población a la red eléctrica.

Para calcular la fiabilidad del sistema de abastecimiento eléctrico, se utiliza el índice SAIDI, que cuantifica la cantidad de horas en promedio en que el abastecimiento eléctrico es interrumpido. De acuerdo con información entregada por el Plan Energético Regional de la región del Biobío (2018), la provincia de Arauco es la de mayor cantidad de horas promedio de interrupción del suministro eléctrico al año con un promedio de 28,7 y 2 de sus comunas presentan el mayor índice SAIDI de la región. La comuna de Tirúa es una de ellas, con 118,38 horas de interrupción en 2017, descendiendo a 87,92 en 2018, pero aún significando el triple del promedio provincial.

Para satisfacer la demanda de combustibles, existen 2 estaciones de servicio ubicadas en la ciudad de Tirúa, de propiedad de las empresas Copec y Terpel.

Si bien no existen comercializadores registrados de leña, este combustible es el más utilizado para calefacción en la vivienda y para agua caliente sanitaria (ACS). La mayoría del comercio de leña es informal y es difícil, por lo tanto, hacer un seguimiento del origen de la leña utilizada.

Proyectos Energéticos Locales

La cosmovisión mapuche está sumamente arraigada al territorio y sus recursos. Bosques y ríos tienen un valor productivo, simbólico y ritual para las comunidades y existe un esfuerzo constante por proteger estos espacios.

El municipio ha mostrado interés en el desarrollo de proyectos de ERNC, es por eso que existen dos proyectos ejecutados sobre el aprovechamiento de energía solar para alumbrado público en el sector urbano de la ciudad de Tirúa. Junto a lo anterior, se realizaron coordinaciones mediante el Ministerio de Energía para lograr el recambio total de luminarias a tecnología led (alrededor de 3.500) durante el año 2019. Sin embargo, a mayo de 2020 se han cambiado 837 postes: la totalidad del alumbrado peatonal de calles en terrenos públicos, sin incluir parques y otras áreas verdes.

Se destacan dos líneas de trabajo: electrificación rural y alumbrado público solar.

En la primera línea, se han desarrollado en los últimos cuatro años, dos proyectos de extensión de red a sectores aislados de la comuna, a saber, el proyecto de extensión Tirúa Norte y Tirúa sur. El primero abarca desde el sector urbano de Tirúa, hasta el Malo. El segundo abarca desde el sector urbano de Tirúa, hasta Los Maquis. Ambos proyectos buscan dar acceso a electricidad a toda la comuna, exceptuando a las zonas de mayor aislamiento. Sin embargo, no se ha ejecutado a la fecha, por problemas en actualización de datos y presupuesto de la empresa Frontel.

La segunda línea de desarrollo tiene que ver con proyectos de alumbrado vial solar, para los sectores de Ponotro y Manqueche. Ambos sectores no cuentan con alumbrado vial actualmente y por ello el proyecto busca instalar 28 postes en una distancia de aproximadamente 1 km en cada sector, cada poste con paneles solares fotovoltaicos de una potencia instalada de 200 y con focos Led de 150W. El proyecto está adjudicado para su ejecución, pero por problemas de la pandemia del Covid-19 se aplazó su ejecución.

Para el sector de Tres Marías y El Natre, sectores que históricamente han carecido de suministro eléctrico, el municipio proyecta abastecer de electricidad a 23 viviendas, afectando a más de 70 personas de la comunidad, mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos. Dicho proyecto, que implica una inversión de más 230 millones de pesos, busca promover el uso de energías limpias, para

satisfacer las necesidades energéticas de la población al mismo tiempo que cuidar el medio ambiente.

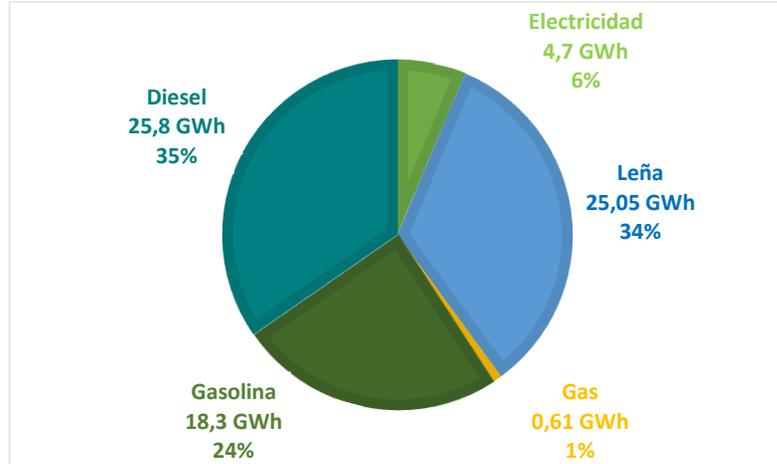
Existe, además, un proyecto de eficiencia energética en el hogar, impulsado desde SEREMI de Energía del Biobío, en el marco del cual se han desarrollado cuatro talleres dirigidos a comunidades mapuche, en los que además se entregaron Kit de eficiencia energética (principalmente recambio de luces LED). En paralelo, se han organizado charlas para funcionarios municipales sobre el uso adecuado de energía en establecimientos públicos.

A cargo de EGEA ONG y en conjunto con los municipios de Saavedra, Cañete, Tirúa, Contulmo, Carahue y Nueva Imperial, se realizó el proyecto “Fortalecimiento de organizaciones Mapuche en proyectos de energías renovables con enfoque de género”, el cual culminó con el resultado de la elaboración de una “Guía para elaboración de proyectos energéticos en comunidades mapuche” documento con lineamiento para levantar proyectos en comunidades indígenas mapuche con especial foco en las mujeres.

Consumo Energético

De un consumo energético total de 74,46 GWh al año en la comuna de Tirúa, tan solo el 6% corresponde a energía eléctrica, mientras que el 94% corresponde a energía térmica, considerando variados combustibles, como muestra la figura 2.

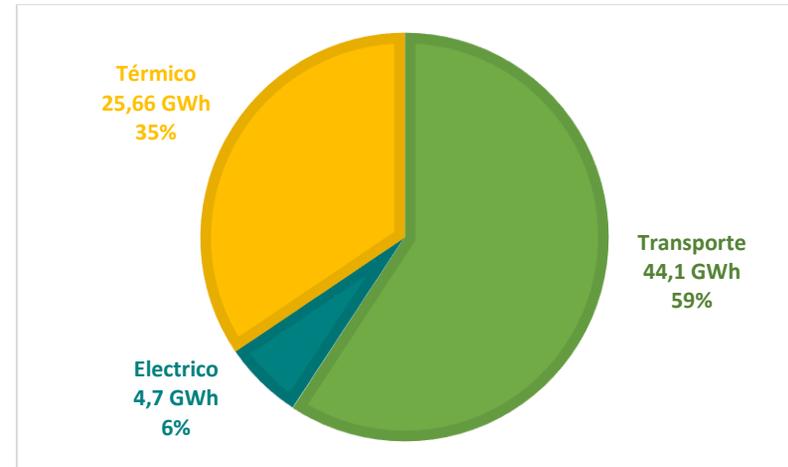
Figura 2: Consumo energético por fuente.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Al agrupar estos consumos según su uso correspondiente (eléctrico, térmico y transporte) se obtienen las siguientes proporciones, expuestas en la figura 3. Para uso térmico fue considerada la leña y el gas licuado, para transporte, la gasolina y el Diésel.

Figura 3. Consumo energético según uso.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El transporte es el uso que más energía consume en Tirúa, por ende, en esta área podrían existir oportunidades de disminuir el consumo.

A continuación, se analizan estos consumos según fuente.

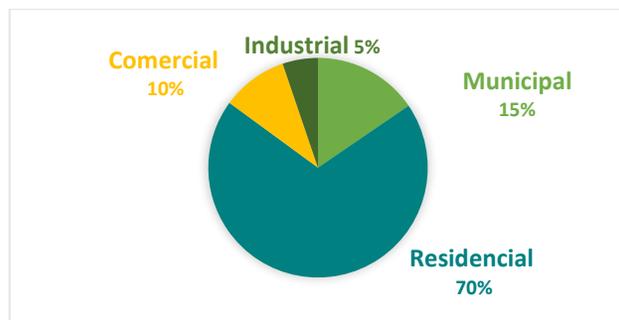
Electricidad

El consumo de electricidad en la comuna para el año 2017 llegó a aproximadamente **4,7 GWh**, y se observa que la tendencia general es hacia el aumento de la demanda por electricidad anualmente, aproximadamente de 0,2 GWh por año, correspondiente a un crecimiento en la demanda anual de un 4,3%.

Este consumo comunal equivale a **0,45 MWh por habitante**, inferior al nivel país, correspondiente a 3,88 MWh per cápita en 2014, según el Banco Mundial. A partir de esto se interpreta que **el consumo eléctrico de los habitantes de Tirúa es bajo**, con relación al resto de los habitantes de Chile, en otras comunas.

A continuación, en la figura 4, se muestra la distribución del consumo eléctrico según tipo de cliente, incluyendo el sector Municipal, Residencial, Comercial e Industrial (CNE, 2017).

Figura 4: Porcentaje del consumo eléctrico por sector



A partir de esta información se interpreta que, dentro del consumo eléctrico, la actividad comercial e industrial es pequeña en Tirúa, frente al sector residencial. Este último, abarca el 70% de la electricidad demandada, es por esto que en este sector existen grandes oportunidades de ahorro.

Las emisiones de gases invernadero en la comuna por parte del consumo eléctrico se estiman en 1.918,69 toneladas de CO₂ equivalente. Para compensar esta liberación de carbono, se necesitarían **2,4 hectáreas de bosque nativo** de la Reserva Costera Valdiviana, o bien, **sacar de circulación a 367 autos**.

La energía eléctrica de la comuna es recibida desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), transmitida por la empresa TRANSNET, del grupo CGE. La línea de transmisión está conectada a una subestación cuyo propietario es la empresa Frontel, ubicada a pocos kilómetros de la ciudad de Tirúa. Finalmente, es esta última empresa quien distribuye también la energía a la comuna.

En la comuna, existe sólo una central de generación de energía, la termoeléctrica Tirúa, propiedad de la empresa SAGESA. La central se construyó el año 2007, funciona con petróleo Diesel y tiene una potencia instalada de 5.6 MW. Esta central no tiene un funcionamiento constante, sino que es utilizada como central de emergencias, para contrarrestar cortes en el suministro.

Combustibles

Leña: Al año se consumen 16.387,31 m³ st¹ de leña, equivalentes a 25,05 GWh, representando el 97,6% del consumo térmico total. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por parte del uso de leña se estiman en 767,02 toneladas de CO₂ Equivalente, lo cual requeriría de 1 hectárea del bosque ya mencionado para ser neutralizado, o bien, sacar de funcionamiento a 147 autos.

Gas Licuado (GLP): Por su lado el gas figura con 86.032,75 kg al año en Tirúa, equivalentes a 0,61 GWh. La huella de carbono del gas en la comuna se estima en 3,09 ton CO₂ Eq. Esto, no alcanza a implicar una hectárea de bosque, ni un auto, por ende, las emisiones producidas por GLP son consideradas bajas en Tirúa.

Gasolina: El consumo energético para transporte se compone de un 42% gasolina: 1.925,01 m³ al año, o 18,3 GWh en la comuna al año.

Diésel: el Diésel por su lado corresponde a un 58% del consumo para transporte, es decir: 2.426,75 m³ de Diésel, o 25,8 GWh.

¹ corresponde a una pila de leña en un cubo de 1 metro de largo, 1 m de ancho y 1 m de alto, incluyendo los espacios de aire entre los trozos de leña. Es la unidad de comercialización más usada. (Navarro, 2005)

Con los consumos nacionales de Gasolina, Diésel y GLP entregados por la Corporación de Desarrollo Tecnológico en 2019, y para la leña en 2015, junto con el total de habitantes en Chile contabilizados en el Censo 2017, es posible clasificar el consumo de combustibles en Tirúa respecto al nivel nacional, lo anterior, se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. m³ per cápita de combustibles para Tirúa, y Chile.

Fuente	Gasolina	Diésel	Leña
m ³ /cápita Tirúa	0,18	0,23	1,57
m ³ /cápita Chile	0,27	0,57	0,67

Fuente: Elaboración propia, 2020.

A partir de esta información se interpreta un consumo bajo de Gasolina en Tirúa, respecto al total de los chilenos, así mismo, el consumo de Diésel también es bajo en comparación a la media nacional.

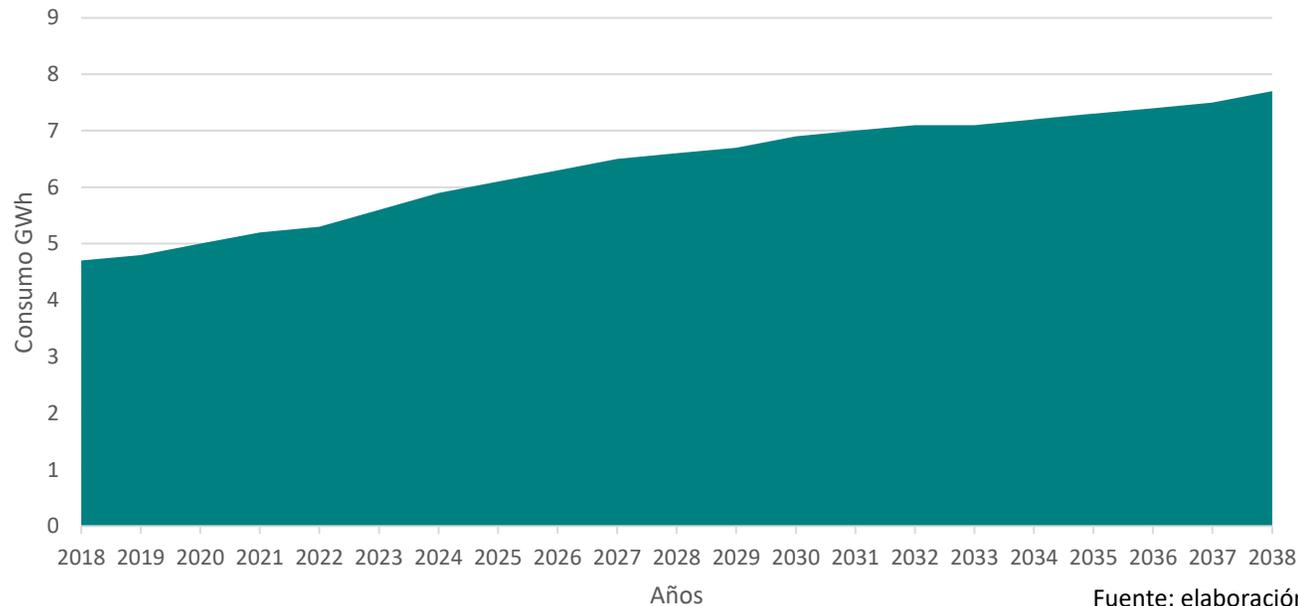
Finalmente, la leña es altamente utilizada en la comuna, de hecho, los habitantes de Tirúa ocupan más del doble que la media nacional, esto, probablemente por la cantidad de población en áreas rurales.

Proyección del consumo energético

En la figura de abajo (Figura 5) se muestra la proyección del consumo eléctrico al año 2038 en Tirúa, proporcional al crecimiento estimado para el consumo eléctrico regional del Biobío. Según esta lógica, se espera que en veinte años más la demanda eléctrica en Tirúa sea de 7,7 GWh, dos veces el consumo actual.

Desde los años 2023 hasta el 2036 la tasa de crecimiento se verá relativamente frenada, aunque continua siempre incrementando el consumo, este crece más lento durante dichos años.

Figura 5: Evolución del Consumo eléctrico en Tirúa.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Potencial de Generación Energética

A continuación, se presenta un estimado del potencial de generación de Energías Renovables en la comuna de Tirúa, según fuente y tecnología.

Biomasa

La materia orgánica cuenta con energía aprovechable dentro de sí, luego de recibir los tratamientos adecuados, existiendo múltiples tecnologías para ocupar dicha energía. La ventaja de esta fuente energética es que es generada involuntariamente como residuo en muchos de los procesos tanto industriales como domésticos.

Biodiesel

En la actualidad existen diferentes mecanismos para generar biodiésel. Por ejemplo, se puede sintetizar a partir de aceites vegetales o animales, por medio de una reacción química llamada transesterificación. Este análisis solo considera la producción de biodiésel en base a aceites, específicamente aceites vegetales utilizados en la producción de alimentos.

En Chile una persona consume 12,6 litros de aceite al año. En base a esta información, se puede estimar un consumo de 131.254,2 litros de aceite anual a nivel Tirúa, los cuales, se

traducen en su 100% a litros de biodiésel anual, sin embargo, se considera solo el urbano siendo reutilizado, por lo que se estima una producción de 47.251,5 litros de biodiésel anual para la comuna de Tirúa, con lo que se puede producir **81.311,97 MWh/año**, según “Energías renovables para el desarrollo de Sardón” (2003).

Biogás

Existe una amplia variedad de biomasa que puede ser transformada en biogás. Este es producido por la fermentación anaeróbica de la masa biológica, que se basa en la transformación de la materia orgánica, a través de una serie de reacciones bioquímicas en presencia de microorganismos, en un gas cuyos componentes principales son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂).

Biogás de Residuos Forestales: La región del Biobío se reconoce por un alto desarrollo de la actividad forestal, incluso, se observa que el 40,07% de las plantaciones forestales de Chile se encuentran en esta región²,

² Según datos del Anuario forestal del año 2018 en Chile hay una superficie de 3113943,2 hectáreas de plantaciones forestales y la región del Biobío concentra 1255890 hectáreas de ese total.

produciendo un 56,1% de los residuos madereros del país³. La Biomasa forestal es representada por los residuos del manejo de bosque silvícolas y nativos, por lo mismo, a continuación, se presenta el potencial de generación de energía eléctrica y térmica de ambos.

Residuos forestales Madereros: Según Elizalde (1994), se producen 34 toneladas de residuos por hectárea cada temporada (un año)⁴. Se estimó un factor de aprovechamiento de 75% de los residuos, Además, según el estudio “Potencial de generación de energía por residuos del manejo forestal en Chile” de la Comisión Nacional de Energía (2008) se determinó el potencial de generación eléctrica con un poder calorífico de 2150 kcal/kg para el Pino y 2300 kcal/kg para el Eucaliptus. En conclusión, se observa un potencial de generación eléctrica de **307.288,96 MWh/año** por biomasa forestal considerando plantaciones forestales y bosque nativo.

Residuos Bosque Nativo: en la comuna existen 6.105 ha de bosque nativo aprovechable para Biogás, produciendo 31.985 toneladas secas de biomasa aprovechable, equivalentes a un potencial de generación eléctrica por biomasa forestal de **89.924 MWh/año**.

³ Según el estudio de potencial de residuos madereros de la comisión nacional de energía (2007) en Chile se producen 3.253.724 toneladas de Residuos madereros anuales, de los cuales el 56,1% se concentra en la región del Biobío.

Residuos Agrícolas: Los residuos agrícolas también son generadores de biomasa aprovechable para la producción de biogás. los cultivos más significativos para la comuna son los Cereales y de tipo leguminosas y tubérculos. Para efectos del presente estudio se utilizará como valor referencial el factor de conversión de biogás de cada cultivo descrito en el estudio de potencial de biogás para la identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile de la Comisión Nacional de Energía del año 2007. De esta forma, se obtuvo que la comuna de Tirúa genera 8.250 Toneladas de residuos agrícolas al año, capaces de producir **29.510 MWh/año**.

Residuos Ganaderos: La biomasa residual ganadera corresponde a aquellos residuos procedentes de la actividad ganadera, los cuales son estiércol, purines y/o aguas sucias. El potencial energético puede estimarse mediante el volumen de biogás generado, a partir de la cantidad de estiércol producido por animal. Según la cantidad de bovinos y cerdos del censo ganadero disponible en la zona, se estima que en Tirúa se podrían producir 310.637m³ de biogás, equivalentes a **931.419,7 MWh/año**.

Residuos Domiciliarios: En Chile se producen 1,02 kilogramos de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) por habitante cada

⁴ Elizalde, René. (1994). Manejo de Residuos Forestales, Un uso alternativo al fuego en labores silvoagropecuarias. Informe Estadístico N°206. Corporación Nacional Forestal. Chile. 131 p

día⁵. Tomando la cantidad total de habitantes de la comuna, se puede decir que en la comuna de Tirúa se producen 10.625,34 kilogramos de RSD diarios, que se traducen en 3.878,25 toneladas al año. Sin embargo, la comisión nacional de medio ambiente (2010) estimó el contenido de materia orgánica como el 53,3% del total, por lo tanto, el volumen de residuos orgánicos de la comuna correspondería a 2.067,11 toneladas anuales. El valor teórico de generación de biogás a partir de residuos sólidos domiciliarios es de 60 m³ biogás/ton residuo, por lo que se concluye que en Tirúa se podrían generar **744,16 MWh/año**.

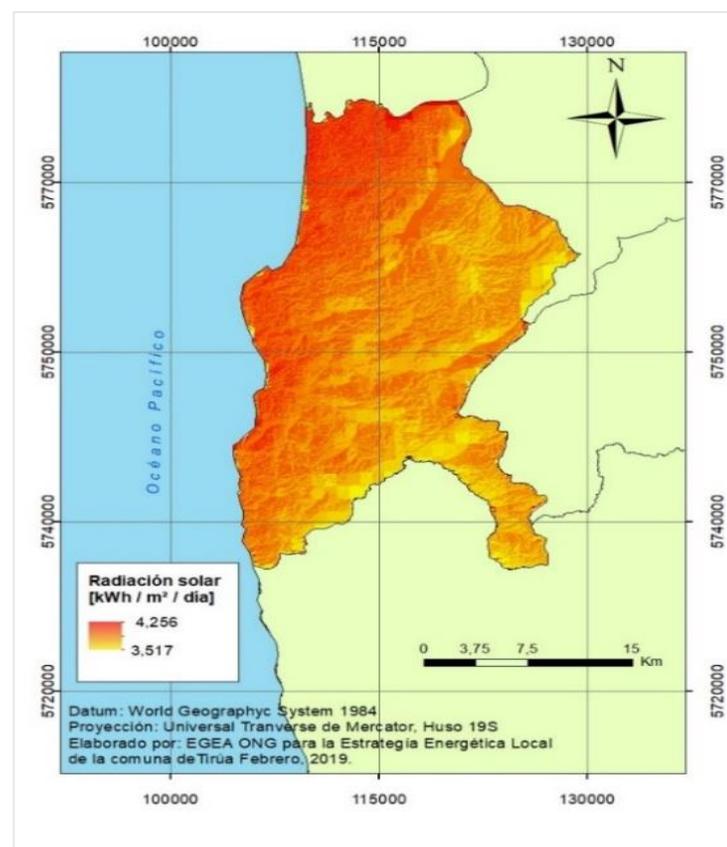
Tanto el biogás agrícola como el biogás ganadero no satisfacen el consumo total de energía demandado por la población de Tirúa, por lo cual para implantar soluciones energéticas en base a biomasa sería conveniente priorizar aquellas fuentes que proyectan un mayor potencial, como los residuos de ganado, forestales o el aceite, que si superan la demanda actual.

Energía Solar

En la comuna se estima que hay una radiación solar de 2.457 GWh por día. Sin embargo, la radiación solar es heterogénea a lo largo y ancho de la comuna tal como se muestra en la

figura 6. En esta se observa que la radiación varía entre 3,5 a 4,2 kWh/m² al día.

Figura 6: Radiación solar en la Comuna de Tirúa

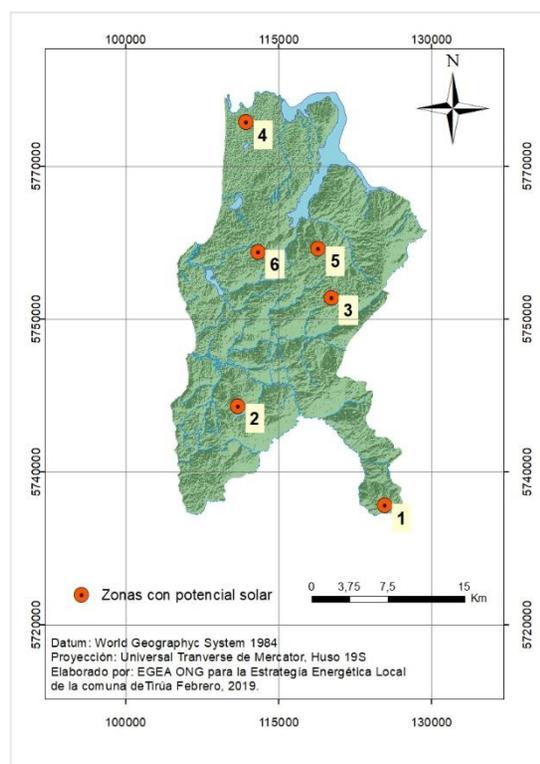


Fuente: Elaboración propia, 2020.

⁵ Secretaria de Desarrollo regional y administrativo (2018). Diagnóstico nacional y regional sobre generación y eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. Santiago: Gobierno de Chile. 237 p.

También, se presentan las zonas aptas para desarrollar energía solar en centrales fotovoltaicas en la comuna de Tirúa, de acuerdo con las restricciones de terreno que presentan las tecnologías (ver figura 7).

Figura 7: Zonas de Potencial Solar



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El punto 4 es el que presenta el mejor escenario, ya que tiene una radiación promedio de 4,19 KWH por m² al día. Sin embargo, el Ministerio de Energía (2018) en el marco del programa comuna energética, determino que la comuna de Tirúa no presenta potencial solar para grandes plantas debido a sus altas restricciones de factor de planta, que no le permitirían generar energía con la suficiente constancia.

Potencial Solar Térmico

En este contexto, se consideró como alternativa un SST unifamiliar con colectores de tubo al vacío con 120 litros de almacenamiento (suficiente para un hogar promedio en Tirúa). Lo anterior, permitiría una generación de 1.150,7 kWh/año, valor que fue extrapolado al 50% de las viviendas clasificadas en estado “aceptable”, asumiendo que estarán en una orientación ideal (Norte – Sur), obteniendo un potencial teórico aproximado de **1,84 GW/año** a nivel comunal.

Potencial Solar Fotovoltaico

Utilizando los datos dispuestos por el explorador solar antes mencionado se estimó el potencial fotovoltaico en una vivienda referencial con 25 m² para la instalación del sistema solar, que corresponde a 2,4 kW de capacidad instalada, lo que equivalen a una generación anual de 3.417 kWh/año con un factor de planta de 16%. Si se asume que el 50% de las viviendas presenta orientación ideal, se estima que la comuna tiene un potencial de **5,5 GWh/año**. Este valor dependerá de la cantidad de casas en condiciones ideales para su instalación.

Energía Eólica

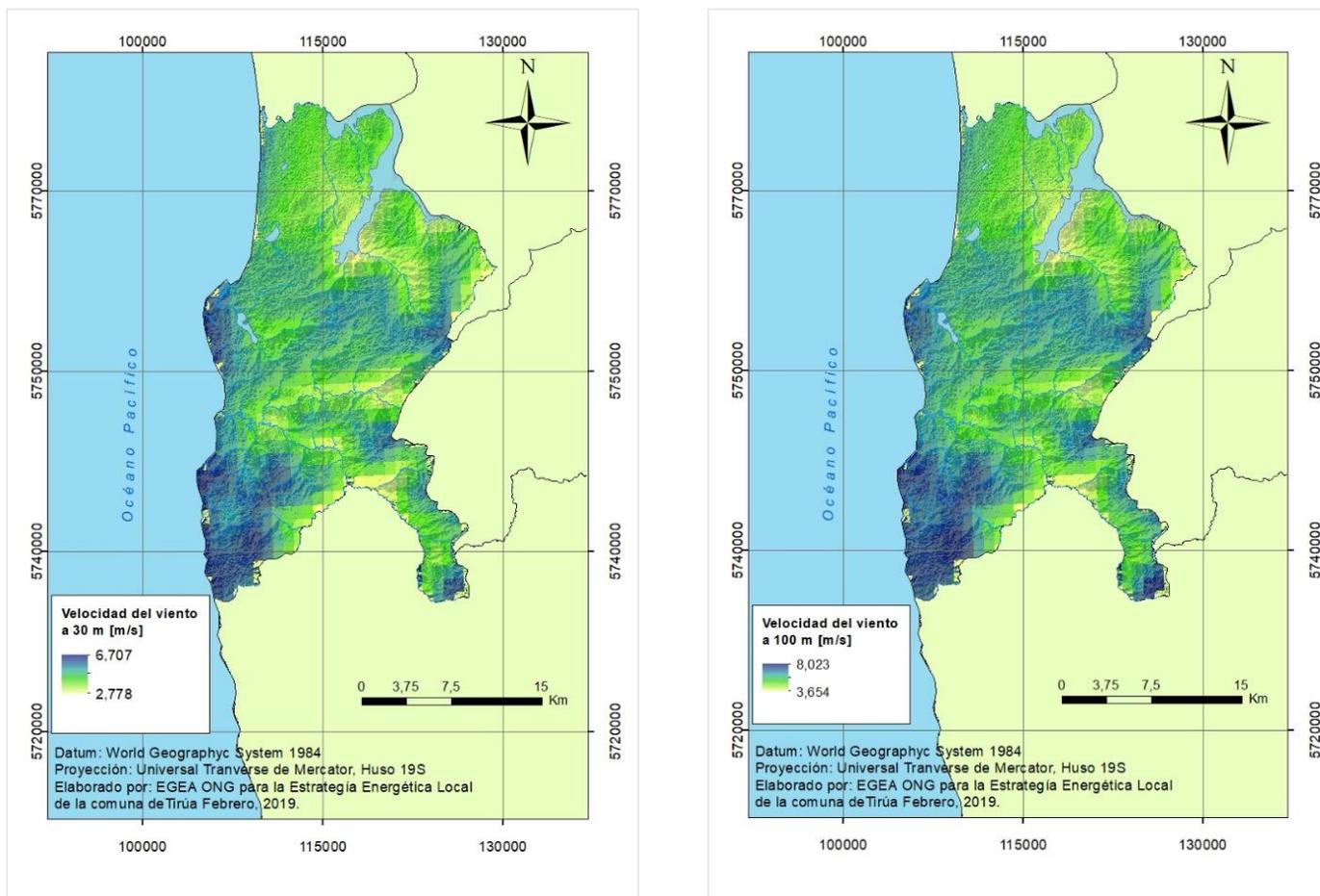
Para el análisis del recurso eólico se utilizó la información generada por el Explorador Eólico desarrollado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, el cual se basa en el modelo *WeatherResearch and Forecasting* (WRF), que entrega datos simulados para el año 2010, mediante un modelo atmosférico de mesoescala. Como se muestra en la figura 8, a 100 m de altura sobre el suelo se presentan mayores valores de velocidad de viento que a 30 m, llegando a un máximo de 8,02 m/s. En ambos casos la velocidad de viento aumenta según altura y cercanía a la costa y disminuye en los fondos de quebradas.

Se calculó el potencial eólico según las características de un aerogenerador apto para la velocidad de los vientos de

la comuna: en proyectos de menor escala y a una velocidad de viento promedio de 4,5 m/s se pueden producir solo 182,5 MWh al año por m². No toda la comuna presenta un potencial eólico ideal para la generación de energía eléctrica. Por ende, para determinar el potencial eólico real en la comuna de Tirúa se aplicaron restricciones espaciales, arrojando las siguientes áreas aptas para generación eólica, como muestra la figura 9.

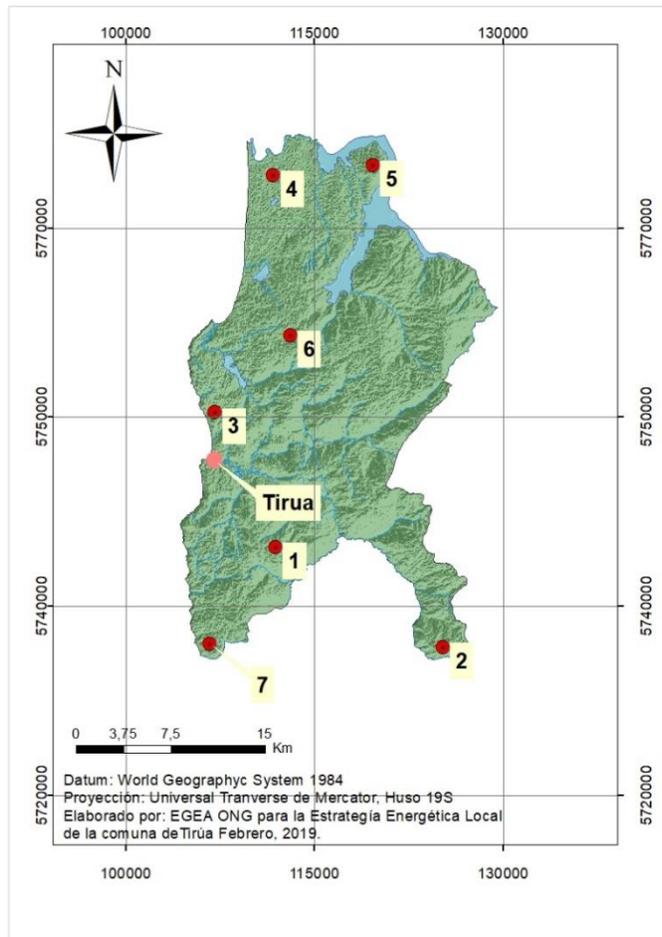
Los puntos de potencial 1 y 7 pueden abarcar 3400,8 ha, en las que se pueden generar hasta 993 GWh/año valor que condice con este estudio dado que los valores presentados anteriormente son referentes a un punto en específico.

Figura 9: Medias anuales de velocidad de viento simulado en la comuna de Tirúa a 30 metros (izquierda) y 100 metros (derecha).



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 10. Zonas de potencial eólico en la comuna de Tirúa



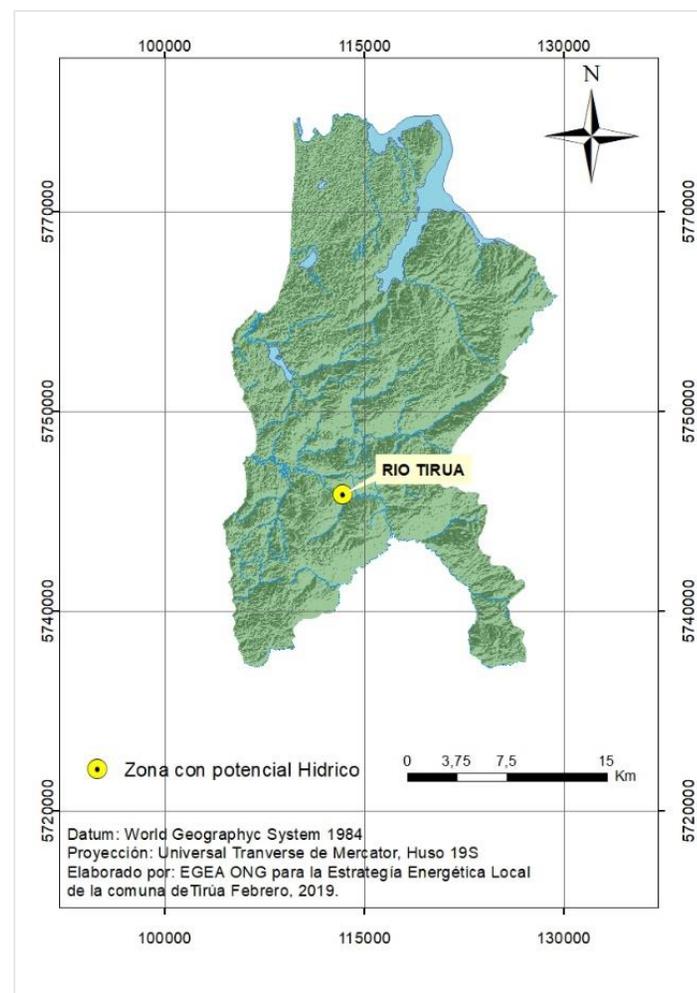
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Energía Hídrica

Según el Ministerio de Energía (2018) en el marco del programa comuna energética determinó que la comuna de Tirúa tiene un potencial de generación de **14,9 GWh/año**. Por otro lado, En la figura 10 se puede observar los puntos con potencial hidroeléctricos entregados por el explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos (DAANC).

Como se muestra en la imagen, el único punto con potencial en la comuna se encuentra en el río Tirúa con un potencial instalable de 1,7 MW.

Figura 10. Puntos con potenciales hidroeléctrico en la comuna de Tirúa.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Energía Geotérmica

A continuación, se presenta el potencial de energía geotérmica de Tirúa clasificado según el grado de entalpía de los fluidos geotérmicos. Lo anterior, considerando que si el fluido se encuentra a temperaturas menores de 100 °C es clasificada como baja entalpía; cuando está entre 100°C y 150°C se clasifica como media entalpía; por último, en caso ser mayor a 150°C es clasificada como alta entalpía.

Baja Entalpía

La geotermia de baja entalpía corresponde al uso del subsuelo como fuente de calor para la evaporación del fluido térmico en una bomba de calor. La solución óptima para generar energía geotermia de baja entalpía es disponer de un sistema horizontal. de esta forma, se seleccionó una bomba de calor del tipo “fuente de tierra” con un modelo “DWPG017” del fabricante “Addison”. Cada uno de dichos equipos presenta una COP de calentamiento (por sus siglas en inglés de *Coefficient of Performance*) de 3,1. Lo anterior, quiere decir que, dadas las características técnicas de equipo y el contexto climático de Tirúa, por cada 1 kW de potencia consumida, se generarán 3,1 kW de calentamiento.

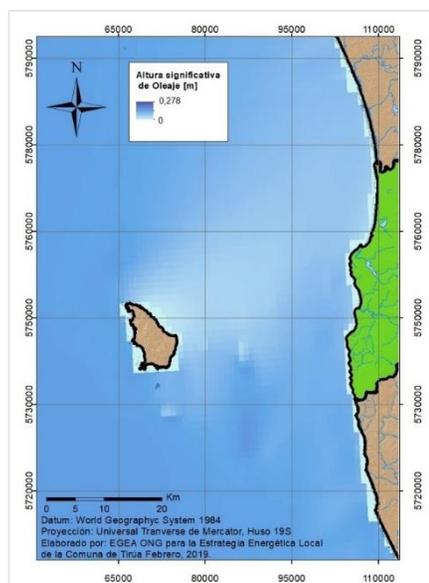
La capacidad de generación de calor del equipo es de 3,37 kW, este valor se extrapola para todas las viviendas de la comuna de Tirúa (4.052) asumiendo que todas ellas presentan las condiciones necesarias para su instalación. De

este modo se concluye que en la comuna de Tirúa existe un potencial de **13,66 MW** para el aprovechamiento de sistemas geotérmicos de baja entalpía.

Energía Undimotriz

Tirúa es una comuna costera, lo que hace posible pensar que existe un importante potencial de energía de las olas frente a sus costas. Según el explorador de energía marina de la facultad de ciencias física y matemáticas de la universidad de Chile se puede observar que la altura media de las olas frente a la costa de la comuna de Tirúa es de 0,5 metros, siendo 2,78 metros la altura máxima alcanzada por el oleaje (ver figura 11).

Figura 11. Altura de oleaje en la costa de Tirúa

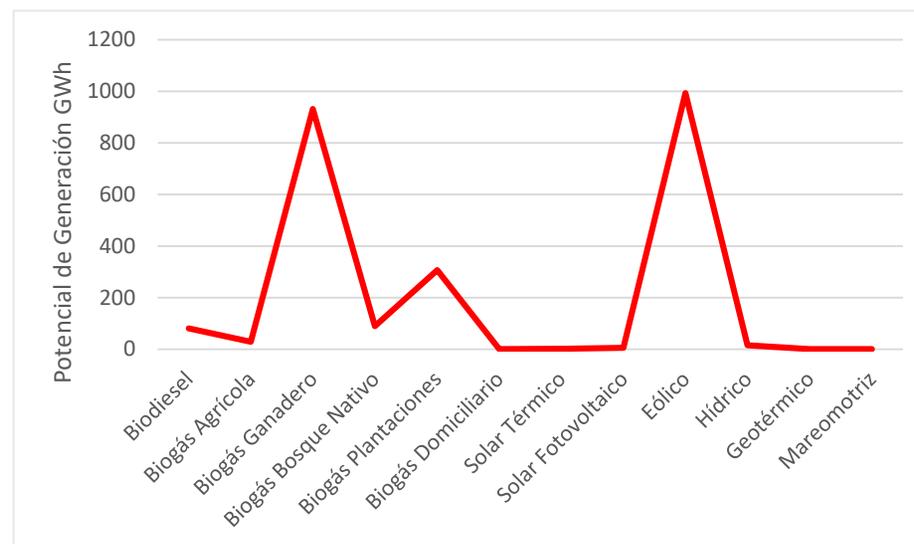


Fuente: Elaboración propia, 2020.

De esta forma se obtuvo que, a una altura media de 1,18 metros, la comuna de Tirúa tiene una potencia undimotriz de 6,9 KW/ m² de energía. Cabe mencionar, que la altura de las olas y, por ende, la baja potencia de energía undimotriz se ve afectado por la presencia de la Isla mocha en la costa de la comuna.

Resumen Potencial de Energías Renovables

Figura 12. Potenciales de generación según fuente en Tirúa



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 12 se compara la generación potencial de energía de diferentes fuentes. El biodiésel, el biogás ganadero, el de bosque nativo y plantaciones, y la energía eólica satisfacen todos de buena forma el consumo energético total de Tirúa. Estos datos de potenciales energéticos deben tomarse con cautela: para su aprovechamiento existen restricciones tecnológicas, de inversión y gestión que se tienen que considerar para concretar proyectos.

Potencial de Eficiencia Energética

La eficiencia energética corresponde a como optimizamos el uso de nuestra energía, ósea, como logramos la mayor cantidad de resultados usando los menos recursos posibles. En este contexto, es primordial reducir nuestro uso de energía cuando este puede evitarse, al tomar variadas medidas.

Las características constructivas de las edificaciones son clave en la cantidad de energía necesaria para calefaccionar. Por lo mismo, se requiere que las edificaciones posean estándares adecuados de aislación térmica, que permitan reducir a niveles óptimos las pérdidas de calor en los períodos fríos del año. En este sentido el año 2000, se crea una reglamentación térmica para edificaciones residenciales. Dado que esta reglamentación térmica es muy reciente, más del 65% de las viviendas construidas en el centro sur del país no posee estándares en esta línea y el 35% posee un nivel mejor, pero aún así inferior a los índices internacionales.

Aterrizando lo anterior en la comuna, según el Censo del año 2017 en la comuna de Tirúa el 79% de las viviendas presentan materialidad aceptable, mientras que el 19% presenta viviendas construidas con materiales de

características artesanales. No obstante, 81 viviendas de la comuna de Tirúa son de materialidad irrecuperable.

A pesar de esto, el potencial que existe de eficiencia energética para una comuna depende, además de la materialidad, de su comportamiento en el consumo energético y su capacidad para incorporar medidas. A continuación, se presentan algunas medidas de eficiencia energética que pueden ser aplicadas en cada sector y su potencial ahorro.

En el cuadro 2 se presentan las principales medidas a tomar para lograr un uso óptimo y eficiente de la energía en Tirúa, estas incluyen, acciones dentro de las viviendas, en el sector público, y también en el transporte.

En el caso de aplicar la medida del uso de ciclovía al 100%, el consumo caería a tan solo a un 40.77% del consumo total, es decir, un 60% de ahorro aproximadamente. Aunque no es posible evitar la circulación de la totalidad de vehículos, esta cifra sirve para dimensionar cuanto impacto en el consumo energético podría ahorrarse de tomar medidas respecto al transporte.

Cuadro 2. Medidas de Eficiencia Energética

Medida	Descripción
Sector residencial	
Iluminación	Realizando un recambio de ampolletas por aquellas con tecnología led puede llegar a reducir en un 60% el consumo por este ítem ⁶ . Según estudios, esta fuente de consumo eléctrico refleja el 4% del gasto energético total del hogar ⁷ .
Artefactos Eléctricos	Los equipos eléctricos que tienen un mayor consumo energético en los hogares corresponden al refrigerador, televisor y al consumo de los equipos al estar en estado <i>Stand by</i> . Cambiar los electrodomésticos por aquellos más eficientes, con sello de eficiencia energética A o A+, puede llegar a una disminución de alrededor del 25% de energía.
Aislación Térmica	mejorando la aislación térmica de los hogares, tanto en los muros, pisos y ventanas, se podría lograr reducir hasta un 70% la demanda energética por calefacción. Además, se reducen en alta medida las emisiones contaminantes generadas por los calefactores a leña, y más aún, si estos son reemplazados por calefactores eficientes y se ocupa leña seca.
Aire Acondicionado y Calefacción	En caso de ser equipos eléctricos, pueden llegar a ser el 30-40% del consumo mensual de un hogar. En el caso de Contulmo, Cañete y Tirúa se emplea leña debido a su bajo costo, pero el empleo de este combustible en viviendas con aislación deficiente puede aumentar en exceso el consumo de combustible.
Sector Público	
Luminaria Pública	Impulsar el recambio la luminaria pública actual por luminarias LED puede significar un ahorro energético del 40%. También se puede considerar el recambio de semáforos y cámaras de vigilancia por tecnología eficiente, disminuyendo la generación de calor en este tipo de equipos y a la vez aumentando su vida útil.
Infraestructura Municipal	Tanto en las edificaciones de los distintos departamentos municipales, como en los establecimientos educacionales y los inmuebles de salud, se pueden incorporar las medidas de eficiencia energética del sector residencial, obteniendo ahorros energéticos similares.
Sector Transporte	
Fomentar vehículos no motorizados	Impulsando el uso de la bicicleta se reduce el consumo de combustibles fósiles. Mejorando la calidad y seguridad de estas vías es posible aumentar y fomentar su uso por mayor parte de la población de las comunas.
Conducción Eficiente	Se puede implementar un programa de capacitaciones a los actuales conductores de las comunas y aquellos que obtengan su licencia de conducir, en medidas que pueden aplicar al momento de la conducción para la reducción del gasto de combustibles líquidos en vehículos motorizados. Las aceleraciones y frenadas bruscas aumentan el consumo de combustible ya que bajan el rendimiento del motor, el cual debería funcionar a velocidad constante la mayor parte del tiempo para generar altos rendimientos. Según la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, aplicando medidas de conducción eficiente se pueden disminuir los consumos de combustible entre un 10 - 15%.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Plan de acción

Para generar una Estrategia Energética Local (EEL), es necesario, además de diagnosticar, el plantearse objetivos a futuro y metas a alcanzar, así como un programa o plan con las actividades y plazos necesarias para cumplir.

A continuación, se presenta el proceso de elaboración del plan de acción energético para Tirúa, el cual consideró el desarrollo de 3 talleres participativos y una posterior consolidación de la información. Las fotografías 1, 2 y 3 corresponden un registro de la realización de cada una de las instancias.

Fotografía 1. Taller de Visión Energética



Proceso Participativo

Taller 1: Visión Energética

Se presentó el programa Comuna Energética, con énfasis en el proceso de elaboración de una Estrategia Energética Local. Adicionalmente, se expusieron los principales resultados del diagnóstico territorial y los potenciales de energías renovables disponible en el territorio.

Posteriormente, se realizó un *focus group*, donde se plantearon 4 preguntas orientadoras que buscaron iniciar la discusión: ¿Cuáles son los problemas medioambientales que podemos observar en nuestra comuna?; ¿Cuáles son los problemas energéticos que tiene la comuna?; ¿Cómo podemos solucionar estos problemas?; ¿Cómo nos gustaría que fuera nuestra comuna en 10 años más?

Con todos estos insumos recopilados se elaboraron dos propuestas de visión energética para la comuna, las que fueron sujetas a validación en el taller de objetivos y metas.

Taller 2: Objetivos Energéticos

Se expusieron las propuestas de visión energética para la comuna, a lo que se les pidió modificar o aprobar. Finalmente, se decidió que la visión energética de la comuna de Tirúa será:

“Tirúa es una comuna energéticamente autosustentable, limpia y ecológica, aprovecha sus recursos renovables, potenciando la energía solar, eólica y de la biomasa de forma amigable con el medio ambiente y respetando la cosmovisión mapuche. Sus habitantes están informados y poseen acceso equitativo, seguro y de calidad a los recursos energéticos.”

Dado que el propósito del taller es obtener los objetivos de la estrategia energética local se les explicó a los participantes cómo elaborarlos y se expusieron ejemplos de estos en otras comunas.

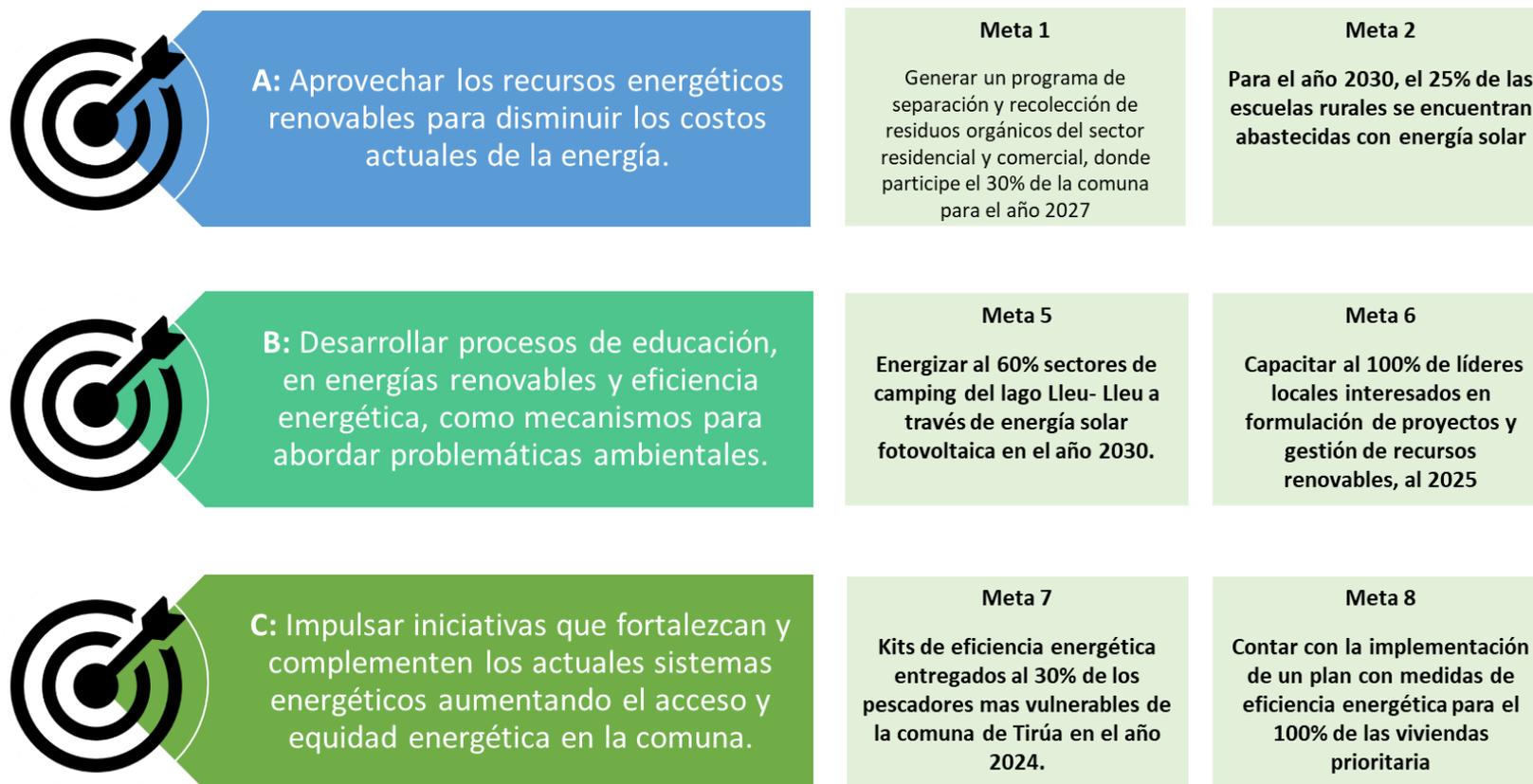
Se realizaron dos preguntas: ¿Cómo podemos llegar a la visión energética? y ¿Cuáles son los lineamientos que debemos trabajar para cumplir la visión?

Los objetivos y metas obtenidos se muestran en la figura 13.

Fotografía 2. Taller de Objetivos Energéticos



Figura 13. Objetivos Energéticos y metas elaboradas para Tirúa



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Taller 3: Priorización de proyectos

Para la ejecución de esta actividad, previamente se generó un listado de iniciativas, las cuales fueron levantadas en las reuniones bilaterales sostenidas con actores clave y durante los talleres participativos 1 y 2, donde se entregaron y completaron fichas de ideas de proyectos.

Se separó a los asistentes en 2 grupos donde debían ubicar cada proyecto en una línea de tiempo (entre los años 2020 y 2035), previo consenso entre los participantes. De esta manera, se le asignó una prioridad a cada proyecto y se seleccionaron para el plan de acción.

Fotografía 3. Taller Priorización de Proyectos



Análisis Sello Comuna Energética

Con el propósito de que la municipalidad de Tirúa desde el inicio del proceso avance en torno a la obtención del Sello Comuna Energética, se evaluó la viabilidad del cumplimiento de las distintas categorías y sus respectivos criterios de evaluación. Las categorías que integra el Sello son las siguientes:

Categoría 1: Planificación energética

Visión general del municipio respecto al tema energético, en base al desarrollo e implementación de una estrategia y un plan de acción. Incorporación de elementos que promuevan EE y ERNC en instrumentos de regulación y planificación territorial.

Categoría 2: Eficiencia energética en la infraestructura

Promoción de la eficiencia energética en el sector residencial, público y privado en la comuna. Rol ejemplificador del municipio para incorporar criterios energéticos en las edificaciones e infraestructura comunal. El municipio gestiona también acuerdos con el sector privado para el fomento del consumo eficiente, a nivel de nuevos proyectos, renovación y operación (mantenimiento) de los edificios existentes.

Categoría 3: Energías renovables y generación local

Se definen metas para la utilización de las fuentes renovables de generación de energía en la comuna. Se promueve la colaboración con los actores de la comuna para la generación eficiente de energía.

Categoría 4: Organización y finanzas

El municipio fortalece su organización en el tema energético, integrando a los funcionarios en un rol activo para el fomento de EE en los procesos internos. Además, se incorpora el tema energético en la gestión municipal.

Categoría 5: Sensibilización y cooperación

La municipalidad potencia la comunicación y la inclusión de la comunidad en la política energética. Se coopera con el sector público (SEREMIs y otras comunas), sector privado y academia. El municipio coopera con sus residentes, con énfasis en los colegios y las organizaciones base locales. Se promueven las actividades privadas para el desarrollo energético.

Categoría 6: Movilidad sostenible

Promoción de la movilidad sostenible, por medio de la planificación, difusión y fomento al transporte no motorizado, eficiente y bajo en emisiones.

A continuación, se presentan los programas y proyectos establecidos para cada una de las categorías del Sello, conformando el **plan de acción para Tirúa**.

1. Planificación Energética

Plan de revisión y mantenimiento de iniciativas energéticas implementadas

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna.

Descripción: Se espera recuperar o mejorar iniciativas energéticas y sustentables realizadas en el territorio, con el fin de aprovechar los recursos existentes y mantenerlos en el futuro. Como producto, además, se elaborará un plan de acción para ejecutar las actividades paso a paso y otro para mantener los proyectos recuperados y mejorados, finalmente estos documentos serán evaluados al final de proyecto y mejorados, con la finalidad de utilizarlos como herramientas para replicar la iniciativa en otras comunas.

Duración: 2 años partiendo en mayo de 2022.

Costo estimado: A evaluar según estudio previo.

Posible financiamiento: Financiamiento Municipal (sujeto a disponibilidad presupuestaria), postulación FPA, NAMA, Fondos GORE.

Regularizar las instalaciones eléctricas de hogares

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna.

Descripción: Se regularizarán las instalaciones eléctricas de hogares mediante las siguientes actividades 1) Realizar línea base sobre viviendas no regularizadas eléctricamente. 2) Definir parámetros de selección de viviendas prioritarias para la regularización y selección de viviendas. 3) Elaboración de material informativo, didáctico y de fácil lectura que le permita al lector entender los riesgos de una instalación eléctrica deficitaria. 4) Establecer una estrategia para la regularización de instalaciones eléctricas en hogares. 5) Ejecutar la regularización eléctrica de viviendas. 6) Realizar al menos un seminario abierto a la comunidad donde se presente un protocolo para normalizar la situación eléctrica de viviendas con instalaciones fuera norma.

Duración: 3 años partiendo en abril de 2027.

Costo estimado: A evaluar según estudio previo.

Posible financiamiento: Se postulará al Ministerio de Desarrollo Social y alternativas de financiamiento como el Fondo de Protección Ambiental, Agencia de Sostenibilidad

2. Eficiencia Energética en la Infraestructura

Programa de aislamiento térmico de viviendas

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna

Descripción: Se realizará un programa de aislamiento térmico de viviendas de la comuna a través de las siguientes actividades: 1) Realizar una auditoría energética a 70 viviendas de la comuna seleccionadas de forma aleatoria. 2) Identificar oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia térmica de las viviendas. 3) Determinar cuáles son los requerimientos más frecuentes y prioritarios. 4) Proponer un plan con medidas de aislamiento térmico para la comuna. 5) Como primera etapa, se implementará el plan en las viviendas identificadas como prioritarias.

Duración: 2,5 años empezando en septiembre 2027.

Costo estimado: \$20.000.000 en auditorías y planes.

Posible Financiamiento: Fondos concursables públicos como FAE del Ministerio de Energía, FPA del Ministerio de Medio Ambiente. FNDR y

Entrega de kit de eficiencia energética en sectores rurales

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna

Descripción: La entrega de los kits a pescadores de zonas rurales a través de las siguientes actividades: 1) adquisición de elementos de eficiencia energética (mochila con; panel solar desplegable, una radio de frecuencia corta, 2 linternas LED, adaptador multi salidas y batería para carga de celulares). 2) determinar los beneficiarios. 3) Armar kits e integrar un informativo de conductas de eficiencia energética. 4) Distribución de kits.

Duración: 1 año comenzando en abril de 2023.

Costo estimado: \$10.000.000.

Posible Financiamiento: Presupuesto municipal, SEREMI Energía, Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

Iluminación pública solar en poblados pequeños entre Tranaquepe – Tirúa

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna.

Descripción: La iluminación pública solar se realizará mediante las siguientes actividades: 1) Priorizar sectores a electrificar y evaluar en detalle el requerimiento energético de cada uno. 2) Elaborar términos de referencia para el proceso de licitación. 3) Realizar la instalación de los sistemas. 4) Realizar una ceremonia de lanzamiento del proyecto. 5) Definir a dos encargados por sector para monitorear los equipos.

Duración: 1 año desde abril 2027.

Costo estimado: \$3.000.000 por estudios previos.

Posible Financiamiento: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Programa de Mejoramiento de Barrios, SUBDERE. Fondos GORE.

3. Energías Renovables y Generación Local

Riego solar en la agricultura

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Con el fin de reducir los costos del consumo eléctrico convencional se proveerá de sistemas solares fotovoltaico a pequeños agricultores de sectores rurales de Tirúa para dotar de electricidad a bombas de agua que rieguen sus cultivos. De forma adicional se realizará una capacitación y entrega de manual para su uso y mantención.

Duración: 1 año, desde Marzo 2020..

Costo estimado: \$22.500.000 (\$2.500.000 por beneficiario).

Posible Financiamiento: INDAP, Fondo de Protección Ambiental (FPA) Ministerio del Medio Ambiente. Instrumentos de CORFO, SERCOTEC, FOSIS. Programas de la Comisión Nacional de Riego. Fondos de INDAP.

Energización del sector turístico con Energías Renovables

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: La iniciativa se realizará mediante la ejecución de las siguientes actividades: 1) Selección de beneficiarios. 2) Dimensión de las necesidades energéticas de cada emprendimiento 3) Adquisición de elementos o equipos (Sistemas Solares Fotovoltaicos, Sistemas Solares Térmicos SST, estufas eficientes, aislación térmica (dependiendo del emprendimiento). 4) Instalación de elementos o sistemas. 5) Breve capacitación respecto del uso y mantenimiento de los equipos, entrega de manual de uso y mantenimiento.

Duración: 1 año empezando en octubre de 2026.

Costo estimado: Variable según el emprendimiento y sus necesidades energéticas.

Posible Financiamiento: Apoyo al Emprendimiento Indígena Urbano y/o Rural (CONADI), Fondos de SERCOTEC. Fondos CORFO: Capital Semilla Emprنده-Fünmapu, Fondo de Desarrollo de Negocios. Subsidio Semilla de Asignación Flexible para Desafío: Turismo Indígena – SSAF. Fondo Internacional para la Diversidad Cultural (FIDC), UNESCO.

Energización de sedes sociales

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos renovables para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Se energizarán sedes sociales de Tirúa, dando principal enfoque a juntas de vecinos, centros de adulto mayor y asociaciones deportivas, a través de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos que dotarán de electricidad y agua caliente sanitaria a estos establecimientos. Para complementar estas medidas, se realizarán talleres de educación ambiental a los socios de las sedes habilitadas, además se instalarán paneles informativos de los sistemas instalados y un panel sobre energías renovables.

Duración: 2 años, empezando en marzo 2027.

Costo estimado: \$10.000.000 por sede.

Posible Financiamiento: Fondo de Protección Ambiental (FPA) Ministerio del Medio Ambiente. Fondo de Acceso Energético, Ministerio de Energía. Fondo Mixto, Ministerio de Desarrollo Social. Fondo Chile de Todas y Todos, Ministerio de Desarrollo Social. Fondo Internacional para la Diversidad Cultural (FIDC), UNESCO.

Energización solar en escuelas

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos renovables para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Se energizarán escuelas pertenecientes a la comuna de Tirúa, dando principal enfoque a las escuelas; Loncotripay, Ana Molina Tranaquepe, Primer agua y Alto Quilantahue, a través de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos que dotarán de electricidad y agua caliente sanitaria a estos establecimientos educacionales. Para complementar estas medidas, se realizarán talleres de educación ambiental en los colegios beneficiados, además de paneles informativos de los sistemas instalados y sobre las energías renovables.

Duración: 1 año por escuela.

Costo estimado: \$2.000.000 en estudio previo y \$15.000.000 por instalación

Posible Financiamiento: Financiamiento Municipal (sujeto a disponibilidad presupuestaria), postulación FPA, NAMA, Fondos GORE.

Energización de postas rurales

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos renovables para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Se instalarán sistemas solares fotovoltaicos para energizar postas de los sectores rurales de Tirúa, priorizando a las postas; Alto Quilantahue, Loncotripay, Primer agua y Casa piedra. Para complementar estas medidas, se realizarán talleres de medidas de eficiencia energética a los funcionarios de los establecimientos, además se instalarán paneles informativos y se entregará un manual de uso y mantenimiento de los sistemas instalados. Finalmente se capacitará a dos funcionarios por posta, que serán responsables del uso y mantenimientos de los sistemas.

Duración: 2,5 años, empezando en mayo 2029.

Costo estimado: \$15.000.000 por posta.

Posible Financiamiento: Fondo de Protección Ambiental (FPA) Ministerio del Medio Ambiente. Fondo de Acceso Energético, Ministerio de Energía. Fondo Mixto, Ministerio de Desarrollo Social. Fondo Chile de Todas y Todos, Ministerio de Desarrollo Social. Fondo Internacional para la Diversidad Cultural (FIDC), UNESCO.

Programa para la valorización de residuos orgánicos a nivel residencial y comercial, mediante la instalación de biodigestores a baja escala

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos renovables para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Se generará un plan de acción y difusión con el fin de recolectar residuos orgánicos domiciliarios y comerciales, para utilizarlo en un biodigestor comunitario del sector residencial y otro del sector comercial de baja entalpía. Esto con la finalidad de generar biogás y/o electricidad para el consumo de la comunidad. Para promover la iniciativa se entregarán imanes para fomentar la separación de los residuos orgánicos y folletos informativos del proyecto. Por otra parte, se realizarán talleres de educación ambiental a juntas de vecinos y comerciantes, los que abordarán principalmente las energías renovables y sustentabilidad.

Duración: 1 año, empezando en Marzo de 2026.

Costo estimado: Según estudio a realizar.

Posible Financiamiento: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Fondos internacionales Financiamiento bancario, BICE, Corpbanca, Santander, BBVA, Security, BID, entre otros. CORFO, Programa de Apoyo a Proyectos Estratégicos en Etapa de Pre Inversión - PRAP, Garantía Corfo Inversión y Capital de Trabajo, Iniciativas de Fomento Integradas – IFI: Apoyo a Proyectos de Inversión Tecnológica, Crédito Corfo Micro y Pequeña Empresa. Instrumentos de financiamiento INDAP.

Micro central solar en sector Lago Lleu-lleu

Objetivo al que contribuye: Aprovechar los recursos energéticos renovables para disminuir los costos actuales de la energía.

Descripción: Se realizará la instalación de una micro central solar a través de sistemas solares fotovoltaicos para energizar sectores de camping del Lago Lleu lleu y se capacitará a dos funcionarios que serán responsables del uso y mantenimiento de los sistemas. Para complementar estas medidas, se instalarán paneles informativos sobre el uso eficiente de la energía eléctrica para los usuarios del camping. Por otro lado, se entregará un manual de uso y mantenimiento de los sistemas instalados, esto para los funcionarios designados como responsables del sistema.

Duración: 1 año, empezando en junio 2029.

Costo estimado: \$17.000.00.

Posible Financiamiento: Apoyo al Emprendimiento Indígena Urbano y/o Rural (CONADI), Fondos de SERCOTEC. Fondos CORFO: Capital Semilla Emprende-Fünmapu, Fondo de Desarrollo de Negocios. Subsidio Semilla de Asignación Flexible para Desafío: Turismo Indígena – SSAF.

Instalación de micro biodigestores en zonas rurales

Objetivo al que contribuye: Desarrollar procesos de educación, en energías renovables y eficiencia energética, como mecanismos para abordar problemáticas ambientales.

Descripción: Se capacitará a emprendedores rurales de la comuna de Tirúa sobre Eficiencia Energética (EE), sistemas de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y valorización de residuos. De forma complementaria se realizará la instalación de micro biodigestores con la finalidad de demostrar el valor energético de los residuos (energía de la biomasa) y su vez la generación de energía eléctrica a través de ellos, reduciendo así la huella de carbono. Adicionalmente se elaborará material educativo sobre EE y ERNC, el que será entregado a los emprendedores junto con un kit de EE.

Duración: 1 año, empezando en marzo 2020.

Costo estimado: a evaluar según estudio previo.

Posible Financiamiento: Fondo de Acceso Energético (FAE). Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Financiamiento bancario. CORFO, PRAP, Garantía Corfo Inversión y Capital de Trabajo, Iniciativas de Fomento Integradas IFI: Apoyo a Proyectos de Inversión Tecnológica, Crédito Corfo Micro y Pequeña Empresa.

Programa de energización de APRs mediante energía solar fotovoltaica

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna.

Descripción: Se instalarán sistemas de bombeo de agua solares para APRs de Tirúa, mediante las siguientes actividades: 1) Hacer un levantamiento y priorización de los posibles beneficiarios. 2) Evaluar requerimientos energéticos para el bombeo de agua. 3) Definir una carta Gantt y estrategia de instalación. 4) Realizar la instalación de sistemas de acuerdo a la carta Gantt establecida.

Duración: 1 año, empezando en enero 2022.

Costo estimado: a evaluar según estudio previo.

Posible Financiamiento: Programa de abastos de agua Potable, SUBDERE. Fondos internacionales como los de la embajada de Japón, Canadá, Australia, Alemania. Fondos de la Comisión Nacional de Riego.

4. Organización y finanzas

Durante el proceso participativo no fueron identificadas iniciativas con temáticas de organización y finanzas

6. Sensibilización y cooperación

Plan de educación energética

Objetivo al que contribuye: Desarrollar procesos de educación, en energías renovables y eficiencia energética, como mecanismos para abordar problemáticas ambientales.

Descripción: Se pretende desarrollar un plan educativo con estrategias y objetivos para aplicar talleres que capaciten a estudiantes y docentes en las siguientes temáticas; las energías renovables, eficiencia y pobreza energética. Realizando al menos 3 talleres por establecimiento educacional. De forma adicional en los talleres de energías renovables se conectará un sistema solar fotovoltaico, el cual será instalado dentro del establecimiento de forma demostrativa junto con un panel informativo sobre la energía solar fotovoltaica. Por otra parte, se elaborará un panel informativo con medidas de eficiencia energética para establecimientos educacionales, el que será entregado a los establecimientos de la comuna.

Duración: 1 año, empezando en octubre 2019.

Costo estimado: \$12.500.000.

Posible Financiamiento: Programa EXPLORA (CONICYT), FPA (Ministerio de Medio Ambiente), RSE de empresas locales o bien financiamiento propio de los establecimientos involucrados (sujeto a disponibilidad

Programa de fortalecimiento de líderes locales en gestión de recursos renovables y formulación de proyectos energéticos

Objetivo al que contribuye: Desarrollar procesos de educación, en energías renovables y eficiencia energética, como mecanismos para abordar problemáticas ambientales

Descripción: Se definirá un programa para los líderes locales de la comuna de Tirúa que integre capacitaciones de energías renovables, eficiencia energética e información relevante sobre la situación energética del territorio, tanto su consumo como potencial de energías renovables. Adicionalmente se realizará un taller participativo sobre la formulación de proyectos, a partir del cual se formularán perfiles de proyectos a modo de reforzar el taller. Por otra parte, se realizarán difusiones radiales con el fin de enseñar y promover medidas de eficiencia energética. Finalmente, a modo de refuerzo educativo, se elaborará una Guía sobre Energías Renovables, la cual será entregada a los participantes del proyecto y se encontrará en formato digital en la web para descargar.

Duración: 1 año, empezando marzo 2020.

Costo estimado: \$10.000.000.

Posible Financiamiento: Fondo de protección ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, Agencia

Previendo las quemas ilegales

Objetivo al que contribuye: Impulsar iniciativas que fortalezcan y complementen los actuales sistemas energéticos aumentando el acceso y equidad energética en la comuna.

Descripción: Se propondrá un plan educativo y de difusión con el fin de concientizar a la comunidad sobre las consecuencias e impactos de las quemas ilegales en el territorio, que enseñe, además, como evitar estas quemas y como aprovechar los residuos como fuente de energía. La iniciativa se realizará a través de las siguientes actividades: 1) Elaboración de plan educativo, mediante capacitaciones a estudiantes, agricultores y juntas de vecinos. 2) Se desarrollará un plan de difusión, que contemple canales televisivos y radiales en lo posible, además de la elaboración de informativos sobre el tema. 3) Se realizarán entrevistas para identificar las principales razones por las cuales se realizan las quemas, con el fin de proponer medidas alternativas para la disposición de los residuos. 4) Se elaborará un diagnóstico sobre las quemas ilegales del territorio. 5) Finalmente se realizará un seminario abierto señalando los principales resultados y productos del proyecto.

Duración: 1 año. **Costo estimado:** \$12.000.000 millones aproximadamente.

Posible Financiamiento: Fondo de protección ambiental.

Autoconstrucción e instalación de sistemas energéticos para emprendedores

Objetivo al que contribuye: Desarrollar procesos de educación, en energías renovables y eficiencia energética, como mecanismos para abordar problemáticas ambientales.

Descripción: Se realizarán talleres participativos para enseñar sobre la construcción, instalación y mantenimiento de sistemas energéticos destinados a emprendedores rurales de la zona, enfocados principalmente al uso de la energía solar térmica, comenzando inicialmente con 6 emprendedores. Adicionalmente se realizará la entrega de materiales, para que con apoyo de la organización experta en el rubro se realice la construcción e instalación de los sistemas, los cuales podrían ser; cocinas, hornos o deshidratadores solares. Esto con el fin de reducir completa o parcialmente su consumo eléctrico convencional o de combustibles fósiles en la elaboración de productos. Adicionalmente se les hará entrega de un kit con elementos que fomenten el uso eficiente de la energía.

Duración: 1 año, empezando en abril 2023.

Costo estimado: \$15.000.000.

Posible Financiamiento: Apoyo al Emprendimiento Indígena Urbano y/o Rural (CONADI), Fondos de SERCOTEC. Fondos CORFO Fünmapu, Fondo de Desarrollo de Negocios. SSAF. Fondo Internacional para la Diversidad Cultural (FIDC), UNESCO.

7. Movilidad Sostenible

Durante el proceso participativo no fueron identificadas iniciativas con temáticas de movilidad sostenible.

