



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

COMUNIDADES ENERGÉTICAS Y DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA COMUNA DE TILTIL.

MARÍA ELENA BARRAZA SALINERO

PROFESORES GUÍA:
JAVIER BUSTOS SALVAGNO, PhD
GABRIEL CANDIA AGUSTI, PhD

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER
EN GESTIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

SANTIAGO – CHILE
2025



Universidad del Desarrollo
Facultad de Ingeniería

COMUNIDADES ENERGÉTICAS Y DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA COMUNA DE TILTIL

POR: MARÍA ELENA BARRAZA SALINERO

Proyecto de Grado presentado a la Comisión integrada por los profesores:

PROFESORES GUIA:

JAVIER BUSTOS SALVAGNO, PhD
GABRIEL CANDIA AGUSTI, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 1:

ALEX GODOY FAÚNDEZ, PhD

PROFESOR INTEGRANTE 2:

DIEGO RIVERA SALAZAR, PhD

Para completar las exigencias del
Grado de Magíster en Gestión de la Sustentabilidad.

Abril, 2025

Santiago de Chile

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Por medio del presente párrafo, declaro que el documento titulado: **COMUNIDADES ENERGÉTICAS Y DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA COMUNA DE TILTIL**, que presento a la Universidad del Desarrollo de Chile, es de mi creación y no ha sido difundido o presentado bajo otra filiación. En consecuencia, declaro que este trabajo de tesis y su contenido, son totalmente originales y que todos los datos y referencias a trabajos ya publicados con anterioridad han sido debidamente identificados, referenciados o citados en el documento, y que estas citas han sido incluidas en las referencias bibliográficas. Hago hincapié en que la información presentada y sus respectivos documentos no se encuentran bajo derechos de autor; y en caso de que así lo estuvieran, me hago responsable de cualquier entorno de litigio o reclamo referente con la violación de derechos de propiedad intelectual, liberando de toda la responsabilidad a la Universidad del Desarrollo de Chile.

Me comprometo a no publicar este trabajo de forma completa o parcial para consideración en ninguna revista o congreso sin considerar la aprobación y con el debido proceso de revisión de la Universidad del Desarrollo. Por otra parte, si un extracto o el documento sea aprobado para su utilización por parte de algún medio en cuestión, entrego a la Universidad del Desarrollo a incluir dicho artículo en sus publicaciones, y a reproducirlo, editarlo, distribuirlo, exhibirlo y comunicarlo en el país y en el extranjero, por medios impresos, electrónicos, Internet o cualquier otro medio, para propósitos científicos y sin fines de lucro.

MARIA ELENA BARRAZA SALINERO

Firma



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, por su paciencia infinita y su apoyo constante frente a cada nuevo desafío.

De manera especial, a mi pequeña Martina, quien puso su mesita junto a mi escritorio, regalándome su compañía y sus mil preguntas mientras escribía cada página de este documento.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, desde sus distintas profesiones y conocimientos, trabajan cada día con compromiso por construir un mundo más justo y sostenible para las futuras generaciones.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo del proceso de esta investigación. En especial, a mis profesores guías, Javier Bustos y Gabriel Candía, por su confianza, disposición y acompañamiento durante la elaboración de esta tesis.

También extiendo mi gratitud a los demás profesores del Magíster en Gestión de la Sustentabilidad de la Universidad del Desarrollo, por brindarme la oportunidad de profundizar y aprender sobre temas tan relevantes e inspiradores.

Agradezco igualmente a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) por otorgarme la Beca de Magíster para Funcionarios Públicos 2023, la cual hizo posible el desarrollo de este programa académico.

COMUNIDADES ENERGÉTICAS Y DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA COMUNA DE TITIL

María Elena Barraza Salinero

Bajo la supervisión de los Profesores Javier Bustos Salvagno, PhD y
Gabriel Candia Agusti, PhD. Universidad del Desarrollo de Chile.

Resumen

La presente tesis aborda el papel estratégico de las comunidades energéticas como catalizadoras del desarrollo rural sostenible, centrandó el análisis en la comuna de Tiltill, una zona históricamente rezagada dentro de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. A partir del contexto de vulnerabilidad económica, social y ambiental de la comuna, se propone una estrategia de innovación sustentable basada en el aprovechamiento de recursos locales, particularmente energías renovables no convencionales (ERNc), como herramienta transformadora.

La investigación combina revisión bibliográfica, análisis normativo y estudio de casos para identificar aprendizajes. A partir de ello, se plantea una propuesta de Comunidad Energética Tiltill Sustentable (CETS), con etapas definidas de implementación, gobernanza participativa y beneficios proyectados para la comunidad, como reducción de costos energéticos municipales, diversificación económica local y mejora de la calidad de vida.

La hipótesis central sostiene que, pese a las múltiples intervenciones públicas previas, el desarrollo de una comunidad energética permitirá reducir brechas estructurales y potenciar un modelo de desarrollo más justo, resiliente y sostenible. Tiltill se presenta, así como un territorio con desafíos críticos, pero también con un gran potencial para liderar un nuevo enfoque de desarrollo rural sustentado en la transición energética.

PALABRAS CLAVE: Territorios Rurales; Desarrollo Sostenible; Innovación; Comunidades Energéticas.

HIGHLIGHTS

COMUNIDADES ENERGÉTICAS Y DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE: PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA LA COMUNA DE TILTI

María Elena Barraza Salinero

- **Enfoque metodológico integral.** La investigación combina el análisis bibliográfico, estudios de casos internacionales y nacionales y la evaluación del contexto local de Tilti para proponer una solución concreta.
- **Innovación como motor de transformación rural.** El texto resalta la innovación como una estrategia esencial para superar las brechas de desigualdad en territorios rurales rezagados, promoviendo el desarrollo sostenible y equitativo.
- **Convergencia entre energía, equidad y sostenibilidad.** Las comunidades energéticas se presentan como instrumentos para reducir pobreza energética, impulsar economías locales y avanzar hacia una transición energética justa desde lo rural.
- **Tilti como territorio estratégico.** Históricamente rezagado y afectado por problemas socio ambientales, posee un alto potencial solar que lo posiciona como un caso clave para implementar un modelo de desarrollo energético sostenible.
- **Propuesta de comunidad energética local.** Se plantea la creación de la Comunidad Energética Tilti Sustentable (CETS), con participación ciudadana, gestión municipal y enfoque cooperativo para generar y gestionar energía limpia a nivel local.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	10
1.1.	Tema de Investigación: Comunidades energéticas y su contribución al desarrollo rural sostenible.....	10
1.2.	Caso de Estudio: La Comuna de Tiltil, propuesta para una zona de rezago.....	12
1.3.	Preguntas de Investigación	16
1.4.	Objetivos y Propuesta Metodológica	17
1.5.	Hipótesis de Trabajo	18
<hr/>		
2.	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	19
2.1.	Desarrollo Sostenible de Territorios Rurales	19
2.2.	Innovación Rural y Competitividad.....	22
2.3.	Territorios Rurales Rezagados	26
2.4.	Energías Renovables y Comunidades Energéticas (CEs)	28
<hr/>		
3.	ESTUDIO DE CASOS Y BUENAS PRÁCTICAS.	31
3.1.	Análisis de Casos Internacionales	31
3.2.	Experiencias Nacionales.....	46
3.3.	Aprendizajes Extraídos del Estudio de Casos	54
3.4.	Análisis Normativo Comparado CEs	57
<hr/>		
4.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMUNA DE TILTIL	61
4.1.	Antecedentes Generales de la Comuna	61
4.2.	Estado de Rezago y Carencia de Recursos.....	62
4.3.	Planificación Comunal.....	63
4.4.	Desarrollo Energético.....	66
4.5.	Gestión Energética Local.....	69
<hr/>		
5.	PROPUESTA PARA LA COMUNA DE TILTIL	72
5.1.	Comunidad Energética Tiltil Sustentable (CETS).....	72
5.2.	Etapas de la Propuesta.....	73
5.3.	Modelo de Gestión.....	79

5.4. Potenciales Impactos y Beneficios.....	83
5.5. Indicadores de Sostenibilidad.....	85
<hr/>	
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
<hr/>	
7. ANEXOS.....	95
7.1. Desarrollo e Integración de las ERNC en Chile.....	95
7.2. Empresa Eléctrica Municipal de Tiltil (EEMTT)	96
7.3. Tipos de Proyectos de Generación Distribuida	98
<hr/>	
8. ARTÍCULO.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico ingreso municipal comunas RMS, año 2022.....	14
Figura 2. Grafico gasto municipal Tilttil, principales rubros económicos (2020-2024).....	15
Figura 3. Dimensiones desarrollo sostenible.....	21
Figura 4. Esquema innovación y competitividad.....	24
Figura 5. Actores gestión energética local.....	71
Figura 6. Esquema propuesta modelo de gestión CETS.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Etapas, objetivos específicos y metodología de investigación.....	17
Cuadro 2. Posibles estructuras legales de las CEs.....	29
Cuadro 3. Principales beneficios derivados de la implementación de CEs.....	30
Cuadro 4. Resumen casos internacionales CEs.....	45
Cuadro 5. Resumen casos nacionales CEs.....	53
Cuadro 6. Comparación normativa CEs.....	59
Cuadro 7. Categorías, objetivos y metas EEL Tilttil.....	65
Cuadro 8. Demanda energética actual Tilttil.....	66
Cuadro 9. Proyección demanda energética Tilttil año 2035.....	67
Cuadro 10. Proyectos generación eléctrica en funcionamiento y aprobados Tilttil.....	68
Cuadro 11. Potencial generación ERNC Tilttil.....	69
Cuadro 12. Cálculo de techos públicos disponibles para la instalación de SFV.....	74
Cuadro 13. Subestaciones eléctricas Tilttil y alrededores.....	77
Cuadro 14. Resumen por etapas iniciativa propuesta.....	79
Cuadro 15. Resumen de actores y funciones del modelo de gestión CETS.....	82
Cuadro 16. Matriz de seguimiento iniciativa CETS.....	86

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Tema de Investigación: Comunidades energéticas y su contribución al desarrollo rural sostenible.

El territorio rural ha sido percibido desde distintas perspectivas, algunas profundamente arraigadas en el imaginario colectivo y otras más contemporáneas. Tradicionalmente, se ha entendido como un espacio rezagado, agrícola, rústico y resistente al cambio. No obstante, en las últimas décadas ha emergido una visión más compleja y contemporánea, que reconoce al mundo rural como un espacio dinámico, en constante transformación y con una creciente diversidad económica. En este contexto, las actividades relacionadas con las energías renovables comienzan a ocupar un rol protagónico, a la vez que se fortalecen los vínculos económicos, sociales y culturales con los entornos urbanos.

Esta perspectiva más integrada del ámbito rural es crucial, especialmente en América Latina y en Chile, donde las decisiones de política pública y las inversiones privadas, como los proyectos de generación de energía renovable, tienen un impacto determinante en el desarrollo de estos territorios (Fernandez, Fernandez, & Soloaga, 2019)

En Chile, el 80% de la superficie corresponde a territorio rural y, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el 13% de la población chilena reside en estas zonas. Sin embargo, este porcentaje aumenta considerablemente al 30% bajo la definición de la OCDE. En nuestro país, lo rural ha sido comúnmente definido en oposición a lo urbano, enfocándose principalmente en sus carencias en lugar de reconocer sus potencialidades. Esta visión ha contribuido a la persistencia de estigmas que invisibilizan el potencial transformador de estos territorios.

No obstante, lo anterior, es preciso señalar que estos territorios, presentan un potencial significativo para liderar procesos de transformación sostenible a través de iniciativas orientadas a la generación de energía renovable. Este tipo de proyectos no sólo representan soluciones innovadoras frente a las limitaciones económicas y estructurales

que enfrentan estas zonas, sino que también contribuyen a reducir brechas de desigualdad, al generar empleo, mejorar infraestructuras locales y fortalecer la resiliencia de las comunidades.

Algunos autores señalan que el futuro de las áreas rurales, tanto en países centrales como periféricos, enfrenta enormes paradojas e incertidumbres (Burgos & Bocco, 2020). Desde esta perspectiva, las energías renovables representan una oportunidad clave para redefinir a las áreas rurales, como un actor estratégico en la transición energética. En estas áreas que concentran poblaciones vulnerables y cuentan con limitaciones estructurales, los proyectos de generación de energía renovable pueden transformarse en herramientas poderosas para mejorar la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes, al tiempo que contribuyen a alcanzar los objetivos de sostenibilidad.

La innovación, particularmente en el ámbito energético, surge como un motor fundamental para valorar las oportunidades de los territorios rurales. Iniciativas como los parques solares, proyectos eólicos y soluciones de biomasa, diversifican las actividades económicas locales y permiten a estas comunidades integrarse de manera activa en la transición hacia un desarrollo sostenible. De esta manera, los proyectos de energía renovable reafirman el papel de los territorios rurales como espacios vitales para un futuro más equitativo y sustentable.

En este contexto, las comunidades energéticas¹ (CEs) surgen como modelo organizativo que permite a las poblaciones locales participar de manera activa en la generación y gestión de energía. Estas iniciativas aportan beneficios económicos al reducir costos energéticos, fortalecen la cohesión social y aportan al cuidado del medio ambiente, consolidándose como una herramienta clave para avanzar hacia la sostenibilidad.

El desarrollo de las CEs en territorios rurales va más allá de acelerar la transición energética, constituyéndose en una estrategia transformadora para reducir desigualdades

¹ Sobre Comunidades Energéticas, se pueden encontrar distintas definiciones, pero en términos generales, el concepto se refiere a una asociación local de ciudadanos que se articulan para la generación, uso y consumo de energía (Barrera, 2024).

y construir un modelo de desarrollo más equitativo. En Chile, donde las zonas rurales enfrentan significativos desafíos estructurales, estas iniciativas tienen el potencial de convertirse en un pilar estratégico para el desarrollo rural sostenible, integrando innovación, resiliencia y sostenibilidad en las políticas públicas y en las prácticas de las comunidades locales.

1.2. Caso de Estudio: La Comuna de Tilttil, propuesta para una zona de rezago.

Diversos autores han planteado que el territorio representa un aspecto relevante en la configuración de la desigualdad social (Cecchini, Holz, & Soto de la Rosa, 2021). Las condiciones territoriales, como la localización geográfica, la conectividad, la infraestructura disponible y la cobertura de servicios básicos, interactúan con las dinámicas sociales y económicas, generando entornos que pueden favorecer o limitar el progreso de sus habitantes.

Esta relación entre territorio y desigualdad se manifiesta con mayor claridad en los territorios que, por razones estructurales e históricas, han sido sistemáticamente excluidas de los procesos de desarrollo. En estos territorios, las brechas en infraestructura, servicios y oportunidades no sólo persisten, sino que tienden a profundizarse con el tiempo, consolidando escenarios de rezago territorial.

Un caso emblemático de esta realidad es Tilttil, comuna ubicada en el extremo norte de la Región Metropolitana de Santiago (RMS). Su aislamiento histórico y las marcadas brechas sociales y ambientales la convierten en un claro ejemplo de los desafíos que enfrentan las zonas rurales rezagadas en Chile.

Tradicionalmente, el aislamiento de Tilttil era entendido como un problema de distancia física respecto a Santiago. Sin embargo, el paradigma ha evolucionado hacia una visión más integral, que considera el aislamiento en función del acceso a servicios esenciales y el grado de integración de las comunidades en sistemas más amplios de conectividad económica, social y cultural. Esta transformación conceptual permite

entender cómo la carencia de servicios básicos e infraestructura adecuada de Tilttil agrava las condiciones de vulnerabilidad de la comuna.

La baja densidad poblacional y la dispersión de sus localidades han dificultado la implementación de servicios como agua potable y alcantarillado, afectando significativamente a sus habitantes, dando como resultado que un 16,2%² de la población comunal carece de estos servicios (I.M. de Tilttil, 2021).

Según la Encuesta Casen del año 2022, Tilttil presentó una tasa de pobreza por ingresos³ del 6,1% y una tasa de pobreza multidimensional⁴ del 28,7%, superando en 1,7 y 1,2 puntos porcentuales, respectivamente, el promedio regional.

En cuanto a los ingresos municipales, en el año 2022 Tilttil registró un ingreso total de M\$9.159.965, posicionándose como el tercer presupuesto más bajo entre las comunas de la RMS, muy por debajo del promedio regional de M\$55.440.546 (BCN, 2025), como se observa en la figura 1.

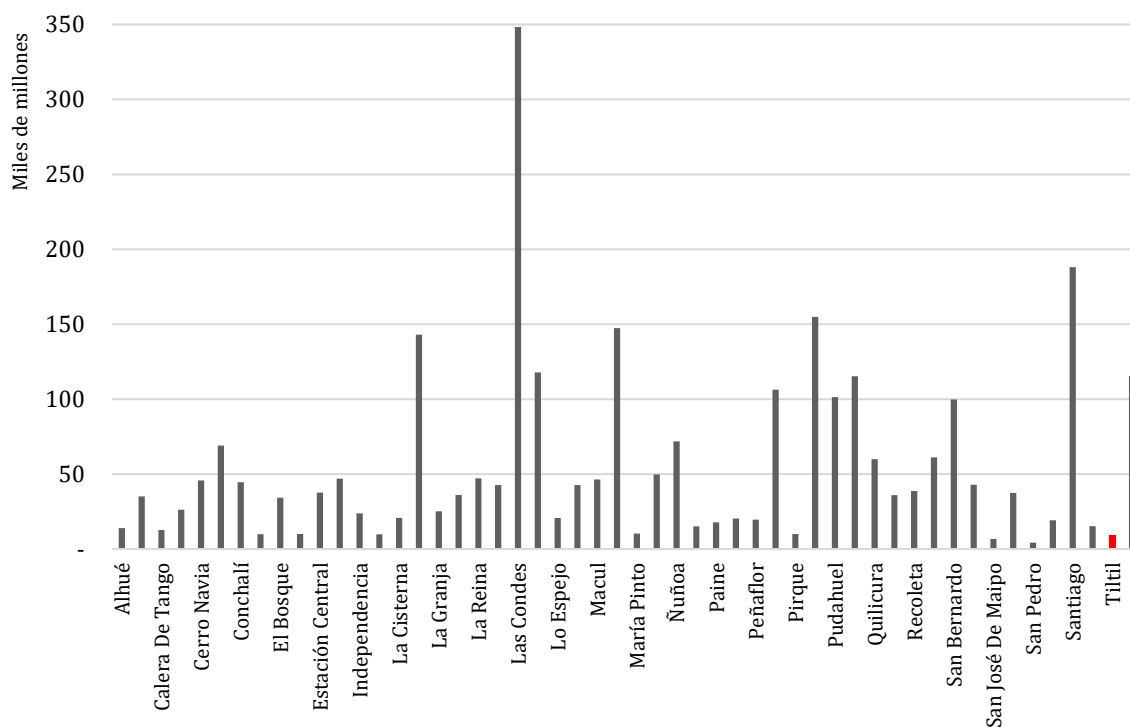
Ésta marcada brecha presupuestaria pone en evidencia las profundas desigualdades en la distribución de recursos municipales dentro de la región, y refleja las limitaciones que enfrenta Tilttil para responder a las necesidades de sus habitantes. La escasa disponibilidad de recursos no sólo restringe la capacidad de inversión en obras de infraestructura y programas sociales, sino que también limita el fortalecimiento de capacidades técnicas y operativas dentro del municipio.

² Este indicador a nivel de la RMS es de 8,5%, es decir, 7,7 puntos más bajo que en la Comuna de Tilttil.

³ Según la metodología de MIDESO, se considera que un hogar está en situación de pobreza si sus ingresos totales, per cápita mensuales, no le permiten cubrir sus necesidades básicas alimentarias y no alimentarias.

⁴ La pobreza multidimensional tiene cinco dimensiones: educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno social, y redes y cohesión social, las que en su conjunto permiten comprender la situación de pobreza en que viven muchos chilenos con mayor detalle, y que antes era invisible a las mediciones basadas sólo en ingresos.

Figura 1. Grafico ingreso municipal comunas RMS, año 2022



Fuente: Elaboración propia en base a información Monitor de Gasto Municipal (www.presupuestoabierto.gob.cl)

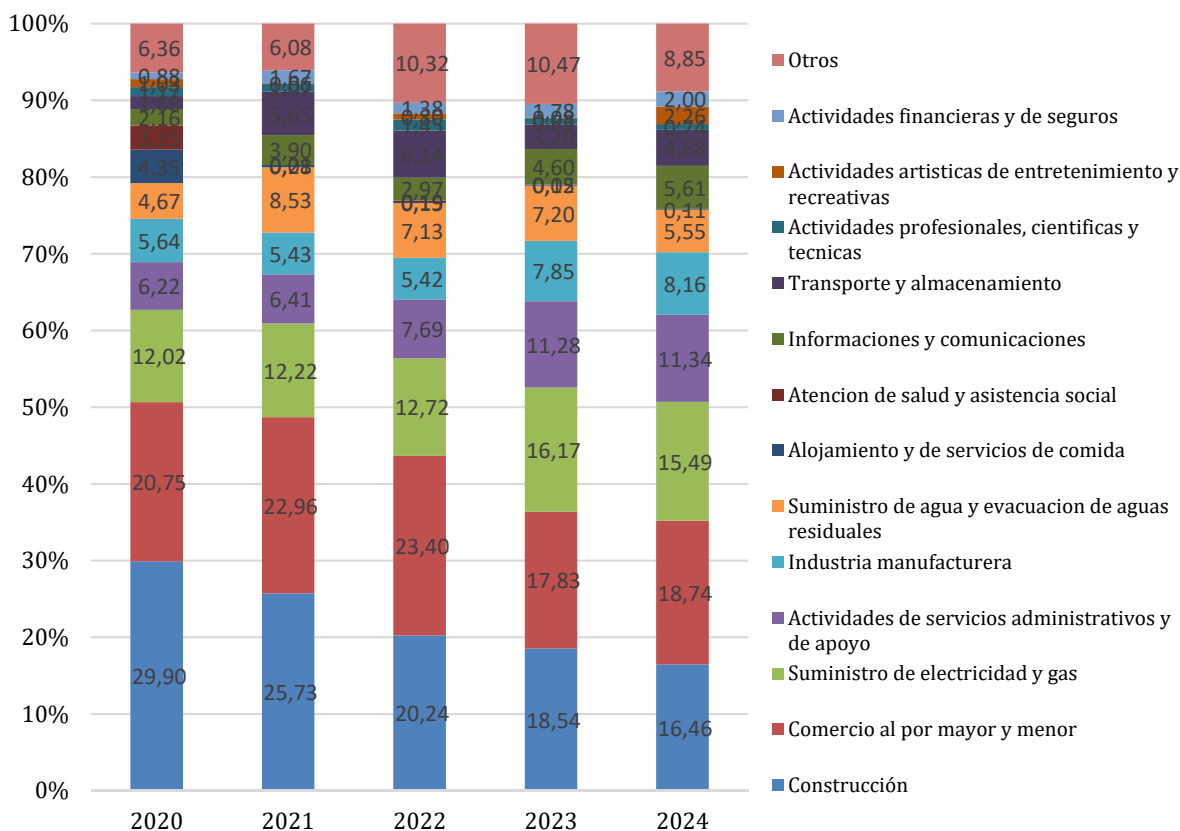
Además, un análisis del gasto municipal revela que una proporción significativa del presupuesto se destina a gastos de operación (suministros, servicios y actividades), destacando entre ellos el gasto en suministro energético (electricidad y gas) que en promedio los últimos cinco años (2021 al 2024), que en promedio entre el año 2021 y 2024 represento el 13,74% del total, como se muestra en la figura 2.

Las limitaciones económicas de la población, sumadas a la escasa capacidad de inversión municipal, afectan profundamente la calidad de vida de los habitantes y perpetúan ciclos de pobreza y exclusión social.

A este complejo escenario se suma una crítica realidad socio ambiental caracterizada por una prolongada sequía y el emplazamiento de actividades altamente conflictivas. El Instituto Nacional de Derechos Humanos ha señalado que *“la zona norte de la Región Metropolitana, específicamente la comuna de Tiltill, ha vivido un constante y progresivo*

proceso de desvalorización territorial, contaminación ambiental y conflictividad social que afecta a sus habitantes” (INDH, 2020).

Figura 2. Grafico gasto municipal Tiltil, principales rubros económicos (2020 – 2024)



Fuente: Elaboración propia en base a información Monitor de Gasto Municipal (www. presupuestoabierto.gob.cl)

Tiltil ha sido calificada como una “zona de sacrificio⁵”, debido a la alta concentración de instalaciones como rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas servidas y tranques de relaves. Estas actividades han generado graves impactos ambientales y sociales, afectando la salud y calidad de vida de la población, expuesta durante años a externalidades negativas como la contaminación y los malos olores.

⁵ El INDH definió zona de sacrificio en el año 2011 como una situación de injusticia ambiental evidente, por cuanto los beneficios que genera una industria se reparten difusamente entre la sociedad toda, mientras que los costos ambientales son soportados por personas en situación de vulneración social y económica.

Esta compleja realidad evidencia la urgente necesidad de implementar estrategias de intervención y desarrollo que aborden las brechas sociales, económicas y ambientales de la comuna, promoviendo un desarrollo más equitativo y sostenible. A pesar de estos desafíos, Tilttil cuenta con importantes oportunidades que permiten sentar las bases para un futuro desarrollo sostenible. El año 2022 el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE RMS), estableció como territorio de rezago a la comuna y formuló el “Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tilttil 2022-2030” (GORE RMS, 2022). Este plan busca abordar las principales brechas sociales, económicas y ambientales de la comuna, al tiempo que identifica potencialidades clave que pueden ser aprovechadas estratégicamente. Una de las oportunidades identificadas en el plan, es el potencial de este territorio ante la creciente demanda nacional por energías renovables no convencionales (ERNC), en línea con los objetivos de la Política Energética Nacional 2050.

Tilttil cuenta con un alto potencial para la generación de ERNC gracias a su ubicación geográfica y elevado nivel de radiación solar. Este recurso podría ser aprovechado para desarrollar proyectos de generación de energía que contribuyan a diversificar la matriz energética regional, a dinamizar la economía local, generar empleo y redistribuir las riquezas del territorio en los habitantes de la comuna.

1.3. Preguntas de Investigación

A partir del planteamiento de la investigación surgen las siguientes interrogantes principales, responder a ellas será el desafío que guía el desarrollo de la presente tesis.

- ¿De qué manera las comunidades energéticas pueden contribuir al desarrollo de la comuna de Tilttil?
- ¿Qué aprendizajes de casos internacionales de comunidades energéticas son aplicables al contexto de Tilttil?
- ¿Cuáles son las barreras y oportunidades específicas para la implementación de comunidades energéticas en la comuna?
- ¿Qué impactos sociales, económicos y ambientales podrían esperarse de una comunidad energética de energía renovable en Tilttil?

1.4. Objetivos y Propuesta Metodológica

El objetivo principal de esta investigación es ampliar el conocimiento sobre el desarrollo de las áreas rurales mediante la implementación de proyectos comunitarios basados en energías renovables. Para ello, se analizará específicamente el impacto potencial de estos proyectos en la comuna de Tiltit y se propone una estrategia de innovación sustentable orientada al aprovechamiento de los recursos energéticos locales, especialmente las ERNC, como herramientas clave para la transformación territorial.

Por otra parte, el desarrollo de esta tesis plantea nueve objetivos específicos, los cuales derivan de cada una de las etapas en las que se estructura la investigación.

Cuadro 1. Etapas, objetivos específicos y metodología de investigación

ETAPAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGÍA
1 Estudio de Casos y Buenas Prácticas	Analizar experiencias nacionales e internacionales de comunidades energéticas utilizadas como estrategias de desarrollo rural sostenible.	Recopilar información sobre casos de éxito de comunidades energéticas tanto a nivel nacional como internacional, utilizando bases de datos académicas, informes técnicos, literatura científica y publicaciones de organismos internacionales
	Comparar los modelos de gestión y financiamiento utilizados en los proyectos estudiados, evaluando su viabilidad y adaptabilidad al contexto nacional.	Realizar un análisis comparativo de los casos seleccionados, identificando similitudes y diferencias en los enfoques utilizados, modelos de gobernanza, fuentes de financiamiento y estrategias de participación ciudadana.
	Contrastar las políticas energéticas y los marcos regulatorios de experiencias internacionales, evaluando su alineación y diferencias con la normativa chilena.	Revisar la documentación legal, así como las normativas y políticas energéticas internacionales y chilenas e identificar similitudes, diferencias y brechas legales que puedan facilitar o dificultar la implementación de un modelo de comunidad energética en la comuna de Tiltit.
2 Diagnóstico Comuna de Tiltit	Analizar las características sociales, económicas y ambientales de Tiltit.	Revisión de planes de desarrollo local, instrumentos de ordenamiento territorial y estudios previos.
	Evaluar el potencial energético de la comuna de Tiltit	Levantar las principales oportunidades y desafíos para la implementación de un proyecto energético.
	Identificar las capacidades necesarias para desarrollar un proyecto energético comunal	Mapeo de actores clave (autoridades locales, comunidades, empresas, ONGs).

3

**Diseño de
propuesta
estratégica**

Proponer una iniciativa de comunidad energética para la comuna de Tiltit	Definición de objetivos y etapas de implementación. Incorporar aprendizajes y recomendaciones de casos internacionales.
Evaluar los potenciales impactos sociales, económicos y ambientales de la iniciativa propuesta.	Estimar los efectos esperados en variables como empleo local, reducción de emisiones, resiliencia comunitaria y economía local.
Definir indicadores de sostenibilidad del proyecto de comunidad energética	Establecer un sistema de monitoreo para medir el impacto en términos de energía renovable, desarrollo comunitario y reducción de desigualdades.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. Hipótesis de Trabajo

A pesar de las diversas intervenciones públicas implementadas en la Comuna de Tiltit desde el año 2014 incluyendo el Plan de Desarrollo Tiltit (GORE RMS, 2014) y el Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tiltit (GORE RMS, 2022) estas no han logrado modificar de manera sustancial la calidad de vida de sus habitantes ni revertir las condiciones de retraso estructural presentes en el territorio.

La implementación de un proyecto de comunidad energética en la cual, la Municipalidad de Tiltit forme parte, permitirá reducir entre un 12 y 16% el gasto del presupuesto municipal destinado a consumo energético⁶ (electricidad y gas), contribuyendo a liberar parte del presupuesto con otros fines. Estos recursos podrán orientarse a áreas sociales prioritarias, cuya insuficiente atención ha contribuido a que la comuna mantenga una posición de desventaja respecto del resto de la RMS.

Asimismo, al aprovechar su alto potencial solar, Tiltit tiene la oportunidad de generar recursos económicos propios, contribuir activamente a la mitigación del cambio climático, convertirse en un referente en sostenibilidad energética y construir un futuro más equitativo y próspero para sus habitantes.

⁶ Este gasto ha representado en promedio un 13,74% del presupuesto municipal durante los últimos cinco años.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Desarrollo Sostenible de Territorios Rurales

El territorio rural y su desarrollo sostenible⁷ requiere de la implementación de políticas integrales, sustentadas en procesos descentralizados y participativos. Es necesario generar un cambio en las bases económicas y en la organización social, a nivel territorial, con la finalidad de aprovechar el potencial de las áreas rurales. Lo anterior, considera la creación de nuevos mecanismos de acceso a las oportunidades sociales, fortalecer la viabilidad económica territorial, la capacidad de inversión y de financiamiento de las instituciones públicas, así como también asegurar la conservación de los recursos naturales.

La planificación y el impulso del desarrollo sostenible de las zonas rurales han cobrado relevancia como respuesta a los desafíos que enfrentan estos territorios en términos de presión sobre los recursos naturales y en la búsqueda del bienestar de las comunidades. En este contexto, se hace necesario diseñar modelos de desarrollo que integren la preservación de la naturaleza, el fortalecimiento de las economías locales y la inclusión social, siguiendo la definición clásica de la Comisión Brundtland (1987) “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas”. En el ámbito rural, esto se traduce en prácticas que equilibran la explotación de los recursos naturales con su conservación y fomentan un desarrollo económico que respete los límites ecológicos y atienda las necesidades locales.

Los territorios rurales enfrentan importantes barreras estructurales que requieren una renovación sustantiva de las políticas públicas, articulando enfoques de innovación social y económica con estrategias intersectoriales que consideren las particularidades de cada región. Esta integración debe orientarse a promover la equidad, mejorar la calidad de vida de sus habitantes y asegurar el uso sostenible de los recursos, de modo que no se

⁷ Proceso que busca transformar la dinámica de desarrollo del territorio mediante una distribución ordenada de las actividades productivas, de conformidad con su potencial de recursos naturales y humanos.

comprometan las oportunidades de las generaciones futuras (Berdegué & Favareto, 2019). En este sentido, los modelos de desarrollo sostenible deben incorporar estrategias de diversificación económica, valorización de los recursos locales y fomento de la participación activa de la comunidad, lo que se traduce en economías rurales más resilientes y capaces de enfrentar desafíos como el cambio climático, el despoblamiento y la desigualdad (Berdegué & Favareto, 2019; Fernandez, Fernandez, & Soloaga, 2019)

La dimensión económica de la sostenibilidad en territorios rurales se centra en la construcción de una economía diversificada y autónoma, que reduzca la dependencia de factores externos y mejore la seguridad financiera de la comunidad. La diversificación permite aprovechar de manera innovadora los recursos locales mediante actividades que generen valor y contribuyan al fortalecimiento de la autonomía económica. Algunos autores, sostienen que la capacidad de las comunidades para generar sus propios recursos y tomar decisiones financieras autónomas es fundamental para responder ante crisis y limitaciones estructurales, ya que depender exclusivamente de financiamiento externo condiciona su capacidad de adaptación (Bebbington, 2019).

El acceso a recursos financieros y la capacidad de los actores locales para decidir sobre su asignación son factores clave. Cuando las comunidades tienen el control sobre la inversión de estos fondos, se fortalece su capacidad para establecer prioridades en función de sus contextos específicos y se potencia su autonomía (Berdegué & Favareto, 2019). Asimismo, la participación activa en la toma de decisiones y la gestión de recursos es esencial para garantizar que las inversiones y políticas respondan adecuadamente a las necesidades locales, lo que incrementa la pertinencia y la eficacia de las acciones emprendidas, y fomenta un mayor sentido de compromiso y responsabilidad (Willner & Martinez, 2023)

En cuanto a la dimensión social, la sostenibilidad se fundamenta en el fortalecimiento del capital humano, el capital social y la cohesión comunitaria. El capital humano, expresado en habilidades, conocimientos y competencias, y el capital social, que se refleja en la confianza, las redes de cooperación y las normas compartidas, resultan esenciales para construir comunidades capaces de enfrentar los retos del desarrollo. Invertir en

educación, capacitación y el fortalecimiento de habilidades permite que los miembros de la comunidad participen activamente en la economía local y en la gestión de recursos. La gobernanza participativa, al involucrar a la comunidad en la planificación y ejecución de proyectos, no sólo refuerza el tejido social, sino que también asegura que las soluciones adoptadas se ajusten a las realidades del territorio, generando un compromiso colectivo y sostenible (Saravia-Matus & Aguirre, 2019)

Figura 3. Esquema dimensiones desarrollo sostenible

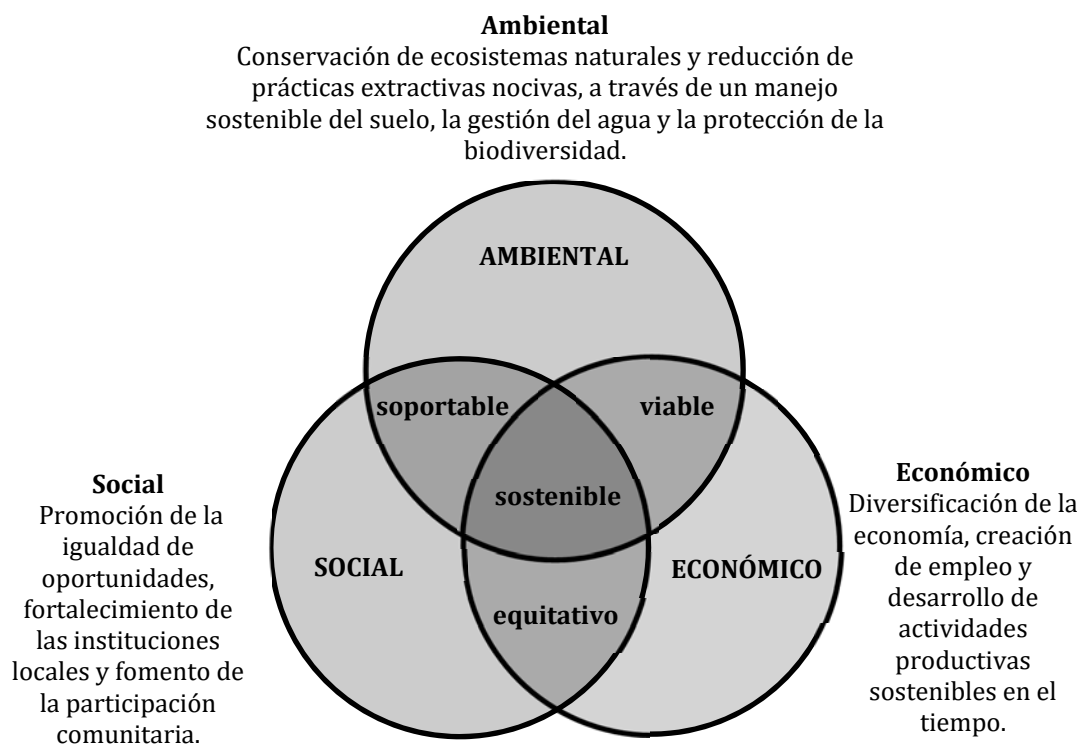


Figura: Elaboración propia

Por su parte, la dimensión ambiental enfatiza la conservación y el manejo responsable del capital natural, que abarca los recursos hídricos, la biodiversidad y los ecosistemas. La degradación de estos recursos impacta directamente en la calidad del suelo, la disponibilidad de agua y la diversidad biológica, lo que afecta a la producción y a la vida cotidiana de las comunidades. Es por ello que la adopción de prácticas de conservación y el uso sostenible de los recursos deben ser componentes prioritarios en cualquier

estrategia de desarrollo rural, garantizando la preservación del entorno para las generaciones presentes y futuras (Saravia-Matus & Aguirre, 2019)

La interrelación y coordinación entre las dimensiones económica, social y ambiental subraya la necesidad de desarrollar estrategias integrales que consideren las particularidades y limitaciones de cada territorio. Dichas estrategias deben articular políticas de diversificación económica, conservación ambiental y fortalecimiento del capital humano y social para promover el bienestar a largo plazo y la autosuficiencia local (Willner & Martinez, 2023). Un enfoque integral de sostenibilidad permite que las comunidades rurales superen barreras estructurales y aprovechen de manera óptima sus recursos, generando valor económico, cohesión social y protección ambiental, y constituyéndose en un modelo de gestión que fomente la resiliencia y el desarrollo sostenible de los territorios rurales.

2.2. Innovación Rural y Competitividad

Actualmente, la innovación es reconocida como un proceso clave para impulsar el crecimiento económico de empresas, regiones y países. En el ámbito rural, su importancia adquiere un carácter estratégico, ya que permite generar soluciones adaptadas a las particularidades del territorio y potenciar su capacidad de respuesta frente a múltiples desafíos. En este contexto, el fortalecimiento de la competitividad territorial se ha consolidado como un eje fundamental de las estrategias de desarrollo, al depender en gran medida de la habilidad de los territorios para incorporar innovaciones que mejoren su productividad, diversifiquen su economía y generen condiciones propicias para retener población, atraer inversión y promover un desarrollo sostenible.

En los últimos años, tanto la innovación rural como la competitividad territorial han cobrado relevancia y han sido abordadas desde diferentes disciplinas. La necesidad de enfrentar los problemas estructurales en las zonas rurales ha impulsado la formulación de estrategias que fomenten sinergias entre actores locales, públicos y privados. Por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha basado sus

orientaciones en los postulados de la teoría de la innovación, promoviendo entornos favorables que impulsen el crecimiento económico en sus países miembros.

A partir de este enfoque, se reconoce que la innovación es un componente esencial para el desarrollo de los territorios rurales, ya que proporciona herramientas y metodologías para abordar desafíos específicos y transformar las economías locales. Este proceso no solo incrementa la eficiencia productiva y fortalece las redes sociales, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental. La innovación rural se manifiesta como un proceso complejo y multidimensional mediante el cual las comunidades generan nuevas propuestas que potencian sus recursos, modifican sus prácticas y adaptan tecnologías, siguiendo una lógica "de abajo hacia arriba" (Burgos & Bocco, 2020).

Dentro de este proceso, se destacan tres tipos de innovación interrelacionados, pero con objetivos y lógicas específicas. La innovación ecológica o eco-innovación se centra en el desarrollo de prácticas, productos y políticas que minimicen el impacto ambiental y promuevan una gestión sostenible de los recursos naturales, protegiendo el medio ambiente y fomentando una economía baja en carbono. En las áreas rurales, esta modalidad fortalece la resiliencia al optimizar el uso y potencial de los recursos propios del territorio.

Por otro lado, la innovación social busca impulsar nuevas formas de organización y gobernanza que robustezcan el tejido social. A través de modelos como cooperativas, asociaciones comunitarias y alianzas público privadas, las comunidades rurales pueden gestionar de manera colectiva sus recursos, promoviendo la autogestión y la cohesión social. Estos modelos han demostrado ser eficaces para canalizar inversiones y fomentar una gobernanza descentralizada basada en la participación activa de los actores locales (Vercher, Herraiz, & Esparcia, 2022).

La innovación tecnológica, en cambio, se orienta al desarrollo de nuevas tecnologías que incrementen la eficiencia, la productividad y la capacidad de respuesta ante desafíos económicos, productivos y sociales. En los territorios rurales, el avance tecnológico es

fundamental, ya que permite mejorar la productividad agrícola, optimizar la gestión de los recursos naturales y, mediante el acceso a internet y plataformas digitales, facilitar la inserción de los productores en nuevos mercados. Asimismo, la implementación de tecnologías vinculadas a las energías renovables, tales como la solar, eólica y de biomasa, no sólo contribuye a la autonomía energética de algunos territorios, sino que también crea oportunidades de empleo, diversifica la producción y reduce costos para agricultores y emprendedores locales.

Figura 4. Esquema innovación y competitividad



Figura: Elaboración propia

Es importante desarrollar soluciones innovadoras que se adapten a las características específicas de cada territorio, pues solo así se podrán superar las limitaciones propias. Abordada de manera integral, la innovación se transforma en una herramienta estratégica que impulsa el crecimiento y mejora la calidad de vida de la población rural, permitiendo a estas comunidades enfrentar los desafíos contemporáneos de forma equitativa, inclusiva y sostenible.

La competitividad territorial se define como la capacidad de un territorio para generar condiciones favorables que retengan a la población, atraigan inversión, impulsen el emprendimiento y estimulen el desarrollo económico. Este concepto está vinculado a factores esenciales como el capital social, la infraestructura, el capital humano, la capacidad institucional y las redes de colaboración (Ravelo & Mendoza, 2023). En el contexto de la globalización y los cambios tecnológicos, los territorios rurales deben integrarse a las cadenas de valor, desarrollando productos con valor agregado y sectores económicos que aprovechen sus fortalezas, tanto en áreas tradicionales como la agricultura como en sectores emergentes, por ejemplo, el desarrollo de energías renovables (Da Rosa, Pertoldi, Edwards, & Hegyi, 2014).

La relación entre la innovación rural y la competitividad territorial es fundamental para enfrentar los retos actuales de las zonas rurales. Políticas y programas de desarrollo que promuevan la innovación en productos, procesos y modelos organizativos pueden generar un círculo virtuoso en el que el incremento de la competitividad estimule el crecimiento económico, fomente la creación de empleo y fortalezca el tejido social. De esta manera, la convergencia de ambos enfoques se configura como un motor clave para transformar los territorios en espacios más dinámicos, resilientes y capaces de generar bienestar y prosperidad de forma sostenible.

En síntesis, la adopción de estrategias basadas en la innovación y la promoción de la competitividad territorial constituyen elementos esenciales para superar los desafíos estructurales en el ámbito rural. La integración de estos enfoques permite potenciar el crecimiento económico y social, abriendo nuevas oportunidades y favoreciendo el aprovechamiento óptimo de los recursos. Así, innovación y competitividad se establecen como pilares estratégicos que impulsan el desarrollo rural en un contexto de cambio global, marcando el camino hacia un futuro más próspero y equitativo.

2.3. Territorios Rurales Rezagados

Dentro de las áreas rurales se identifican los territorios rezagados, definidos como aquellas zonas geográficas que presentan significativas brechas estructurales en cuanto a desarrollo y bienestar en comparación con los promedios regionales y/o nacionales. Dichas brechas se evidencian en el aislamiento, la baja densidad poblacional, la limitada dotación de servicios públicos, la escasa inversión y la reducida conectividad, lo que restringe el acceso a oportunidades de desarrollo y perpetúa la exclusión social y económica de sus habitantes. En consecuencia, estas poblaciones enfrentan condiciones de vida más desfavorables que las de zonas urbanas o rurales no rezagadas, lo que representa un desafío para la sostenibilidad territorial y exige enfoques diferenciados de planificación y gestión pública para superar las desigualdades persistentes (SUBDERE, 2017; CEPAL, 2018).

Uno de los retos más evidentes en estos territorios es la insuficiencia de infraestructura básica. Según informes de la FAO, la falta de acceso a caminos rurales, transporte público adecuado, redes energéticas, agua potable, saneamiento, telecomunicaciones y tecnologías de la información no solo dificulta la conexión con mercados y centros urbanos, sino que también agrava el aislamiento territorial. Esta desconexión limita el acceso a servicios públicos esenciales, como educación y salud, y reduce las posibilidades de inserción en actividades económicas diversificadas. La precariedad de la infraestructura repercute en la competitividad de estos territorios, elevando los costos de producción y transporte y desincentivando la inversión privada, lo que genera un círculo vicioso de exclusión económica y dificulta su integración en cadenas de valor a nivel regional y nacional (Fort, 2019)

La exclusión social es otra característica determinante de los territorios rurales rezagados. Las brechas significativas en el acceso a servicios de salud y educación se evidencian desde etapas tempranas, agravando la pobreza y limitando la movilidad social. La carencia de educación de calidad impide que los jóvenes adquieran habilidades competitivas en el

mercado laboral, lo que los lleva a migrar hacia áreas urbanas y provoca una constante pérdida de capital humano en las comunidades rurales (Scott, 2019; CEPAL, 2016).

La dependencia de los recursos naturales supone un desafío adicional en estos territorios, pues muchas comunidades sustentan sus actividades productivas en un uso intensivo que puede conducir a la sobreexplotación y degradación del entorno. Este deterioro impacta negativamente en la biodiversidad, la calidad del suelo y del agua, comprometiendo la sustentabilidad de la base económica a largo plazo (Berdegué & Favareto, 2019). Además, el cambio climático intensifica la vulnerabilidad de estos espacios. Tal como señala la FAO, pocos fenómenos han afectado al mundo rural con tanta intensidad. Los territorios rezagados, especialmente susceptibles a sequías, inundaciones y olas de calor, experimentan una disminución en la productividad agrícola y la disponibilidad de agua, lo que incrementa la inseguridad alimentaria y económica y reduce su resiliencia ante futuras crisis (Trivelli & Berdegué, 2019)

La baja diversificación económica es otro factor que perpetúa el rezago. En muchos casos, las actividades se concentran en sectores de baja productividad, como la agricultura de subsistencia, lo que restringe la generación de ingresos y el empleo formal, particularmente para las generaciones jóvenes que necesitan mayores niveles de innovación y acceso a oportunidades para permanecer en el medio rural y contribuir a su transformación (Trivelli & Berdegué, 2019)

Asimismo, la ausencia de estructuras de gobernanza inclusivas y adaptadas a la realidad rural constituye un obstáculo importante en la gestión de estos territorios. La gobernanza participativa resulta esencial para garantizar que las políticas públicas respondan a las necesidades específicas de las comunidades; sin embargo, muchos territorios rezagados enfrentan fragmentación institucional, falta de representación y escasa participación en los procesos de toma de decisiones (Penagos & Ospina, 2019)

Ante los múltiples desafíos que presentan los territorios rurales rezagados, es imprescindible implementar estrategias de desarrollo territorial que aborden sus

principales problemáticas. Estas estrategias deben contemplar, entre otros aspectos, la diversificación e innovación económica, promoviendo actividades productivas sostenibles que fortalezcan las capacidades locales y aprovechen las riquezas del territorio. Asimismo, se debe impulsar la adaptación al cambio climático y la gestión sostenible de los recursos naturales, considerando la alta vulnerabilidad ambiental de estos espacios. Finalmente, es necesario reforzar la cohesión social mediante procesos participativos, la formación de liderazgos comunitarios y el apoyo a las organizaciones territoriales, que se constituyen en actores clave para el desarrollo.

2.4. Energías Renovables y Comunidades Energéticas (CEs)

El desarrollo sostenible se ha convertido en una necesidad urgente a nivel global, especialmente frente a desafíos como el cambio climático, la pobreza energética y la desigualdad en el acceso a los recursos. A partir de ello, las energías renovables y las comunidades energéticas (CEs) se consolidan como herramientas clave para promover la transición hacia un sistema energético más equitativo, inclusivo y ambientalmente responsable (Falcón, 2023).

Las energías renovables (solar, eólica, geotérmica y biomasa), contribuyen significativamente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y desempeñan un rol estratégico en la revitalización del medio rural. Estas tecnologías generan empleo, fortalecen la independencia energética y dinamizan las economías locales. Diversos estudios destacan el enorme potencial de las áreas rurales para la producción de energía limpia, lo que favorece la conformación de economías más resilientes y una mayor justicia social (Miramontes, Romero, & López, 2023). Sin embargo, el despliegue de estas fuentes debe estar acompañado de criterios de justicia territorial, para evitar impactos negativos y asegurar que sus beneficios se mantengan en el territorio (Terron, 2024).

En este escenario, las CEs surgen como un modelo innovador y participativo. Estas organizaciones integran a ciudadanos, pequeñas empresas y autoridades locales para generar, gestionar y consumir energía renovable de forma colectiva. Al empoderar a las

comunidades, promoviendo su participación activa en la transición energética y generando beneficios sociales, ambientales y económicos tanto para sus miembros como para los territorios en los que operan (Valero, Alcantarilla, Marcuello & Díaz, 2024; González, 2024). Estas entidades pueden adoptar diferentes estructuras legales para operar entre las cuales se encuentran las que se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Posibles estructuras legales de las CEs.

ESTRUCTURA LEGAL	DESCRIPCIÓN
Cooperativas energéticas	Es la forma más común y de mayor crecimiento para las comunidades energéticas. Este tipo de propiedad beneficia principalmente a sus miembros. Es popular en países donde las energías renovables y la energía comunitaria están relativamente avanzadas.
Sociedades limitadas	Una sociedad permite a las personas distribuir responsabilidades y generar beneficios participando en energía comunitaria. La gobernanza suele basarse en el valor de la participación de cada socio, lo que significa que no siempre proporcionan el principio de "un miembro, un voto".
Fideicomisos y fundaciones comunitarias	Su objetivo es generar valor social y desarrollo local en lugar de beneficios para miembros individuales. Las ganancias se utilizan para el beneficio de toda la comunidad, incluso cuando los ciudadanos no tienen medios para invertir en proyectos.
Asociaciones de vivienda	Asociaciones sin fines de lucro que pueden ofrecer beneficios a los arrendatarios de viviendas sociales, aunque es posible que no participen directamente en la toma de decisiones. Estas formas son ideales para abordar la pobreza energética.
Empresas de clientes sin fines de lucro	Estructuras legales utilizadas por comunidades que gestionan redes de distribución independientes.
Asociaciones público-privadas	Las autoridades locales pueden decidir entrar en acuerdos con grupos ciudadanos y empresas para garantizar el suministro de energía y otros beneficios para una comunidad.
Empresa de servicios públicos	Las empresas de servicios públicos son gestionadas por municipios, que invierten y administran el servicio en nombre de los contribuyentes y ciudadanos. Estas formas son menos comunes, pero son particularmente adecuadas para áreas rurales o aisladas.

Fuente: Elaboración propia en base a información (López, y otros, 2024)

Como señalan los autores González y Grau (González & Grau, 2021), las CEs se destacan por integrar un enfoque inclusivo, permitiendo que los ciudadanos se conviertan en "prosumidores" (productores y consumidores) de energía, reduciendo su dependencia de

grandes empresas y distribuyendo los beneficios energéticos de forma más justa (Shi, Liang, & Pezzuolo, 2024)

El modelo de las CEs resulta especialmente relevante en las zonas rurales, donde la generación local de energía renovable, no sólo reduce costos y mejora la calidad de vida. En Europa, países como España e Italia han implementado marcos normativos que favorecen estas iniciativas, logrando impactos positivos en términos de sostenibilidad y cohesión social (González & Grau, 2021). En contraste, en Chile la implementación de la CEs aún enfrenta desafíos regulatorios y financieros pese a contar con valiosas experiencias impulsadas desde programas como Comuna Energética y colaboraciones entre municipios, cooperativas y organizaciones de base (Marshall, 2024; GAPEC, 2024).

Los principales beneficios derivados de la implementación de una CEs se pueden agrupar en cuatro grandes áreas, según se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Principales beneficios de la implementación de CEs.

BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
Acceso seguro, confiable y resiliente a la energía	Fortalecimiento del acceso local a energía confiable, especialmente en zonas rurales o con infraestructura débil. Mediante soluciones como generación distribuida o almacenamiento, se mejora la resiliencia ante desastres climáticos y se asegura la continuidad de servicios críticos (como agua, salud y telecomunicaciones).
Oportunidades económicas y autonomía comunitaria	Fomento del desarrollo económico local, ya sea a través del ahorro en consumo, la creación de empleos, o la participación en ingresos derivados de la venta de energía. Además, refuerzan la autonomía comunitaria y el derecho a decidir sobre el uso de los recursos territoriales, incorporando criterios de justicia y equidad.
Construcción de capital social y alfabetización energética	Fortalecimiento de lazos sociales, promoción de educación energética, y facilita la creación de espacios colaborativos donde la ciudadanía se involucra activamente en la transición energética. Esto incrementa la comprensión del sistema eléctrico y mejora la confianza en los procesos de cambio tecnológico.
Aceleración de la acción climática	Desplazamiento del uso de combustibles fósiles mediante energías limpias, las CEs reducen emisiones de gases de efecto invernadero y promueven una transición justa desde lo local. Además facilitan la implementación de prácticas sostenibles como la eficiencia energética, la electrificación del transporte y el consumo responsable.

Fuente: Elaboración propia en base a información (Hancock, Shannon, McConnell, & Ashford, 2024)

Además, la expansión de las energías renovables ofrece respuestas a problemáticas como la pobreza energética, que en Chile afecta a cerca del 23% de los hogares al generar un gasto excesivo en relación con sus ingresos (Marshall, 2024). La implementación de proyectos piloto de generación distribuida ha demostrado que las CEs pueden mejorar la calidad de vida de las personas, reducir la dependencia de combustibles fósiles y promover un desarrollo local sostenible.

En síntesis, la sinergia entre energías renovables y comunidades energéticas permite avanzar hacia un modelo de desarrollo que equilibra las dimensiones económica, social y ambiental. La consolidación de estos mecanismos, mediante el ajuste de los marcos normativos y el fortalecimiento de la participación ciudadana, se plantea como un pilar esencial en la lucha contra el cambio climático y en el impulso hacia una sostenibilidad global.

3. ESTUDIO DE CASOS Y BUENAS PRÁCTICAS.

3.1. Análisis de Casos Internacionales

Este análisis presenta ejemplos de iniciativas de transición energética y comunidades de autoconsumo desarrolladas en distintos contextos internacionales, que ilustran la aplicación de modelos colaborativos y descentralizados para impulsar beneficios económicos, sociales y ambientales.

Comunidad para la Transición Energética Municipal (COMPTEM)

La Comunidad de COMPTEM se establece en Crevillent, un municipio español situado en la provincia de Alicante, dentro de la Comunidad Valenciana. Este municipio cuenta con una superficie de 103km², una población cercana a los 28.800 habitantes y se encuentra aprox. a 35km al sur de la ciudad de Alicante y a unos 30km al este de la costa mediterránea.

Esta iniciativa surgió como una respuesta a la necesidad de reducir la dependencia de fuentes de energía externas y mejorar la accesibilidad energética en un contexto local. Crevillent es un caso particular dentro del sistema energético español, ya que su distribución eléctrica está gestionada por una cooperativa local, Enercoop, fundada en 1925 con el propósito de suministrar electricidad al municipio (Enercoop, 2021).

El proyecto COMPTTEM ha impulsado la participación de múltiples actores, entre los que se encuentran la Cooperativa Eléctrica de Crevillent, el Grupo Enercoop, el Ayuntamiento, la Generalitat Valenciana mediante el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y programas europeos como Horizon 2020 (a través del proyecto MERLON), contando además con el apoyo de entidades académicas y de investigación (Menéndez & Fernández, 2022). Inspirado en el marco de las comunidades energéticas locales promovidas por la Unión Europea, COMPTTEM se ha consolidado como un modelo pionero de autoconsumo compartido, con instalaciones en edificios públicos y privados, así como pequeñas plantas en áreas periurbanas (Enercoop, 2022)

El concepto central radica en el enfoque cooperativo, en el que los residentes locales actúan tanto como consumidores como productores (prosumidores). La estrategia se basa en la autogeneración energética mediante paneles solares, permitiendo a los habitantes cubrir una parte significativa de su consumo y reducir su huella de carbono (Megara, 2021). En Crevillent, Enercoop ha desarrollado infraestructura fotovoltaica y promovido inversiones en almacenamiento y gestión de la energía para equilibrar producción y consumo (Enercoop, 2023)

Actualmente, la capacidad instalada alcanza 1MW en autoconsumo colectivo, con una producción estimada de 1,25GWh/año, abasteciendo a más de 1.000 familias (aprox. 4000 personas). La planta piloto de El Realengo cubre el 50% de las necesidades energéticas de 65 viviendas (Etxarri, 2022). Se proyecta aumentar la capacidad a 5MW en el año 2030, combinando instalaciones urbanas y periurbanas, consolidando a Crevillent como referente en comunidades energéticas locales (Enercoop, 2022).

El costo de esta iniciativa es de 9MM€ ha superado y ha sido financiada mediante un modelo mixto en el que participan Enercoop, el Ayuntamiento y fondos europeos (300.000 euros aportados por Horizon 2020 a través del proyecto MERLON).

El modelo energético de Crevillent ha generado beneficios económicos, sociales y ambientales que han transformado la comunidad. Uno de los principales logros ha sido la reducción de los costos energéticos para los cooperativistas, dado que la producción local elimina intermediarios y costos de distribución, permitiendo a los residentes acceder a tarifas más competitivas (Mas Belso, 2022).

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto ha disminuido el uso de energías fósiles y ha reducido significativamente las emisiones de GEI en 500tCO₂/año, contribuyendo a los objetivos de mitigación del cambio climático (Menéndez & Fernández, 2022). En el ámbito social, el empoderamiento ciudadano ha sido un factor clave, permitiendo que los habitantes participen activamente en la gobernanza energética, fomentando una mayor conciencia y compromiso con la sostenibilidad (Enercoop, 2023)

Por otro lado, el proyecto ha fortalecido la cohesión social y el empoderamiento comunitario. Los ciudadanos de Crevillent, al participar activamente en el modelo energético, no solo han obtenido beneficios económicos, sino que también han desarrollado una mayor conciencia y compromiso hacia la sostenibilidad. Este empoderamiento ha permitido que la comunidad sea un ejemplo de gobernanza colaborativa, en la que los ciudadanos, la cooperativa y las instituciones públicas trabajan en conjunto para garantizar un futuro energético sostenible (Enercoop, 2022)

La cooperativa continúa innovando con tecnologías emergentes, como el almacenamiento de energía en baterías de gran capacidad y la optimización de redes de generación a pequeña escala, aumentando su resiliencia frente a desafíos climáticos y económico (Enercoop, 2022).

COMPTEM ha sido reconocido como un modelo replicable en otras zonas rurales de Europa y América Latina, especialmente en regiones interesadas en la implementación de comunidades energéticas locales. Su éxito demuestra cómo la descentralización energética puede ser un motor clave para el desarrollo rural sostenible, alineándose con el programa LEADER y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Enercoop, 2022).

Pueblo Energético de Wildpoldsried

Wildpoldsried, conocido como el "Energiedorf" (pueblo de la energía), se ha consolidado como un referente en transición energética, sostenibilidad y desarrollo comunitario gracias a su enfoque integrado y diversificado en energías renovables, participación ciudadana y proyectos innovadores.

Este municipio está situado en el sur de Alemania, en la región de Baviera, dentro del distrito de Oberallgäu. Posee una población aproximada de 2.600 habitantes, una extensión territorial de 2.134 ha y se localiza cerca de la ciudad de Kempten, lo que facilita sus conexiones de transporte y el intercambio con otras áreas urbanas de la región (THEMA Consulting Group, 2018).

La transformación energética de Wildpoldsried comenzó en el año 1997, cuando el ayuntamiento, en estrecha colaboración con los habitantes de la localidad, diseñó un plan de desarrollo sostenible enfocado en la autosuficiencia energética y el crecimiento de la economía local. Este proceso de planificación estableció objetivos concretos en generación de energía renovable, reducción de emisiones CO₂ y la construcción de infraestructuras orientadas a la protección y el cuidado del medioambiente.

El municipio adoptó una estrategia de diversificación de fuentes de energía que considero una capacidad instalada total de 15MW, que incluyó la instalación de 5MW de potencia en paneles solares fotovoltaicos en edificios públicos (escuelas, estaciones de bomberos y centros deportivos), viviendas particulares y explotaciones agrícolas, así como la construcción de aerogeneradores (7 turbinas eólicas) financiados, en gran medida, por la

propia ciudadanía. Además, se desarrollaron plantas de biogás que utilizan residuos agrícolas y estiércol para producir electricidad y calor, a lo que se suman pequeñas instalaciones de energía hidroeléctrica que aprovechan canales y cursos de agua cercanos. Para garantizar el suministro de calefacción y agua caliente a hogares y edificios municipales, el municipio creó una red de calefacción distrital, basada principalmente en plantas de cogeneración alimentadas por biomasa (Comision Europea, 2021).

A partir de su robusta infraestructura energética, Wildpoldsried genera 43GWh/año de energía que cubre las demandas locales y al mismo tiempo produce excedentes (superior al 758 % de su demanda eléctrica local). La energía sobrante es vendida a la red nacional, lo que genera ingresos anuales de 7MM€ (THEMA Consulting Group, 2018). Estos fondos se reinvierten en proyectos sociales, como la construcción de viviendas energéticamente eficientes y el desarrollo de infraestructuras comunales, sin necesidad de endeudamiento público (Comision Europea, 2021) mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

Este enfoque ha dinamizado la economía local, creando empleos en la instalación, operación y mantenimiento de las plantas de energías renovables y promoviendo sectores como el turismo, la investigación y el desarrollo tecnológico. Medioambientalmente, la transición hacia energías limpias ha reducido drásticamente la producción de emisiones de GEI en 19.350tCO₂/año y además se ha mejorado la gestión de desechos y reducido los residuos agrícolas en plantas de biogás

La participación ciudadana ha sido clave en el éxito de Wildpoldsried. Más de 400 residentes poseen participación en los proyectos energéticos, lo que ha garantizado un alto nivel de compromiso y aceptación social. Este involucramiento se traduce en beneficios económicos y ambientales, fortaleciendo la cohesión comunitaria (Barth, 2018)

Desde finales de los años 90, el municipio ha impulsado la creación de cooperativas energéticas y consorcios, involucrando a agricultores, empresas y residentes. Estas cooperativas operan bajo principios democráticos, donde cada socio tiene voz y voto. El modelo de gobernanza, liderado por el alcalde y el consejo comunal, se basa en consultas

ciudadanas y encuentros donde se definen metas en energías renovables, eficiencia energética y protección ambiental (THEMA Consulting Group, 2018)

El costo de la iniciativa es de 30MM€, inversión que se financió mediante una combinación de fondos municipales y contribuciones de los vecinos. Además, el ayuntamiento estableció alianzas estratégicas con entidades financieras, como el Banco Alemán de Desarrollo (KfW), gestionando subvenciones tanto a nivel estatal como europeo (Comision Europea, 2021)

La tarifa de inyección regulada Feed-in Tariff (Fit)⁸, establecida por el gobierno alemán, garantiza una remuneración estable para la energía inyectada a la red, lo que ha incentivado la inversión comunitaria y asegurando la rentabilidad de la iniciativa (THEMA Consulting Group, 2018). Este esquema ha sido respaldado por el marco normativo alemán, particularmente la Ley de Energías Renovables (EEG), que regula el sistema de tarifas de alimentación, garantizando ingresos estables a largo plazo para los proyectos de energía limpia. Este equilibrio entre liderazgo político, normativa favorable y gestión colectiva ha fortalecido la resiliencia energética de la comunidad, generando un fuerte sentido de pertenencia en torno a la sostenibilidad (Álvarez, Ortiz, & Menéndez, 2016)

El modelo de Wildpoldsried ha recibido reconocimiento a nivel nacional y europeo. Diversas instituciones han premiado sus logros en innovación en energías renovables, consolidándolo como un ejemplo de "Energy Village" y distinguiéndolo en certámenes como el European Energy Award (Comision Europea, 2021). En el informe de 2018, Wildpoldsried alcanzó una puntuación de 93,2% en su proceso de auditoría externa, lo que refleja su destacada actuación en áreas clave como la gestión de energía renovable, movilidad y educación sobre sostenibilidad (Barth, 2018)

⁸ Política que garantiza a los productores de energía renovable un precio fijo y generalmente superior al del mercado por cada unidad de electricidad que inyectan a la red eléctrica. Estos contratos suelen ser a largo plazo, entre 15 y 25 años, proporcionando estabilidad y seguridad financiera a los inversores en tecnologías de generación.

Adicionalmente, sus proyectos de investigación, como IRENE⁹, IREN2¹⁰ y Pebbles¹¹, han sido financiados por la Unión Europea y el gobierno alemán, posicionando al pueblo como un líder en la implementación de tecnologías de energía limpia (THEMA Consulting Group, 2018)

Edinburgh Community Solar Co-operative (ECSC)

La Edinburgh Community Solar Cooperative (ECSC) se encuentra en Edimburgo, ciudad capital de Escocia, la cual posee una población estimada de 548.000 habitantes y una superficie aprox. de 264km². Esta cooperativa opera promoviendo la instalación de paneles solares en edificios públicos y comunitarios, involucrando activamente a la ciudadanía en la transición hacia una matriz energética más sostenible (Cairns, y otros, 2020). Gracias a su estrecha colaboración con el Ayuntamiento de Edimburgo, fomenta la inversión colectiva en proyectos de energía solar, proporcionando a sus miembros un retorno económico mientras contribuye a la reducción de emisiones de carbono en la ciudad (ESES CRD Community Wealth Bulding, 2022).

El modelo de la ECSC por una parte garantiza una fuente de electricidad renovable y asequible, y por otra refuerza el tejido social de la comunidad, destinando una porción de los ingresos generados a programas de educación, eficiencia energética y otras iniciativas locales en beneficio de los habitantes de Edimburgo (Local Energy Scotland, 2015). La ECSC se centra en la instalación, propiedad y operación de sistemas solares fotovoltaicos con una capacidad de inicial de 1,4MW en edificios públicos y comunitarios de la ciudad (Cairns, y otros, 2020), que posteriormente fue ampliada a 2,1MW. Lo que generará 1,1GWh/año de

⁹ IRENE (Improving the Robustness of Urban Electricity Networks), este proyecto se centró en integrar energías renovables y electromovilidad en la red eléctrica local. Se implementó un sistema de red inteligente (*smart grid*) con tecnologías de medición en tiempo real y almacenamiento en baterías, permitiendo gestionar eficazmente la variabilidad de fuentes como la solar y la eólica.

¹⁰ IREN2 (Future Viable Networks), exploró la viabilidad técnica y económica de las microrredes en Wildpoldsried. Se logró operar una sección de la red de baja tensión de manera autónoma, desconectada de la red principal, utilizando únicamente energías renovables.

¹¹ PEBBELS (Peer-to-Peer Energy Trading), desarrolló una plataforma de comercio de energía entre pares (*peer-to-peer*) utilizando tecnología blockchain. Esto permite que productores y consumidores locales intercambien energía directamente, promoviendo la descentralización y eficiencia del mercado energético. La infraestructura y experiencia adquiridas en Wildpoldsried fueron fundamentales para la implementación de este proyecto.

energía, permitirá un ahorro en costos de energía €437.575 y una reducción de emisiones GEI de 256,3tCO₂/año. Además, se generarán ingresos principalmente a través de la venta de electricidad al Consejo de la Ciudad de Edimburgo y al mercado general (Stewart, Ford, Sumaria, & Evans, 2023).

La implementación de esta iniciativa tuvo un costo de 2,39MM€ y comenzó con la selección de los edificios públicos y comunitarios donde se instalaron los paneles solares. Una vez identificados los edificios adecuados, ECSC lanzó rondas de financiación abiertas a la ciudadanía, permitiendo que cualquier persona interesada pueda adquirir participaciones en la cooperativa. De esta manera, se fomentó el compromiso y la apropiación colectiva del proyecto, ofreciendo un rendimiento económico basado en la producción de energía solar. Una vez que se reunieron los fondos necesarios, se contrató a empresas especializadas para llevar a cabo la instalación de los paneles solares.

Tras la puesta en marcha de las instalaciones, ECSC supervisa continuamente su funcionamiento para optimizar la producción de energía y resolver posibles incidencias. Parte de los ingresos generados por la venta de electricidad se destina a un fondo comunitario que financia proyectos relacionados con la sostenibilidad, la educación ambiental y la eficiencia energética, fomentando así la cohesión social y la participación ciudadana (ESES CRD Community Wealth Bulding, 2022).

El proyecto ha logrado reducir significativamente las emisiones de carbono, ya que la electricidad generada por los paneles solares instalados en edificios públicos evita el uso de combustibles fósiles, contribuyendo así a mitigar el cambio climático (DECC, 2014)

En cuanto al ámbito económico, los ahorros en costos de electricidad benefician directamente a los edificios que participan en la iniciativa, permitiendo que se destinen recursos a otras necesidades de la comunidad (CLES, 2022). Las personas que invierten en la cooperativa reciben un retorno financiero vinculado a la producción de energía solar, lo que fomenta la confianza y el compromiso con la transición hacia energías limpias (ESES CRD Community Wealth Bulding, 2022).

En el aspecto social, el fondo comunitario financia programas de eficiencia energética, educación ambiental y promoción de estilos de vida sostenibles. Este esquema de gestión cooperativa fomenta la transparencia y la participación democrática, permitiendo que los socios decidan colectivamente el uso de los recursos. Se espera que el fondo genere más de £1 millón en beneficios comunitarios a lo largo de 20 años (Cairns, y otros, 2020).

El éxito del modelo de la ECSC se debe a una combinación estratégica de colaboración interinstitucional, apoyo público, estructura legal adecuada e innovación en el modelo de negocio. Uno de los factores determinantes ha sido la colaboración con intermediarios especializados como Energy4All y el respaldo del Ayuntamiento de Edimburgo, quienes han jugado un papel esencial en la viabilidad y ejecución del proyecto (Energy4All, 2020). Esta sinergia entre actores públicos y privados ha permitido superar desafíos técnicos y administrativos, garantizando el acceso a los edificios públicos y facilitando acuerdos clave para el suministro de energía (Cairns, y otros, 2020).

Otro aspecto fundamental ha sido el acceso a subsidios públicos, especialmente el Fit que permitió mitigar riesgos financieros y atraer inversiones comunitarias (Cairns, y otros, 2020). Este esquema de apoyo público fue crucial para dar estabilidad inicial al proyecto y garantizar la rentabilidad de las instalaciones solares, lo que a su vez generó confianza entre los inversores locales (Stewart, Ford, Sumaria, & Evans, 2023).

La ECSC está constituida como una Community Benefit Society (BenCom)¹², un tipo de cooperativa orientada a maximizar beneficios sociales en lugar de retornos financieros individuales (Cairns, y otros, 2020). Esta estructura le permite recaudar capital a través de ofertas públicas de acciones comunitarias y gestionar de manera participativa los proyectos. Este modelo asegura la propiedad compartida y la toma de decisiones

¹² Herramienta legal del Reino Unido, que permite a las comunidades organizarse colectivamente para abordar necesidades locales, promoviendo la participación democrática y la reinversión de beneficios en el bienestar común. Estas sociedades están registradas ante la Financial Conduct Authority (FCA) y se rigen por la Co-operative and Community Benefit Societies Act 2014.

democráticas, garantizando que los miembros locales puedan supervisar las operaciones (ESES CRD Community Wealth Building, 2022).

El impacto de la ECSC ha sido ampliamente reconocido tanto a nivel local como nacional. Ha recibido elogios por su capacidad para integrar la producción de energía renovable con la participación ciudadana, y se ha mencionado como un modelo inspirador en iniciativas como el Community Wealth Building (CWB) Toolkit¹³ de Escocia. Asimismo, la cooperativa ha sido citada en conferencias y foros internacionales sobre sostenibilidad y energía renovable, destacando su éxito en la generación de beneficios económicos y sociales (Stewart, Ford, Sumaria, & Evans, 2023). Este reconocimiento refleja su capacidad de innovar en la gestión de recursos locales y su contribución significativa a la transición hacia un modelo energético sostenible.

Community Energy for Goulburn (CE4G)

La Granja Solar Comunitaria de Goulburn se encuentra ubicada en Nueva Gales del Sur, Australia. El terreno del proyecto abarca una superficie de 2,5ha, emplazado a 3km del centro urbano. Esta localización fue elegida estratégicamente por su proximidad a la infraestructura de transmisión eléctrica existente y su zonificación. El sitio es propiedad de Divall's Earthmoving y la Australian Rail Track Corporation (ARTC), instituciones que han respaldado la iniciativa y proporcionado acceso a los terrenos necesarios para la instalación de los paneles solares (CE4G, 2016)

El proyecto comenzó con una fase de estudio de factibilidad que permitió determinar su viabilidad técnica y financiera. Inicialmente, se proyectó una potencia de 1MW, pero gracias a los avances en la tecnología de paneles fotovoltaicos y ajustes en el sitio, se amplió a 1,2MW. La instalación cuenta con aprox. 4.000 paneles solares, los cuales se encargarán de la producción de energía limpia para la comunidad.

¹³ Conjunto de herramientas diseñado para guiar a gobiernos locales, organizaciones comunitarias y actores económicos en la implementación de estrategias que fomenten el desarrollo económico inclusivo y sostenible. Este enfoque busca que la riqueza generada en una comunidad permanezca y beneficie directamente a sus habitantes, en lugar de ser extraída por entidades externas.

El costo del proyecto fue financiado a través de un esquema que combina inversión comunitaria, apoyo gubernamental y financiamiento privado. Para ello, se estableció un modelo de financiamiento en tres etapas: desarrollo, construcción y operación. La fase de desarrollo requirió un presupuesto inicial de 40.728€ para estudios de conexión a la red, aprobaciones regulatorias y diseño técnico. La construcción, por su parte, implicó un costo aproximado de 1,5MM€, cubiertos en parte por financiamiento colectivo y préstamos. Finalmente, la operación del parque solar se sustenta con los ingresos generados por la venta de electricidad y certificados de generación de energía renovable (Serjeantson, 2016).

Para la distribución de la energía producida, se estableció un acuerdo de compra de energía con un proveedor de electricidad de energía limpia. Además, se han explorado opciones para vender directamente la electricidad a instituciones locales, como el Centro Correccional de Goulburn, lo que permitiría ampliar la capacidad del proyecto en el futuro (CE4G, 2016).

El impacto del proyecto va más allá de la generación de electricidad, beneficiando tanto al medio ambiente como a la comunidad local. En términos ambientales, se estima que la granja solar generará alrededor de 1.960MWh/año, lo que permitirá abastecer a entre 250 y 350 hogares, reduciendo en aprox. 1.600tCO₂/año (Serjeantson, 2016).

Desde un punto de vista social y económico, la iniciativa ha generado empleo local durante las diferentes etapas del proyecto, desde su planificación y construcción hasta su mantenimiento y operación. Además, el modelo de propiedad comunitaria garantiza que al menos el 51% del proyecto pertenezca a los residentes de Goulburn, lo que les otorga una participación directa en la toma de decisiones y en la distribución de los beneficios económicos. Los ingresos generados por la venta de electricidad se reinvertirán en la comunidad, permitiendo el financiamiento de nuevas iniciativas de energía renovable y programas de educación energética para los habitantes de la región (CE4G, 2020)

Otro aspecto clave del proyecto es su potencial para contribuir a la lucha contra la pobreza energética. Se han evaluado estrategias para destinar parte de las ganancias a programas

de apoyo a hogares de bajos ingresos, aunque estas iniciativas dependerán de la rentabilidad del proyecto a largo plazo (CE4G, 2020).

El modelo de la Granja Solar Comunitaria está basado en la participación comunitaria, la colaboración con el sector público y privado, y la estructuración de un modelo financiero sostenible, lo que lo convierte en un referente para iniciativas similares. Uno de los factores clave que ha permitido el éxito del proyecto es la elección de una estructura de gobernanza adecuada. Para su administración, se optó por constituir una empresa pública no cotizada con una junta directiva elegida por los miembros de la comunidad, asegurando así una gestión democrática y transparente. Este modelo garantiza que las decisiones estratégicas respondan a los intereses de los residentes locales y que los beneficios del proyecto se mantengan en la comunidad (Dyer, 2023).

Por otra parte, la estrategia de financiamiento combina inversión comunitaria con apoyo gubernamental y capital privado. En este caso dos tercios del costo total del proyecto fueron cubiertos por inversión comunitaria, mientras que el resto se financió a través de deuda (Serjeantson, 2016)

El proyecto CE4G ha sido ampliamente reconocido por su carácter innovador y su impacto en la comunidad. Desde sus inicios, ha contado con el respaldo del gobierno de Nueva Gales del Sur, que financió el estudio de factibilidad a través del programa de subvenciones para estudios de viabilidad de energía comunitaria¹⁴. Asimismo, ha sido destacado en diversos foros y medios de comunicación como un ejemplo de cómo las comunidades pueden tomar el control de su producción de energía y generar beneficios tanto ambientales como económicos (Dyer, 2023).

¹⁴ En inglés se denomina "Community Energy Feasibility Grants Program" fue una iniciativa de la Oficina de Medio Ambiente y Patrimonio de Nueva Gales del Sur, actualmente Departamento de Planificación y Patrimonio de Nueva Gales del Sur, Australia. Esta subvención formó parte de las iniciativas de fomento a la energía (Growing Community Energy Program), y fue diseñada para apoyar el desarrollo de proyectos de energía comunitaria en las etapas iniciales, como estudios de prefactibilidad y modelos de negocio.

Cooperativa Brasileira de Energía Renovable (COOBER)

COOBER se encuentra en Paragominas, un municipio en el sureste del estado de Pará, Brasil. Este cuenta con una población de 105.550 habitantes y abarca una superficie de 19.342,565km². La región es reconocida por su enfoque en el desarrollo sostenible y su título como el "Primer Municipio Verde" del país (Prefeitura de Paragominas, 2016).

El proyecto comenzó con la instalación de una pequeña planta solar fotovoltaica en el distrito industrial del municipio, con una potencia inicial de 75kW y 288 paneles solares. La generación estimada es de 132,03MWh/año, y toda la energía generada es inyectada en la red de la concesionaria eléctrica local para compensar el consumo energético de los cooperados (EcoPlanet Energy, 2016).

El proyecto de COOBER ha generado múltiples beneficios para sus miembros y la comunidad de Paragominas. Uno de los impactos más significativos ha sido la reducción de los costos energéticos para los cooperados, quienes ahora disfrutan de menores facturas eléctricas gracias al sistema de compensación mediante créditos energéticos. Este ahorro económico no solo ha beneficiado a nivel individual, sino que también ha fortalecido la seguridad económica colectiva, permitiendo que más recursos puedan ser reinvertidos en el desarrollo de la cooperativa (Prefeitura de Paragominas, 2016)

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto ha reducido significativamente la dependencia de fuentes de energía fósil al utilizar una fuente renovable como la solar. Esto ha contribuido a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual es esencial para enfrentar el cambio climático y avanzar hacia un desarrollo más sostenible (Schneider, Olívio, Japp, Scheidt, & Rütther, 2019). La adopción de energías limpias ha sido una solución efectiva para mitigar los impactos ambientales negativos asociados a la generación de energía tradicional.

Otro beneficio importante es la movilidad energética que ofrece el modelo cooperativo. Los miembros de la COOBER pueden cambiar de residencia sin perder los beneficios de la

energía generada, ya que los créditos son aplicados directamente a sus facturas eléctricas, independientemente de su ubicación dentro del área de cobertura de la red local. Esto les otorga flexibilidad y evita que estén atados a una única ubicación geográfica (EcoPlanet Energy, 2016).

Finalmente, el proyecto ha fomentado el fortalecimiento comunitario y la construcción de una cultura de colaboración y responsabilidad compartida. La participación activa de los cooperados en la gestión de la cooperativa ha creado un espacio donde las decisiones se toman colectivamente y los beneficios se distribuyen de manera equitativa. Este modelo de gobernanza democrática ha promovido el desarrollo de vínculos más sólidos entre los miembros, quienes trabajan juntos para garantizar el éxito continuo de la cooperativa y su expansión futura (Prefeitura de Paragominas, 2016)

COOBER sigue un modelo cooperativo basado en principios de propiedad colectiva y participación democrática. Los 23 miembros fundadores tienen igualdad de voz y voto en las decisiones que se toman en reuniones semanales, en las cuales se revisa el progreso, se exploran mejoras tecnológicas y se promueve la expansión del proyecto. La inversión inicial de R\$600.000 provino de los aportes de los socios y se proyecta una futura expansión del proyecto, lo cual podría incluir nuevos miembros y financiamiento externo para incrementar la capacidad instalada (EasyCOOP, 2016).

El proyecto opera bajo el marco de la Resolución Normativa 687/2015 de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), que permite la generación compartida de energía a través de sistemas de micro y mini generación distribuida (Schneider, Olívio, Japp, Scheidt, & Rütther, 2019; Prefeitura de Paragominas, 2016).

COOBER ha sido reconocida como la primera cooperativa de energía renovable de Brasil y ha contado con el apoyo de diversas instituciones, incluyendo la Confederación Alemana de Cooperativas (DGRV) y la Agencia de Cooperación Técnica GIZ. Su éxito ha sentado las bases para la creación de nuevas cooperativas en diferentes estados del país y otros países de América (EcoPlanet Energy, 2016).

Cuadro 4. Resumen casos internacionales CEs

	COMPTEM	WILDPOLDSRIED	ECSC	CE4G	COOBER
LOCALIZACIÓN	Crevillent Alicante España	Wildpoldsried Baviera Alemania	Edimburgo, Escocia, Reino Unido	Goulburn Nueva Gales del Sur Australia	Pargominas, Para, Brasil
CAPACIDAD INSTALADA	1MW (actual) 5MW (año 2030)	5MW (PFV) 15MW (otras fuentes)	1,4MW (inicial) 2,1MW (actual)	1MW (inicial) 1,2MW (actual)	75kw
ENERGIA GENERADA	1,25GWh/año	43GWh/año (varias fuentes)	1,1GWh/año	1,9GWh/año	132,03MWh/año
COSTO	9MM€	30MM€	2,39MM€	1,5MM€	R\$600.000 (89.666€)
SUBSIDIOS	Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y Proyecto Europeo Merlon (Horizon 2020)	Incentivos Fit Subvencion estado de Baviera Proyectos IRENE, IREN2 y Pebbels	Incentivos Fit Subsidio Programa Comunitario y de Energía Renovable del Gobierno Escocés (CARES)	Subsidio al estudio de factibilidad	Sin información
FINANCIAMIENTO	Modelo Mixto: participación de la cooperativa Enercoop, el Ayuntamiento y fondos europeos	Modelo Mixto: Inversión ciudadana (compra de acciones), subvenciones gobierno y préstamos entidades financieras	Modelo Mixto: capital ciudadano compra de acciones comunitarias, ayuntamiento y gobierno.	Modelo Mixto: Inversión comunitaria apoyo gubernamental y prestamos entidades financieras.	Inicialmente Modelo Privado y luego Mixto: Financiado mediante aportes de los socios y luego apoyo público
BENEFICIOS	Reducción de 500tCO ₂ /año, disminución de costos electricidad entre el 15% y el 30%, redistribución local de los beneficios del proyecto.	Reducción de 19.350tCO ₂ /año, ingresos anuales de 7MM€ en 43.000MWh, generación de empleo, reinversión en proyectos sociales.	Reducción de 256,3tCO ₂ /año, ahorro en costos de electricidad 437.575€ y fortalecimiento del tejido social.	Reducción de 1.600tCO ₂ /año, abastecimiento energético de 250 a 350 viviendas y participación comunitaria y redistribución local de los beneficios del proyecto.	Reducción de 91,8tCO ₂ /año, reducción de costos energéticos, fortalecimiento de la seguridad económica y mayor cohesión comunitaria.
MODELO COMUNITARIO	Cooperativa local	Cooperativa y consorcio	Community Benefit Society	Empresa pública de energía	Cooperativa local
GOBERNANZA	Participativa en la que colaboran la cooperativa Enercoop, el Ayuntamiento y actores financieros europeos.	Participativa basada en consultas ciudadanas y liderazgo local, donde la toma de decisiones es colectiva.	Participativa con rondas de financiación abiertas y estrecha colaboración con el Ayuntamiento.	Participativa con junta directiva electa, administración democrática y transparente de la operación.	Participativa con toma de decisiones sistema de voto igualitario, garantizando una gestión democrática.

Fuente: Elaboración propia

3.2. Experiencias Nacionales

El siguiente análisis reúne una serie de iniciativas de transición energética y proyectos de autoconsumo desarrollados a nivel nacional. Estas experiencias reflejan la capacidad de las comunidades para integrar soluciones energéticas innovadoras, adaptadas a las características y necesidades locales, y demuestran el impacto positivo que se puede lograr en términos económicos, sociales y ambientales mediante la participación activa y la cooperación entre el sector público y privado.

Generación Solar Colectiva en Escuelas de Independencia

El proyecto de Generación Solar Colectiva se lleva a cabo en la comuna de Independencia, ubicada en la RMS. El foco principal del proyecto es la Escuela Nueva Zelandia, que se beneficia directamente con la instalación de un sistema fotovoltaico destinado al autoabastecimiento de energía. El sistema también favorece a otras instituciones y familias, como la Población Juan Antonio Ríos¹⁵ y el Colegio Antu Huilen, que reciben los excedentes generados por la planta fotovoltaica (AgenciaSE, 2025)

La implementación del proyecto se desarrolló el año 2021 bajo el alero del programa Comuna Energética del Ministerio de Energía, en conjunto con la Agencia de Sostenibilidad Energética (Agencia SE), la Municipalidad de Independencia y la Cooperativa Red Genera. El piloto consistió en la instalación de un sistema de generación solar fotovoltaica de 15kWp en la escuela, acompañado de un recambio de luminarias LED. Además, la iniciativa contempló la inyección remota de excedentes de energía al colegio Antu Huilen y a familias inversionistas de la comunidad, gracias a las facilidades que entrega la Ley 21.118 sobre generación distribuida (Diario Sustentable, 2025).

El proyecto fue financiado de forma mixta, a través de fondos públicos complementados con la recaudación de \$6.868.871 adicionales mediante la Ley de Donaciones de Rentas Municipales, lo que permitió convocar a empresas y ciudadanos como donantes. La

¹⁵ Sector urbano con alta densidad poblacional y presencia de familias vulnerables.

campana promovió aportes desde los \$17.000, equivalentes a un año de generación solar para una familia, generando así un esquema de participación inclusiva y solidaria (Diario Sustentable, 2025).

Entre los beneficios generados, se destaca la producción anual estimada de 26,5MWh, lo que permite un ahorro de aproximadamente \$1.400.000 anuales para las familias beneficiarias, y una reducción de emisiones de 12,72tCO₂/año, durante los 25 años de vida útil del sistema. La Escuela Nueva Zelandia, como beneficiario principal, logró una disminución del 18% en su gasto energético anual, mientras que las familias redujeron entre 30% y 50% su consumo eléctrico, con ahorros individuales cercanos a los \$70.000 anuales (AgenciaSE, 2025)

El modelo propuesto es altamente replicable, ya que se fundamenta en la participación colectiva y en el fortalecimiento de la solidaridad comunitaria, lo que minimiza las barreras de acceso para los actores más vulnerables. La estructura financiera combina recursos públicos y aportes privados, mediante la integración de empresas locales a través de la Ley de Donaciones de Rentas Municipales, ofreciendo un esquema flexible y escalable para otras comunas con características similares (Diario Sustentable, 2025).

Aunque el proyecto no cuenta con premios formales, su visibilidad en materia de gobernanza energética, inclusión social y enfoque territorial lo posiciona como un caso ejemplar de transición energética justa a nivel local.

Proyectos Fotovoltaicos Comunitarios Cooperativa Coopeumo

La Cooperativa Campesina Intercomunal Peumo Ltda. (Coopeumo) ha implementado un innovador proyecto de energía renovable distribuida con enfoque territorial, mediante la implementación de tres iniciativas fotovoltaicas comunitarias en la Región de O'Higgins, específicamente en las comunas de Pichidegua y Las Cabras.

El primer proyecto fue inaugurado en noviembre de 2021 con una potencia inicial de 32kW, la que fue ampliada en 2023 a 54,2kW. Esta planta, ubicada en las dependencias de la cooperativa en el sector Patagua Cerro de Pichidegua, abastece tanto a las instalaciones propias como a tres postas rurales, una escuela y un liceo municipal. La iniciativa fue desarrollada a través de una alianza con la Municipalidad de Pichidegua, en el marco del Fondo de Inversión Energética Local (IEL), impulsado por la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) y el Ministerio de Energía. Su financiamiento se estructuró de la siguiente forma, 52% mediante inversión privada aportada por la Cooperativa Coopeumo, 30% a través de un subsidio otorgado por la AgenciaSE, y el 18% restante financiado por la Municipalidad de Pichidegua.

El segundo proyecto se emplaza en la localidad de La Cebada, comuna de Las Cabras, y contempla una planta fotovoltaica de 8,7kW de potencia, con posibilidad de expansión hasta 35kW. Este proyecto fue ejecutado por la Cooperativa de Ingenieros Red Genera y cofinanciado por la AgenciaSE y la Cooperativa Coopeumo. Implicó un costo total de \$26.061.271, de los cuales \$16.068.363 (62%) fueron aportados por la cooperativa y \$9.992.908 (38%) adjudicados por la AgenciaSE. La planta abastece actualmente a la escuela rural local, a la junta de vecinos y, en una etapa futura, a una posta rural (I.M.Las Cabras, 2024)

El tercer proyecto, actualmente en fase de estudio y diseño, se emplazará en el sector San Roberto, también en Pichidegua. Aunque aún no cuenta con infraestructura propia de generación, parte de su consumo eléctrico es actualmente abastecido por la planta de Patagua Cerro, mediante la modalidad de descuentos remotos. Se proyecta que esta nueva planta adopte el mismo modelo de propiedad conjunta y articulación público-comunitaria, lo que permitirá extender los beneficios a un mayor número de socios y a servicios públicos rurales (Zapata, 2024).

Los beneficios combinados de estos proyectos incluyen la generación de energía limpia para el autoconsumo de las instalaciones de la cooperativa, así como para postas rurales, establecimientos educacionales y organizaciones sociales, mediante la modalidad de

descuentos remotos contemplada en la Ley N° 21.118 sobre generación distribuida. Las plantas de la Patagua Cerro y La Cebada permiten generar 61,9MWh/año, evitar la emisión de 28,7tCO₂/año y alcanzar un ahorro anual cercano a los \$5.100.000.

El modelo de alianza público privada y propiedad comunitaria implementado por Coopeumo ha demostrado ser altamente replicable, gracias a su enfoque sostenible y a la participación activa de municipios y comunidades locales. Esta experiencia ha posicionado a la cooperativa como referente nacional en energía distribuida con enfoque territorial. Además de su impacto energético y ambiental, los proyectos han sido reconocidos por los concursos de la AgenciaSE y cumplen un rol pedagógico y de sensibilización comunitaria en torno a la temática de la energía cooperativa, consolidando a las comunas de Pichidegua y Las Cabras como referentes en la transición energética local (I.M.Las Cabras, 2024).

Casa Solar Social Propiedad Conjunta Talagante

El Proyecto Casa Solar Social se encuentra ubicado en la comuna de Talagante, en la Villa Los Lagos, a 8,7km de la planta fotovoltaica comunitaria instalada. Este proyecto forma parte de una iniciativa de generación distribuida para autoconsumo dentro de la RMS, promoviendo una energía más sostenible y accesible para comunidades con viviendas técnicamente inviables para sistemas fotovoltaicos individuales (AgenciaSE, 2024).

El sistema fotovoltaico implementado en este proyecto tiene una potencia de 300kW conectada a través de una línea de media tensión. El proceso de instalación y conexión del sistema se desarrolló en un período de un año y medio, incluyendo estudios de factibilidad, instalación de empalmes eléctricos y la puesta en marcha del sistema (AgenciaSE, 2024).

El proyecto beneficia directamente a 193 viviendas, evitando 85tCO₂/año y genera un ahorro anual promedio por beneficiario de \$230.728 en la cuenta de electricidad. A nivel comunitario, el sistema contribuye a la reducción de costos energéticos y a la adopción de una matriz energética más amigable con el medio ambiente (AgenciaSE, 2024).

El proyecto se basa en un modelo de propiedad conjunta, donde los beneficiarios reciben compensaciones en sus boletas de electricidad en función de la energía inyectada a la red por el sistema. Este esquema está regulado mediante contratos de propiedad conjunta, en los que se definen los roles de los beneficiarios y la gestión del sistema. La gobernanza del proyecto incluye la participación del municipio y un equipo técnico encargado del seguimiento y mantenimiento del sistema (AgenciaSE, 2023; AgenciaSE, 2024).

El financiamiento total del proyecto alcanzó los \$268.252.304, con una inversión promedio de \$894.174 c/kW. Los fondos fueron obtenidos a través de diversas fuentes, incluyendo copagos de beneficiarios y fondos públicos asignados específicamente para este tipo de iniciativas. Los gastos operativos y de recursos humanos también fueron contemplados dentro del presupuesto total (AgenciaSE, 2024).

El proyecto se enmarca en la Ley 21.118 sobre generación distribuida para autoconsumo, normativa que regula la instalación y operación de sistemas fotovoltaicos comunitarios. Este proyecto piloto ha sido destacado por su capacidad para integrar un modelo colaborativo de generación de energía, beneficiando a comunidades vulnerables y promoviendo la sostenibilidad. Entre los aprendizajes clave se resalta la importancia de la planificación temprana y la verificación de la factibilidad técnica, así como la necesidad de un contrato de propiedad clara para asegurar el éxito de este tipo de proyectos (AgenciaSE, 2024).

Cooperativa de Energía Rungue Solar

Ubicada en la localidad de Rungue de la comuna de Tiltil, a 54 kilómetros al norte de Santiago, la Cooperativa de Energía Rungue Solar surge como una respuesta concreta a la pobreza energética que afecta a sus habitantes, en un contexto de alta vulnerabilidad socio ambiental.

La iniciativa contempla la instalación de una planta solar fotovoltaica comunitaria de 120 paneles solares, con una potencia nominal de 50kW y una generación estimada de 102MWh/año (Méndez, 2021). Además, incluye la implementación de una línea de media

tensión de 1 km de longitud necesarias para la distribución y conexión del parque solar a la red. La energía generada será inyectada al sistema a través de un punto de conexión a la línea de media tensión perteneciente a los alimentadores asociado a la Subestación Eléctrica Rungue, propiedad de la EEMTT. La planta se emplazará en un terreno facilitado por Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) mediante un comodato por 30 años, en un ejemplo destacado de articulación público comunitaria para la reutilización de terrenos industriales en desuso.

La ejecución técnica está a cargo de la empresa instaladora SOLCOR, con participación de ENEL y el respaldo institucional de la Municipalidad de Tilttil, la Corporación Pro Tilttil, la ONG Energía Colectiva y la consultora EBP Chile (Borregaard & Méndez, 2025).

El proyecto se enmarca en el Programa de Inclusión Energética de Tilttil y busca desarrollar un modelo de cooperativa solar para hogares de bajos recursos en Chile. La propuesta fue presentada bajo el alero de la iniciativa cooperativas solares inclusivas para Chile¹⁶ y el Programa Latinoamericano de Inclusión Energética¹⁷, y además ha sido impulsada por el Instituto de Ecología Política, EGEA ONG y la Cooperación del Gobierno de Suiza a través de fondo de promoción de energías renovables, eficiencia y recursos energéticos¹⁸ (Municipalidad de Tilttil, 2022).

El objetivo de esta iniciativa es abastecer de energía eléctrica a 40 hogares vulnerables cubriendo un porcentaje de su cuenta de electricidad. Esta reducción del gasto energético libera ingresos que pueden destinarse a necesidades básicas como alimentación, salud o educación, fortaleciendo la estabilidad económica de los hogares.

La implementación de esta iniciativa se realizará a través de una cooperativa conformada por vecinos de Rungue, incluyendo representantes de juntas de vecinos, centros de padres, organizaciones deportivas y del sistema de Agua Potable Rural.

¹⁶ Patrocinado por el Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

¹⁷ Iniciativa que busca mejorar el acceso equitativo a servicios energéticos de calidad en América Latina y el Caribe. En Chile, este programa ha sido implementado por Enel en conjunto con la Fundación EGEA, EBP, Energía para Todos, la Red de Pobreza Energética (RedPE).

¹⁸ Renewable Energy, Energy and Resource Efficiency Promotion in International Cooperation (REPIC).

Esta iniciativa generará impactos significativos en diversas dimensiones. En el ámbito energético, el acceso a una fuente limpia, segura y continua ha transformado la vida cotidiana de las familias beneficiadas, muchas de las cuales dependían de sistemas caros y contaminantes como el gas licuado o la parafina. Esta mejora en el confort térmico de los hogares es especialmente valiosa en un entorno con condiciones climáticas extremas.

Desde la perspectiva económica, la cooperativa reducirá el costo mensual de la electricidad, permitiendo que las familias puedan redestinar este ahorro a otros fines.

En lo social, el proyecto potenciará la organización y cohesión comunitaria. La creación de la cooperativa ha promovido nuevos espacios de participación ciudadana y gobernanza local, en el cual los vecinos se han articulado en torno a un propósito común. Se ha priorizado la inclusión de personas mayores con pensiones bajas, mujeres jefas de hogar y familias numerosas, reforzando un enfoque de justicia social y equidad en la distribución de beneficios (Milesi, 2021).

En términos ambientales, la planta contribuirá a la mitigación del cambio climático al reemplazar fuentes fósiles por energía solar, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero. En un territorio históricamente afectado por la actividad industrial, este avance representa también una forma concreta de justicia ambiental y regeneración del entorno.

Más allá de su impacto directo, la Cooperativa de Energía Rungue Solar representa una vía real hacia el desarrollo sustentable del territorio. Su enfoque basado en la autogestión, la autosuficiencia energética y la resiliencia local la posiciona como un modelo replicable en otras localidades rurales y periurbanas de Chile.

El modelo ha sido destacado por EBP Chile y la Red de Pobreza Energética como un ejemplo clave para acelerar la transición energética justa y democratizar la inversión en energías renovables. Además, su desarrollo ha sido facilitado por el marco normativo habilitado por la Ley N° 21.118, que permite la generación distribuida comunitaria, convirtiéndose en un referente para futuras políticas públicas orientadas a combatir la pobreza energética desde los territorios.

Cuadro 5. Resumen casos nacionales CEs

	GENERACIÓN SOLAR COLECTIVA ESCUELAS INDEPENDENCIA	PROYECTOS COMUNITARIOS COPEUMO	PROPIEDAD CONJUNTA CASA SOLAR TALAGANTE	COOPERATIVA DE ENERGÍA RUNGUE SOLAR
LOCALIZACIÓN	Comuna de Independencia RMS	Comunas de Pichidegua y Las Cabras, Región de O'Higgins	Comuna de Talagante, RMS	Comuna de Tiltil, RMS
CAPACIDAD	15kW	54,2kW + 8,7kW (expansión a 35kWp)	300kW	50kW
ENERGIA GENERADA	26,5MWh/año	90MWh/año + 14,5MWh/año (104,5MWh/año)	447,237MWh/año	102MWh/año
COSTO	MM\$44	MM\$60	MM\$415	Entre MM\$240 y 365 (aprox.)
SUBSIDIOS	Fondos Concurso de Inversión Energética Local (IEL) en el marco de Comuna Energética (AgenciaSE) y Ley de Donaciones de Rentas Municipales (I.M. Independencia)	Fondos Concurso de Inversión Energética Local (IEL) en el marco de Comuna Energética (AgenciaSE)	Programa Casa Solar Social (Min. de Energía) y cesión de terreno municipal en comodato (I.M. Talagante)	Fondo de Acceso a la Energía (FAE) Ministerio de Energía y Fondos Internacionales
FINANCIAMIENTO	Modelo Mixto: Inversión privada, subsidio y aportes públicos (AgenciaSE y Municipalidad)	Modelo Mixto: Inversión privada de la cooperativa, subsidio de la AgenciaSE y aporte Municipalidad	Modelo Mixto: Copagos de beneficiarios combinados con fondos públicos asignados	Modelo Mixto: Aportes comunitarios y fondos públicos y privados.
BENEFICIOS	Ahorro MM\$1,4/año por hogar (disminución consumo 30-50%), reducción del 18% del gasto energético de la escuela, ahorro costo energía MM\$3,97/año y reducción de 12,72tCO ₂ /año.	Suministro de energía limpia para cooperativa, establecimientos educativos y postas, ahorro costo energía MM\$15,67/año y reducción de 43,75tCO ₂ /año.	Beneficia a 193 viviendas (ahorro \$230.728/año), ahorro total MM\$67,08 y reducción de 136,855tCO ₂ /año.	Beneficia a 40 hogares (ahorro \$382.500/año), ahorro total MM\$15,3/año, y reducción de 40,8tCO ₂ /año.
MODELO COMUNITARIO	Participación colectiva que involucra a instituciones educativas y comunidad local.	Cooperativa y contrato de propiedad conjunta, permite que usuarios finales compartan beneficios	Contrato de propiedad conjunta, permite que usuarios finales compartan beneficios	Cooperativa y contrato de propiedad conjunta.
GOBERNANZA	Participativa con la colaboración de entidades públicas (Min. de Energía, AgenciaSE y Municipalidad), Red Genera, establecimientos educativos y vecinos.	Participativa con la colaboración de entidades públicas (Min. de Energía, AgenciaSE y Municipios), establecimientos educativos, postas y cooperativa	Participativa con la colaboración de entidades públicas (Min. de Energía, AgenciaSE, Municipalidad) y la comunidad de Villa Los Lagos	Participativa con la colaboración de EBPP, junta de vecinos, organizaciones sociales y entidades pública (Min. de Energía, AgenciaSE, y Municipalidad)

Fuente: Elaboración propia

3.3. Aprendizajes Extraídos del Estudio de Casos

El análisis de casos internacionales y nacionales sobre comunidades energéticas ha permitido identificar principios clave y aprendizajes valiosos que pueden aplicarse en distintos contextos para promover la transición energética sostenible. Estos casos demuestran cómo la generación descentralizada de energía y la participación comunitaria pueden convertirse en motores del desarrollo rural, la cohesión social y la sostenibilidad ambiental.

Enfoque Cooperativo y Participación Ciudadana

El modelo cooperativo, presente en casos como COMPTM (España), Wildpoldsried (Alemania), COOPER (Brasil), Cooperativa Coopeumo (Chile), el caso de las Escuelas de Independencia y la Cooperativa Solar de Rungue, resaltan la importancia de involucrar activamente a los ciudadanos en la producción, gestión y consumo de energía. La gobernanza democrática y el principio de "una persona, un voto" fortalecen la cohesión social, generan confianza y aseguran que los beneficios económicos y sociales se distribuyan equitativamente entre los miembros de la comunidad.

En el caso chileno, la articulación entre cooperativas, municipios y ciudadanos ha promovido modelos inclusivos que integran activamente a comunidades vulnerables en procesos energéticos participativos.

Diversificación de Fuentes de Energía y Sostenibilidad

Los proyectos estudiados muestran cómo la diversificación de tecnologías energéticas, como paneles solares, aerogeneradores, plantas de biogás y redes de calefacción distrital, puede garantizar la autosuficiencia energética y reducir significativamente las emisiones de carbono.

En Chile, experiencias como las plantas fotovoltaicas de Patagua Cerro y La Cebada (Coopeumo), así como la instalación solar en la Escuela Nueva Zelandia (Independencia) y el sistema de Casa Solar Social en Talagante y de Rungue, demuestran que la energía solar es una opción eficiente y adaptable, tanto en contextos urbanos como rurales. Estas iniciativas han generado impactos tangibles en reducción de emisiones y ahorro energético.

Apoyo Institucional y Financiamiento Mixto

El éxito de las iniciativas analizadas ha sido posible gracias al apoyo de instituciones públicas, programas de financiamiento y políticas regulatorias favorables. Casos como COMPTM y ECSC han contado con financiamiento de fondos europeos (Horizon 2020 y Fit respectivamente) y apoyo de gobiernos locales, lo que ha facilitado la implementación de infraestructuras y garantizado su sostenibilidad a largo plazo.

Escuelas de Independencia, Coopeumo y Rungue han combinado fondos públicos, inversión comunitaria y aportes privados, habilitando esquemas financieros híbridos sostenibles. En el caso de Independencia, el uso innovador de la Ley de Donaciones de Rentas Municipales permitió convocar a empresas y ciudadanos a contribuir financieramente, promoviendo una participación solidaria e inclusiva. En Talagante, el esquema de copagos junto con fondos públicos permite replicar el modelo en otras comunidades de bajos ingresos. Estos enfoques de financiamiento mixto, que combinan inversión pública, comunitaria y privada, resultan fundamentales para superar barreras económicas iniciales.

Beneficios Económicos y Sociales

Las comunidades energéticas no solo han reducido costos energéticos, sino que también han generado empleos locales, promovido la innovación tecnológica y mejorado la calidad de vida de sus habitantes. En particular, Wildpoldsried ha reinvertido los ingresos derivados de la venta de energía en proyectos comunitarios, mientras que COOBER ha

fortalecido la seguridad económica de sus miembros a través de menores facturas eléctricas y créditos energéticos.

En Chile, Coopeumo ha beneficiado a postas rurales, escuelas y juntas de vecinos, mientras que, en Talagante, en Independencia y en Rungue, las familias se benefician de reducciones significativas en sus consumos eléctricos (entre un 30% y 50% en el caso de Independencia, y hasta \$230.000 anuales en Talagante), junto con mejoras en infraestructura pública.

Flexibilidad y Replicabilidad del Modelo

La replicabilidad es un aspecto crucial para extender el impacto positivo de estas iniciativas a otras zonas rurales y urbanas. Proyectos como COMPTEM, CE4G, Coopeumo, Casa Solar Social, Generación Solar Colectiva y Planta Solar Rungue han demostrado que, mediante una planificación adecuada y la adaptación al contexto local, las comunidades energéticas pueden implementarse con éxito en territorios diversos.

En particular, el proyecto de generación solar en Independencia destaca por su enfoque pedagógico y por el uso de excedentes compartidos entre escuelas y familias, facilitado por la Ley 21.118, lo que lo convierte en un modelo escalable. Asimismo, el modelo de propiedad conjunta implementado en Casa Solar Social ofrece un marco contractual claro que facilita su reproducción.

Innovación Tecnológica y Resiliencia Energética

La incorporación de tecnologías emergentes, como sistemas de almacenamiento energético y redes inteligentes o “smart grids”, ha aumentado la resiliencia de las comunidades frente a fluctuaciones energéticas y desafíos climáticos.

En este sentido, iniciativas como la planta piloto de El Realengo en COMPTEM destacan por su capacidad de almacenamiento y equilibrio entre producción y consumo.

Aunque no todos los casos nacionales cuentan con almacenamiento, la gestión eficiente de excedentes mediante descuentos remotos (Ley 21.118) en proyectos como los de Coopeumo y Casa Solar Social, y el enfoque de interconexión entre escuelas en Independencia, demuestran una sofisticada capacidad de innovación técnica y organizacional para maximizar el uso de recursos energéticos locales.

Impacto Ambiental y Compromiso con la Sostenibilidad

Todos los casos analizados han contribuido a la reducción de emisiones de CO₂ y a la disminución de la dependencia de energías fósiles. Este compromiso ambiental no sólo responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sino que también mejora la resiliencia de los territorios frente al cambio climático.

En los casos de estudio nacionales chilenos, las reducciones anuales de emisiones van desde 12,72tCO₂ (Generación Solar Colectiva) hasta 85tCO₂ (Casa Solar Social), demostrando que los beneficios ambientales son tangibles incluso en proyectos a pequeña y mediana escala.

3.4. Análisis Normativo Comparado CEs

El análisis comparado de las normativas energéticas de España, Alemania, Reino Unido (Escocia), Australia, Brasil y Chile revela diferencias significativas en la forma en que estos países han desarrollado marcos regulatorios para promover la energía comunitaria y cooperativa. Este análisis se centra en cómo cada país ha implementado modelos regulatorios específicos, los desafíos asociados y las oportunidades detectadas.

En el caso de España, su marco normativo ha sido moldeado por la adaptación de las directivas europeas, específicamente la Directiva 2018/2001 sobre energías renovables y la Directiva 2019/944 sobre el mercado eléctrico interior. España ha promovido activamente la creación de Comunidades Energéticas, las cuales buscan fomentar la participación ciudadana y el autoconsumo colectivo. A pesar de los avances, existen

barreras administrativas y técnicas que dificultan la rápida implementación de algunos proyectos. Estas barreras son comunes en varios países europeos debido a las diferencias entre regulaciones locales y las normas generales de la Unión Europea (López, y otros, 2024)

Por su parte, Alemania ha demostrado ser un líder en el desarrollo de marcos regulatorios para la energía comunitaria, con un fuerte apoyo a las cooperativas energéticas. Este país ha integrado políticas de subsidios y financiamiento que facilitan la expansión de proyectos de generación distribuida mediante fuentes renovables, como la energía solar y eólica (López, y otros, 2024). Este modelo ha permitido a Alemania establecer un sólido sistema de generación comunitaria, aunque enfrenta el desafío constante de ajustar los incentivos a medida que el mercado se desarrolla y las tecnologías evolucionan.

En el Reino Unido, especialmente en Escocia, el modelo comunitario ha sido particularmente efectivo en zonas rurales, donde las cooperativas y proyectos de propiedad comunitaria han permitido la generación local de energía renovable. Antes del Brexit, Escocia seguía las directivas europeas, pero posteriormente ha comenzado a adaptar su propio marco normativo para mantener los avances en este sector (Marshall, 2024). No obstante, el acceso al financiamiento y las barreras regulatorias específicas se han convertido en limitantes, especialmente después de la salida del Reino Unido de la Unión Europea.

Australia, en contraste con Europa, presenta un marco regulatorio fragmentado debido a la descentralización de su administración, lo que ha generado diferencias significativas entre los estados. Sin embargo, destaca por su desarrollo de microgrids y comunidades energéticas en zonas rurales y aisladas, aprovechando el potencial de la energía solar fotovoltaica y los sistemas de almacenamiento (López et al., 2024). La falta de una política nacional homogénea limita su capacidad para expandir de manera uniforme estos proyectos.

Brasil, por su parte, ha liderado en América Latina el desarrollo de la generación distribuida y comunitaria, con un marco normativo que incluye incentivos para la

instalación de pequeños y medianos generadores (Marshall, 2024). El país ha destacado por el uso de cooperativas energéticas para expandir el acceso a la energía renovable en comunidades rurales y áreas urbanas de bajos ingresos. Sin embargo, las barreras financieras y las complejidades administrativas siguen siendo desafíos importantes.

Finalmente, Chile presenta un desarrollo incipiente en este ámbito, con solo seis proyectos comunitarios activos hasta la fecha. La Ley 21.118, que regula la generación de Propiedad Conjunta, busca fomentar el autoconsumo colectivo y las cooperativas energéticas (Marshall, 2024) Sin embargo, el país enfrenta importantes obstáculos debido a la falta de instrumentos de financiamiento y políticas públicas que incentiven este tipo de proyectos, a pesar de su potencial para reducir la pobreza energética.

Cuadro 6. Comparación normativa CEs

ASPECTO	ESPAÑA	ALEMANIA	ESCOCIA	AUSTRALIA	BRASIL	CHILE
Normativa Base	Directivas UE adaptadas	Directivas UE + legislación nacional	Pre-Brexit (Directivas UE) y ajustes post-Brexit	Marco regionalizado	Normativas locales (ANEEL)	Ley 21.118 y leyes eléctricas
Modelo Comunitario	Comunidades Energéticas	Cooperativas Energéticas	Cooperativas y proyectos locales	Microgrids y cooperativas	Cooperativas comunitarias	Generación de Propiedad Conjunta
Contexto Energético	Fuerte desarrollo de proyectos colectivos	Líder en generación distribuida y renovables	Enfoque rural y descentralizado	Crecimiento en zonas rurales y aisladas	Líder en Latinoamérica	Desarrollo incipiente
Barreras principales	Complejidades administrativas	Ajustes constantes de incentivos	Financiación y cambios regulatorios	Fragmentación del marco legal	Financiamiento limitado	Falta de fomento e incentivos

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, mientras Europa ha liderado en el desarrollo de marcos regulatorios sólidos y efectivos para promover la energía comunitaria, países como Brasil y Chile enfrentan desafíos específicos relacionados con el acceso al financiamiento y la superación de barreras regulatorias. Australia, con su enfoque regionalizado, muestra un camino intermedio, aprovechando oportunidades especialmente en zonas rurales. Este análisis sugiere que un marco normativo eficaz debe considerar la integración de incentivos

financieros, simplificación administrativa y mecanismos de participación ciudadana para lograr el éxito en la transición energética justa y sostenible.

Beneficios económicos y sociales

En Chile, los beneficios económicos y sociales derivados de las comunidades energéticas están limitados por la baja penetración de estos proyectos y la falta de un marco normativo amplio.

Lo anterior, contrasta con países europeos como Alemania y España, donde las comunidades energéticas:

- Permiten la retención de beneficios económicos dentro de las comunidades locales.
- Facilitan la reducción de costos energéticos mediante el autoconsumo colectivo.
- Promueven la cohesión social a través de modelos de gobernanza participativa.

Barreras regulatorias

Chile enfrenta barreras regulatorias significativas:

- La ausencia de un marco normativo específico para CEs limita su desarrollo.
- Los esquemas actuales, como el Net-Billing, no permiten excedentes significativos ni incentivos para proyectos más grandes.

En Europa, aunque existen barreras administrativas y financieras, las directivas de la Unión Europea proporcionan un marco robusto para superar estos desafíos. Países como España han avanzado en la implementación de medidas que fomentan la participación de pequeños actores y comunidades locales.

Conclusiones y recomendaciones

Chile debería adoptar un marco normativo más amplio, inspirado en las Directivas RED II y 2019/944 de la UE, que contemple incentivos específicos, simplificación administrativa y la participación activa de las comunidades.

Además, ampliar la capacidad permitida para proyectos de comunidades energéticas a más de 300kW, facilitando el desarrollo de proyectos de mayor impacto.

4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMUNA DE TILTIL

4.1. Antecedentes Generales de la Comuna

Tiltil es una comuna extensa, ubicada en la zona norte de la Región Metropolitana, y está constituida por ocho localidades, entre las que se encuentran Huertos Familiares, Polpaico y Rungue. Su geografía montañosa contribuye a retener contaminantes y aumenta la aridez del aire, exacerbando problemas ambientales como la escasez hídrica y la vulnerabilidad ante incendios forestales.

La situación actual de la comuna es compleja y presenta desafíos significativos en términos de desarrollo sostenible y calidad de vida para sus habitantes. Tiltil ha sido categorizada como una zona de sacrificio debido a la concentración de actividades industriales y productivas, incluyendo minería y gestión de residuos, que generan impactos ambientales adversos y afectan la calidad de vida de la población (GORE, 2022).

La comuna presenta indicadores de vulnerabilidad socioeconómica elevados (GORE RMS, 2022). A pesar de la empleabilidad generada por la presencia de industrias en el área, los empleos disponibles suelen ser de baja especialización y no responden a las necesidades de desarrollo humano local. Además, la infraestructura básica es limitada; la cobertura de servicios sanitarios y de agua potable es insuficiente en algunas localidades como Rungue y Montenegro, donde los habitantes dependen de fosas sépticas y del suministro de agua a través de camiones aljibes, situación agravada por la sequía.

La instalación de ciertas industrias ha traído consigo efectos negativos, tales como malos olores, polvo en suspensión y filtración de napas subterráneas. Además, debido a la falta de regulación y control integrado por parte de distintas instituciones, la comuna sigue siendo un lugar atractivo para la instalación de actividades molestas y/o peligrosas. Este

fenómeno ha generado conflictos socio ambientales, en los que la comunidad ha reclamado por la escasa participación en las decisiones sobre el uso del suelo y la falta de consideración de los impactos acumulativos de las industrias en su territorio (GORE RMS, 2022).

4.2. Estado de Rezago y Carencia de Recursos

La comuna de Tilttil enfrenta una situación de rezago y vulnerabilidad que se ve agravada por restricciones del presupuesto municipal, la limitada infraestructura pública y una dependencia económica que reduce la autonomía de su gobierno local. Estos factores profundizan las desigualdades territoriales y obstaculizan el desarrollo de proyectos y servicios que podrían mejorar las condiciones de vida de la población.

El presupuesto municipal de Tilttil es insuficiente para enfrentar los múltiples desafíos que impone la alta concentración de actividades industriales, la escasez de infraestructura y la falta de servicios básicos (GORE RMS, 2022). Este limitado financiamiento restringe la capacidad del gobierno local para invertir en áreas esenciales como educación, salud, transporte y mantenimiento de infraestructura, lo cual es crucial para una comuna que enfrenta altos niveles de vulnerabilidad y pobreza.

La comuna sufre de una evidente carencia de infraestructura pública que limita tanto la movilidad de sus habitantes como su acceso a servicios básicos. La escasa cobertura de transporte público y la alta frecuencia de tarifas elevadas dificultan el desplazamiento hacia otras localidades y a la ciudad de Santiago, generando un aislamiento territorial que afecta principalmente a las poblaciones de menores ingresos. Además, la falta de infraestructuras de salud y educación accesibles y de calidad reduce las oportunidades de desarrollo humano, lo cual contribuye al estancamiento social y económico del territorio.

La falta de autonomía económica limita significativamente la capacidad del gobierno local de Tilttil para enfrentar sus desafíos y gestionar de manera integral su desarrollo. Si bien, la comuna recibe ingresos a través de instancias regionales y nacionales, el gobierno local

no tiene control directo sobre estos recursos. Esta dependencia financiera restringe la toma de decisiones y la implementación de políticas que respondan a las necesidades de la comunidad.

Una mayor autonomía económica permitiría al gobierno local incrementar sus ingresos a través de estrategias de recaudación propias y gestionar de manera más eficaz los fondos obtenidos, destinándolos a proyectos de infraestructura, salud, educación y sostenibilidad ambiental. Esta autonomía facilitarían la implementación de un Plan Regulador Comunal que establezca zonas de protección ambiental y regule de forma más estricta las actividades industriales, permitiendo al gobierno local tener un mayor control sobre el uso del suelo y sobre el desarrollo territorial de la comuna.

Además, con una gestión financiera autónoma, Tilttil podría impulsar proyectos de diversificación económica, como el fomento del turismo rural y la agricultura sustentable. Estas actividades ofrecen una alternativa viable para reducir la dependencia de industrias contaminantes y fomentar el desarrollo económico local, generando empleos que respeten y promuevan el bienestar ambiental y social. La creación de nuevas oportunidades de trabajo en sectores sostenibles también podría mejorar la calidad de vida de los habitantes y contribuir a reducir las tasas de pobreza en la comuna.

La situación de Tilttil evidencia los efectos de la dependencia económica y la falta de recursos en la capacidad de los gobiernos locales para gestionar su desarrollo. Una mayor autonomía económica, acompañada de políticas de planificación territorial integrada y de inversiones en infraestructura pública, podría permitir al gobierno de Tilttil responder a las necesidades urgentes de su población y generar un modelo de desarrollo que promueva la justicia socio ambiental y el bienestar de sus habitantes.

4.3. Planificación Comunal

Con el propósito de abordar los desafíos de la Comuna de Tilttil, y en el marco del Programa de Zonas Rezagadas de la SUBDERE (SUBDERE, 2017), el GORE RMS elaboró entre los años

2021 y 2022 el Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tilttil 2022-2030. El principal objetivo de este plan es reducir las brechas territoriales, mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover un desarrollo sostenible de la comuna. En este contexto, se identificó como una oportunidad estratégica el alto potencial solar del territorio. A partir de este diagnóstico, este plan plantea la posibilidad de vincular la generación de energía renovable con el desarrollo socioeconómico local¹⁹ y, para ello para asigna un presupuesto de M\$7.560.000²⁰ en su cartera de proyectos para la ejecución de un proyecto de energía solar fotovoltaica (GORE RMS, 2022).

En el mismo año 2022, el municipio concluyó la elaboración del Plan de Desarrollo Comunal 2022-2030 (PLADECO), instrumento que proyecta a Tilttil al año 2030 “como una comuna más integrada y sostenible”. Para alcanzar esta visión, se propone rescatar y valorar su historia, patrimonio cultural y natural, así como actividades productivas, centrando el desarrollo en las personas y la protección del medio ambiente. El PLADECO contempla la gestión y articulación de la inversión pública y privada, apostando por alternativas de desarrollo económico local sustentable, como el turismo y la generación de energías limpias (Municipalidad de Tilttil, 2022).

Además, entre los años 2021 y 2022, a través del Programa Comuna Energética de la AgenciaSE se elaboró la Estrategia Energética Local (EEL) Tilttil, instrumento que permite comprender las capacidades instaladas, la disponibilidad territorial y los desafíos técnicos asociados al desarrollo de proyectos de generación renovable a escala local. Esta estrategia establece como visión energética para la comuna “Posicionar a Tilttil como líder en el uso de energías renovables, potenciando una ciudadanía informada, participativa y eficientes en temas energéticos y sostenibles mediante el uso de energías renovables no convencionales, planificando medidas de prevención, protección y mitigación ante la crisis climática de forma participativa”. Para ello la EEL establece seis objetivos, con sus correspondientes metas y 21 proyectos que a continuación se detallan en el cuadro 7.

¹⁹ Actualmente, los proyectos de generación de energía que operan en Tilttil, están desconectados de las necesidades del territorio, reportando ingresos para actores externos sin generar encadenamientos productivos ni mejoras en la calidad de vida de los habitantes de la comuna.

²⁰ Proyecto CI-PDZRRM-66, Construcción de Parque Fotovoltaico Compañía Eléctrica Municipal.

Cuadro 7. Categorías, objetivos y metas EEL Tiltit

CATEGORÍAS	OBJETIVOS	METAS	PROYECTOS
Planificación energética	Desarrollar una Unidad de Gestión Energética Local que articule los procesos de planificación territorial con la EEL	100% de la EEL integrada a los procesos municipales de planificación territorial anual al período 3	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de línea base de indicadores energéticos comunales. - Vincular SCAM con EEL, PRC y PLADECO - Manual de incorporación de conceptos de mitigación y adaptación al cambio climático en licitaciones o concursos sobre desarrollo urbano - Propuesta de Análisis de Ciclo de Vida considerando factores energéticos y climáticos - Ordenanza para la implementación de energías renovables en la nueva construcción.
Eficiencia energética en la infraestructura	Desarrollar un plan de descarbonización de la infraestructura pública	60% de la infraestructura pública carbono neutral al período 3	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mediano y largo plazo para la renovación de la infraestructura municipal con eficiencia energética y energías renovables - Programa de inspección y regulación de las conexiones eléctricas (tomas y viviendas irregulares), por riesgos de accidentes e incendios y evitar fugas de energía. - Auditoría energética - Plan de autogeneración eléctrica en Edificios Públicos Municipales
Energía Renovable y Generación Local	Impulsar proyectos que promuevan el ahorro energético, eficiencia energética y la capacidad de generación eléctrica a través de métodos de energía renovable de desarrollo local	40% de la matriz comunal a partir de energías limpias en el periodo 3	<ul style="list-style-type: none"> - Generación Local Comunitaria Proyecto Rungue. - Plan de mejora para la Empresa Eléctrica de Tiltit, para lograr un mejor servicio. - Planta generadora de energía comunal - Integración de los funcionarios(as) y metas de desempeño de ahorro y eficiencia energética. - Diseño de presupuesto anual para fomentar la EEL
Organización y finanza	Fomentar el conocimiento en materia de energías a la sociedad civil e instituciones locales a través de programas de capacitación	100 % de integración de los instrumentos a la organización municipal al período 3	<ul style="list-style-type: none"> - Campaña Comunicacional, incluyendo boletines impresos, capsulas informativas eficientes, infografías. - Programa energético en establecimientos educacionales en coordinación con el SNCAE
Sensibilización y cooperación		Desarrollar una campaña de socialización energética a nivel comunal con un alcance del 100% al 1 periodo	<ul style="list-style-type: none"> - Campaña de educación en eficiencia energética en Juntas de Vecinos y otras organizaciones de la comunidad. - Generación de Convenio de colaboración con empresa eléctrica de Tiltit, para la consecución de los objetivos estratégicos energéticos.
Movilidad Sostenible	Diseñar un programa municipal que promueva el desarrollo de movilidad sostenible a nivel comunal	Implementar el programa municipal, con todas sus actividades desarrolladas al período 3	<ul style="list-style-type: none"> - Campaña de corresponsabilidad en movilidad sustentable: bicicletas, autos y peatones - Ampliación de la red de ciclovías - Iluminación y señalética de tránsito solares en áreas prioritarias de seguridad.

Fuente: Elaboración propia en base a información EEL Tiltit (UTEM, 2022)

Al analizar los distintos instrumentos de planificación, es posible observar en todos ellos un compromiso integral con la transformación de Tiltil hacia un modelo de desarrollo que prioriza la sostenibilidad y el aprovechamiento de las energías renovables no convencionales, promoviendo un futuro más equitativo y próspero para sus habitantes.

4.4. Desarrollo Energético

A continuación, se presenta una revisión de la situación energética y del potencial de la comuna, basada en los antecedentes proporcionados por la EEL. Tiltil posee una configuración energética caracterizada por un alto consumo residencial de energía eléctrica y térmica, siendo esta última principalmente cubierta mediante el uso de biomasa y combustibles fósiles. El sector no residencial por su parte (comercial, público e industrial) también presenta una participación significativa, en especial considerando la presencia de grandes industrias como Cemento Polpaico, Agrosuper y plantas de tratamiento de residuos como KDM (UTEM, 2022).

Cuadro 8. Demanda energética actual Tiltil

	TIPO	DEMANDA ENERGÉTICA ACTUAL (GWh)	
Energía Eléctrica	Residencial	15,4GWh	Subtotal 42,34GWh Gasto anual eléctrico
	No Residencial	26,92GWh	
Energía Térmica	Gas Natural (GN)	8,17GWh	Subtotal 37,25GWh Gasto residencial anual de combustibles fósiles y biomasa para uso térmico
	Gas Licuado (GLP)	14,02GWh	
	Parafina	2,37GWh	
	Biomasa (leña)	12,69GWh	
Demanda Total		79,59GWh	79,59GWh

Fuente: EEL Tiltil (UTEM, 2022)

Como se puede observar en el cuadro 8, la demanda energética total de la comuna (residencial y no residencial) se compone de dos grandes segmentos, demanda de energía eléctrica y demanda de energía térmica proveniente de biomasa y de combustibles fósiles. En términos de consumo eléctrico, el uso de energía eléctrica presenta un consumo anual de 42,34GWh y representa un 53% del total. Por otro lado, el consumo térmico alcanza a

un 37,25GWh, equivalente al 47%. Esta demanda térmica se satisface principalmente mediante el uso de leña, sobre todo en sectores rurales de la comuna. Además, se visualiza un consumo significativo de gas licuado y parafina, principalmente en las zonas urbanas y periurbanas del territorio (UTEM, 2022).

A partir de las proyecciones se estima que la demanda energética total en la comuna para el año 2035 alcanzará los 107,02GWh/año, según el desglose el cuadro 9 (UTEM, 2022).

Cuadro 9. Proyección demanda energética Tiltit año 2035

TIPO		DEMANDA ENERGÉTICA PROYECTADA	
Energía Eléctrica	Residencial	22,45GWh	Subtotal 61,63GWh Gasto anual eléctrico
	No Residencial	39,18GWh	
Energía Térmica	Gas Natural (GN)	9,89GWh	Subtotal 45,39GWh Gasto residencial anual de combustibles fósiles y biomasa para uso térmico
	Gas Licuado (GLP)	16,96GWh	
	Parafina	2,86GWh	
	Biomasa (leña)	15,68GWh	
Demanda Total		107,02GWh	107,02GWh

Fuente: Elaboración propia en base a información EEL Tiltit (UTEM, 2022)

De acuerdo con la información contenida en la EEL de Tiltit e información disponible en el SEIA, en la actualidad se contabilizan catorce proyectos de generación de ERNC instalados en la comuna, de los cuales trece se encuentran en operación y uno se encuentra en etapa de pruebas. Además, hay tres proyectos aprobados en el SEIA aún sin construir, información que se detalla en el cuadro 10.

La mayoría de las iniciativas de generación corresponden a plantas solares fotovoltaicas bajo el régimen de Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD), lo que permite su conexión directa al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Cuadro 10. Proyectos generación eléctrica en funcionamiento y aprobados Tilttil.

	PROYECTO	EMPRESA TITULAR	ESTADO
1	TER Loma Los Colorados I	KDM Energía S.A	En operación
2	TER Loma Los Colorados II	KDM Energía S.A	En operación
3	PFV Lomas Los Colorados	KDM Energía S.A	En pruebas
4	PMGD PFV Tilttil	Tilttil Solar	En operación
5	PFV Santiago Solar	Santiago Solar	En operación
6	PMGD PFV Ovejería	Colbún S.A.	En operación
7	PMGD PFV Altos de Tilttil	Eléctrica Altos de Tilttil SpA	En operación
8	PMGD PFV El Litre de Verano (o El Litre Solar)	Cedars Solar SpA	En operación
9	PMGD TER Deuco	EBCO Energía	En operación
10	PFV El Manzano (Ex PFV Samantha)	Enel Chile	En operación
11	PMGD PFV Clementina Solar	CVE Proyecto Seis SPA	En operación
12	PMGD PFV Santa Inés Solar	CVE Proyecto Seis SPA	En operación
13	PMGD PFV Puente Solar	Puente Solar SpA	En operación
14	PMGD PFV Ineusol	Ineusol SpA	Aprobado SEIA
15	PMGD PFV Rucasol	Rucasol SpA.	Aprobado SEIA
16	PFV Cerro Blanco	Polpaico S.A	Aprobado SEIA
17	PSC Rungue	Comunidad Rungue y EBP	Aprobado SEIA

Fuente: Elaboración propia en base a información EEL Tilttil (UTEM, 2022)

Entre las empresas con presencia activa en el territorio destacan Santiago Solar, Colbún, KDM, Cedars Solar y Puente Solar SpA. Estos actores han impulsado proyectos que aportan significativamente a la generación energética, aunque su articulación con la comunidad local ha sido limitada. En términos de diversificación tecnológica, también se identifican instalaciones asociadas a la generación térmica y una planta de biogás operada por la empresa KDM en el relleno sanitario Loma Los Colorados.

El potencial energético del territorio de Tilttil, según se muestra en el cuadro 11, revela una alta capacidad de generación solar. Específicamente, se estima que utilizando sólo un 0,1% de la superficie comunal (66,7has), se podrían generar 169,92GWh/año, producción que supera la demanda energética estimada para el año 2035 de 107,02GWh (UTEM, 2022)

En cuanto a la energía solar térmica, la proyección señala una capacidad de generación de 1.056MWh/año si se implementaran sistemas térmicos en un 10% de las viviendas de la comuna. Por otro lado, la valorización de residuos a través de biogás se presenta como una línea estratégica de alto potencial, con una producción de 3,84GWh/año de energía eléctrica. Finalmente, el potencial de generación eólica e hidroeléctrica ha sido calificado como bajo, debido a la escasa velocidad del viento (promedio de 2,2 m/s) y la falta de caudales hídricos permanentes en el territorio (UTEM, 2022).

Cuadro 11. Potencial generación ERNC Tiltit

TIPO		POTENCIAL
Solar	Térmica	1,06GWh/año
	Fotovoltaica	169,92GWh/año (instalando placas solares fotovoltaicas en una superficie de 66,7 Ha)
Biomasa	Biodiesel	No se observa potencial de generación de biodiesel
	Biogás	3,84GWh/año de energía eléctrica
Eólico		5,48GWh/año de energía térmica
Hídrico		No se observa potencial hídrico
Geotérmico	De baja Entalpía	56,7W en promedio por cada m de pozo
Potencial Eficiencia Energética	Mejora viviendas	29,31GWh/año ahorro (escenario 1) 32,32GWh/año ahorro (escenario 2)
	Recambio equipos	25%
	Alumbrado	44%
	Sensibilización de la comunidad	10%

Fuente: EEL Tiltit (UTEM, 2022)

4.5. Gestión Energética Local

El análisis del estado actual y del potencial energético de la comuna de Tiltit evidencia la existencia de condiciones territoriales favorables para el desarrollo de proyectos comunitarios de generación energética renovable, particularmente en el ámbito solar fotovoltaico. Sin embargo, para que estos recursos puedan traducirse efectivamente en

iniciativas viables, es necesario contar con un conjunto de actores y capacidades que habiliten su implementación, operación y sostenibilidad en el tiempo.

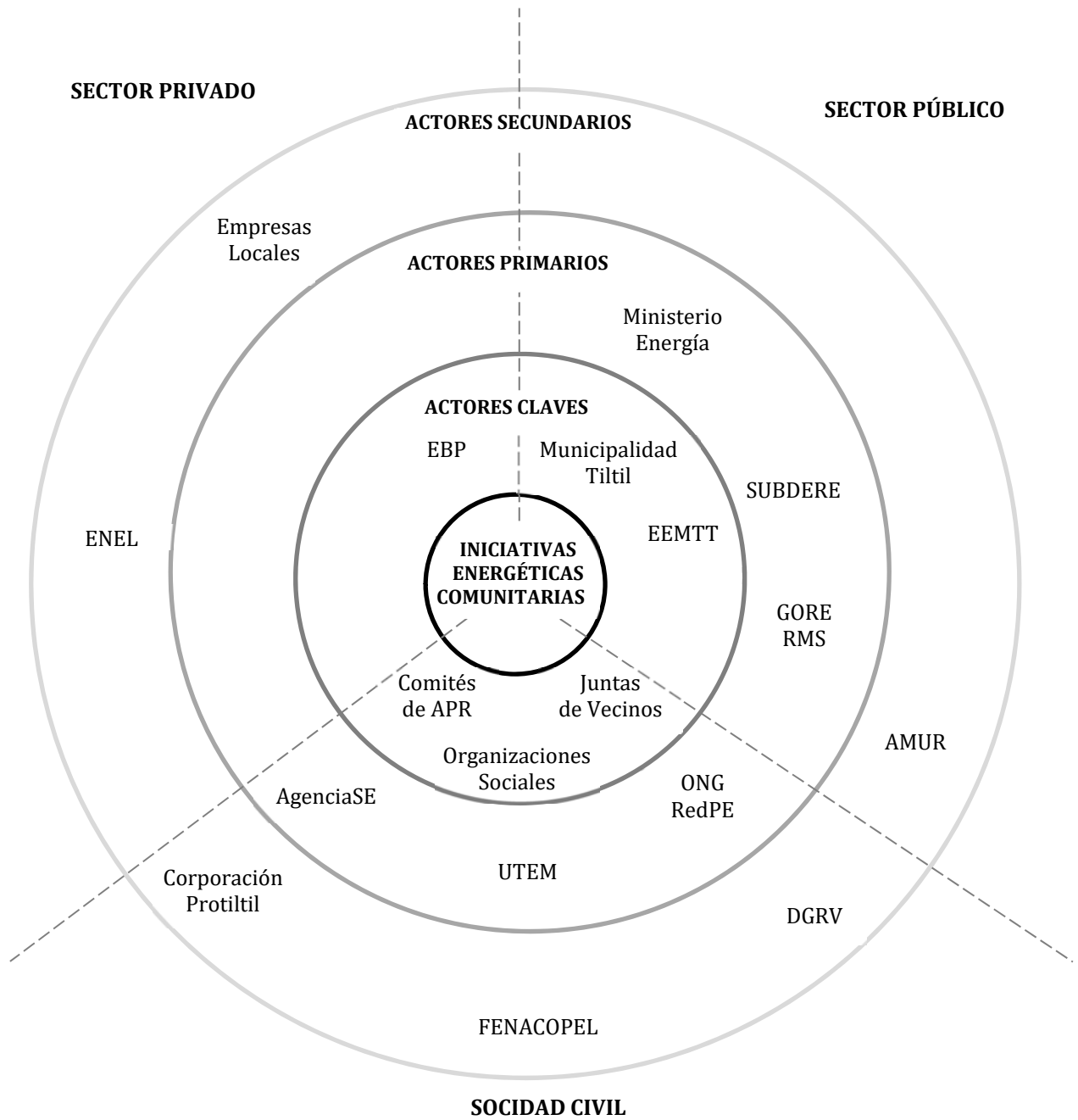
En el territorio de Tiltit se observa un contexto institucional y social propicio para este tipo de iniciativas, en el que participan diversos actores tanto locales como externos. Dentro de las instituciones públicas, a nivel local se encuentra el Municipio de Tiltit con sus unidades técnicas, y la Empresa Eléctrica Municipal de Tiltit (EEMTT). A nivel regional y nacional se incorporan otras entidades públicas que han acompañado iniciativas previas, como es el caso el GORE RMS, a través del desarrollo del Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Energía mediante el programa Comuna Energética y la SUBDERE como parte del Programa de Zonas Rezagadas.

En el ámbito de la sociedad civil destacan las juntas de vecinos, comités de agua potable rural (APR), organizaciones sociales, y establecimientos educacionales y de salud. Por otra parte, el vínculo con la AgenciaSE y la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) ha sido fundamental para la elaboración de la EEL. Asimismo, dentro de este grupo están las ONGs y asociaciones, como Red de Pobreza Energética (RedPE), la Confederación Alemana de Cooperativas (DGRV) y la Federación Nacional de Cooperativas Eléctrica (FENACOPEL).

Finalmente, desde el sector privado, se reconoce la presencia de actores como la consultora de origen suizo de energía y cambio climático, EBP Chile y la empresa ENEL proveedoras de servicios eléctricos.

La articulación de esta red de actores, que abarca los sectores públicos, privado y la sociedad civil organizada, permite avanzar hacia un modelo de gobernanza colaborativa.

Figura 5. Actores gestión local energética



Fuente: Elaboración propia.

5. PROPUESTA PARA LA COMUNA DE TILTIL

5.1. Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS)

El reconocimiento e incorporación de los recursos endógenos del territorio en la planificación de la Comuna de Tilttil permite abrir nuevas posibilidades para avanzar hacia un desarrollo más inclusivo y sostenible. Entre estos recursos, el alto potencial de radiación solar representa una ventaja clave para impulsar soluciones energéticas locales con impacto directo en la calidad de vida de sus habitantes.

En respuesta a esta oportunidad, se propone la conformación de la Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS), una estrategia basada en el aprovechamiento de recursos energéticos locales, específicamente las energías renovables no convencionales (ERNC), como herramienta para la promover la transformación territorial. Esta iniciativa busca generar beneficios económicos, ambientales y sociales para la comuna, y al mismo tiempo fortalecer su autonomía energética.

La CETS se articula como una comunidad energética local, bajo la figura de una cooperativa sin fines de lucro²¹, en la que participan los habitantes de la comuna, organizaciones sociales, micro y pequeñas empresas locales, y el municipio a través de la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT). Su objetivo central es democratizar el acceso a la energía, fomentar su apropiación social y canalizar sus beneficios hacia el fortalecimiento del desarrollo económico, social y ambiental del territorio.

El modelo se estructura de forma escalonada, combinado el uso eficiente del patrimonio público, mediante la instalación de sistemas FV en techos de inmuebles municipales, con la construcción de una planta solar de pequeña escala. Este diseño incorpora criterios de participación social, eficiencia energética, reducción de emisiones y dinamización de la economía local, a través de una estructura de gobernanza colaborativa.

²¹ Las normas que regulan a las cooperativas en Chile están contenidas en la Ley General de Cooperativas y en el decreto con fuerza de ley N° 5, de 2003, del Ministerio de Economía.

La propuesta considera dos etapas de implementación:

- Primera Etapa (Años 1 a 3) enfocada en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en edificios públicos, bajo un modelo de Generación Distribuida (GD) o Net Billing, complementada con un Contrato de Compraventa de Energía (CCE) entre la cooperativa y la Municipalidad de Tiltit.
- Segunda Etapa (Años 3 a 5) considera la construcción de una planta solar bajo el régimen de Pequeño Medio de Generación Distribuida (PMGD), destinada al autoconsumo y a inyección de excedentes a la red, generando ingresos comunitarios y fortaleciendo la sostenibilidad financiera del proyecto.

5.2. Etapas de la Propuesta

Etapa 1: Techos Solares – Generación Distribuida (Años 1 a 3)

Objetivo: Instalar sistemas fotovoltaicos (FV) en los techos de inmuebles de propiedad municipal para el abastecimiento energético de edificios públicos.

La primera etapa contempla la instalación de 20 sistemas FV en edificios municipales, según se detalla en el cuadro 12, con una potencia total de 300kW y una producción de 473MWh/año, suficiente para cubrir un porcentaje significativo de la demanda energética de estas instalaciones. Esta representará un ahorro anual estimado de MM\$129,66 en consumo eléctrico y evitará la emisión de reducción de 198tCO₂/año²².

Durante la fase de instalación²³, se estima la generación de 28 empleos temporales y posteriormente un empleo permanente para la operación y mantención²⁴.

²² Cálculo reducción de emisiones a partir del factor de emisión promedio de la última medición registrada del Sistema Eléctrico Nacional Central (SEN), en 2018, de 0,4187 tCO₂eq/MWh. Información entregada por la plataforma Energía Abierta, de la Comisión Nacional de Energía. Fórmula utilizada $473.040\text{kWh/año} \times 0,0004187\text{tCO}_2\text{eq/kWh} \approx 198,0\text{tCO}_2\text{eq/año}$.

²³ Cálculo de generación de empleos temporales por instalación: instalaciones de hasta 30 = potencia (kW)/10, instalaciones superiores a 30 = potencia (kW)/20.

²⁴ Cálculo de generación de empleos de mantención y operación, potencia (kW)/1000. es decir, 0,1 empleos permanentes por cada 100kW.

Cuadro 12. Cálculo de techos públicos disponibles para la instalación de SFV

NOMBRE ESTABLECIMIENTO	TERRENO (m2)	EDIFICACIÓN (m2)	5% SUPERFICIE	POTENCIA SFV KW	INVERSIÓN ²⁵ (\$)	AHORRO ANUAL ²⁶ (\$)
Escuela Plazuela de Polpaico	s/i	970	48,5	5	7.125.000	2.161.004,04
Liceo Polivalente Manuel Rodríguez	10.300	4.610	230,5	20	24.700.000	8.644.017,40
Escuela Rungue	5.100	1.338	66,9	5	7.125.000	2.161.004,40
Liceo Huertos Familiares	10.250	2.395	119,8	10	14.250.000	4.322.008,80
Escuela Huechún	4.000	311	15,6	2	2.850.000	864.401,76
Escuela Santa Matilde	4.150	867	43,4	5	7.125.000	2.161.004,40
Escuela Capilla de Caleu	7.700	691	34,6	3	4.250.000	1.296.602,64
Escuela El Llano de Caleu	7.700	410	20,5	2	2.850.000	864.401,76
Escuela Básica Montenegro	5.540	1.056	52,8	5	7.125.000	2.161.004,40
Centro Cultural Tilttil	s/i	s/i	350	30	37.050.000	12.966.026,39
Hospital de Tilttil	s/i	s/i	440,0	30	37.050.000	12.966.026,39
CESFAM HHHF	s/i	s/i	220	18	22.230.00	7.779.615,84
Gimnasio Municipal	s/i	s/i	800	54	61.560.000	2.333.884,52
Biblioteca Pública Tilttil	s/i	s/i	160	14	17.290.000	6.050.812,32
Municipalidad Tilttil	s/i	s/i	70	6	8.550.000	2.593.205,28
Farmacia Comunal	s/i	s/i	90	8	11.400.000	3.457.607,04
Corporación Municipal de Desarrollo Social	s/i	s/i	90	8	11.400.000	3.457.607,04
Jardín Infantil Barros Arana	s/i	s/i	300	25	30.875.000	10.805.022,00
Jardín Infantil Manitos Raíz de Libertad	s/i	s/i	350	30	37.050.000	12.966.026,39
Jardín Infantil Huechún (Eduardo Campos)	s/i	s/i	250	20	24.700.000	8.644.017,40
TOTAL				300	376.580.000	129.660.264

Fuente: Elaboración propia. en base a información de Índice de Precios de Sistemas FV (NAMA, 2020)

²⁵ Para el cálculo se considera los siguientes costos: sistemas entre 1 y 10kW =1.500 USD/kW, sistemas entre 10 y 30 kW= 1.300 USD/kW y sistemas entre 30 y 100 kW=1.200 USD/kW.

²⁶ Se considera un valor de \$274,1kWh en la comuna de Tilttil y el cálculo realiza en base a la siguiente formula Ahorro anual=Potencia (kW)×0,18×8.760×274,1

El sistema operará bajo la modalidad Generación Distribuida (GD)²⁷ conforme a lo establecido en la Ley 21.118, utilizando esquemas de propiedad conjunta o Netbilling, que permiten la inyección de excedentes de energía a la red de distribución.

Esta infraestructura dotará al municipio de una fuente de energía renovable, disminuyendo los costos de suministro eléctrico de sus edificios públicos, liberando recursos presupuestarios para otros fines, y generando ingresos para la cooperativa energética local. Esto permitirá avanzar en el autoconsumo y demostrar el compromiso institucional con la transición energética local.

Esta etapa puede financiarse mediante fondos públicos (FNDR, Ministerio de Energía), cooperación internacional, leasing solar o inversión comunitaria. El municipio no requiere realizar una inversión inicial, limitándose a ceder el uso de techos y a adquirir la energía generada a un costo preferencial.

Etapa 2: Planta Solar Comunitaria Tiltil – PMGD (Años 3 a 5)

Objetivo: Escalar la generación solar mediante la instalación de una planta solar fotovoltaica acogida al régimen de PMGD, destinada tanto al autoconsumo como a la inyección de excedentes al sistema eléctrico, generando ingresos para la cooperativa y el municipio.

La segunda etapa contempla el desarrollo de una planta solar comunitaria PMGD con una potencia instalada de 9 MW, emplazada en un terreno de propiedad fiscal o municipal dentro del territorio comunal. Se proyecta una generación aprox. 14,19 GWh/año, lo que equivale a cerca de un tercio de la demanda energética actual de la comuna. El proyecto permitirá evitar la emisión de 7.600 tCO₂/año, generará un ahorro anual estimado de MM\$3.889,8 en consumo eléctrico y contribuirá a la creación de 450 empleos

²⁷ Estrategia de generación de energía en la cual varios usuarios, se organizan para aprovechar la generación de electricidad en un espacio compartido dentro de una misma área de concesión. Este sistema está diseñado especialmente para autoconsumo y no para la comercialización de energía, lo que significa que los beneficios derivados de la generación se traducen en descuentos directos en las tarifas de suministro eléctrico para los participantes.

temporales²⁸ durante la fase de construcción, además de 9 puestos permanentes²⁹ asociados a la operación y mantenimiento de la planta.

Esta etapa supone un salto decisivo en la capacidad de generación local, pues permitiría abastecer a un número mayor de usuarios y, al mismo tiempo, inyectar energía limpia al sistema eléctrico. Su ejecución implica una inversión estimada de MM\$8.628³⁰, financiada mediante un esquema mixto que combina recursos públicos del GORE RMS, SUBDERE, Ministerio de Energía, cooperación internacional e inversiones privadas.

El análisis preliminar de la situación actual de las subestaciones eléctrica, revela limitaciones en la capacidad de conexión, según se muestra en el cuadro 13. Las subestaciones de Polpaico³¹, Rungue³² y Santiago Solar³³ (I-SEP, 2019) ubicadas en las proximidades de Tiltit, no disponen de la capacidad técnica necesaria para un proyecto de esta envergadura en el corto plazo ya que se encuentran con su capacidad copada. No obstante, lo anterior se proyectan mejoras relevantes en la infraestructura de transmisión.

Actualmente se construye la Subestación Seccionadora Manuel Rodríguez³⁴ (CNE, 2023a), la cual permitirá la integración de nuevos proyectos de generación de ERNC en Tiltit y reforzará la red eléctrica existente. A esto se suma la promulgación de la Ley N°21.721 que modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de transmisión eléctrica (Ministerio de Energía, 2024). Conocida como Ley de Transición Energética, esta normativa promulgada en diciembre del año 2024, permite que los que proyectos PMGD financien las obras de transmisión necesarias para su conexión (Ministerio de Energía, 2025), abriendo nuevas posibilidades para el desarrollo de proyectos de mayor escala.

²⁸ Cálculo de generación de empleos temporales por instalación: instalaciones superiores a 30kW = potencia instalada (kW)/20, para un proyecto de 9.000kW=9.000/20.

²⁹ Cálculo de generación de empleos de mantenimiento y operación, potencia (kW)/1000. es decir, 0,1 empleos permanentes por cada 100kW, empleos permanentes = potencia instalada (kW)/1000, para un proyecto de 9.000 = 9.000/1.000

³⁰ Para realizar cálculo se utilizó la información base a estimación del costo de inversión en PMGD por tipo de tecnología solar FV. Fórmula de cálculo: Costo Total (US\$)= 9.000kW×U\$898/kW = US\$ 8.082.000 USD (ACERA, 2019), posteriormente US\$1= \$950

³¹ Subestación elevadora, reductora y de interconexión.

³² Subestación de distribución.

³³ Subestación elevadora

³⁴ Se localizará a unos 5 km al norte de la subestación. Polpaico y seccionará la línea 2x220 kV

Cuadro 13. Subestaciones eléctricas Tilttil y alrededores.

SUB ESTACIÓN	UBICACIÓN/OPERADOR	FUNCIÓN	ALIMENTADOR(ES)
Santiago Solar	Subestación elevadora, ubicada en la comuna de Tilttil a orillas de la Ruta 5. Operada por Santiago Solar S.A.	Tiene sólo barras en AT, opera con una relación de transformación de 33kV/220kV, que permite elevar la tensión de la energía generada en el parque solar a niveles de transmisión requeridos por el SEN.	SANTIAGO SOLAR Capacidad total: 115MW Carga conectada: 115MW Estado de saturación: copado
Polpaico	Subestación elevadora, reductora y de interconexión, ubicada en la comuna de Tilttil. Esta subestación es propiedad y es operada por Transelec	Diseñada para conectar líneas de alta tensión. Opera con múltiples niveles de tensión, principalmente 500 kV, 220 kV y 66 kV. Actúa como un punto de interconexión entre las líneas de transmisión que transportan energía desde las plantas generadoras del norte hacia los centros de consumo en la RMS y otras zonas del país.	POLPAICO Capacidad total: 18MW Estado de saturación: copado
Punta Peuco	Subestación de distribución, ubicada en la comuna de Tilttil, cerca del penal de Punta Peuco. Operada por Enel Distribución.	La subestación opera con una relación de transformación típica de 66kV a 23kV, adecuada para abastecer sectores residenciales, comerciales e industriales cercanos.	POLPAICO Capacidad total: 18MW Estado de saturación: copado TÓRTOLAS Capacidad total: 18MW Estado de saturación: copado
Rungue	Subestación de distribución, ubicada en la localidad de Rungue, en el área rural de la comuna de Tilttil Gestionada por EMTT, distribuye energía en sectores específicos.	Diseñada para transformar energía desde niveles de transmisión (media tensión) a niveles más bajos para la distribución local. Transforma la energía de MT para su distribución en áreas rurales y semiurbanas de la comuna. Opera con una relación de transformación de 66kV a 23kV	RUNGUE Capacidad total: 18MW Carga conectada: 2,5MW Proyectos en proceso de ICC: 21MW Estado de saturación: copado
El Manzano	Subestación de transmisión y elevadora, ubicada en la zona rural de la comuna de Tilttil. Esta subestación es propiedad y es operada por Transelec	Diseñada para operar en niveles de tensión de 220kV, permite la transmisión eficiente de energía desde las plantas generadoras hasta el SEN. Eleva la tensión de la energía generada en el parque solar desde niveles de generación (33kV) a niveles de transmisión (220kV).	PROACER 1 Capacidad Total: 18MW. Carga Conectada: 0MW. Proyectos en Proceso de ICC: 18MW. Estado: completamente ocupado al conectar los proyectos en trámite. PROACER 2 Capacidad Total: 18MW. Carga Conectada: 0MW. Proyectos en Proceso de ICC: 18MW. Estado: completamente ocupado al conectar los proyectos en trámite. OVEJERÍA Capacidad Total: 18MW.

			<p>Carga Conectada: 18MW. Proyectos en Proceso de ICC: 0 MW. Estado: copado</p> <p>HUECHÚN Capacidad Total: 18MW. Carga Conectada: 14MW. Proyectos en Proceso: 2MW actualmente conectados en proceso de expansión 3MW Estado: serán agregados 3MW, lo que dejará 3 MW disponibles.</p>
Caleu	Subestación de distribución, ubicada en la localidad de Caleu comuna de Tiltil. Es operada por Enel Distribución Chile	Transforma la energía de media tensión a (44kV) a una tensión más baja (12kV). Abastece a 272 clientes.	<p>CALEU Capacidad Total: sin info Carga Conectada: sin info Proyectos en proceso: sin info</p>
Río Aconcagua	Subestación seccionadora Río Aconcagua 220/110kV, ubicada en la comuna de Llay Llay, operada por Transelec	Secciona las líneas de transmisión 2x220kV Nogales-Polpaico y 2x110kV Esperanza – Aconcagua. Además transforma la energía de alta tensión (220kV) a media tensión (110kV)	<p>Capacidad Total: 400MVA Carga Conectada: Línea 2x220kV Nogales-Polpaico y Línea 2x110kV Esperanza-Aconcagua</p>
Batuco	Subestación primaria de distribución, ubicada en la comuna de Lampa. Operada por Enel Distribución.	Recibe energía de AT (110kV) desde las líneas de transmisión y la transforma a un nivel de BT (23kV) para su distribución.	Cuenta con varios alimentadores de 23kV que distribuyen la energía a diferentes sectores. Aunque la capacidad específica de cada alimentador puede variar según su diseño y demanda atendida, generalmente, los alimentadores de media tensión en este tipo de subestaciones tienen capacidades que oscilan entre 5MVA y 10MVA.
Manuel Rodríguez	Subestación seccionadora de la línea 2x220 kV Polpaico – Río Aconcagua, ubicada en la comuna de Tiltil a 5km al norte de la subestación Polpaico	Actúa como nodo intermedio en la línea de transmisión 2x220 kV Polpaico – Río Aconcagua, que transporta grandes cantidades de energía eléctrica desde zonas generadoras hacia centros de consumo.	Operará en 2.000 MVA lo que permite transportar aprox. entre 1.600 MW y 1.800 MW de potencia activa. Capacidad suficiente para soportar el flujo normal de la línea doble circuito 2x220 kV Polpaico – Río Aconcagua y conectar nuevos proyectos de generación en ERNC (200 PMGD de 9MW).

Fuente: Elaboración propia en base a información Biblioteca Congreso Nacional www.bcn.cl

A continuación, el cuadro 14 presenta un resumen de los principales aspectos de las dos etapas de la iniciativa CETS. Este resumen permite comparar de forma rápida el alcance progresivo de la estrategia, evidenciando cómo la primera etapa, centrada en la generación distribuida para autoconsumo municipal, sienta las bases técnicas y financieras que habilitan el salto a la segunda etapa, orientada a la creación de una planta solar comunitaria de mayor escala.

Cuadro 14. Resumen etapas iniciativa CETS

ASPECTOS	ETAPA 1	ETAPA 2
LOCALIZACIÓN	Cubiertas de edificios públicos 250m ²	Terreno propiedad municipal de 15 a 20 hectáreas
CAPACIDAD	300kW	9MW
ENERGIA GENERADA	473.040kWh/año ³⁵ 0,47GWh/año	14.191.200kWh/año ³⁶ 14,19GWh/año
COSTO	M\$ 376.580	M\$ 8.627.900
SUBSIDIOS	Programas Techos Solares Públicos ³⁷ (Ministerio de Energía)	Programa Parque Solar Comunitario ³⁸ (AgenciaSE)
FINANCIAMIENTO	SUBDERE, GORE RMS, Ministerio de Energía, fondos internacionales, aportes municipales.	Fondos verdes, banca internacional, leasing, inversores público-privados.
BENEFICIOS	- Reducción de 198tCO ₂ /año ³⁹ - Ahorro costo energía MM\$129,7 - Generación trabajo 28 puestos temporales y un puesto permanente	- Reducción de 5.938,3tCO ₂ /año ⁴⁰ - Ahorro costo energía MM\$3.889,8, equivalente a una reducción del gasto municipal - Generación trabajo 450 puestos temporales y 9 puesto permanente
MODELO DE NEGOCIO	Generación Distribuida (GD) o Net Billing (autoconsumo con inyección de excedentes a la red)	Pequeño Medio de Generación Distribuida (PMGD) con venta de energía al sistema (precio estabilizado)

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Modelo de Gestión

El modelo de gestión propuesto para la CETS se basa en una estructura colaborativa y descentralizada que articula a una serie de actores locales, institucionales y técnicos, para garantizar el desarrollo, la gestión eficiente y la sostenibilidad del proyecto, según se observa en el cuadro 15.

³⁵ Cálculo energía generada GD 300Wh, 300kW×0,18×8.760h/año=473.040kWh/año

³⁶ Cálculo energía generada PMGD 9GWh, 9.000kW×0,18×8.760h/año=14.191.200kWh/año

³⁷ Iniciativa del Ministerio de Energía inserta en la Agenda de Energía, orientada a instalar sistemas fotovoltaicos (SFV) en los techos de los edificios públicos, con el objeto de contribuir a la maduración del mercado fotovoltaico para autoconsumo. https://techossolares.minenergia.cl/?page_id=3565

³⁸ Programa que busca agilizar el diseño de proyectos de generación distribuida de propiedad conjunta o generación comunitaria a través de las Municipalidades. <https://www.agenciase.org/parque-solar-comunitario/>

³⁹ Cálculo reducción de emisiones GD 300Wh,473.040Wh/año×0,0004187tCO₂eq/kWh≈198,0tCO₂eq/año

⁴⁰ Cálculo reducción de emisiones PMGD 9GWh,14.191.200kWh/año×0,0004187tCO₂eq/kWh≈5.938,3tCO₂eq/año

Cuadro 15. Resumen de actores y funciones del modelo de gestión CETS.

CATEGORIA	ACTOR	FUNCIONES
Facilitadores Estratégicos	Municipalidad de Tilttil	- Articulación institucional y normativa. - Cesión de infraestructura pública (terrenos y cubiertas)
	Empresa Eléctrica Municipal Tilttil (EEMTT)	- Incorpora a la Entidad de Gestión Energética Comunal (EGEC). - Operación y mantenimiento de las plantas FV y administración financiera.
Aliados Financieros e Institucionales	GORE RMS, SUBDERE, Ministerio de Energía, AgenciaSE y organismos de cooperación internacional (GIZ, DGRV, BID)	- Financiamiento y cofinanciamiento - Apoyo normativo y técnico - Habilitación de instrumentos de política pública
Asistencia Técnica Externa	UTEM, Red de Pobreza Energética (RedPE), Consultoras especializadas, Fundaciones de transición energética.	- Diseño del modelo técnico - Monitoreo y evaluación - Capacitación y fortalecimiento de capacidades locales
Impulsores y Socios Cooperativos	Organizaciones sociales, Comités de APR, Juntas de vecinos, Pymes locales y agrupaciones educativas y ambientales	- Participación en gobernanza - Representación territorial - Legitimación y apropiación social del proyecto
Órgano de gobernanza comunitaria	Cooperativa Eléctrica Comunal de Tilttil (CEC Tilttil)	- Soporte legal y operativo - Administración democrática del proyecto - Gestión financiera, técnica y organizativa

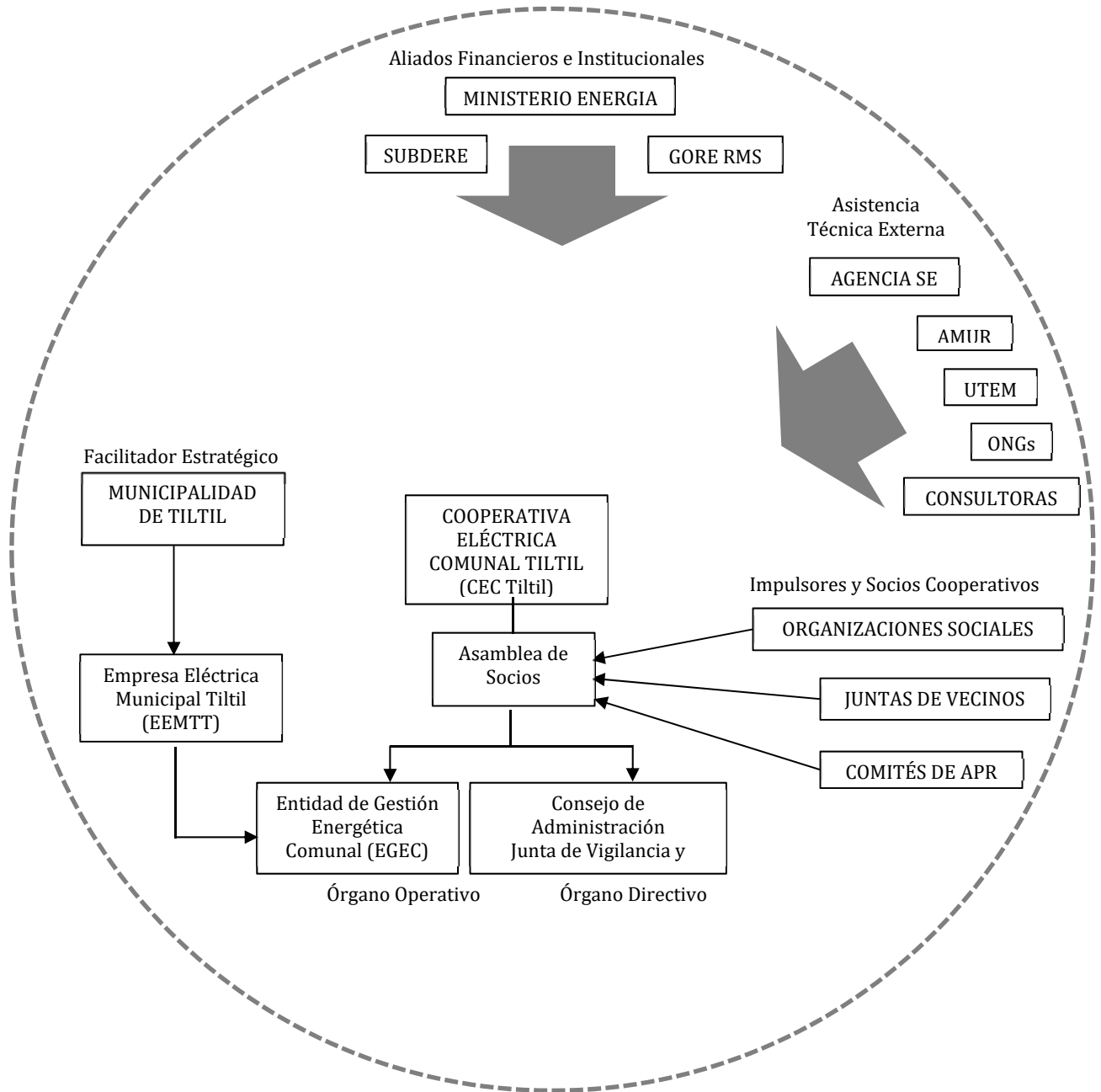
Fuente: Elaboración propia

Este modelo integra una diversidad de actores, organizados en ámbitos funcionales que desempeñan roles complementarios dentro del modelo de gestión:

- Facilitadores estratégicos, representados por la Municipalidad de Tilttil y la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT). Su rol es entregar respaldo institucional, normativo y operativo, articulando con entidades públicas, distribuidoras y organismos reguladores del sector energético. La Municipalidad de Tilttil cumple un rol clave en la cesión de espacios públicos para la generación (cubiertas de inmuebles municipales y terrenos fiscales o comunales). La EEMTT, por su parte, incorpora dentro de su estructura a la Entidad de Gestión Energética Comunal (EGEC), encargada de la operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos de la CETS.

- Aliados financieros e institucionales, este grupo está conformado por instituciones públicas como el GORE RMS, SUBDERE, el Ministerio de Energía, la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) y, potencialmente, organismos de cooperación internacional (como GIZ, DGRV o BID). Estas entidades proporcionan recursos financieros, instrumentos técnicos y marcos normativos de apoyo para las distintas etapas del proyecto.
- Asistencia técnica externa, proveniente de instituciones académicas como la UTEM, redes especializadas como la Red de Pobreza Energética (RedPE) y consultoras o fundaciones expertas en transición energética. Su participación contribuye al diseño técnico, la evaluación y el monitoreo del modelo, fortaleciendo su calidad y pertinencia territorial.
- Impulsores y socios cooperativos, incluye a personas naturales, organizaciones sociales, comités de APR, juntas de vecinos, pymes locales e instituciones educativas y de salud. Estos actores no sólo participan activamente en la gobernanza y toma de decisiones de la cooperativa, sino que también impulsan, sostienen y legitiman el proyecto desde el territorio. Esta base social constituye el núcleo del modelo, canalizando demandas locales, promoviendo la apropiación ciudadana de la energía y velando por que los beneficios del proyecto se reinviertan en el bienestar colectivo.
- Órgano de Gobernanza Comunitaria, en el centro del modelo de gestión se encuentra la Cooperativa Energética Comunal de Tilttil (CEC Tilttil), entidad sin fines de lucro que brinda soporte legal y operativo a la comunidad energética. Esta cooperativa es una organización de propiedad conjunta y gestión democrática, basada en los principios del cooperativismo y se encarga de la administración operativa, financiera y organizacional de la CETs. La CEC Tilttil está estructurada en tres órganos fundamentales: Junta General de Socios, Consejo de Administración y Junta de Vigilancia.

Figura 6. Esquema propuesta modelo de gestión CETS



Fuente: Elaboración propia

5.4. Potenciales Impactos y Beneficios

La propuesta de la CETS plantea una estrategia innovadora que busca promover un modelo energético descentralizado, inclusivo y ambientalmente responsable en la comuna de Tiltil. Inspirada en experiencias internacionales y adaptada a la realidad local, esta iniciativa proyecta un conjunto de beneficios que abarcan las dimensiones ambiental, social y económica, integrando la generación de energía renovable con la participación activa de la comunidad y una visión de desarrollo territorial sostenible.

A continuación, se detallan los potenciales impactos en cada una de las dimensiones, los cuales respaldan el valor estratégico de avanzar hacia la implementación de esta iniciativa.

Impactos ambientales

En el ámbito ambiental, se estima que el desarrollo de la iniciativa CETS permitirá reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), aportando a los esfuerzos de mitigación del cambio climático y promoviendo una cultura ambiental más activa desde lo local.

- **Reducción de emisiones:** la sustitución parcial de la demanda eléctrica por energía renovable permitirá reducir las emisiones GEI.
Etapa 1: Reducción de hasta 198tCO₂/año.
Etapa 2: Reducción potencial adicional de 5.938tCO₂/año.
- **Mitigación del cambio climático:** el uso de generación distribuida evita pérdidas por transmisión y disminuye la dependencia a fuentes contaminantes.
- **Sensibilización ambiental:** la CETS promueve prácticas sostenibles en hogares, establecimientos educativos y organizaciones comunitarias, fomentando hábitos responsables en el uso de la energía.

Impactos Sociales

En lo social, la propuesta refuerza la autonomía energética comunitaria, mejorando su capacidad de respuesta frente a interrupciones del suministro eléctrico o situaciones de emergencia. Asimismo, fomenta la organización y cooperación local, fortaleciendo el tejido social y promoviendo una cultura de resiliencia frente a los efectos del cambio climático.

- **Fortalecimiento del tejido social:** la organización comunitaria en torno al proyecto común favorece una comunidad más cohesionada, participativa y consciente de sus desafíos energéticos.
- **Incremento de la autonomía energética:** mejora la capacidad organizativa local ante fallas en el suministro, generando soluciones colectivas frente a eventos climáticos extremos o crisis energéticas.

Impactos económicos

Desde la perspectiva económica, se proyectan impactos positivos asociados a la reducción del gasto energético, la generación de ingresos comunitarios a través de excedentes energéticos, y la dinamización del empleo y la economía local.

- **Ahorros y reinversión local:** el autoconsumo solar genera ahorros directos, mientras que los excedentes energéticos y los beneficios derivados del régimen PMGD pueden destinarse a financiar iniciativas sociales o productivas en la comuna.

Etapa 1: Ahorro anual en costo energía de MM\$129,66

Etapa 2: Ahorro anual en costo energía de MM\$3.889,80

- **Generación de empleo local:** la implementación de ambas fases implica contratación de mano de obra local para instalación y mantenimiento, considerando en total 478 empleos temporales durante la fase de instalación y 10 permanentes para el mantenimiento durante la fase de operación.

Etapa 1: Generación de 28 empleos temporales y 1 permanente.

Etapa2: Generación de 450 empleos temporales y 9 permanentes.

- **Fomento de ingresos comunitarios:** la disminución de costos energéticos mejora la competitividad de PYMES y se espera el fortalecimiento de redes locales de proveedores y servicios técnicos.

5.5. Indicadores de Sostenibilidad

Los indicadores de sostenibilidad propuestos para la CETS están concebidos como una herramienta clave para evaluar, de forma sistemática y participativa, los avances que la iniciativa podría generar en tres dimensiones fundamentales: energética-ambiental, social-comunitaria y económica-equidad. Estos indicadores han sido diseñados con el propósito de evidenciar tanto los beneficios esperados como los posibles desafíos del proceso, facilitando el seguimiento continuo, la rendición de cuentas y la toma de decisiones informadas. Su futura implementación permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos y visibilizar los resultados mediante datos cuantitativos

El sistema de medición planteado contempla el levantamiento de información de diversas fuentes. En este marco, se propone que la cooperativa CEC Tilttil coordine el levantamiento de los indicadores sociales y económicos, mientras que la EEMTT a través de la Entidad Gestora de la Comunidad Energética (EGEC), asumiría la medición técnica y operativa de la generación energética. A su vez, se prevé que el Consejo de Vigilancia y la Asamblea General de la CEC cumplan un rol fiscalizador y de validación, garantizando transparencia y participación democrática.

Como complemento, se propone la incorporación de actores externos tales como instituciones académicas y ONG especializadas para aportar criterios técnicos, respaldo metodológico y validación independiente.

Para la implementación del sistema de monitoreo, se plantea el uso de una plataforma de acceso abierto, que permitiría visualizar los principales indicadores y avances de la iniciativa en tiempo real. Esta herramienta se complementaría con la elaboración de informes anuales de sostenibilidad, de carácter técnico y social, similares a un balance social cooperativo, que integren tanto datos cuantitativos como cualitativos. Asimismo, se contempla la difusión de boletines comunitarios trimestrales a través de radios locales y medios digitales, promoviendo el acceso a la información por parte de toda la comunidad.

Finalmente, el sistema incluirá la realización de asambleas participativas periódicas, destinadas a revisar colectivamente los resultados, validar los datos recolectados y redefinir estrategias de manera conjunta.

Toda la información generada sería organizada y evaluada a través de la matriz de seguimiento que se presenta en el cuadro 16. Esta matriz estructura los indicadores según las tres dimensiones definidas y permitirá dar seguimiento a su evolución a lo largo del tiempo, aportando una base rigurosa y transparente para la toma de decisiones y la evaluación del desempeño territorial de la CEC Tilttil.

Cuadro 16. Matriz de seguimiento iniciativa CETS

DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	FUENTE	FRECUENCIA
Energética Ambiental	Energía generada por sistemas FV	kWh/año	Monitoreo de inversores / plataforma CEC Tilttil	Mensual
	Porcentaje de autoconsumo comunitario	% del total generado	Medidores inteligentes	Semestral
	Reducción de emisiones GEI	tCO ₂ /año	Cálculo por factor de emisión (CNE)	Anual
	Nº de sistemas FV operativos instalados	Nº de instalaciones	Reportes técnicos del proyecto	Trimestral
	Energía inyectada a la red	kWh/año	Net Billing / monitoreo SEC	Semestral

Social Comunitaria	Nº de hogares beneficiados	Hogares	Registro de la Cooperativa CEC Tiltitil	Trimestral
	Ahorro promedio por hogar	\$/año	Encuestas + facturas eléctricas	Anual
	Nº de personas capacitadas	Personas	Registro de talleres/comunicación	Semestral
	Participación en asambleas y decisiones	% de socios activos	Actas y asistencia cooperativa	Anual
	Percepción de autonomía energética local	Escala de percepción (1 a 5)	Encuestas comunitarias	Bianual
Económica Equidad	Empleos generados por el proyecto	Nº de puestos directos e indirectos	Informes de contratistas/locales	Anual
	Ingresos comunitarios generados (PMGD)	\$/año	Estado financiero CEC Tiltitil/EGEC	Anual
	Reintegros sociales desde excedentes	\$/año o tipo de beneficio	Presupuesto participativo	Anual
	Nivel de acceso equitativo a beneficios	% hogares rurales/vulnerables	Registro social de hogares (RSH)	Anual
	Disminución de pobreza energética	% hogares con mejoras energéticas	Encuesta energética de consumo residencial de fuentes múltiples SEC / MIDESO	Bianual

Fuente: Elaboración propia.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACERA. (2019). *Informe Final Análisis Costo/Beneficio de los Pequeños Medios de Generación Distribuida*. Santiago, Chile: https://www.acera.cl/wp-content/uploads/2023/07/2019-Ana%CC%81lisis-CostoBeneficio-de-los-PMGD.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- ACERA. (2025). *Estadísticas Sector de Generación de Energía Eléctrica Renovable, Enero 2025*. Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento AG. Santiago, Chile., Disponible en: <https://cdn.acera.cl/wp-content/uploads/2025/02/2025-01-Boletin-Estadisticas-ACERA.pdf>.
- AgenciaSE. (2023). *Bases de licitación pública para Implementación de Sistema Fotovoltaico Modalidad de equipamiento de generación conjunta, Casa Solar Social, Talagante*. Agencia Sostenibilidad Energética. Santiago, Chile., Disponible en: <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=k/lmnr+bNciikDw0va2R9w==>.
- AgenciaSE. (2024). *Guía de orientaciones para la implementación de proyectos de energía a escala local*. Santiago, Chile.
- AgenciaSE. (2024). *Presentación Jornada Regional de Generación Distribuida para Autoconsumo, Región Metropolitana*. [Presentación interna], Agencia Sustentabilidad Energética.
- AgenciaSE. (28 de 03 de 2025). *Generación solar colectiva en Escuelas de Independencia*. Obtenido de www.comunaenergetica.cl: <https://www.comunaenergetica.cl/producto/generacion-solar-colectiva-en-escuelas-de-independencia/>
- Álvarez, E., Ortiz, I., & Menéndez, J. (2016). *The German energy transition (Energiewende). Policy, Energy Transformation and Industrial Development*. Cuadernos Orkestra 2016/15_ENG ISSN 2340-7638, Orkestra Instituto Vasco de Competitividad - Fundación Deusto.
- Barrera, R. (2024). *Comunidades Energéticas: Un modelo para democratizar la energía*. *Revista Nueva Minería y Energía*.
- Barth, H.-J. (2018). *Energie- und Klimaschutz-Bericht der Gemeinde Wildpoldsried Im Rahmen des eea-Programms*.
- BCN. (2025). <https://www.bcn.cl/siit/estadisticasterritoriales/tema?id=113>.
- Bebbington, A. (2019). *Organizaciones comunitarias que resuelven problemas comunitarios. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, No. 28., Santiago, Chile.
- Berdegú, J., & Favareto, A. (2019). *Desarrollo Territorial Rural en América Latina y el Caribe. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe - Documento N° 32*, FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago de Chile, 2019.

- Borregaard, N., & Méndez, R. (2025). *Estudio de proyectos energéticos a nivel comunitario*. Obtenido de https://www.ebp.global/sites/default/files/2025-01/REFERENCIA_LLAQUEDONA_compressed-comprimido%20%281%29.pdf
- Burgos, A., & Bocco, G. (2020). Contribuciones a una teoría de la innovación rural. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 219-247.
- Cairns, I., Hannon, M., Brauholtz-Speight, T., McLachan, C., Mander, S., Manderson, E., . . . Hardy, J. (2020). *Financing Community Energy Case Studies: Edinburgh Community Solar Cooperative*. UK Energy Research Centre, UKERC: London.
- CE4G. (2016). *A study into the feasibility of a community owned solar farm in Goulburn NSW*. URL: <https://www.ce4g.org.au/CE4G%20-%20Goulburn%20Community%20Solar%20Farm%20Feasibility%20Study.pdf>, Community Energy for Goulburn, Goulburn, NSW: CE4G.
- CE4G. (2020). *Goulburn Community-Owned Solar Farm: Information Pack*. Goulburn Community Energy Co-operative Ltd.
- Cecchini, S., Holz, R., & Soto de la Rosa, H. (2021). *Caja de herramientas. Promoviendo la igualdad: el aporte de las políticas sociales en América Latina y el Caribe (LC/TS.2021/55)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile.
- CEPAL. (2016). *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago.
- CEPAL. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago.
- CLES. (2022). *Embedding community wealth building into ESES City Deal projects and programmes. A framework for action*. Centre for Local Economic Strategies.
- CNE. (2023a). *Informe Técnico Preliminar Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2022*. Comisión Nacional de Energía.
- CNE. (2023b). *Anexo 1: Ingeniería Conceptual de los proyectos*. Comisión Nacional de Energía.
- CNE. (2024). *Reporte Energía Abierta Ciudadana, Mayo-Junio 2024, N°2*. Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.
- CNE. (2025). *Reporte Mensual ERNC, Febrero 2025, Volumen N°99*. Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.
- Comision Europea. (2021). *Best practices of renewable energy communities*. Elaborado en el marco del proyecto "Acción Preparatoria sobre Áreas Rurales Inteligentes en el Siglo XXI.
- Da Rosa, A., Pertoldi, M., Edwards, J., & Hegyi, F. (2014). *Smart Specialisation and Innovation in Rural Areas*. S3 Policy Brief Series No. 09/2014, Sevilla, España.

- DECC. (2014). *Community Energy Strategy: Full Report*. Department of Energy & Climate Change, London, UK.
- DGRV. (2022). *Cooperativas de energía: Guía para la creación de cooperativas de generación distribuida comunitaria*. Confederación Alemana de Cooperativas (DGRV), Instituto de Ecología Política (IEP), Santiago, Chile.
- Diario Sustentable. (28 de 03 de 2025). *Proyecto pionero en Chile de generación solar comunitaria en escuela de Independencia beneficiará a familias de la Población Juan Antonio Ríos*. Obtenido de www.diariosustentable.com: <https://www.diariosustentable.com/2021/05/proyecto-pionero-en-chile-de-generacion-solar-comunitaria-en-escuela-de-independencia-beneficiara-a-familias-de-la-poblacion-juan-antonio-rios/>
- Dyer, A. (2023). *Community Engagement Review Report to the Minister for Climate Change and Energy*. Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, Canberra, Australia.
- EasyCOOP. (2016). *Coober: Primeira cooperativa de energia renovável começa a funcionar em agosto*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de <https://easycoop.com.br/Noticias/View.aspx?id=34757>
- EcoPlanet Energy. (2016). *Pará ganha a primeira cooperativa de energia renovável*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de www.ecoplanetenergy.com: <https://ecoplanetenergy.com/pt-br/tag/energia-limpa/>
- Edinburgh Community Energy Co-operative. (2020). *Project Overview and Financial Report*.
- Enercoop. (2021). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2021*. Crevillent, España.
- Enercoop. (2022). *Informe de avances de la comunidad energética de Crevillent 2021-2022*.
- Enercoop. (2022). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2022*. Crevillent, España.
- Enercoop. (2023). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2023*. Crevillent, España.
- Energy4All. (2020). *Annual Report*. Energy4All Green Co-Operative Energy.
- ESES CRD Community Wealth Bulding. (2022). *Toolkit Report*. Edinburgh and South East of Scotland City Region Deal, Edinburgh and South East of Scotland City Region.
- Esparcia, J. (2000). The LEADER Programme and the Rise of Rural Development Initiatives. *Sociologia Ruralis*(2).
- Etxarri, I. (17 de 09 de 2022). Crevillente o cómo producir tu propia electricidad con placas fotovoltaicas. [20minutos.es](http://www.20minutos.es). Obtenido de <https://www.20minutos.es/lainformacion/economia-y-finanzas/crevillente-como-producir-tu-propia-electricidad-con-placas-fotovoltaicas-5262672/>

- Falcón, C. (2023). Las Comunidades Energéticas como iniciativas emergentes que luchan contra el cambio climático.
- Fernandez, J., Fernandez, M. I., & Soloaga, I. (2019). *Enfoque territorial y análisis dinámico de la ruralidad: alcances y límites para el diseño de políticas de desarrollo rural innovadoras en América Latina y El Caribe*. Documentos de Proyectos LC/TS.2019/65, LC/MEX/TS.2019/16, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ciudad de México.
- Fort, R. (2019). *Infraestructura rural mínima para prosperar. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, No. 21. , FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- GAPEC. (2024). *Energía Ciudadana en Chile: propuestas para su fomento e implementación*. Grupo de Acción por la Energía Ciudadana, Santiago, Chile.
- GIZ GmbH . (2020). *Ficha Técnica Energías Renovables para Autoconsumo*. Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, en el marco del Proyecto de Apoyo a la NAMA , Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH .
- GIZ y Ministerio de Energía. (2020). *Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno*. Santiago, Chile.
- Gonzalez, E. (2024). Las Comunidades Energéticas en Europa: ¿Un Nuevo Impulso para la Cooperativas? *Cooperativismo e Economía Social*(45), 55-75.
- González, E., & Grau, C. (2021). *Cooperativas de Consumo Eléctricas y Comunidades Energéticas*. Confederación Española de Cooperativas de Consumidores y Usuarios HISPACOOOP, Madrid, España.
- GORE RMS. (2014). *Plan de Desarrollo Comuna de Til Til 2014-2018*. Plan de Desarrollo, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Santiago.
- GORE RMS. (2022). *Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tiltit 2022-2030*. Plan de Rezago, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Santiago.
- Hancock, A., Shannon, M., McConnell, A., & Ashford, T. (2024). *Community Energy: Hope and Headwinds*. Pollination Group.
- I.M. de Tiltit. (2021). *Plan Regulador Comunal de Tiltit, Informe Ambiental Complementario*.
- I.M.Las Cabras. (2024). Presentación Power Point, Ilustre Municipalidad de Las Cabras, Las Cabras.
- INDH. (2020). *Informe Misión de Observación Comuna de Tiltit*. Instituto Nacional de Derechos Humanos. Santiago de Chile: Lebran.
- IPS. (27 de 10 de 2021). *La pobreza energética en Chile se alivia con inclusión comunitaria*. Obtenido de <https://www.runrunenergetico.com/la-pobreza-energetica-en-chile-se-alivia-con-inclusion-comunitaria/>

- I-SEP. (2019). *Parque Fotovoltaico Santiago Solar*. Informe Técnico Determinación de Parámetros de Partida y Detención 18002-01-EE-002 Rev. D Preparado para ELEC NOR, Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia, Santiago, Chile.
- Local Energy Scotland. (2015). *Cares Case Study Edinburgh Community Solar Co-Operative (ECSC)*. Local Energy Scotland.
- López, I., Goitia, N., Milo, A., Gómez, J., Aranzabal, I., Gaztañaga, H., & Fernandez, E. (2024). European energy communities: Characteristics, trends, business models and legal framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 197.
- Marshall, F. (2024). *Recomendaciones para un marco regulatorio que promueva formas comunitarias y cooperativas de comercialización y generación de la energía*. [Memoria para optar al título de Ingeniera Civil Eléctrica, Universidad de Chile], Universidad de Chile.
- Mas Belso, J. (2022). Crevillent, la primera comunidad energética de España. *Ambienta*, 131, 30-31.
- Megara. (2021). *Manual para una Comunidad Energética Rural*. Grupo Red Eléctrica, Madrid, España.
- Méndez, R. (2021). *Experiencias de energía comunitaria en Chile*. https://www.economiaenergeticauc.cl/wp-content/uploads/2021/06/20210511_Experiencias-de-energia-comunitaria-en-Chile-Ruben-Mendez.pptx.pdf.
- Menéndez, J., & Fernández, J. (2022). *Comunidades energéticas: Casos de estudio*. Instituto Vasco de Competitividad – Fundación Deusto.
- Milesi, O. (6 de 21 de 2021). *La pobreza energética en Chile se alivia con inclusión comunitaria*. Obtenido de <https://ipsnoticias.net/2021/10/la-pobreza-energetica-en-chile-se-alivia-con-inclusion-comunitaria/>
- Ministerio de Energía. (2025). *Reporte de proyectos en Construcción e Inversión en el Sector Energía mes de enero de 2025*. Ministerio de Energía, División de Desarrollo de Proyectos Unidad de Acompañamiento de Proyectos Ministerio de Energía, Santiago, Chile.
- Ministerio de Energía. (2022). *Política Nacional Energética, actualización 2022*. Ministerio de Energía.
- Ministerio de Energía. (2024). *Ley 21721 Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Transmisión Eléctrica*. Ministerior de Energía.
- Ministerio de Energía. (2025). *Jornada de Presentación Ley N° 21.721, de Transición Energética y Proceso de Implementación*. Presentación Power Point.
- Miramontes, V., Romero, N., & López, M. A. (2023). *Comunidades de energías renovables: Una oportunidad para el desarrollo rural sostenible* (Monografías do IBADER - Serie Creación de Valor Sostible nas Organizações ed.). IBADER.

- Municipalidad de Tiltitl. (2022). *Informe Final Plan de Desarrollo Comunal Tiltitl 2022-2030*. Santiago, Chile.
- NAMA. (2020). *Indice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile*. URL: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/factsheet_idp_fv_2020.pdf
- Penagos, A., & Ospina, C. (2019). *La agenda 2030 y la transformación de los territorios rurales: un desafío para institucionalidad latinoamericana*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 31., Santiago, Chile.
- Prefeitura de Paragominas. (2016). *Cooper: A primeira cooperativa de energia renovável é de Paragominas*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de <https://paragominas.pa.gov.br/cooper-a-primeira-cooperativa-de-energia-renovavel-e-de-paragominas/>
- Presupuesto Abierto. (2025). *Monitor de Gasto Municipal*. Obtenido de <https://presupuestoabierto.gob.cl/municipalities/13/13303>
- Ravelo, R., & Mendoza, M. (2023). *Competitividad territorial y desarrollo local*. Universidad de La Salle.
- Red Genera. (2020). *Inversión Energética Local Generación Solar Colectiva en Escuelas de Independencia*. Presentación Power Point, Red Genera Cooperativa de Trabajo, Santiago, Chile.
- Rodríguez, A., Rodrigues, M., Sotomayor, O., & Wander, P. (2019). *Innovación, agregación de valor y diferenciación: estrategias para el sector agroalimentario de América Latina y el Caribe en un mundo complejo*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 13., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- Saravia-Matus, S., & Aguirre, P. (2019). *Lo rural y el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 3., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
- Schneider, K., Olívio, M., Japp, C., Scheidt, P., & Rütther, R. (2019). *Community Solar in Brazil: The Cooperative Model Context and the Existing Shared Solar Cooperatives Up to Date*. ISES Solar World Congress 2019.
- Scott, J. (2019). *Barreras a la movilidad social rural en América Latina*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 25., FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- Sepúlveda, A., & Martínez, C. (2020). (L. P. Territorial, Ed.) *Revista Latinoamericana de Planificación*, 16(4), 112-135.
- Serjeantson, B. (2016). *Goulburn Community Solar Farm: Business Case Report (Version 5)*. E2DESINGLAB.

- Shi, Z., Liang, F., & Pezzuolo, A. (2024 de 2024). Renewable energy communities in rural areas: A comprehensive overview of current development, challenges, and emerging trends. *Journal of Cleaner Production* 484 (2024) 144336, 484(144336).
- Stewart, F., Ford, R., Sumaria, P., & Evans, R. (2023). *Leveraging local and community energy for a just transition in Scotland*. ClimateXChange, Edinburgh Climate Change Institute, Edinburgh, Scotland.
- Strange, T., & Bayley, A. (2012). *Desarrollo sostenible: Integrar la economía, la sociedad y el medio ambiente*. Esenciales OCDE, OECD Publishing-Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- SUBDERE. (2017). *Plan de Desarrollo para Territorios Rezagados: Programa Piloto y Propuesta de Política Pública*. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Santiago, Chile.
- Terron, D. (2024). Desarrollo Rural Sostenible y Renovables cuestiones más allá de la Zonificación. *Actualidad Jurídica Ambiental*(142).
- THEMA Consulting Group. (2018). *Descriptive study of Local Energy Communities (LECs)*. Oslo, Norway.
- Trivelli, C., & Berdegú, J. (2019). *Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, No. 1. Santiago de Chile. FAO. 76p, FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- UTEM. (2021). *Estrategia Energética Local de Tiltit, Etapa Diagnóstico Comunal*. Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile, Ilustre Municipalidad de Til Til, Santiago, Chile.
- UTEM. (2022). *Estrategía Energética Local Comuna Tiltit*. (Documento Aprobado por el Consejo Municipal), Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile, Ilustre Municipalidad de Til Til, Proyecto financiado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).
- Valero, B., Alcantarilla, R., Marcuello, C., & Díaz, M. (2024). *Las Comunidades Energéticas como Herramienta de Transformación Social*. Zaragoza, España.
- Vercher, N., Herraiz, C., & Esparcia, J. (2022). *Innovación Social y Desarrollo en Territorios Rurales. Algunos Ejemplos de Buenas Prácticas*.
- Willner, A., & Martínez, M. F. (2023). *Políticas Públicas Integrales: El Caso de las Políticas de Desarrollo Territorial*. Serie Desarrollo Territorial, N° 22 (LC/TS.2023/90), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023., Santiago, Chile.
- Zapata, F. (2024). *Evaluación Técnico Económica de Modelos de Energía Comunitaria*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Eléctrico, Santiago, Chile.

7. ANEXOS

7.1. Desarrollo e Integración de las ERNC en Chile

Chile se ha posicionado como un líder regional en la adopción de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), resultado de una combinación entre políticas públicas progresistas, una regulación clara y una geografía privilegiada. Desde la promulgación de la Ley 20.257 en 2008, que obliga a las empresas generadoras a inyectar un porcentaje mínimo de ERNC, el país ha consolidado un proceso sostenido de transición energética (CNE, 2024). En enero de 2025, la capacidad instalada nacional alcanzó los 35.021 MW, de los cuales un 67% correspondía a fuentes renovables y un 48% a ERNC (Ministerio de Energía, 2025)

La capacidad instalada de ERNC en febrero de 2025 alcanzó los 17.103 MW, lo que representa un 47,4% del total nacional. Dentro de esta cifra, la energía solar fotovoltaica lidera con 10.847 MW, seguida de la energía eólica con 4.884 MW. En términos de generación, las ERNC aportaron el 47% de la energía generada en enero de 2025, con un incremento del 10,8% respecto al mismo mes del año anterior (ACERA, 2025)

A nivel regional, la RMS cuenta con una capacidad instalada de aproximadamente 938 MW en ERNC, distribuidos en 131 centrales, lo que la posiciona entre las regiones con mayor número de proyectos (CNE, 2024). Dentro de la región, la comuna de Tiltil cumple un rol estratégico dentro del desarrollo de las ERNC, posicionándose como uno de los territorios con mayor número de iniciativas energéticas aprobadas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)⁴¹.

En Chile, la energía generada a partir de ERNC ha adquirido un rol protagónico dentro del mercado eléctrico nacional. Su incorporación se sustenta en un marco normativo que permite su desarrollo competitivo y establece diversas formas de comercialización, tanto para proyectos a gran escala como para soluciones descentralizadas de autoconsumo. Dentro de este contexto, las generadoras de ERNC pueden vender su energía en el mercado spot (a precios marginales de corto plazo), mediante contratos bilaterales con clientes libres o participar en licitaciones reguladas convocadas por las distribuidoras para abastecer a clientes regulados (GIZ y Ministerio de Energía, 2020)

⁴¹ Desde 1995, se han ingresado 53 proyectos del sector energía en la comuna, de los cuales 28 han sido aprobados, siendo la mayoría de tipo fotovoltaico (UTEM, 2022)

Las ERNC pueden integrarse al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) bajo tres modalidades principales: como generadoras centrales de energía⁴², como Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD) de hasta 9MW y a partir del Netbilling o la Generación Distribuida para Autoconsumo.

Los proyectos PMGD pueden inyectar su energía a las redes de distribución y se benefician de un mecanismo de estabilización de precios. Este mecanismo les permite optar entre vender su energía a un precio estabilizado, calculado por la Comisión Nacional de Energía, o al precio horario del mercado spot. Esta flexibilidad es especialmente atractiva para proyectos renovables que no poseen la capacidad de almacenar energía (GIZ y Ministerio de Energía, 2020)

En paralelo al mercado centralizado, existe una creciente tendencia hacia la generación distribuida para autoconsumo o Net billing, impulsada por usuarios residenciales, comerciales e industriales. Este modelo permite a los usuarios generar su propia electricidad (por ejemplo, mediante sistemas fotovoltaicos), reduciendo su dependencia de la red y sus costos energéticos. Cuando la generación excede el consumo, estos excedentes pueden ser inyectados a la red y vendidos a precios regulados, siempre que la potencia instalada no supere los 300 kW y se cumpla con lo establecido en la Ley General de Servicios Eléctricos (GIZ GmbH, 2020)

7.2. Empresa Eléctrica Municipal de Tiltit (EEMTT)

La Empresa Eléctrica Municipal de Tiltit (EEMTT)⁴³, es una persona jurídica de derecho privado regida por la Ley 17.458, concesionaria de servicio público de distribución de electricidad, que opera independiente de los servicios municipales, de carácter comercial y auto financiada. Localizada en la Región Metropolitana, la empresa suministra energía eléctrica aproximadamente a 3.478 clientes de las localidades de Tiltit y Llay Llay, y registra ventas de energía de 14,5 GWh⁴⁴.

La EEMTT tiene sus orígenes en 1954, cuando fue creada como un departamento de la Municipalidad de Tiltit con el propósito de suministrar energía a pequeñas mineras y trapiches dispersos en la extensa geografía de la comuna. Inicialmente, su enfoque era apoyar la electrificación de los sectores mineros y agrícolas, contribuyendo al desarrollo

⁴² Las generadoras centrales pueden ser de gran escala, incluyendo proyectos solares, eólicos, hidroeléctricos menores a 20 MW (ERNC), o incluso centrales convencionales (gas o carbón). Se rigen bajo el marco del mercado mayorista coordinado, y deben cumplir con las normas de despacho, operación y regulación del Coordinador Eléctrico Nacional.

⁴³ Ver más información en anexos

⁴⁴ <https://www.guiachileenergia.cl/empresa-electrica-municipal-de-til-til-eemtt/>

económico y social de la región. Con el tiempo, la empresa comenzó a operar como una entidad independiente, aunque con vínculos administrativos y políticos con el municipio.

En 1971, debido al crecimiento poblacional y la consecuente mayor demanda de electricidad, la EEMTT comenzó a operar como una empresa con contabilidad independiente de la municipalidad. Posteriormente, en 1982, con la promulgación del DFL N° 1 del Ministerio de Minería, la empresa se independizó aún más de la administración municipal, aunque el alcalde continuó ejerciendo como presidente del directorio.

Las tarifas aplicadas por la EEMTT son reguladas por la Comisión Nacional de Energía (CNE), asegurando que sean competitivas y equitativas para los usuarios.

Si bien, actualmente la EEMTT sólo se desempeña como distribuidora de energía eléctrica, esta empresa posee un potencial significativo para evolucionar y convertirse en generadora y proveedora de otros servicios energéticos, aprovechando las características geográficas y climáticas de la región.

La EEMTT ha comenzado a explorar iniciativas para diversificar sus operaciones y adaptarse a las necesidades actuales. La empresa evalúa la posibilidad de incorporar generación eléctrica a pequeña escala utilizando recursos locales como la energía solar, aprovechando el alto índice de radiación solar en la comuna.

Esta empresa es un ejemplo de cómo una entidad municipal puede desempeñar un papel crucial en el desarrollo energético de una comuna rural. A través de su compromiso con la comunidad y la eficiencia operativa, la EEMTT busca garantizar un suministro eléctrico confiable y asequible, enfrentando los retos del futuro con una visión sostenible y comunitaria.

Funcionamiento Operativo

La EEMTT no genera ni transmite electricidad, sino que actúa como distribuidora, comprando energía a generadores más grandes y la entrega a los usuarios finales a través de su red local. Depende de las redes de ENEL para abastecerse de energía y utiliza tres subestaciones primarias de propiedad de ENEL como puntos de retiro. Desde estas subestaciones, la EEMTT deriva alimentadores para redistribuir la energía dentro de su área de concesión.

La EMTT opera con las siguientes subestaciones:

- Subestación Punta Peuco: suministra energía a Polpaico y al casco histórico de Tiltil.
- Subestación Rungue: abastece a la zona norte de la concesión, incluyendo Rungue, Montenegro y Enrique Meiggs.
- Subestación Caleu: provee electricidad a la zona de Caleu.

La empresa realiza constantemente trabajos de mantenimiento en su red para prevenir interrupciones en el suministro y mejorar la calidad del servicio. En años recientes, ha comenzado a implementar sistemas de monitoreo remoto y actualización de equipos para garantizar la eficiencia operativa.

La EMTT ha mostrado un importante ascenso en el ranking de calidad del servicio eléctrico del año 2024, subiendo 15 posiciones respecto al año anterior. La empresa se ubicó en el 8° lugar en el ranking 2024, lo que evidencia un progreso sustancial en comparación con su desempeño en 2023.

Factores Evaluados:

- Índices de Continuidad de Suministro: Tiltil obtuvo una puntuación de 9.694, demostrando una alta fiabilidad en la provisión de electricidad.
- Encuesta de Calidad del Servicio Eléctrico (ECSE): Refleja una percepción positiva de los usuarios respecto a la calidad del servicio ofrecido.
- Manejo de Reclamos: Aunque aún presenta espacio para mejorar, se observa un esfuerzo en la reducción de reclamos reportados.
- Satisfacción de los Clientes: Los usuarios expresaron un alto nivel de satisfacción con la relación entre el servicio recibido y el costo asociado. La claridad y comprensión de las boletas/facturas de electricidad fueron altamente valoradas, lo que contribuye a la confianza del cliente.

7.3. Tipos de Proyectos de Generación Distribuida

La generación distribuida, instaurada bajo el Artículo 149 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos, también conocida como Ley de Net -Billing o Ley de Generación (Ley 20.571), que entró en vigencia el año 2014, establece para hogares, escuelas, negocios, entre otros (los llamados clientes regulados), el derecho a autoabastecer su consumo eléctrico a través de equipos de generación propia e inyectar los excedentes de energía a la red, recibiendo una compensación económica por ello.

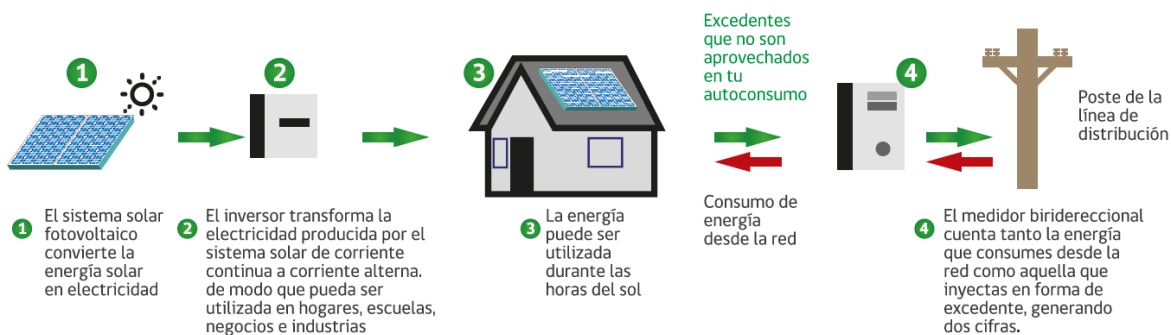


Generación Distribuida para el Autoconsumo/ Netbilling

La Ley de Generación Distribuida para el Autoconsumo (también conocida como Ley de Facturación Neta o Net Billing) da derecho a los clientes regulados a instalar sus propios sistemas de autogeneración y vender sus excedentes a la red de distribución a un precio regulado, siempre que éstos sean medios de generación de energías renovables no convencionales o cogeneración eficiente y no superen los 300 [kW] de capacidad instalada por cada inmueble o instalación de un cliente o usuario final.

Los excedentes inyectados a la red son valorizados a un precio regulado y luego vendidos a la distribuidora eléctrica para generar un descuento adicional en la cuenta de electricidad.

Estas iniciativas pueden congregar a un grupo de usuarios (agrupación) que aprovecha la generación en un espacio común dentro de una misma área de concesión. Siempre demostrando que el sistema fue originalmente diseñado para el autoconsumo y no para comercializar energía.



Este tipo de proyectos genera energía eléctrica a pequeña escala, cerca del punto de consumo o conectada directamente a la red de distribución en lugar de la red de transmisión de alta tensión. La energía generada es inyectada directamente a las redes locales de distribución, sin pasar por sistemas de transmisión de alta tensión. La energía que se inyecta al sistema genera un descuento sobre todos los cargos de suministros y no sólo respecto del cargo por energía a clientes residenciales.

Desarrollar este tipo de proyecto en la comuna de Tiltil, cuenta con factibilidad técnica en el corto plazo. Además, significa un beneficio directo a la comunidad mediante un ahorro económico y aportará a la gobernanza, experiencia y conocimientos de la comunidad para poder gestionar posteriormente un PMGD en un futuro.

Proyecto Medio de Generación Distribuida (PMGD)

Los PMGD tienen como potencia una máxima instalada 9MW, se conectan a la red de distribución y pueden inyectar sus excedentes o bien inyectar toda la energía que generan.

Los PMGD generan energía en un rango de voltajes específicos, dependiendo de la tecnología utilizada (solar, eólica, biomasa, etc.). Se conectan al sistema de distribución eléctrica, para lo cual debe ajustarse a los niveles de voltaje requeridos por la red. Las subestaciones eléctricas son responsables de transformar el voltaje generado a uno adecuado para su inyección a la red.

Los PMGD pueden ser de inyección directa a la red o de instalación compartida.

- Inyección Directa: compuestos por un parque solar que genera corriente continua y luego mediante agrupaciones en string que llegan a la subestación propia del proyecto o cercana. Las cuales se componen por un: reconector, desconector, inversor centralizado, compacto de medida, medidor y transformador auxiliar.



Finalmente, la subestación se conecta directamente a la red de distribución para lograr la inyección de energía al SEN.

- Instalación Compartida: compuestos por una planta solar que genera corriente continua, luego llegan a los inversores que transforman esta corriente en alterna al voltaje adecuado para ser auto consumido por el cliente.

El punto de conexión es la diferencia, la inyección se hace directamente dentro de las dependencias del propietario, priorizando su consumo propio y solo los excedentes de potencia son inyectados a la red, registrándose en el medidor bidireccional.



8. ARTÍCULO

Comunidades Energéticas y Desarrollo Rural Sostenible: Propuesta Estratégica para la Comuna de Tilttil

María Elena Barraza Salinero ^a, Javier Bustos Salvagno ^b y Gabriel Candia Agusti ^c

^a *Arquitecta, Magíster en Desarrollo Urbano y Alumna de Magíster en Gestión de la Sustentabilidad, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, mebarraz@uc.cl*

^b *Profesor Guía, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, rj.bustos@udd.cl.*

^c *Profesor Guía, Facultad de Ingeniería, Universidad de Desarrollo, gcandia@udd.cl.*

RESUMEN:

El presente artículo aborda el papel estratégico de las comunidades energéticas como catalizadoras del desarrollo rural sostenible, centrandó el análisis en la comuna de Tilttil, una zona históricamente rezagada dentro de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. A partir del contexto de vulnerabilidad económica, social y ambiental de la comuna, se propone una estrategia de innovación sustentable basada en el aprovechamiento de recursos locales, particularmente energías renovables no convencionales (ERNC), como herramienta transformadora.

La investigación combina revisión bibliográfica, análisis normativo y estudio de casos para identificar aprendizajes. A partir de ello, se plantea una propuesta de Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS), con etapas definidas de implementación, gobernanza participativa y beneficios proyectados para la comunidad, como reducción de costos energéticos municipales, diversificación económica local y mejora de la calidad de vida.

La hipótesis central sostiene que, pese a las múltiples intervenciones públicas previas, el desarrollo de una comunidad energética permitirá reducir brechas estructurales y potenciar un modelo de desarrollo más justo, resiliente y sostenible. Tilttil se presenta, así como un territorio con desafíos críticos, pero también con un gran potencial para liderar un nuevo enfoque de desarrollo rural sustentado en la transición energética.

PALABRAS CLAVE: Territorios Rurales; Desarrollo Sostenible; Innovación; Comunidades Energéticas.

Introducción

1.1. Tema de Investigación: Comunidades energéticas y su contribución al desarrollo rural sostenible.

El territorio rural ha sido tradicionalmente percibido desde visiones opuestas, por un lado, como un espacio atrasado, agrícola y resistente al cambio; por otro, como un entorno idealizado, ajeno al ritmo acelerado de la vida urbana. Sin embargo, en las últimas décadas ha emergido una concepción más compleja y actualizada que reconoce al mundo rural como un territorio dinámico, en transformación constante y con una creciente diversidad económica. En este marco, las actividades vinculadas a las energías renovables adquieren un papel central, mientras se estrechan los vínculos económicos, sociales y culturales con los espacios urbanos. Esta visión integrada del ámbito rural es especialmente relevante en América Latina y en Chile, donde las decisiones de política pública y las inversiones privadas, como los proyectos de generación de energía renovable no convencionales (ERNC), inciden directamente en el desarrollo de estos territorios (Fernandez, Fernandez, & Soloaga, 2019)

En el caso chileno, el 80% de la superficie nacional corresponde a zonas rurales. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el 13% de la población reside en estas áreas, cifra que asciende a un 30% si se aplica la definición de ruralidad propuesta por la OCDE. Lo rural ha sido comúnmente definido por oposición a lo urbano, destacando sus carencias por sobre sus capacidades. Esta concepción ha contribuido a perpetuar

estigmas que invisibilizan el potencial transformador de estos territorios.

Sin embargo, los espacios rurales cuentan con condiciones favorables para liderar procesos de transformación sostenible, especialmente mediante iniciativas vinculadas a la generación de ERNC. Este tipo de proyectos no sólo representan soluciones innovadoras frente a las limitaciones económicas y estructurales que enfrentan estas zonas, sino que también contribuyen a reducir brechas de desigualdad, al generar empleo, mejorar infraestructuras locales y fortalecer la resiliencia de las comunidades.

Según lo que señalan algunos autores (Burgos & Bocco, 2020), el futuro de las áreas rurales enfrenta importantes paradojas e incertidumbres. En este escenario, las ERNC se presentan como una oportunidad clave para reposicionar al mundo rural como actor estratégico en la transición energética y en el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad.

La innovación energética, a través de proyectos solares, eólicos o de biomasa, diversifica la economía local y permite a las comunidades integrarse activamente al desarrollo sostenible. Asimismo, las comunidades energéticas (CEs)⁴⁵ se configuran como modelos organizativos que promueven la participación local en la generación y gestión de energía. Estas iniciativas reducen costos, fortalecen la cohesión social y promueven el cuidado ambiental, constituyéndose en herramientas clave para avanzar hacia un desarrollo rural más justo, equitativo y sustentable.

⁴⁵ Sobre Comunidades Energéticas, se pueden encontrar distintas definiciones, pero en términos generales, el concepto

se refiere a una asociación local de ciudadanos que se articulan para la generación, uso y consumo de energía (Barrera, 2024).

1.2 Caso de Estudio: La Comuna de Tiltil propuesta para una zona de rezago.

El territorio desempeña un papel central en la configuración de la desigualdad social, en tanto factores como la ubicación geográfica, la infraestructura disponible y la conectividad inciden directamente en las oportunidades de desarrollo de las personas (Cecchini, Holz, & Soto de la Rosa, 2021). Esta relación se hace aún más evidente en aquellos territorios que han sido históricamente excluidos de los procesos de desarrollo, donde las brechas en acceso a servicios y oportunidades no sólo persisten, sino que tienden a profundizarse con el tiempo.

La comuna de Tiltil, ubicada en el extremo norte de la Región Metropolitana de Santiago (RMS), representa un caso emblemático de rezago territorial, caracterizado por un limitado acceso a servicios esenciales y una escasa integración a redes económicas, sociales y culturales más amplias. Esta condición que se traduce en una alta vulnerabilidad estructural, agravada por deficiencias en infraestructura y servicios básicos, donde el 16,2%⁴⁶ de su población carece de acceso a agua potable y alcantarillado (I.M. de Tiltil, 2021).

Según la Encuesta Casen 2022, Tiltil presentó una tasa de pobreza por ingresos⁴⁷ del 6,1% en Tiltil, y una pobreza multidimensional⁴⁸ del 28,7%, ambas superiores al promedio regional. Por otra parte, ese mismo año la

comuna registró ingresos municipales de MM\$9.160, lo que, junto con una alta carga operativa, lo posicionó como la tercera comuna con menor presupuesto dentro de la RMS, muy por debajo del promedio regional de MM\$55.441 (BCN, 2025). Esta brecha financiera, limita significativamente la capacidad de inversión en infraestructura, programas sociales y el fortalecimiento institucional del municipio.

A esta situación se suma un complejo escenario socio ambiental, marcado por una prolongada escasez hídrica y la concentración de actividades contaminantes, tales como rellenos sanitarios y tranques de relaves. El Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH, 2020) ha calificado a Tiltil como una “zona de sacrificio” debido a los efectos acumulativos de la contaminación ambiental, la desvalorización territorial y la creciente conflictividad social, que afectan profundamente la calidad de vida de sus habitantes.

Frente a este contexto, el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE RMS) declaró en 2022 a Tiltil como territorio de rezago e impulsó el “Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible 2022-2030” (GORE RMS, 2022), el cual propone reducir brechas y aprovechar las oportunidades locales. Entre estas destaca el alto potencial para el desarrollo de energías renovables no convencionales (ERNC), en particular la energía solar, la que permitiría diversificar la economía local, generar empleo y avanzar

⁴⁶ Este indicador a nivel de la RMS es de 8,5%, es decir, 7,7 puntos más bajo que en la Comuna de Tiltil.

⁴⁷ Según la metodología de MIDESO, se considera que un hogar está en situación de pobreza si sus ingresos totales, per cápita mensuales, no le permiten cubrir sus necesidades básicas alimentarias y no alimentarias.

⁴⁸ La pobreza multidimensional tiene cinco dimensiones: educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno social, y redes y cohesión social, las que en su conjunto permiten comprender la situación de pobreza en que viven muchos chilenos con mayor detalle, y que antes era invisible a las mediciones basadas sólo en ingresos.

hacia un modelo de desarrollo más equitativo y sustentable.

1.3 Problema de Investigación

A partir del planteamiento de la investigación surgen las siguientes interrogantes principales, responder a ellas será el desafío que guía el desarrollo del presente artículo.

- ¿De qué manera las CEs pueden contribuir al desarrollo de la comuna de Tilttil?
- ¿Qué aprendizajes de casos internacionales de CEs son aplicables al contexto de Tilttil?
- ¿Cuáles son las barreras y oportunidades específicas para la implementación de CEs en la comuna?
- ¿Qué impactos sociales, económicos y ambientales podrían esperarse de una comunidad energética de energía renovable en Tilttil?

1.4 Objetivos y Propuesta Metodológica

El objetivo principal de esta investigación es ampliar el conocimiento sobre el desarrollo de las áreas rurales mediante la implementación de proyectos comunitarios basados en energías renovables. Para ello, se analizará específicamente el impacto potencial de estos proyectos en la comuna de Tilttil y se propone una estrategia de innovación sustentable orientada al aprovechamiento de los recursos energéticos locales, especialmente las ERNC, como herramientas clave para la transformación territorial.

Por otra parte, se plantean nueve objetivos específicos, los cuales derivan de cada una de las etapas en las que se estructura la investigación.

Objetivos específicos:

- Analizar experiencias nacionales e internacionales de CEs utilizadas como estrategias de desarrollo rural.
- Comparar los modelos de gestión y financiamiento utilizados en los proyectos estudiados, evaluando su viabilidad y adaptabilidad al contexto nacional.
- Contrastar las políticas energéticas y los marcos regulatorios de experiencias internacionales, evaluando sus diferencias con la normativa chilena.
- Analizar las características sociales, económicas y ambientales de Tilttil y evaluar el potencial energético de la comuna.
- Identificar las capacidades necesarias para desarrollar un proyecto energético comunal.
- Proponer una iniciativa de CE para la comuna de Tilttil
- Evaluar los potenciales impactos sociales, económicos y ambientales de la iniciativa propuesta.
- Definir indicadores de sostenibilidad del proyecto de comunidad energética

La metodología utilizada para la realización de la presente investigación se basa en el desarrollo de las tres fases que a continuación se detallan:

- Fase 1: Estudio de Casos y Buenas Prácticas
- Fase 2: Diagnóstico de la Comuna de Tilttil
- Fase 3: Diseño de una propuesta de Comunidad Energética para la Comuna de Tilttil

1.6 Hipótesis de Trabajo

A pesar de las diversas intervenciones públicas implementadas en la Comuna de Tilttil desde el año 2014 incluyendo el Plan de Desarrollo Tilttil (GORE RMS, 2014) y el Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tilttil (GORE RMS, 2022) estas no han logrado modificar de manera sustancial la calidad de vida de sus habitantes ni revertir las condiciones de retraso estructural presentes en el territorio.

La implementación de un proyecto de comunidad energética en la cual, la Municipalidad de Tilttil forme parte, permitirá reducir entre un 12 y 16% el gasto del presupuesto municipal destinado a consumo energético⁴⁹ (electricidad y gas), contribuyendo a liberar parte del presupuesto con otros fines. Estos recursos podrán orientarse a áreas sociales prioritarias, cuya insuficiente atención ha contribuido a que la comuna mantenga una posición de desventaja respecto del resto de la RMS.

Asimismo, al aprovechar su alto potencial solar, Tilttil tiene la oportunidad de generar recursos económicos propios, contribuir activamente a la mitigación del cambio climático, convertirse en un referente en sostenibilidad energética y construir un futuro más equitativo y próspero para sus habitantes.

⁴⁹ Este gasto ha representado en promedio un 13,74% del presupuesto municipal durante los últimos cinco años.

⁵⁰ Proceso que busca transformar la dinámica de desarrollo del territorio mediante una distribución ordenada de las

2. Marco teórico y conceptual

2.1 Desarrollo Sostenible de Territorios Rurales.

El territorio rural y su desarrollo sostenible⁵⁰ requiere de políticas integrales, basadas en procesos descentralizados y participativos, que impulsen un cambio en las estructuras económicas y sociales a nivel territorial. Esto implica generar nuevos mecanismos de acceso a oportunidades, fortalecer la viabilidad económica, la capacidad de inversión pública y asegurar la conservación de los recursos naturales.

La planificación rural ha adquirido relevancia ante la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de mejorar el bienestar de las comunidades. En este contexto, se plantea la importancia de diseñar modelos de desarrollo que integren la preservación ambiental, el fortalecimiento de economías locales y la inclusión social, conforme a la definición de sostenibilidad de la Comisión Brundtland (1987): “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas”. Esto implica equilibrar el uso de los recursos con su conservación, fomentando un desarrollo económico adaptado a los límites ecológicos y a las necesidades locales.

Los territorios rurales enfrentan importantes barreras estructurales que exigen una renovación de las políticas públicas, las cuales debe combinar enfoques de innovación social y económica con

actividades productivas, de conformidad con su potencial de recursos naturales y humanos.

estrategias intersectoriales, orientadas a promover la equidad, mejorar la calidad de vida y garantizar el uso sostenible de los recursos (Berdegué & Favareto, 2019).

En este sentido, la diversificación económica, la valorización de los recursos locales y la participación comunitaria activa son claves para construir economías resilientes frente a desafíos como el cambio climático, la despoblación y la desigualdad (Berdegué & Favareto, 2019; Fernandez, Fernandez, & Soloaga, 2019)

Desde la dimensión económica, la sostenibilidad en zonas rurales se asocia con una economía diversificada y autónoma, menos dependiente del financiamiento externo. Esta autonomía permite generar valor desde los recursos locales y enfrentar mejor las crisis estructurales (Bebbington, 2019). Asimismo, cuando las comunidades controlan y gestionan los recursos financieros, pueden establecer prioridades según sus propios contextos, fortaleciendo su capacidad de respuesta (Berdegué & Favareto, 2019; Willner & Martinez, 2023).

En cuanto a la dimensión social, esta se centra en el fortalecimiento del capital humano y social, mediante la educación, la participación comunitaria y la gobernanza participativa, promoviendo soluciones contextualizadas y sostenibles.

Por su parte, la dimensión ambiental prioriza la conservación y el manejo responsable del capital natural, cuyo deterioro afecta directamente la producción y la vida cotidiana de las comunidades (Saravia-Matus & Aguirre, 2019).

La interrelación y coordinación entre las dimensiones económica, social y ambiental subraya la necesidad de desarrollar estrategias integrales que consideren las particularidades y limitaciones de cada territorio (Willner & Martinez, 2023).

2.2. Innovación Rural y Competitividad

La innovación se ha convertido en un factor clave para el crecimiento económico de regiones, empresas y países. En el ámbito rural, adquiere un carácter estratégico al permitir desarrollar soluciones adaptadas a las particularidades territoriales y responder a desafíos complejos. En este contexto, el fortalecimiento de la competitividad territorial se ha consolidado como un eje central del desarrollo, al depender de la capacidad de los territorios para incorporar innovaciones que aumenten su productividad, diversifiquen su economía y generen condiciones favorables para retener población, atraer inversiones y promover un desarrollo sostenible.

En los últimos años, la innovación rural y la competitividad territorial han sido ampliamente discutidas desde diversas disciplinas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha promovido estrategias basadas en la teoría de la innovación, incentivando la cooperación entre actores públicos y privados como base del crecimiento económico. La innovación, en este enfoque, actúa como un catalizador para mejorar la eficiencia productiva, fortalecer las redes sociales y avanzar en sostenibilidad ambiental, mediante procesos participativos y adaptativos propios del contexto local (Burgos & Bocco, 2020).

Dentro de este proceso, se destacan tres tipos de innovación, pero con objetivos y lógicas específicas.

La innovación ecológica o eco-innovación promueve prácticas y productos sostenibles que minimizan impactos ambientales, fortalecen la resiliencia territorial y fomentan una economía baja en carbono.

La innovación social impulsa nuevas formas de organización, como cooperativas y alianzas público-privadas, que promueven la cohesión social y la autogestión comunitaria, además de facilitar la gobernanza descentralizada (Vercher, Herraiz, & Esparcia, 2022).

La innovación tecnológica mejora la productividad, optimiza el uso de los recursos naturales y facilita la inserción de los productores rurales en nuevos mercados. Tecnologías como las energías renovables contribuyen además a la autonomía energética, la reducción de costos y la creación de empleo.

Estas formas de innovación permiten superar limitaciones estructurales, siempre que se adapten a las condiciones específicas del territorio. Así, la innovación se transforma en una herramienta estratégica para el desarrollo equitativo y sostenible de las comunidades rurales.

Por su parte, la competitividad territorial se entiende como la capacidad de un territorio para generar condiciones que retengan población, atraigan inversión y estimulen el emprendimiento, apoyándose en factores como el capital humano, la infraestructura y la cooperación institucional (Ravelo & Mendoza,

2023). En un contexto globalizado, los territorios rurales deben integrarse a cadenas de valor con productos diferenciados y sectores emergentes como las energías renovables (Da Rosa, Pertoldi, Edwards, & Hegyi, 2014).

En síntesis, la articulación entre innovación rural y competitividad territorial es clave para transformar los territorios rurales en espacios dinámicos, resilientes y sostenibles.

2.3. Territorios Rurales Rezagados.

En el contexto de las áreas rurales, los territorios rezagados se definen como aquellas zonas que presentan significativas brechas estructurales en comparación con los promedios regionales o nacionales. Estas brechas se manifiestan en el aislamiento, la baja densidad poblacional, la limitada provisión de servicios públicos, la escasa inversión y la reducida conectividad, lo cual restringe el acceso a oportunidades de desarrollo y perpetúa la exclusión social y económica (SUBDERE, 2017; CEPAL, 2018).

Uno de los desafíos más relevantes en estos territorios es la falta de infraestructura básica. Según informes de la FAO, la carencia de caminos rurales, transporte público, energía, agua potable, saneamiento y telecomunicaciones impide la conexión con mercados y centros urbanos, dificultando el acceso a servicios esenciales como salud y educación. Esta precariedad limita la inserción de estas zonas en actividades económicas diversificadas y reduce su competitividad, generando un círculo vicioso de exclusión económica (Fort, 2019)

La exclusión social también se evidencia en el limitado acceso a servicios educativos y de

salud, lo que agrava la pobreza y restringe la movilidad social. La baja calidad educativa impide que la juventud adquiera competencias adecuadas, incentivando la migración hacia zonas urbanas y provocando una pérdida continua de capital humano en las comunidades rurales (Scott, 2019; CEPAL, 2016).

Además, la dependencia de los recursos naturales representa un riesgo adicional. La explotación intensiva compromete la biodiversidad, el suelo y el agua, afectando la sustentabilidad de la base económica local (Berdegué & Favareto, 2019). Esta situación se agrava con los efectos del cambio climático, que incrementa la vulnerabilidad de estos territorios ante sequías, inundaciones y olas de calor, reduciendo la productividad agrícola, la seguridad alimentaria y la resiliencia comunitaria (Trivelli & Berdegué, 2019)

Otro factor crítico es la baja diversificación económica, ya que muchas actividades se concentran en sectores de baja productividad, como la agricultura de subsistencia. Esta falta de oportunidades limita la generación de ingresos y el empleo formal, especialmente para la población joven (Trivelli & Berdegué, 2019)

Finalmente, la débil gobernanza impide una gestión efectiva del territorio. La escasa participación, la fragmentación institucional y la falta de representación dificultan la implementación de políticas públicas adaptadas a las realidades rurales (Penagos & Ospina, 2019)

Frente a este escenario, se requieren estrategias de desarrollo territorial que fomenten la diversificación productiva, la

sostenibilidad ambiental, la adaptación al cambio climático y el fortalecimiento de la cohesión social, integrando a las comunidades en procesos participativos y fortaleciendo sus capacidades locales.

2.4. Energías Renovables y Comunidades Energéticas (CEs).

El desarrollo sostenible se ha vuelto una prioridad global ante desafíos como el cambio climático, la pobreza energética y la desigualdad en el acceso a los recursos. En este contexto, las ERNC y las comunidades energéticas (CEs) emergen como herramientas clave para avanzar hacia un sistema energético más justo, inclusivo y ambientalmente responsable (Falcón, 2023).

Las ERNC no sólo reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también tienen un papel estratégico en la revitalización de las zonas rurales. Generan empleo, fortalecen la autonomía energética y dinamizan las economías locales (Miramontes, Romero, & López, 2023). No obstante, su implementación debe considerar principios de justicia territorial para asegurar que los beneficios se mantengan en el territorio y no generen impactos negativos (Terron, 2024).

En este escenario, las CEs surgen como un modelo innovador y participativo. Estas organizaciones integran a ciudadanos, pequeñas empresas y autoridades locales para generar, gestionar y consumir energía renovable de forma colectiva. Al empoderar a las comunidades, promoviendo su participación activa en la transición energética y generando beneficios sociales, ambientales y económicos tanto para sus miembros como para los territorios en los que operan (Valero, Alcantarilla, Marcuello & Díaz,

2024; González, 2024). Estas organizaciones permiten que los ciudadanos se conviertan en "prosumidores", reduciendo su dependencia de grandes compañías y favoreciendo una distribución más equitativa de los beneficios energéticos (González & Grau, 2021; Shi, Liang, & Pezzuolo, 2024).

Este modelo resulta especialmente relevante en zonas rurales, donde la generación local de energía mejora la calidad de vida y reduce costos. Aunque países europeos como España e Italia han avanzado normativamente, en Chile las CEs enfrentan desafíos regulatorios y financieros, pese a las experiencias impulsadas por programas como Comuna Energética y colaboraciones entre municipios, cooperativas y organizaciones de base (Marshall, 2024; GAPEC, 2024).

En síntesis, la integración de energías renovables y CEs constituye una vía estratégica para abordar la pobreza energética —que afecta al 23% de los hogares en Chile— y avanzar hacia un desarrollo sostenible que equilibre lo económico, lo social y lo ambiental (Marshall, 2024).

3. Estudio de Casos y Buenas Prácticas.

3.1. Análisis de Casos Internacionales

Este análisis presenta ejemplos de iniciativas de transición energética y CEs desarrolladas en distintos contextos internacionales, que ilustran la aplicación de modelos colaborativos y descentralizados para impulsar beneficios económicos, sociales y ambientales.

Comunidad para la Transición Energética Municipal (COMPTEM).

La Comunidad COMPTEM se establece en Crevillent, municipio español de 103 km² y cerca de 28.800 habitantes, ubicado en la Comunidad Valenciana. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de reducir la dependencia energética externa y mejorar la accesibilidad energética local. Crevillent es singular en el contexto español, ya que la distribución eléctrica es gestionada por la cooperativa Enercoop, fundada en 1925 con el propósito de suministrar electricidad al municipio (Enercoop, 2021).

El proyecto COMPTEM involucra a actores como la Cooperativa Eléctrica de Crevillent, el Grupo Enercoop, el Ayuntamiento, el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el programa europeo Horizon 2020 (Menéndez & Fernández, 2022). Inspirado en las CEs locales promovidos por la Unión Europea, se ha consolidado como modelo pionero de autoconsumo compartido con instalaciones en edificios públicos, inmuebles privados y áreas periurbanas (Enercoop, 2022).

El modelo cooperativo permite a los residentes convertirse en prosumidores, autogenerando energía con paneles solares y reduciendo su huella de carbono (Megara, 2021). Enercoop por su parte desarrolla infraestructura FV, promoviendo inversiones en almacenamiento y gestión energética para equilibrar producción y consumo (Enercoop, 2023).

La capacidad instalada alcanza 1MW en autoconsumo colectivo, generando

1,2GWh/año para más de 1.000 familias (aprox. 4.000 personas). Para el año 2030, se proyecta alcanzar 5MW de potencia (Enercoop, 2022).

El costo total de esta iniciativa es de 9MM€, la inversión combinó fondos de Enercoop, del municipio Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y financiamiento europeo (proyecto MERLON, Horizon 2020). Los beneficios incluyen menores costos energéticos gracias a la producción local, reducciones significativas 500tCO₂/año y mayor empoderamiento ciudadano (Mas Belso, 2022; Menéndez & Fernández, 2022).

Desde el punto de vista social, la comunidad ha fortalecido su cohesión a través de la participación activa en la gobernanza energética, fomentando la sostenibilidad y el compromiso ciudadano.

COMPTEM es considerado en la actualidad un modelo replicable en Europa y América Latina, alineado con los principios del programa LEADER y los ODS (Enercoop, 2022)

Pueblo Energético de Wildpoldsried

Wildpoldsried, en Baviera (Alemania), es un referente global en transición energética y desarrollo local sostenible. Con 2.600 habitantes y 2.134 ha, se ubica en el distrito de Oberallgäu, cerca de Kempten (THEMA Consulting Group, 2018).

Desde 1997, el municipio ha implementado un plan de desarrollo centrado en autosuficiencia energética, reducción de CO₂ y protección ambiental. La estrategia abarca paneles solares fotovoltaicos, aerogeneradores, plantas de biogás, pequeñas instalaciones hidroeléctricas y una

red de calefacción distrital basada en biomasa (Comision Europea, 2021).

Wildpoldsried genera 43GWh/año, con los que cubre su demanda interna y vende la energía sobrante a la red nacional y generando ingresos de 7MM€ anuales (THEMA Consulting Group, 2018). Estos se reinvierten en proyectos sociales, viviendas energéticamente eficientes e infraestructura, sin endeudamiento público (Comision Europea, 2021).

El enfoque ha dinamizado la economía local, generando empleos en instalación y mantenimiento de tecnologías limpias y en turismo, investigación y desarrollo tecnológico. Las emisiones GEI han disminuido 19.350tCO₂/año, y se ha mejorado la gestión de residuos agrícolas mediante plantas de biogás.

El costo total de la iniciativa se calcula en 30MM€ y ha contado con el apoyo de fondos municipales y ciudadanos, junto a financiamiento del Banco Alemán de Desarrollo. La política de tarifas Feed-in Tariff (FiT) y la Ley de Energías Renovables (EEG) han asegurado la rentabilidad a largo plazo (Álvarez, Ortiz, & Menéndez, 2016)

Más de 400 ciudadanos participan en los proyectos energéticos, lo que fortalece la cohesión social y la aceptación comunitaria (Barth, 2018). Desde los años 90, se han creado cooperativas y consorcios energéticos, con gobernanza democrática liderada por el alcalde y el consejo municipal (THEMA Consulting Group, 2018).

Wildpoldsried ha recibido múltiples premios, incluido el European Energy Award (Comision Europea, 2021). En auditoría externa alcanzó

un 93,2% de cumplimiento en eficiencia energética, movilidad y educación (Barth, 2018).

Edinburgh Community Solar Co-operative (ECSC)

La Edinburgh Community Solar Cooperative (ECSC) se encuentra en Edimburgo, ciudad capital de Escocia, la cual posee una población estimada de 548.000 habitantes y una superficie aprox. de 264km². Esta iniciativa promueve la instalación de paneles solares en edificios públicos mediante inversión comunitaria y colaboración con el Ayuntamiento (Cairns, y otros, 2020).

Con 1,4MW instalados inicialmente y ampliados a 2,1MW, la ECSC genera 1,1GWh/año, equivalente a un costo de £357.600. Posteriormente vende energía al Consejo Municipal y al mercado (Stewart, Ford, Sumaria, & Evans, 2023), y parte de los ingresos se destinan a programas de sostenibilidad, educación ambiental y eficiencia energética (ESES CRD Community Wealth Building, 2022).

Esta iniciativa además ha logrado una reducción de las emisiones GEI en 256,3tCO₂/año y fortalecer el tejido social.

El proceso comienza con la selección de edificios, seguido por rondas de financiación abiertas a la ciudadanía. Las personas adquieren participaciones en la cooperativa, generando un rendimiento económico y promoviendo apropiación colectiva (Local Energy Scotland, 2015). Los edificios ahorran en electricidad, y la ciudadanía obtiene retornos por la venta de energía. El fondo comunitario ha generado más de 1MME en beneficios en 20 años (Cairns, y otros, 2020; CLES, 2022).

ECSC cuenta con estructura legal de Community Benefit Society (BenCom), que prioriza beneficios sociales y propiedad colectiva. La toma de decisiones es democrática y participativa (Cairns, y otros, 2020; ESES CRD Community Wealth Building, 2022).

Ha contado con el apoyo del esquema FiT y de intermediarios como Energy4All, así como del Ayuntamiento de Edimburgo (Energy4All, 2020). Este respaldo institucional ha permitido resolver desafíos técnicos y facilitar acuerdos clave.

El modelo ha sido citado como ejemplo en políticas de *Community Wealth Building* (Stewart, Ford, Sumaria, & Evans, 2023). Ha sido reconocido por integrar energías renovables con participación ciudadana en la transición energética local.

Community Energy for Goulburn (CE4G)

La Granja Solar Comunitaria de Goulburn (CE4G) se encuentra ubicada en Nueva Gales del Sur, en un terreno de 2,5 ha a 3 km del centro urbano.

La capacidad instalada es de 1,2MW con 4.000 paneles solares (CE4G, 2016). Se estima que la granja solar generará alrededor de 1.960MWh/año, lo que permitirá abastecer a entre 250 y 350 hogares.

El impacto del proyecto va más allá de la generación de electricidad, beneficiando tanto al medio ambiente como a la comunidad local. En términos ambientales esta iniciativa reducirá las emisiones GEI en aprox. 1.600tCO₂/año (Serjeantson, 2016).

El costo del proyecto se estima en 2,7MMAUD, financiados por inversión

comunitaria, préstamos y apoyo del gobierno de Nueva Gales del Sur, que aportó recursos para estudios de factibilidad.

Para la distribución de la energía producida, se estableció un acuerdo de compra de energía con un proveedor de electricidad de energía limpia. Además, se han explorado opciones para vender directamente la electricidad a instituciones locales, como el Centro Correccional de Goulburn, lo que permitiría ampliar la capacidad del proyecto en el futuro (CE4G, 2016).

El proyecto además generara empleo local, garantizando que al menos el 51% pertenezca a residentes de Goulburn, quienes toman decisiones estratégicas a través de una junta electa.

La reinversión de las ganancias en la comunidad es un principio rector (CE4G, 2020). Se han evaluado estrategias para apoyar a hogares vulnerables en situación de pobreza energética. El modelo combina participación comunitaria, colaboración público-privada y estructura financiera sostenible (Dyer, 2023).

Esta iniciativa ha sido presentada como caso ejemplar en foros de transición energética.

Cooperativa Brasileña de Energía Renovable (COOBER)

COOBER se encuentra en Paragominas, un municipio en el sureste del estado de Pará en Brasil, cuenta con una población de 105.550 habitantes y abarca una superficie de 19.342,565km².

El proyecto comenzó con una planta solar de 75kW y 288 paneles, generando 132,03MWh/año (EcoPlanet Energy, 2016).

Toda la energía se inyecta en la red local, compensando el consumo de los socios mediante créditos energéticos. Esto ha reducido los costos eléctricos y fortalecido la economía local (Prefeitura de Paragominas, 2016).

COOBER ha disminuido la dependencia de energías fósiles y las emisiones de GEI (Schneider, Olívio, Japp, Scheidt, & Rütther, 2019) Además, ofrece “movilidad energética”, permitiendo a los socios mantener sus beneficios al cambiar de domicilio dentro del área de cobertura (EcoPlanet Energy, 2016).

La cooperativa opera democráticamente, con 23 miembros fundadores que deciden en reuniones semanales. La inversión inicial fue de R\$600.000, y ha logrado reducir las emisiones GEI en 91,8tCO₂/año, se proyecta expandir la capacidad instalada (EasyCOOP, 2016).

Esta iniciativa ha sido apoyada por entidades como DGRV y GIZ. Ha sentado precedente para otras cooperativas en Brasil y América Latina (Schneider, Olívio, Japp, Scheidt, & Rütther, 2019)

3.2. Experiencias Nacionales

El siguiente análisis reúne una serie de iniciativas de transición energética y proyectos de autoconsumo desarrollados a nivel nacional. Estas experiencias reflejan la capacidad de las comunidades para integrar soluciones energéticas innovadoras, adaptadas a las características y necesidades locales, y demuestran el impacto positivo que se puede lograr en términos económicos,

sociales y ambientales mediante la participación activa y la cooperación entre el sector público y privado.

Generación Solar Colectiva en Escuelas de Independencia.

El proyecto, ubicado en la comuna de Independencia (RMS), tiene como foco principal la Escuela Nueva Zelandia, donde se instaló un sistema fotovoltaico de 15kWp que beneficia también a la Población Juan Antonio Ríos y al Colegio Antu Huilen a través de excedentes inyectados remotamente gracias a la Ley 21.118 sobre generación distribuida (AgenciaSE, 2025)

Desarrollado en el año 2021, bajo el programa Comuna Energética del Ministerio de Energía, con apoyo de la AgenciaSE, la Municipalidad y la Cooperativa Red Genera, el proyecto tuvo un costo de MM\$4 y fue financiado con fondos públicos y de la Ley de Donaciones Municipales (Diario Sustentable, 2025).

La producción es de 26,5MWh/año, con una reducción de 12,72tCO₂/año y un ahorro de MM\$1,4 anuales para las familias beneficiarias. La Escuela redujo su gasto energético en un 18%, mientras que las familias lograron reducciones del 30% al 50%, con ahorros individuales de \$70.000 anuales (AgenciaSE, 2025)

Este modelo, basado en solidaridad comunitaria y financiamiento híbrido, es altamente replicable en otras comunas, especialmente por su gobernanza inclusiva y su capacidad de movilizar recursos públicos y privados.

Proyectos Fotovoltaicos Comunitarios Cooperativa Coopeumo.

La cooperativa Coopeumo, en la Región de O'Higgins, ha implementado dos iniciativas fotovoltaicas en las comunas de Pichidegua y Las Cabras, respectivamente.

La iniciativa Patagua Cerro tuvo una instalación inicial de 32kW ampliada a 54,2kW (2023), abastece a las postas rurales, a una escuela y a un liceo (AgenciaSE)

Por su parte, La Cebada posee una planta de 8,7kW, que será expandida a 35kW, abastece escuela, junta de vecinos y en futuro a una posta (I.M.Las Cabras, 2024).

Ambas iniciativas tuvieron un costo de inversión total de MM\$60. La generación combinada alcanza 104,5MWh/año, evitando 43,75tCO₂/año y generando un ahorro de MM\$15,67 anuales. El modelo destaca por su estructura de propiedad compartida y articulación público-comunitaria, habilitada por la Ley 21.118 (I.M.Las Cabras, 2024).

Además de su impacto energético, los proyectos han sido reconocidos por la AgenciaSE y cumplen un rol pedagógico en torno a la energía cooperativa. Coopeumo se ha consolidado como un referente nacional en energía distribuida con enfoque territorial.

Casa Solar Social Propiedad Conjunta Talagante.

El Proyecto Casa Solar Social se encuentra ubicado en la comuna de Talagante, en la Villa Los Lagos, a 8,7km de la planta fotovoltaica comunitaria instalada. Este

proyecto forma parte de una iniciativa de generación distribuida para autoconsumo dentro de la RMS, promoviendo una energía más sostenible y accesible para comunidades con viviendas técnicamente inviables para sistemas fotovoltaicos individuales (AgenciaSE, 2024).

La planta solar comunitaria de 300kW está a 8,7km de las viviendas, conectada por línea de media tensión. El sistema beneficia a 193 viviendas, con una producción energética anual significativa 447,237MWh/año que evita emisiones GEI por 136,855tCO₂/año y genera ahorros promedio de \$230.728 por hogar al año (ahorro total MM\$67,08).

El modelo se basa en propiedad conjunta y contratos específicos que regulan los roles y derechos de los beneficiarios. La gobernanza está a cargo del municipio y un equipo técnico que supervisa y mantiene el sistema (AgenciaSE, 2023; AgenciaSE, 2024).

El costo total del proyecto se calcula entre MM\$240 y 365, financiado por el municipio y fondos públicos. Esta experiencia es pionera en establecer una estructura legal clara para proyectos de generación distribuida comunitaria en Chile, bajo la Ley 21.118.

Cooperativa de Energía Rungue Solar.

Ubicada en la localidad de Rungue de la comuna de Tilttil, a 54km al norte de Santiago, la Cooperativa de Energía Rungue Solar surge como una respuesta concreta a la pobreza energética que afecta a sus habitantes, en un contexto de alta vulnerabilidad socio ambiental.

La planta contempla 120 paneles solares, 50kW de potencia, genera 102MWh/año y

reduce las emisiones GEI en 40,8tCO₂/año. Incluye 1 km de línea de media tensión conectada a la Subestación Eléctrica Rungue de la EEMTT (Méndez, 2021).

Se emplaza en un terreno cedido por CODELCO en comodato por 30 años. La ejecución está a cargo de SOLCOR, con respaldo de ENEL, la Municipalidad de Tilttil, la ONG Energía Colectiva y la consultora EBP Chile (Borregaard & Méndez, 2025).

El objetivo es beneficiar a 40 hogares vulnerables, reduciendo su gasto energético mensual (ahorro total MM\$15,3/año), lo que permite redirigir recursos a alimentación, salud o educación. El proyecto prioriza a mujeres jefas de hogar, personas mayores y familias numerosas (Milesi, 2021).

La cooperativa, conformada por vecinos y organizaciones locales, refuerza la cohesión comunitaria y el empoderamiento ciudadano. Además, sustituye el uso de fuentes contaminantes como gas y parafina, mejorando el confort térmico y reduciendo emisiones, lo que refuerza la justicia ambiental en un territorio históricamente afectado por la industria.

El proyecto forma parte del Programa Latinoamericano de Inclusión Energética, cuenta con respaldo suizo y se posiciona como modelo replicable en zonas rurales y periurbanas. Está normado bajo la Ley 21.118, lo que habilita la generación comunitaria como instrumento para la transición energética justa (Municipalidad de Tilttil, 2022).

3.3. Aprendizajes del Estudio de Casos

El análisis de casos nacionales e internacionales sobre comunidades energéticas permite identificar aprendizajes clave aplicables a diversos contextos, mostrando cómo la generación descentralizada y la participación ciudadana promueven el desarrollo rural, la sostenibilidad ambiental y la cohesión social.

Modelos cooperativos como COMPTM (España), Wildpoldsried (Alemania), COOBER (Brasil), Coopeumo y Rungue (Chile) resaltan la relevancia de involucrar activamente a la ciudadanía en la producción y gestión de energía. La gobernanza democrática basada en el principio de "una persona, un voto" genera confianza, fortalece el tejido social y garantiza una distribución equitativa de los beneficios (Milesi, 2021). En Chile, la articulación entre cooperativas, municipios y comunidades vulnerables ha sido clave para construir esquemas energéticos participativos e inclusivos.

Las experiencias revisadas demuestran que la diversificación tecnológica (solar, eólica y biogás) potencia la autosuficiencia energética y reduce emisiones.

Casos como Patagua Cerro, La Cebada, Escuela Nueva Zelandia, Casa Solar Social y Rungue muestran el potencial de la energía solar en contextos urbanos y rurales, generando impactos concretos en ahorro energético y mitigación del cambio climático.

El respaldo de instituciones públicas, junto con esquemas de financiamiento híbrido, ha sido crucial. COMPTM y ECSC se beneficiaron de fondos europeos como

Horizon 2020 y Fit. En Chile, Independencia utilizó la Ley de Donaciones Municipales para captar aportes solidarios, mientras Talagante combinó copagos y fondos públicos. Estos enfoques permiten superar barreras económicas y viabilizar proyectos comunitarios.

Las CE han reducido costos, generado empleo local y mejorado la infraestructura. Wildpoldsried reinvierte excedentes en iniciativas sociales, y COOBER ha mejorado la seguridad económica mediante créditos energéticos. En Chile, Coopeumo ha beneficiado a postas y escuelas; en Talagante e Independencia, los hogares lograron ahorros de hasta \$230.000 anuales y reducciones de consumo del 30–50%.

Proyectos como COMPTM, CE4G, Coopeumo e Independencia han demostrado ser replicables mediante adaptación local. El modelo de propiedad conjunta de Casa Solar Social y el uso de excedentes compartidos en Independencia bajo la Ley 21.118 ofrecen marcos claros para su expansión.

Tecnologías como almacenamiento y redes inteligentes o "smart grids" han mejorado la resiliencia. En Chile, mecanismos como descuentos remotos y compensaciones comunitarias muestran innovación técnica y organizacional.

Todos los casos han reducido emisiones de GEI desde 12,72tCO₂/año en Independencia hasta 19.350CO₂/año en Wildpoldsried, reafirmando su aporte concreto a los ODS y la lucha contra el cambio climático.

3.4. Análisis Normativo Comparado CEs

El análisis comparado de las normativas energéticas de España, Alemania, Escocia, Australia, Brasil y Chile revela notables diferencias en el desarrollo de marcos regulatorios orientados a fomentar la energía comunitaria y cooperativa. Cada país ha implementado modelos con distintos niveles de avance, enfrentando desafíos específicos y generando oportunidades diferenciadas.

En España, el marco regulatorio ha sido moldeado por las Directivas Europeas 2018/2001 y 2019/944, promoviendo el autoconsumo colectivo y la creación de CEs. No obstante, persisten barreras administrativas y técnicas que dificultan su implementación. Estas barreras son comunes en varios países europeos debido a las diferencias entre regulaciones locales y las normas generales de la Unión Europea (López, y otros, 2024)

Alemania se destaca por su liderazgo en el fomento de cooperativas energéticas, apoyadas por políticas de subsidios y financiamiento que han permitido una sólida expansión de la generación distribuida. Aun así, enfrenta el desafío de ajustar sus incentivos conforme evoluciona el mercado (López, y otros, 2024).

En Escocia, el modelo comunitario ha sido particularmente efectivo en zonas rurales, aunque tras el Brexit se ha debido rediseñar el marco regulatorio, dificultando el acceso al financiamiento y generando nuevas barreras (Marshall, 2024).

Australia presenta un sistema fragmentado debido a su descentralización política. A

pesar de esto, ha desarrollado microgrids y comunidades energéticas en zonas rurales, con fuerte foco en energía solar y almacenamiento. Sin embargo, la falta de una política nacional limita su expansión homogénea (López, y otros, 2024).

Brasil lidera en América Latina en generación distribuida, con incentivos normativos que han permitido expandir cooperativas energéticas tanto en zonas rurales como urbanas. Pese a ello, enfrenta dificultades administrativas y financieras significativas (Marshall, 2024).

En contraste, Chile presenta un desarrollo incipiente con solo seis proyectos comunitarios activos. La Ley 21.118 regula la generación de propiedad conjunta, pero existen limitaciones estructurales: falta de financiamiento, escaso apoyo institucional y normativas restrictivas para proyectos de mayor escala (Marshall, 2024).

En Chile, los beneficios económicos y sociales derivados de las comunidades energéticas están limitados por la baja penetración de estos proyectos y la falta de un marco normativo amplio.

Lo anterior, contrasta con países europeos como Alemania y España, donde las comunidades energéticas:

- Permiten la retención de beneficios económicos dentro de las comunidades locales.
- Facilitan la reducción de costos energéticos mediante el autoconsumo colectivo.
- Promueven la cohesión social a través de modelos de gobernanza participativa.

Por otra parte, Chile enfrenta barreras regulatorias significativas:

- La ausencia de un marco normativo específico para CEs limita su desarrollo.
- Los esquemas actuales, como el Net-Billing, no permiten excedentes significativos ni incentivos para proyectos más grandes.

En Europa, aunque existen barreras administrativas y financieras, las directivas de la Unión Europea proporcionan un marco robusto para superar estos desafíos. Países como España han avanzado en la implementación de medidas que fomentan la participación de pequeños actores y comunidades locales.

Algunas recomendaciones para facilitar la integración de la CEs en Chile, serían que nuestro país adoptara un marco normativo más amplio, inspirado en las Directivas RED II y 2019/944 de la UE, que contemple incentivos específicos, simplificación administrativa y la participación activa de las comunidades.

Además, ampliar la capacidad permitida para proyectos de comunidades energéticas a más de 300kW, facilitando el desarrollo de proyectos de mayor impacto.

4. Situación Actual de la Comuna de Tiltil.

4.1. Antecedentes Generales

Tiltil es una comuna extensa, ubicada en la zona norte de la Región Metropolitana, y está constituida por ocho localidades, entre las que se encuentran Huertos Familiares, Polpaico y Rungue. Su geografía montañosa contribuye a retener contaminantes y

aumenta la aridez del aire, exacerbando problemas ambientales como la escasez hídrica y la vulnerabilidad ante incendios forestales.

La situación actual de la comuna es compleja y presenta desafíos significativos en términos de desarrollo sostenible y calidad de vida para sus habitantes. Tiltil ha sido categorizada como una zona de sacrificio debido a la concentración de actividades industriales y productivas, incluyendo minería y gestión de residuos, que generan impactos ambientales adversos y afectan la calidad de vida de la población (GORE RMS, 2022).

La comuna presenta indicadores de vulnerabilidad socioeconómica elevados (GORE RMS, 2022). A pesar de la empleabilidad generada por la presencia de industrias en el área, los empleos disponibles suelen ser de baja especialización y no responden a las necesidades de desarrollo humano local. Además, la infraestructura básica es limitada; la cobertura de servicios sanitarios y de agua potable es insuficiente en algunas localidades como Rungue y Montenegro, donde los habitantes dependen de fosas sépticas y del suministro de agua a través de camiones aljibes, situación agravada por la sequía.

La instalación de ciertas industrias ha traído consigo efectos negativos, tales como malos olores, polvo en suspensión y filtración de napas subterráneas. Además, debido a la falta de regulación y control integrado por parte de distintas instituciones, la comuna sigue siendo un lugar atractivo para la instalación de actividades molestas y/o peligrosas. Este fenómeno ha generado conflictos socio ambientales, en los que la comunidad ha reclamado por la escasa participación en las

decisiones sobre el uso del suelo y la falta de consideración de los impactos acumulativos de las industrias en su territorio (GORE RMS, 2022).

4.2. Estado de Carencia y Rezago

La comuna de Tilttil enfrenta una situación estructural de rezago y vulnerabilidad, profundizada por un presupuesto municipal limitado, una infraestructura pública deficiente y una marcada dependencia económica que reduce la autonomía del gobierno local. Estos factores refuerzan las desigualdades territoriales y dificultan la implementación de proyectos y servicios esenciales para mejorar las condiciones de vida de la población (GORE RMS, 2022).

El financiamiento municipal resulta insuficiente para atender áreas críticas como salud, educación, transporte y mantenimiento urbano, en una comuna afectada por la alta concentración de industrias y la carencia de servicios básicos. Esta situación se traduce en bajos niveles de inversión pública y limita significativamente las capacidades de planificación y gestión local.

Tilttil presenta un déficit importante en infraestructura pública, con escasa cobertura de transporte y tarifas elevadas que restringen la movilidad, especialmente de las poblaciones de menores ingresos. Además, la insuficiencia de servicios de salud y educación accesibles y de calidad perpetúa la exclusión social y reduce las oportunidades de desarrollo humano.

La falta de autonomía económica restringe la capacidad del municipio para tomar decisiones adaptadas a las necesidades de su

comunidad. Aunque recibe recursos a través de instancias regionales o nacionales, no tiene control directo sobre estos fondos, lo que limita su gestión integral del desarrollo.

Una mayor autonomía permitiría generar ingresos propios, destinarlos a infraestructura, servicios sociales y sostenibilidad ambiental, e implementar un Plan Regulador Comunal con criterios de protección ambiental. Además, permitiría diversificar la economía local mediante el turismo rural y la agricultura sustentable, reduciendo la dependencia de industrias contaminantes.

En este contexto, se vuelve urgente fortalecer las capacidades del gobierno local, con autonomía económica y planificación territorial integrada, para promover un desarrollo más justo, inclusivo y ambientalmente responsable en Tilttil (GORE RMS, 2022).

4.3. Planificación Comunal

Con el fin de enfrentar los desafíos estructurales de la comuna de Tilttil, el GORE RMS elaboró entre 2021 y 2022 el Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tilttil 2022-2030, en el marco del Programa de Zonas Rezagadas de la SUBDERE (SUBDERE, 2017). El objetivo central de este plan es reducir las brechas territoriales, mejorar la calidad de vida de la población y promover un desarrollo sostenible. Se reconoce el alto potencial solar del territorio como una oportunidad estratégica y se plantea su vinculación con el desarrollo socioeconómico. Para ello, se contempla una inversión de M\$7.560.000 para ejecutar un proyecto de energía solar fotovoltaica (GORE RMS, 2022).

Paralelamente, en 2022, la Municipalidad de Tilttil finalizó el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2022-2030, que proyecta una comuna más integrada y sostenible, con énfasis en el rescate del patrimonio cultural y natural, el desarrollo económico sustentable, el turismo, y la generación de energías limpias (Municipalidad de Tilttil, 2022).

Ese mismo año, en el marco del Programa Comuna Energética de la AgenciaSE, se elaboró la Estrategia Energética Local (EEL) Tilttil, orientada a comprender las capacidades y desafíos del territorio para implementar proyectos de generación renovable. La EEL plantea como visión “posicionar a Tilttil como líder en energías renovables, con una ciudadanía informada, participativa y sostenible”, integrando acciones de mitigación frente a la crisis climática.

El análisis conjunto de estos instrumentos demuestra un compromiso transversal con la sostenibilidad y el uso de energías renovables no convencionales como eje del desarrollo comunal, orientado a construir un futuro más equitativo, resiliente y ambientalmente responsable para sus habitantes.

4.4. Desarrollo Energético

La comuna de Tilttil presenta una configuración energética marcada por un alto consumo residencial, tanto eléctrico como térmico. Este último se cubre principalmente con biomasa y combustibles fósiles, como leña, gas licuado y parafina, lo cual es especialmente frecuente en zonas rurales y periurbanas (UTEM, 2022). Por su parte, el sector no residencial (comercial,

público e industrial) también representa una proporción significativa del consumo energético, en particular por la presencia de grandes industrias como Cemento Polpaico, Agrosuper y KDM.

Según datos de la EEL, el consumo eléctrico anual de Tilttil alcanza los 42,34GWh, lo que representa un 53% del consumo total, mientras que la energía térmica, equivalente a 37,25GWh/año, representa el 47% restante. Se proyecta que para el año 2035, la demanda energética total de la comuna ascenderá a 107,02GWh/año (UTEM, 2022).

Actualmente, existen catorce proyectos de generación de energías renovables no convencionales (ERNC) en Tilttil, de los cuales trece están operativos y uno en fase de prueba, además de tres proyectos aprobados aún no construidos. La mayoría corresponde a plantas solares fotovoltaicas acogidas al régimen PMGD, conectadas al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Empresas como Santiago Solar, Colbún, KDM, Cedars Solar y Puente Solar SpA lideran estos proyectos, aunque con baja articulación comunitaria (UTEM, 2022).

El potencial solar del territorio es considerable: utilizando sólo el 0,1% de la superficie comunal (66,7 ha) se podrían generar 169,92GWh/año, superando con creces la demanda proyectada para 2035.

En cuanto a energía solar térmica, se estima una generación de 1.056MWh/año si se implementaran sistemas térmicos en el 10% de las viviendas. La valorización energética de residuos vía biogás también destaca, con un potencial de 3,84GWh/año. Por el contrario, el potencial eólico e hidroeléctrico ha sido calificado como bajo debido a las

bajas velocidades del viento (2,2 m/s) y falta de caudales permanentes (UTEM, 2022).

4.5. Gestión Energética Local

El análisis del estado actual y del potencial energético de la comuna de Tilttil revela condiciones territoriales favorables para el desarrollo de proyectos comunitarios de generación de energía renovable, especialmente en el ámbito solar fotovoltaico. No obstante, para que estos recursos puedan materializarse en iniciativas viables y sostenibles, se requiere la participación de un conjunto diverso de actores con capacidades técnicas, organizativas e institucionales que faciliten su implementación y operación a largo plazo.

En el plano institucional, se identifica un entorno propicio con la participación activa del Municipio de Tilttil, sus unidades técnicas y la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT). A nivel regional y nacional, destacan organismos públicos como el GORE RMS, responsable del Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Energía a través del programa Comuna Energética, y la SUBDERE mediante el Programa de Zonas Rezagadas.

Desde la sociedad civil, tienen un rol relevante las juntas de vecinos, los comités de agua potable rural (APR), organizaciones sociales y centros educativos y de salud. La vinculación con la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) y la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) ha sido clave para la formulación de la Estrategia Energética Local (EEL). También participan ONGs y entidades como la Red de Pobreza Energética (RedPE), la Confederación

Alemana de Cooperativas (DGRV) y la Federación Nacional de Cooperativas Eléctricas (FENACOPEL).

Por parte del sector privado, se reconocen actores como la consultora suiza EBP Chile y la empresa eléctrica ENEL. La articulación entre estos sectores permite avanzar hacia un modelo de gobernanza colaborativa para impulsar la transición energética en Tilttil.

5. Propuesta para la Comuna de Tilttil.

5.1. Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS)

El reconocimiento y aprovechamiento de los recursos endógenos de Tilttil, especialmente su alto potencial de radiación solar, abre nuevas oportunidades para avanzar hacia un desarrollo más inclusivo y sostenible. En este contexto, se propone la conformación de la Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS), una estrategia orientada a aprovechar las energías renovables no convencionales (ERNC) como motor de transformación territorial.

La CETS se articula bajo la figura de una cooperativa sin fines de lucro, en la que participan habitantes, organizaciones sociales, micro y pequeñas empresas locales, y el municipio a través de la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT). Su objetivo principal es democratizar el acceso a la energía, fomentar la apropiación social de los recursos energéticos y canalizar sus beneficios hacia el desarrollo económico, social y ambiental de la comuna.

El modelo de CETS es escalonado y combina el uso eficiente del patrimonio público mediante la instalación de sistemas

fotovoltaicos en techos de edificios municipales, junto con la construcción de una planta solar de pequeña escala. Se basa en criterios de participación social, eficiencia energética, reducción de emisiones y dinamización de la economía local, bajo una estructura de gobernanza colaborativa.

La propuesta considera dos etapas. La primera etapa (años 1 a 3) se enfoca en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en edificios públicos, bajo un modelo de Generación Distribuida o Net Billing, y contratos de compraventa de energía con el municipio. La segunda etapa (años 3 a 5) contempla la construcción de una planta solar bajo el régimen PMGD, destinada al autoconsumo y a la inyección de excedentes, generando ingresos comunitarios y fortaleciendo la sostenibilidad financiera del proyecto.

5.2. Etapas de la Propuesta

Etapa 1: Techos Solares – Generación Distribuida (Años 1 a 3)

Objetivo: Instalar sistemas fotovoltaicos (FV) en los techos de inmuebles de propiedad municipal para el abastecimiento energético de edificios públicos.

Esta etapa contempla la instalación de 20 sistemas FV en edificios municipales con una potencia total de 300kW y una producción estimada de 473MWh/año. Esta capacidad permitirá cubrir una parte significativa de la demanda energética de estas instalaciones, generando un ahorro anual estimado de MM\$129,66 y evitando la emisión de 198tCO₂/año. Durante la fase de instalación se estima la creación de 28 empleos

temporales y un empleo permanente para la operación y mantenimiento del sistema.

El modelo de operación se basa en la modalidad de Generación Distribuida (GD), según lo establecido en la Ley 21.118, utilizando esquemas de propiedad conjunta o Netbilling, que permiten la inyección de excedentes a la red. Este sistema reducirá los costos de energía para los edificios públicos y generará ingresos para la cooperativa energética local.

Esta fase puede financiarse a través de fondos públicos como el FNDR o el Ministerio de Energía, cooperación internacional, leasing solar o inversión comunitaria. El municipio no requiere inversión inicial, solo ceder el uso de techos y adquirir la energía a un costo preferente.

Etapa 2: Planta Solar Comunitaria Tiltit – PMGD (Años 3 a 5)

Objetivo: Escalar la generación solar mediante la instalación de una planta solar fotovoltaica bajo el régimen de PMGD, destinada tanto al autoconsumo como a la inyección de excedentes.

Esta planta contará con una potencia instalada de 9MW en un terreno fiscal o municipal, con una producción de aprox. 14,19GWh/año, equivalente a un tercio de la demanda energética actual de Tiltit. Permitirá evitar la emisión de 7.600tCO₂/año, ahorrar MM\$3.889,8 anuales y crear 450 empleos temporales durante su construcción, más 9 empleos permanentes para operación y mantenimiento.

La inversión estimada es de MM\$8.628, financiada con recursos del GORE RMS,

SUBDERE, Ministerio de Energía, cooperación internacional y capital privado.

El análisis preliminar revela limitaciones de conexión en subestaciones como Polpaico, Rungue y Santiago Solar (I-SEP, 2019). No obstante, la construcción de la Subestación Seccionadora Manuel Rodríguez (CNE, 2023a) y la Ley N°21.721 (Ministerio de Energía, 2024), permitirán superar estas barreras, ya que los PMGD podrán financiar obras de transmisión necesarias para su conexión (Ministerio de Energía, 2025). Esto abre nuevas oportunidades para proyectos de mayor escala en Tilttil.

5.3. Modelo de Gestión

El modelo de gestión de la Comunidad Energética Tilttil Sustentable (CETS) se basa en una estructura colaborativa y descentralizada que integra diversos actores locales, institucionales y técnicos, articulados en funciones complementarias para asegurar su desarrollo y sostenibilidad (cuadro 15).

Los facilitadores estratégicos están representados por la Municipalidad de Tilttil y la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT). La municipalidad otorga respaldo institucional y facilita espacios públicos, mientras que la EEMTT, a través de la Entidad de Gestión Energética Comunal (EGEC), asume la operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.

Los aliados financieros e institucionales incluyen al GORE RMS, SUBDERE, Ministerio de Energía, AgenciaSE y organismos de cooperación internacional como GIZ, DGRV y BID. Estos actores proveen recursos económicos, marcos normativos e

instrumentos técnicos claves para las distintas etapas del proyecto.

La asistencia técnica externa proviene de instituciones académicas como la UTEM, redes como la Red de Pobreza Energética (RedPE) y consultoras especializadas en transición energética. Estas entidades contribuyen al diseño, monitoreo y evaluación del modelo, asegurando su pertinencia técnica y territorial.

El grupo de impulsores y socios cooperativos incluye organizaciones sociales, comités de APR, juntas de vecinos, pymes locales e instituciones educativas y de salud. Su rol es esencial para la gobernanza, legitimidad social y sostenibilidad del proyecto, al canalizar demandas locales y fomentar la apropiación ciudadana de la energía.

Finalmente, el modelo se centra en la Cooperativa Energética Comunal de Tilttil (CEC Tilttil), una organización democrática y sin fines de lucro, encargada de la gestión legal, financiera y organizacional de la CETS, estructurada en una Junta General de Socios, un Consejo de Administración y una Junta de Vigilancia.

5.4. Impactos y Beneficios

La propuesta de la CETS busca establecer un modelo energético descentralizado, inclusivo y ambientalmente responsable en Tilttil, inspirado en experiencias internacionales y adaptado a la realidad local. Se proyectan impactos significativos en las dimensiones ambiental, social y económica, promoviendo un desarrollo territorial sostenible basado en la participación comunitaria y el uso de energías renovables.

Impactos ambientales

La CETS contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mitigando el cambio climático mediante el uso de generación distribuida, lo cual reduce pérdidas por transmisión y dependencia de fuentes contaminantes.

- Reducción de emisiones: 198tCO₂/año en etapa 1 y 5.938tCO₂/año en etapa 2
- Mitigación del cambio climático: el uso de GD evita pérdidas por transmisión y disminuye la dependencia a fuentes contaminantes.
- Sensibilización ambiental: la CETS promueve prácticas sostenibles en hogares, establecimientos educativos y organizaciones comunitarias, fomentando hábitos responsables en el uso de la energía.

Impactos sociales

La iniciativa fortalecerá la autonomía energética local y el tejido social, mejorando la capacidad comunitaria ante emergencias y promoviendo una cultura de resiliencia climática.

- Fortalecimiento del tejido social: la organización comunitaria en torno al proyecto común favorece una comunidad más cohesionada.
- Incremento de la autonomía energética: mejora la capacidad organizativa local ante fallas en el suministro, generando soluciones colectivas frente a eventos climáticos extremos o crisis energéticas.

Impactos económicos

La CETS permitirá reducir gastos energéticos, generar ingresos comunitarios por excedentes y dinamizar el empleo local.

- Ahorros y reinversión local: MM\$129,66 anuales en etapa 1 y MM\$3.889,80 anuales en etapa 2.
- Generación de Empleo Local: 28 empleos temporales y 1 permanente, en etapa 1 y 450 empleos temporales y 9 permanentes, en etapa 2.
- Fomento de ingresos comunitarios: la disminución de costos energéticos mejora la competitividad de PYMES y se espera el fortalecimiento de redes locales de proveedores y servicios técnicos.

5.5. Indicadores de Sostenibilidad

Los indicadores de sostenibilidad propuestos para la CETS están concebidos como una herramienta clave para evaluar los avances del proyecto en tres dimensiones: energética ambiental, social comunitaria y económica equidad. Estas áreas serán evaluadas a partir de quince indicadores diseñados con el propósito de evidenciar tanto los beneficios esperados como los posibles desafíos del proceso, facilitando el seguimiento continuo, la rendición de cuentas y la toma de decisiones informadas.

Energética Ambiental

- Energía generada por sistemas FV
- Porcentaje de autoconsumo comunitario
- Reducción de emisiones GEI
- N° de sistemas FV operativos instalados
- Energía inyectada a la red

Social Comunitaria

- N° de hogares beneficiados
- Ahorro promedio por hogar
- N° de personas capacitadas
- Participación en asambleas y decisiones
- Percepción de autonomía energética local

Económica Equidad

- Empleos generados por el proyecto
- Ingresos comunitarios generados
- Reintegros sociales desde excedentes
- Nivel de acceso equitativo a beneficios
- Disminución de pobreza energética

Este sistema contempla distintas fuentes de información y la participación activa de diversos actores. La cooperativa CEC Tilttil sería responsable de coordinar el levantamiento de indicadores sociales y económicos, mientras que la Empresa Eléctrica Municipal de Tilttil (EEMTT), a través de la Entidad Gestora de la Comunidad Energética (EGEC), se encargaría de los aspectos técnicos y operativos relacionados con la generación energética. Asimismo, el Consejo de Vigilancia y la Asamblea General de la CEC ejercerían funciones de fiscalización y validación democrática.

Se propone también la incorporación de instituciones académicas y ONG especializadas para aportar criterios técnicos, respaldo metodológico y validación externa independiente. Como parte del sistema de monitoreo, se plantea el desarrollo de una plataforma digital de acceso abierto para visualizar los indicadores en tiempo real, complementada con informes anuales de sostenibilidad y boletines comunitarios trimestrales difundidos por medios locales. Además, se realizarán

asambleas participativas periódicas para revisar resultados y redefinir estrategias.

Toda esta información se organizará a través de una matriz de seguimiento que permitirán evaluar el desempeño territorial y avanzar hacia una gestión rigurosa, transparente y participativa de la comunidad energética.

6. Referencias Bibliográficas

- AgenciaSE. (2023). *Bases de licitación pública para Implementación de Sistema Fotovoltaico Modalidad de equipamiento de generación conjunta, Casa Solar Social, Talagante*. Agencia Sostenibilidad Energética. Santiago, Chile.
- AgenciaSE. (2024). *Presentación Jornada Regional de Generación Distribuida para Autoconsumo, Región Metropolitana*. [Presentación interna], Agencia Sustentabilidad Energética.
- AgenciaSE. (28 de 03 de 2025). *Generación solar colectiva en Escuelas de Independencia*. Obtenido de www.comunaenergetica.cl: <https://www.comunaenergetica.cl/producto/generacion-solar-colectiva-en-escuelas-de-independencia/>
- Álvarez, E., Ortiz, I., & Menéndez, J. (2016). *The German energy transition (Energiewende). Policy, Energy Transformation and Industrial Development*. Cuadernos Orkestra 2016/15_ENG ISSN 2340-7638, Orkestra Instituto Vasco de Competitividad - Fundación Deusto.
- Barrera, R. (2024). Comunidades Energéticas: Un modelo para democratizar la energía. *Revista Nueva Minería y Energía*.
- Barth, H.-J. (2018). *Energie- und Klimaschutz-Bericht der Gemeinde Wildpoldsried Im Rahmen des eea-Programms*.
- BCN. (2025). <https://www.bcn.cl/siit/estadisticasterritoriales/tema?id=113>.
- Bebbington, A. (2019). *Organizaciones comunitarias que resuelven problemas comunitarios*. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 28., Santiago, Chile.
- Berdegú, J., & Favareto, A. (2019). *Desarrollo Territorial Rural en América Latina y el*

- Caribe. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe - Documento N° 32, FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago de Chile, 2019.
- Borregaard, N., & Méndez, R. (2025). *Estudio de proyectos energéticos a nivel comunitario*. URL: https://www.ebp.global/sites/default/files/2025-01/REFERENCIA_LLAQUEDONA_compressed-comprimido%20%281%29.pdf.
- Burgos, A., & Bocco, G. (2020). Contribuciones a una teoría de la innovación rural. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 219-247.
- Cairns, I., Hannon, M., Brauholtz-Speight, T., McLachan, C., Mander, S., Manderson, E., . . . Hardy, J. (2020). *Financing Community Energy Case Studies: Edinburgh Community Solar Cooperative*. UK Energy Research Centre, UKERC: London.
- CE4G. (2016). *A study into the feasibility of a community owned solar farm in Goulburn NSW*. URL: <https://www.ce4g.org.au/CE4G%20-%20Goulburn%20Community%20Solar%20Farm%20Feasibility%20Study.pdf>, Community Energy for Goulburn, Goulburn, NSW: CE4G.
- CE4G. (2020). *Goulburn Community-Owned Solar Farm: Information Pack*. Goulburn Community Energy Co-operative Ltd.
- Cecchini, S., Holz, R., & Soto de la Rosa, H. (2021). *Caja de herramientas. Promoviendo la igualdad: el aporte de las políticas sociales en América Latina y el Caribe (LC/TS.2021/55)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile.
- CEPAL. (2016). *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago.
- CEPAL. (2018). *La ineficiencia de la desigualdad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago.
- CLES. (2022). *Embedding community wealth building into ESES City Deal projects and programmes. A framework for action*. Centre for Local Economic Strategies.
- CNE. (2023a). *Informe Técnico Preliminar Plan de Expansión Anual de Transmisión Año 2022*. Comisión Nacional de Energía.
- Comision Europea. (2021). *Best practices of renewable energy communities*. Elaborado en el marco del proyecto "Acción Preparatoria sobre Areas Rurales Inteligentes en el Siglo XXI.
- Da Rosa, A., Pertoldi, M., Edwards, J., & Hegyi, F. (2014). *Smart Specialisation and Innovation in Rural Areas*. S3 Policy Brief Series No. 09/2014, Sevilla, España.
- Diario Sustentable. (28 de 03 de 2025). *Proyecto pionero en Chile de generación solar comunitaria en escuela de Independencia beneficiará a familias de la Población Juan Antonio Ríos*. Obtenido de www.diariosustentable.com: <https://www.diariosustentable.com/2021/05/proyecto-pionero-en-chile-de-generacion-solar-comunitaria-en-escuela-de-independencia-beneficiara-a-familias-de-la-poblacion-juan-antonio-rios/>
- Dyer, A. (2023). *Community Engagement Review Report to the Minister for Climate Change and Energy*. Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, Canberra, Australia.
- EasyCOOP. (2016). *Cooper: Primeira cooperativa de energia renovável começa a funcionar em agosto*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de <https://easycoop.com.br/Noticias/View.aspx?id=34757>
- EcoPlanet Energy. (2016). *Pará ganha a primeira cooperativa de energia renovável*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de www.ecoplanetenergy.com: <https://ecoplanetenergy.com/pt-br/tag/energia-limpa/>
- Enercoop. (2021). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2021*. Crevillent, España.
- Enercoop. (2022). *Informe de avances de la comunidad energética de Crevillent 2021-2022*.
- Enercoop. (2022). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2022*. Crevillent, España.
- Enercoop. (2023). *Memoria Anual Grupo Enercoop 2023*. Crevillent, España.
- Energy4All. (2020). *Annual Report*. Energy4All Green Co-Operative Energy.
- ESES CRD Community Wealth Bulding. (2022). *Toolkit Report*. Edinburgh and South East of Scotland City Region Deal, Edinburgh and South East of Scotland City Region.
- Etxarri, I. (17 de 09 de 2022). *Crevillente o cómo producir tu propia electricidad con placas fotovoltaicas. 20minutos.es*. Obtenido de

- <https://www.20minutos.es/lainformacion/economia-y-finanzas/crevillente-como-producir-tu-propia-electricidad-con-placas-fotovoltaicas-5262672/>
- Falcón, C. (2023). Las Comunidades Energéticas como iniciativas emergentes que luchan contra el cambio climático.
- Fernandez, J., Fernandez, M. I., & Soloaga, I. (2019). *Enfoque territorial y análisis dinámico de la ruralidad: alcances y límites para el diseño de políticas de desarrollo rural innovadoras en América Latina y El Caribe*. Documentos de Proyectos LC/TS.2019/65, LC/MEX/TS.2019/16, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ciudad de México.
- Fort, R. (2019). *Infraestructura rural mínima para prosperar*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 21. , FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- GAPEC. (2024). *Energía Ciudadana en Chile: propuestas para su fomento e implementación*. Grupo de Acción por la Energía Ciudadana, Santiago, Chile.
- González, E., & Grau, C. (2021). *Cooperativas de Consumo Eléctricas y Comunidades Energéticas*. Confederación Española de Cooperativas de Consumidores y Usuarios HISPACCOOP, Madrid, España.
- GORE RMS. (2014). *Plan de Desarrollo Comuna de Til Til 2014-2018*. Plan de Desarrollo, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Santiago.
- GORE RMS. (2022). *Plan de Fortalecimiento y Desarrollo Sostenible para la Comuna de Tiltit 2022-2030*. Plan de Rezago, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Santiago.
- I.M. de Tiltit. (2021). *Plan Regulador Comunal de Tiltit, Informe Ambiental Complementario*.
- I.M.Las Cabras. (2024). Presentación Power Point, Ilustre Municipalidad de Las Cabras, Las Cabras.
- INDH. (2020). *Informe Misión de Observación Comuna de Tiltit*. Instituto Nacional de Derechos Humanos. Santiago de Chile: Lebran.
- I-SEP. (2019). *Parque Fotovoltaico Santiago Solar*. Informe Técnico Determinación de Parámetros de Partida y Detención 18002-01-EE-002 Rev. D Preparado para ELEC NOR, Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia, Santiago, Chile.
- Local Energy Scotland. (2015). *Cares Case Study Edinburgh Community Solar Co-Operative (ECSC)*. Local Energy Scotland.
- López, I., Goitia, N., Milo, A., Gómez, J., Aranzabal, I., Gaztañaga, H., & Fernandez, E. (2024). European energy communities: Characteristics, trends, business models and legal framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 197.
- Marshall, F. (2024). *Recomendaciones para un marco regulatorio que promueva formas comunitarias y cooperativas de comercialización y generación de la energía*. [Memoria para optar al título de Ingeniera Civil Eléctrica, Universidad de Chile], Universidad de Chile.
- Mas Belso, J. (2022). Crevillent, la primera comunidad energética de España. *Ambienta*, 131, 30-31.
- Megara. (2021). *Manual para una Comunidad Energética Rural*. Grupo Red Eléctrica, Madrid, España.
- Méndez, R. (2021). *Experiencias de energía comunitaria en Chile*. https://www.economiaenergeticauc.cl/wp-content/uploads/2021/06/20210511_Experiencias-de-energia-comunitaria-en-Chile-Ruben-Mendez.pptx.pdf.
- Menéndez, J., & Fernández, J. (2022). *Comunidades energéticas: Casos de estudio*. Instituto Vasco de Competitividad – Fundación Deusto.
- Milesi, O. (6 de 21 de 2021). *La pobreza energética en Chile se alivia con inclusión comunitaria*. Obtenido de <https://ipsnoticias.net/2021/10/la-pobreza-energetica-en-chile-se-alivia-con-inclusion-comunitaria/>
- Ministerio de Energía. (2024). *Ley 21721 Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Transmisión Eléctrica*. Ministerior de Energía.
- Ministerio de Energía. (2025). *Jornada de Presentación Ley N° 21.721, de Transición Energética y Proceso de Implementación*. Presentación Power Point.
- Miramontes, V., Romero, N., & López, M. A. (2023). *Comunidades de energías renovables: Una oportunidad para el desarrollo rural sostenible* (Monografías do IBADER - Serie Creación de Valor Sostible nas Organizações ed.). IBADER.

- Municipalidad de Tiltit. (2022). *Informe Final Plan de Desarrollo Comunal Tiltit 2022-2030*. Santiago, Chile.
- Penagos, A., & Ospina, C. (2019). *La agenda 2030 y la transformación de los territorios rurales: un desafío para institucionalidad latinoamericana*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 31. , Santiago, Chile.
- Prefeitura de Paragominas. (2016). *Cooper: A primeira cooperativa de energia renovável é de Paragominas*. Recuperado el 07 de 03 de 2025, de <https://paragominas.pa.gov.br/cooper-a-primeira-cooperativa-de-energia-renovavel-e-de-paragominas/>
- Ravelo, R., & Mendoza, M. (2023). *Competitividad territorial y desarrollo local*. Universidad de La Salle.
- Saravia-Matus, S., & Aguirre, P. (2019). *Lo rural y el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 3. Santiago de Chile. FAO 20 p., Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
- Schneider, K., Olívio, M., Japp, C., Scheidt, P., & Rütther, R. (2019). *Community Solar in Brazil: The Cooperative Model Context and the Existing Shared Solar Cooperatives Up to Date*. ISES Solar World Congress 2019.
- Scott, J. (2019). *Barreras a la movilidad social rural en América Latina*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 25., FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- Serjeantson, B. (2016). *Goulburn Community Solar Farm: Business Case Report (Version 5)*. E2DESINGLAB.
- Shi, Z., Liang, F., & Pezzuolo, A. (2024 de 2024). Renewable energy communities in rural areas: A comprehensive overview of current development, challenges, and emerging trends. *Journal of Cleaner Production* 484 (2024) 144336, 484(144336).
- Stewart, F., Ford, R., Sumaria, P., & Evans, R. (2023). *Leveraging local and community energy for a just transition in Scotland*. ClimateXChange, Edinburgh Climate Change Institute, Edinburgh, Scotland.
- SUBDERE. (2017). *Plan de Desarrollo para Territorios Rezagados: Programa Piloto y Propuesta de Política Pública*. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Santiago, Chile.
- Terron, D. (2024). Desarrollo Rural Sostenible y Renovables cuestiones más allá de la Zonificación. *Actualidad Juridica Ambiental*(142).
- THEMA Consulting Group. (2018). *Descriptive study of Local Energy Communities (LECs)*. Oslo, Norway.
- Trivelli, C., & Berdegú, J. (2019). *Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 1. Santiago de Chile. FAO. 76p, FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile.
- UTEM. (2022). *Estrategía Energética Local Comuna Tiltit*. (Documento Aprobado por el Consejo Municipal), Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile, Ilustre Municipalidad de Til Til, Proyecto financiado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).
- Vercher, N., Herraiz, C., & Esparcia, J. (2022). *Innovación Social y Desarrollo en Territorios Rurales. Algunos Ejemplos de Buenas Prácticas*.
- Willner, A., & Martínez, M. F. (2023). *Políticas Públicas Integrales: El Caso de las Políticas de Desarrollo Territorial*. Serie Desarrollo Territorial, N° 22 (LC/TS.2023/90), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023., Santiago, Chile.