



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Departamento de Ingeniería Comercial

**Intención de adopción de Energías Renovables No
Convencionales en hogares chilenos: Aplicación del Modelo
de Aceptación Tecnológica**

Tesis elaborada por Martin Alonso Valenzuela Cabrera

para optar al título de Ingeniero Comercial

Profesor guía: Francesco Pontarelli Contreras

03 de diciembre del 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Intención de adopción de Energías Renovables No Convencionales en hogares chilenos: Aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica

Nombre del candidato(a): Martin Alonso Valenzuela Cabrera

Carrera / Grado: Ingeniería Comercial

Campus: Casa Central Valparaíso ; Departamento: Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Francesco Pontarelli, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 03-07-2026

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03-07-2026

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Índice de Contenidos

1.	Introducción	5
2.	Objetivos	8
	Objetivo general	8
	Objetivos específicos	8
3.	Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)	9
	Fundamentos del TAM	9
	Definición y dinámica de los constructos del TAM	9
	Modelo TAM en el contexto de ERNC residencial	10
4.	Caracterización de Energías Renovables No Convencionales en Chile	11
	Marco legal y esquema de autoconsumo	11
	Estado actual del sector y aporte de ERNC	13
	Tecnologías relevantes en el ámbito residencial e industrial	15
5.	Incentivos para implementar ERNC en hogares de Chile	18
	Mecanismos del autoconsumo	18
	Figuras habilitantes - Generación conjunta	19
	Programas e instrumentos de fomento	20
6.	Barreras en la implementación dentro de Chile	24
	Barreras económicas y de financiamiento	24
	Barreras regulatorias y técnicas	28
	Barreras estructurales	31
	Barreras informativas y capital humano	32
7.	Consumidor de ERNC en Chile	34
	Delimitación del consumidor chileno.	34
	Efectos de los niveles económicos	34
	Implicancia geografía en la matriz residencial	35
	Construcción de la intención	36
8.	Hipótesis de la investigación	37
	Hipótesis 1	37
	Hipótesis 2	37
	Hipótesis 3	38
	Hipótesis 4	38
	Recopilación de Hipótesis	39

9.	Metodología de la investigación	39
	Población, muestra y procedimiento de recolección	39
	Instrumentos de medición y manejo de variables	40
	Tratamiento y análisis de datos recopilados	41
	Caracterización de la muestra	42
10.	Análisis de fiabilidad por constructo	44
	Fiabilidad en Facilidad de Uso Percibida	44
	Fiabilidad en Utilidad Percibida	45
	Fiabilidad en Actitud Hacia el Uso	46
	Fiabilidad de la intención de uso	47
11.	Análisis factorial	48
	Prueba de KMO y Bartlett.....	48
	Gráfico de sedimentación.....	49
	Varianza de constructos	50
	Matriz de patrón	53
	Matriz de correlaciones	55
	Matriz de comunalidades.....	56
12.	Validación hipótesis.....	58
	Hipótesis 1	58
	Hipótesis 2	60
	Hipótesis 3	62
	Hipótesis 4	64
13.	Conclusiones de Hipótesis	66
	Conclusión Hipótesis 1	66
	Conclusión Hipótesis 2.....	66
	Conclusión Hipótesis 3.....	67
	Conclusión Hipótesis 4.....	68
14.	Análisis Clústeres K-Medias de ERNC Residencial.....	69
	Validación para la Agrupación de Clústeres.....	69
	Perfil de los Clústeres finales	70
	Perfil Sociodemográfico - Nivel educacional máximo alcanzado	72
	Perfil Sociodemográfico - Tenencia de vivienda	74
15.	Discusiones generales de resultados	76

Utilidad Percibida como constructo dominante	76
Costos blandos y la Facilidad de Uso Percibida	77
Valor simbólico e Intención de Uso.....	78
Perfiles de hogares y su brecha cognitiva e inmobiliaria	79
16. Alcance y recomendaciones.....	80
Aportes de la investigación.....	80
Recomendaciones estratégicas para la industria	80
Recomendaciones para futuras investigaciones.....	81
17. Conclusiones.....	82
Conclusiones de la investigación.....	82
Objetivos desarrollados	83
18. Bibliografía.....	85

1. Introducción

Dentro del territorio chileno, el concepto de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) se define normativamente mediante la Ley 20.257, como aquellas fuentes de energía que provienen de recursos naturales, limpios y sostenibles, tales como la energía solar, eólica, geotérmica, mareomotriz, biomasa y minihidráulicas, las cuales buscan diversificar la matriz de producción energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles, es decir, energías convencionales como el petróleo, gas natural y carbón (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2008).

Las normas jurídicas chilenas contenidas en las leyes publicadas y actualizadas en el Diario Oficial, han sido el motor clave que incentiva el desarrollo de la implementación de energías renovables. La ley 20.257 (BCN, 2008) establece la responsabilidad de lograr un 10% de la producción eléctrica provenga de fuentes renovables para la matriz eléctrica hacia el año 2024, expandiéndose a un 20% en el año 2025 mediante la Ley 20.698 (BCN, 2013).

Consecutivamente, Chile se ha involucrado en los Acuerdos de París, orientándose hacia la carbono neutralidad para el año 2050, es decir, lograr un balance de emisiones netas igual a cero, además de lograr que al menos un 70% de participación de energía renovable en la generación eléctrica nacional para el año 2050 y una reducción del 30% de la emisión de Gases de Efecto Invernadero para el año 2030, respecto al año 2007 (Ministerio de Energía, 2015).

Luego, el Ministerio de Energía (2022) estableció que, para el año 2030, se debe alcanzar un 80% de participación de energías renovables en la generación nacional, avanzando hacia un 100% de energías 0 emisiones para el año 2050. Este desarrollo puede llegar a posicionar a Chile como uno de los principales países latinoamericanos comprometidos con la sustentabilidad y transición energética.

Durante los últimos 20 años, las fuentes renovables se han posicionado como una alternativa viable y estratégica en la matriz de generación eléctrica, para combatir los efectos del cambio climático, reduciendo dependencia de combustibles fósiles y la creciente demanda energética de Chile. En el año 2023, las energías renovables representaron cerca del 63% de la generación eléctrica, con un 37% mediante ERNC, evidenciando la eficiencia de la implementación de estas tecnologías y cumplimiento con las metas de resguardo y desarrollo medioambiental (Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento [ACERA], 2024; Ministerio de Energía, 2025).

A pesar de que la energía fotovoltaica ha destacado dentro de los hogares de Chile y habiéndose instalado 394 Megavatios [MW] (unidad de potencia) y 34.429 conexiones residenciales integradas a la red de generaciones distribuidas en agosto del año 2025, bajo la ley 21.118, “Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos” (BCN, 2018) (ACERA, 2025), la implementación de estas tecnologías aún es baja en los hogares chilenos, pese al potencial presente, teniendo en cuenta que, en Chile existe alrededor de 7.6 millones de viviendas (Instituto Nacional de Estadísticas, 2024) siendo así una ínfima de residencias las cuales han optado por tecnologías renovables energéticas.

El esquema Net Billing, regulado por la ley 20.571 (BCN, 2012) y su Decreto Supremo N°57 (BCN, 2020) ajusta el pago de tarifas eléctricas, les permite a los consumidores el derecho de autoabastecerse de energía y recibir una compensación económica vendiendo excedentes de producción a la red. Sin embargo, la compensación es inferior al precio de consumo, lo que podría reducir el incentivo económico.

Chile enfrenta un aumento promedio del 7,1% en las tarifas eléctricas residenciales en sus boletas (Ministerio de Energía, 2025), lo que configura un escenario donde la autogeneración podría ganar relevancia como una alternativa para mitigar el gasto familiar, pudiendo incentivar la preferencia por estas ERNC.

Además, la introspección ambiental y la conciencia social sobre el cambio climático y contaminación vinculadas con los combustibles fósiles, ha motivado a consumidores inclinarse por opciones de energías renovables, asociadas a la modernidad e innovación, siendo así, 8 de cada 10 personas declara que se deben priorizar la inversión en energías renovables frente a fósiles, evidenciando el pensamiento crítico favorable frente a las energías limpias (European Investment Bank [EIB], 2023).

Sin embargo, existen barreras significativas de implementación en las tecnologías de ERNC, como el costo inicial de instalar sistemas fotovoltaicos, el cual es elevado para los hogares de ingresos bajos y medios, aun habiéndose reducido progresivamente el precio de los paneles solares a nivel mundial (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2023).

Los obstáculos más destacados, como lo evidencia el estudio de Nasirov et al. (2023), son los costos indirectos, como la instalación, permisos y trámites, representando gran parte del costo total, limitando su integración masiva a nivel residencial. Junto a esto, se suman factores externos, como la desconfianza hacia proveedores, desconocimiento técnico,

financiamiento limitado y la incertidumbre sobre el retorno a largo plazo, generan una brecha entre el potencial de las ERNC y su adopción real en viviendas.

A pesar de existir leyes adecuadas y favorables para los consumidores, recursos naturales con potencial y los elevados precios en las tarifas eléctricas, los hogares chilenos siguen sin implementar ERNC a nivel general. Es en base a esta disyuntiva que se estudiará desde la perspectiva del modelo de aceptación de tecnología (TAM), desarrollado por Fred D. Davis en 1989, identificar como se traducen en percepciones de utilidad económica (ahorro en boletas, menor exposición a alzas de tarifa) y facilidad de uso (simplicidad de instalación, trámites claros). En consecuencia, esta investigación se propone analizar cómo estos factores, junto con elementos sociales y actitudinales, influyen en la intención de integrar ERNC en los hogares chilenos.

La brecha frente al potencial y la realidad es el tema central del presente estudio, el cual busca comprender los factores de la percepción de las personas respecto a estas tecnologías para así determinar la intención de uso, al igual que caracterizar los incentivos y bloqueos en la integración de ERNC a nivel residencial de Chile, por esto es relevante comprender como los factores (utilidad, facilidad y actitud) resultan clave para orientar el diseño y ajuste de políticas públicas y programas de incentivo, de forma que respondan efectivamente a las barreras percibidas y aceleren la adopción de ERNC en las residencias de Chile.

2. Objetivos

Objetivo general

Analizar el estado actual de la adopción residencial de ERNC en Chile, con foco en el autoconsumo y la generación distribuida, para aplicar el Modelo de Aceptación Tecnológica y explicar la intención de integración de estas tecnologías en los hogares de Chile, con el fin de identificar los principales factores que determinan la disposición de uso.

Objetivos específicos

1. Describir cómo los hogares valoran la utilidad, la facilidad de uso y la actitud hacia la instalación de ERNC
2. Identificar los atributos percibidos que determinan la intención de integrar tecnologías renovables.
3. Perfilar si el nivel educativo y la tenencia de vivienda condicionan tener mayor o menor disposición hacia la adopción residencial de ERNC.
4. Proponer recomendaciones estratégicas para mejorar la percepción y adopción de las ERNC.

3. Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

Fundamentos del TAM

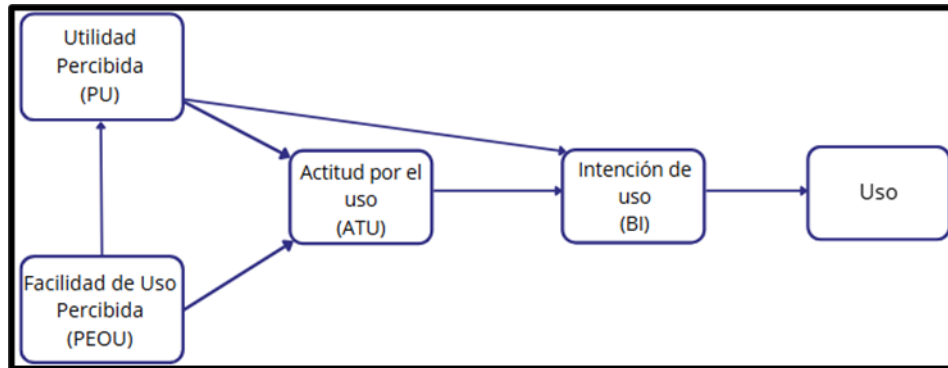


Figura 1: Relación entre constructos del TAM

Fuente: Elaboración propia basada en Fred D. Davis (1989)

El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por Fred D. Davis en 1989 como una adaptación de la teoría de la acción razonada, con el propósito de explicar y predecir el comportamiento de los usuarios frente a la adopción de nuevas tecnologías, partiendo de la base de que el valor real y la viabilidad económica de un sistema tecnológico no es solo por su mejora técnica, sino en el nivel de aceptación por parte de las personas.

La base del modelo es identificar los determinantes cognitivos que llevan a un individuo a aceptar o rechazar una innovación, estableciendo que las características externas del sistema (diseño, costo o alcance) no afectan el comportamiento de forma directa, sino que son influenciadas a través de percepciones psicológicas. En el modelo base, se fija que la actitud de una persona hacia el uso de un sistema es el determinante principal de su adopción final, un factor que se construye por dos constructos fundamentales, la utilidad percibida (PU) y la facilidad de uso percibida (PEOU) (Davis, 1989).

Definición y dinámica de los constructos del TAM

La fortaleza metodológica del TAM se basa en que sus variables funcionan como creencias psicométricas sólidas, medibles, distintas y con escalas validadas a nivel internacional.

Davis (1989) establece teóricamente que la utilidad percibida se refleja cuando una persona cree que usar un sistema mejorará su desempeño, lo que, en contexto de inversión

económica, la utilidad percibida representaría la percepción del retorno esperado o el beneficio que la innovación otorgará. Mientras que la facilidad de uso percibida se definiría en cuanto una persona cree que el uso de un sistema no requiere esfuerzo, siendo un constructo que evalúa la carga de aprendizaje, técnica o administrativa que una persona asocia a la adopción de la tecnología.

El modelo establece una relación entre ambos constructos, demostrando que la facilidad de uso percibida tiene un efecto causal directo sobre la utilidad percibida, es decir, si un sistema se percibe como fácil de manejar o de adquirir, el usuario aumenta automáticamente su percepción sobre la utilidad que generará, al reducirse los "costos de transacción" asociados a su uso (Davis, 1989).

Sin embargo, el modelo demuestra de manera consistente que la utilidad percibida domina estadísticamente por sobre la utilidad percibida como predictor directo de la adopción. Davis (1989) demostró que el uso real se relaciona más con la utilidad que con la facilidad, estableciendo un comportamiento económico racional, ya que los usuarios están dispuestos a tolerar procesos engorrosos, interfaces complejas o administración, siempre que perciban que el beneficio compensará el esfuerzo.

Para completar el flujo del modelo, se integran dos dimensiones que conectan la percepción con la acción. Siendo así la actitud hacia el uso (ATU) la evaluación afectiva que una persona genera con el uso del sistema representa el factor de valoración global, determinando a una tecnología como algo favorable o desfavorable en su mente. Por último, la intención de uso (BI) es el puente hacia el uso real, implementándose como el constructo clave del modelo cuando no se puede observar el uso real de manera experimental, funcionando como el predictor del comportamiento futuro (Davis, 1989; 1993).

Modelo TAM en el contexto de ERNC residencial

Para efectos de la investigación, la teoría del modelo TAM se debe adaptar a la realidad del mercado energético residencial, permitiendo evaluar cómo los hogares chilenos procesan cognitivamente la integración de tecnologías de ERNC.

En el contexto de ERNC, la utilidad percibida se reflejaría en el beneficio financiero y estratégico para el hogar, haciéndose notar a través de la reducción en la cuenta mensual

de electricidad, la independencia frente a la variabilidad de las tarifas, la mitigación de la huella ambiental familiar y en menor medida la capacidad de generar ingresos marginales.

Para la facilidad de uso se asociaría al grado de dificultad logística, estructural y administrativa, reflejando qué tan complejo percibe el hogar dimensionar la tecnología, sobrellevar restricciones, comprender las normativas, financiar el equipo, superar conexión y mantener en funcionamiento el sistema.

La actitud hacia el uso agruparía la evaluación efectiva de instalar un sistema de ERNC en el hogar, determinando si visualizan las tecnologías como modernas, seguras y confiables o como un riesgo innecesario.

Por último, la intención de uso sería la decisión de invertir, lo que engloba la planificación para disponer el presupuesto e implementar estas tecnologías en una residencia en un periodo próximo, siendo la variable dependiente final del modelo.

4. Caracterización de Energías Renovables No Convencionales en Chile

Marco legal y esquema de autoconsumo

En el territorio nacional, las ERNC se encuentran limitadas y desarrolladas normativamente por la Ley N° 20.257 (BCN, 2008), la cual reconoce el desarrollo y la viabilidad comercial de las fuentes que aportan directamente a la matriz eléctrica del país a partir de recursos naturales y sostenibles, tales como la energía solar (fotovoltaica y térmica), eólica, hidráulica de pasada con un límite máximo de 20 MW, biocombustibles y geotérmica. Desde la perspectiva del Modelo de Aceptación Tecnológica, esta base actúa como una variable externa esencial, ya que la formalización de las tecnologías define el marco de disponibilidad de los sistemas en que los usuarios construirán sus percepciones de confiabilidad y adopción.

Por su parte, el esquema de autoconsumo residencial con conexión a la red de distribución se encuentra regulado por la Ley N° 20.571 (BCN, 2012), cuyo rol es dar soporte a las generadoras residenciales para producir su propia energía, siendo bajo esta línea, el Decreto Supremo N° 57 de (BCN, 2020) aprueba el Reglamento de Generación Distribuida

para Autoconsumo, el cual establece el mecanismo técnico de valorización y el esquema de Net Billing, siendo así que esta normativa otorga a los hogares el derecho de autoabastecerse y en caso de generar excedentes, inyectarlos a la red para recibir una compensación económica en forma de créditos, según el Índice de Precios al Consumidor. En el contexto del TAM, estas normas modelarían la utilidad percibida, ya que el marco regulatorio establece el beneficio económico real, mediante el ahorro neto en la facturación mensual, aunque limitado a un precio de inyección que inferior al precio de compra del consumo residencial.

Finalmente, los avances normativos en la conexión a la matriz eléctrica han facilitado la transición desde un enfoque individual hacia conjuntos asociados, lo que ha permitido el desarrollo de proyectos comunitarios por políticas públicas de fomento, destacando programas como Casa Solar Social, el cual hace viable la implementación de plantas de energía solar fotovoltaica con capacidades de hasta 300 kW bajo propiedad conjunta (Ministerio de Energía, 2024). Este mecanismo de generación conjunta beneficia directamente a los hogares que se enfrentan a restricciones de infraestructura física por no contar con techo propio.

Este tipo de política impactaría de igual manera en dos constructos del modelo, reduciendo la dificultad en la facilidad de uso, al pasar la carga administrativa y técnica a la institución. Además, aliviaría la utilidad percibida al solventar barreras de financiamiento inicial para residenciales fuera del beneficio del autoconsumo.

Estado actual del sector y aporte de ERNC

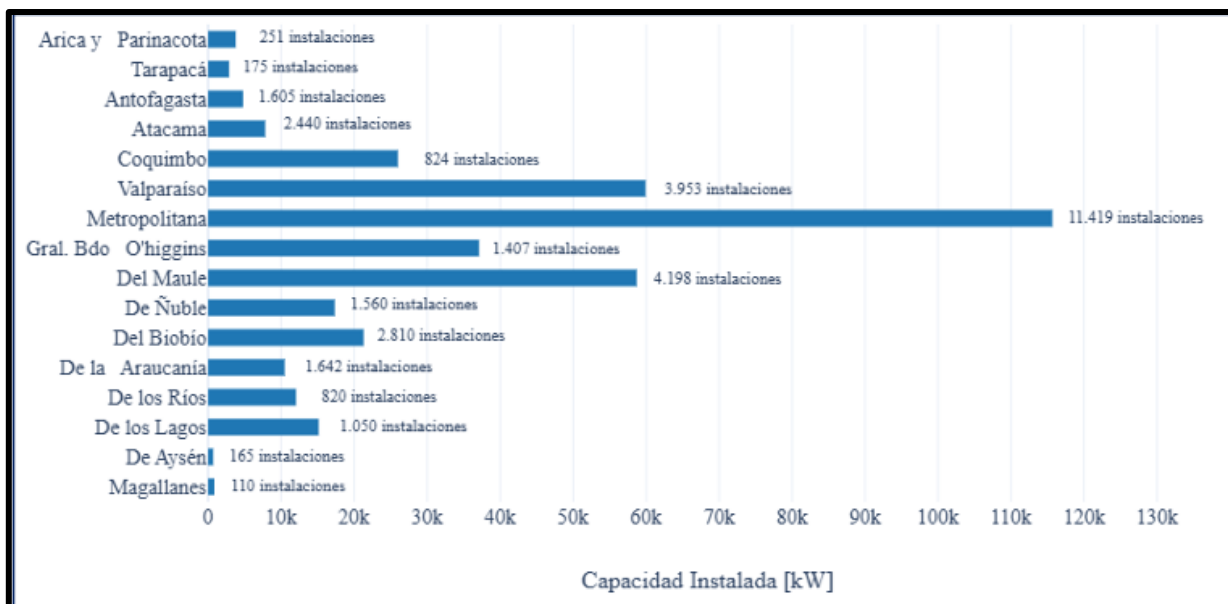


Figura 2: Capacidad instalada Net Billing, agosto-25.

Fuente: Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento [ACERA], 2025.

Al cierre de agosto del año 2025, el territorio nacional registro un total de 34.429 instalaciones de generación distribuida de autoconsumo residencial, las cuales marcan una capacidad instalada conjunta de 394 MW operando bajo las condiciones del esquema Net Billing (ACERA), 2025). Al contextualizar el nivel micro residencial frente a la infraestructura macro energética del país, se observa una brecha en las escalas de adopción.

De acuerdo con los datos del Coordinador Eléctrico Nacional [CEN] (2025), la capacidad instalada total del Sistema Eléctrico Nacional [SEN] alcanzó los 36.778 MW durante el año 2024, una estructura donde las ERNC ya representan una porción dominante con 18.522,5 MW, equivalentes al 50,3% de la potencia máxima alcanzable del sistema.

Esta diferencia entre la madurez de la matriz y el volumen de la generación distribuida forma una variable externa crítica, para la cual el modelo TAM sugiere que la integración masiva de una tecnología en el entorno económico altera los juicios de valor del usuario común, siendo así que la formación de más de la mitad de la capacidad nacional sea en fuentes limpias es una señal objetiva de madurez, lo que en teoría debería disminuir el riesgo financiero y tecnológico percibido por las familias.

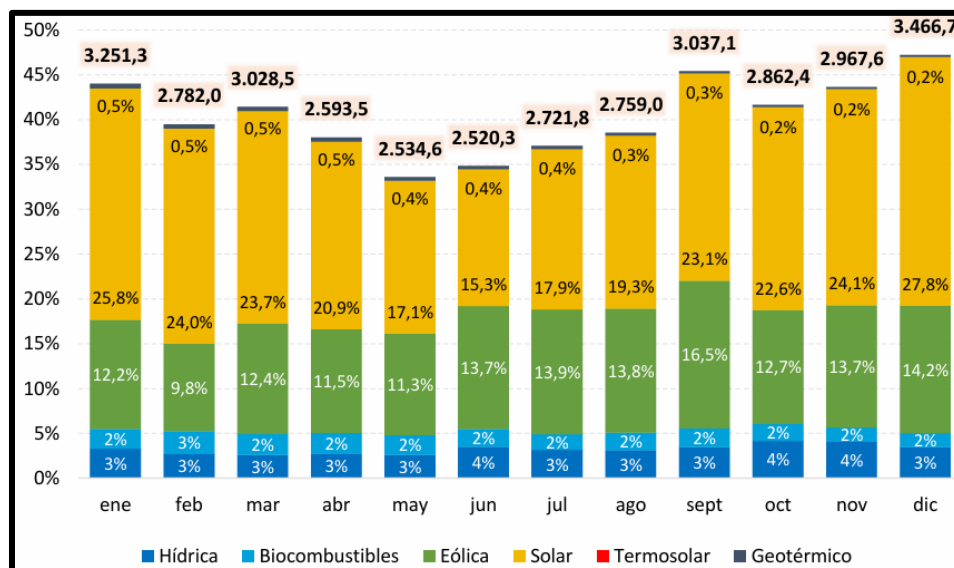


Figura 3: Generación ERNC SEN 2024 desagregada por tipo de fuente.

Fuente: CEN, 2025.

Durante el año 2024, las fuentes de ERNC aportaron un 40,4% del total de la energía de la red nacional, generando un volumen de producción equivalente a 34.524,9 GWh (CEN, 2025). Este rendimiento no solo confirma la estabilidad operativa de las tecnologías limpias, sino que establece una trayectoria de expansión, registrando un incremento del 10,9% en comparación con la generación del año 2023, la cual se había situado en los 31.059 GWh.

El comportamiento sectorial por tipo de fuente, según el reporte anual del CEN (2025) especifica que las tecnologías con mayor contribución renovable fueron la energía solar fotovoltaica con una producción de 18.612,9 GWh, representando el 21,8% del total de la matriz de generación y la energía eólica con 11.083 GWh, equivalentes al 13% de la participación anual, distribuyéndose el porcentaje restante entre la generación minihidráulica, los biocombustibles, la termo solar y la geotermia.

Aunque se presenta una limitación metodológica de no discriminar el volumen de la generación residencial respecto al industrial de gran escala, la magnitud de estas cifras demuestra una madurez en la eficiencia de uso de las ERNC a nivel país. Este desplazamiento de los combustibles fósiles tradicionales y la consecuente reducción de emisiones de dióxido de carbono no se alinean solo a los compromisos climáticos

internacionales de la política Energía 2050, sino que generarían como un estímulo cognitivo en la opinión pública.

El trabajo de estos factores de mercado, como el esquema Net Billing que fija señales claras de precios para los excedentes, un escenario de alzas en las tarifas de las boletas eléctricas residenciales y la disponibilidad de opciones tarifarias horarias junto a fondos de cofinanciamiento, generan un entorno de estímulos que podría modificar de forma positiva los juicios de utilidad y facilidad de uso percibida en los hogares, por lo que la exposición a un sistema energético visible incentivaría al consumidor a buscar información y aumentar entendimiento.

Tecnologías relevantes en el ámbito residencial e industrial

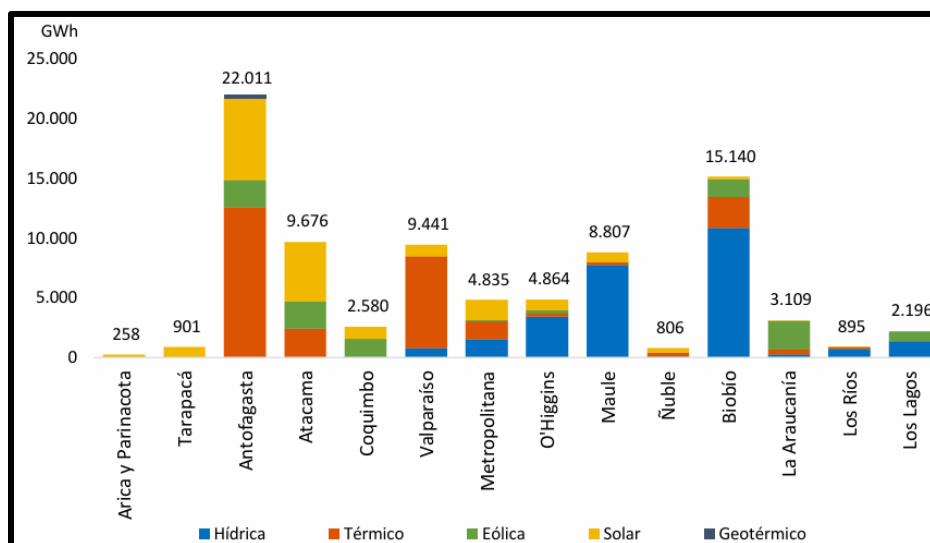


Figura 4: Generación SEN 2024 desagregada por Región y tipo de fuente.

Fuente: CEN, 2025.

La consolidación de las ERNC en la matriz energética nacional no es solo a una solución tecnológica, sino un portafolios de fuentes de generación con distintas dinámicas operativas, geográficas y de escala, por lo que el país podría dejar de ser vulnerables a cambios de precio en combustibles fósiles e impulsar nuevas trayectorias a un sistema eléctrico eficientes, inteligente y moderno

Para las energías relevantes en el ámbito residencial, la solar fotovoltaica se define normativamente como aquella fuente cuya energía primaria se obtiene de forma directa de la radiación solar (BCN, 2008), siendo el eje central del esquema de autogeneración residencial. Para su funcionamiento residencial, requiere de una infraestructura capaz, paneles solares e inversores autorizados, que se acoplan directamente al tablero eléctrico del hogar (Fortini Vargas, 2024).

Esta tecnología es la principal constructora de la utilidad en el hogar chileno, ya que opera bajo un flujo de retorno directo, donde la energía producida se consume instantáneamente y el excedente se inyecta a la red de distribución para ser descontado en futuras facturaciones.

A nivel macro, el aporte de esta fuente es esencial, según el CEN (2025), la solar fotovoltaica aportó 18.612,9 GWh durante 2024, mostrando un patrón estacional de alza durante los meses de verano (diciembre a marzo). Geográficamente, la mayor acumulación de proyectos se concentra en el norte de Chile, específicamente en la región de Antofagasta y el desierto de Atacama, zonas con los mayores niveles de irradiación internacional.

A diferencia de la tecnología fotovoltaica (enfocada en la electricidad), la energía solar térmica utiliza la radiación para la generación de calor mediante colectores, siendo una solución para reducir el consumo de gas o electricidad en el calentamiento de agua sanitaria. Por su parte, la biomasa moderna (sistemas de biogás a microescala) aprovecha la materia orgánica biodegradable (BCN, 2008) para generar energía base, operando como un modelo de economía circular en la gestión de residuos domésticos o agrícolas (Ministerio de Energía, 2025; AgenciaSE, 2023).

En la zona centro-sur del país, donde la demanda calórica residencial es alta y el uso de leña tradicional genera externalidades ambientales, estas soluciones térmicas marcan el interés de las políticas públicas dirigidas a mitigar la pobreza energética, con programas como recambio de calefactores impulsados por el Ministerio del Medio Ambiente (2025). Para estos usuarios, la utilidad percibida no se mediría solo en tasas de retorno financiero, sino en calidad de vida, confort térmico y reemplazo de combustibles contaminantes.

La energía eólica aprovechando la energía cinética del viento (BCN, 2008), esta tecnología se ha consolidado como la segunda ERNC de mayor aporte al SEN, inyectando 11.083 GWh durante 2024 (CEN, 2025). Su potencial se distribuye a lo largo de las regiones del centro-sur (Biobío, La Araucanía, Los Lagos) y complementa a la solar en el norte

(Coquimbo, Atacama). Posee un comportamiento estacional complementario a la tecnología solar, mostrando sus altos de generación durante los meses de invierno y primavera (Ministerio de Energía, 2021). Pese a la existencia de aerogeneradores a pequeña escala, su aplicación residencial urbana es marginal debido a la fricción generada por el ruido y las necesidades de espacio.

Para la energía geotérmica, aquella extraída del calor natural de la tierra en zonas de alta gradiente geotérmica debido a la ubicación del país en el Cinturón de Fuego del Pacífico (BCN, 2008; Ministerio de Energía, 2018). Su principal ventaja es que provee energía de base ininterrumpida (factor de planta alto), sin depender de la estacionalidad climática, aportando 308,6 GWh al SEN en 2024, principalmente por la planta Cerro Pabellón de 83 MW (Enel Green Power, 2019; CEN, 2025).

La minihidráulica de pasa tiene una potencia máxima inferior a los 20 MW (BCN, 2008), estas centrales aportaron 2.775 GWh (3,2% del SEN) durante 2024 (CEN, 2025). Al depender de los caudales naturales y los ciclos de deshielo sin utilizar grandes embalses, su impacto ambiental es reducido, aunque es vulnerable ante las sequías prolongadas.

De acuerdo con las métricas, la inversión actual se encuentra fuertemente concentrada en proyectos fotovoltaicos y eólicos, dejando relegadas a las tecnologías geotérmicas, de biogás y termo solares de gran escala en etapas de diseño (ACERA, 2025), lo que evidencia un desafío en la diversificación del riesgo de la matriz nacional.

Para efectos de esta investigación, queda establecido que las percepciones del consumidor residencial se construyen de manera diferente. Tecnologías sistémicas como la eólica industrial, la minihidráulica o la geotermia operan como variables que otorgan una señal de confiabilidad macroeconómica, favoreciendo una actitud positiva hacia la transición energética. Sin embargo, la intención de comportamiento real de los hogares se maneja casi exclusivamente en la viabilidad de las tecnologías de integración directa (solares y térmicas).

5. Incentivos para implementar ERNC en hogares de Chile

Dentro del territorio chileno, el conjunto de incentivos diseñados para promover la adopción residencial de las ERNC se desarrolla mediante una estrategia que combina la reducción del costo de inversión inicial, esquemas de valorización del autoconsumo y apoyos económicos concentrados. El objetivo no se limita a reducir las barreras de capital que enfrentan los hogares, sino que busca permitir una infraestructura de autogeneración, alineando así el comportamiento del consumo residencial con las metas de descarbonización y transición del sistema eléctrico nacional.

Mecanismos del autoconsumo

A los clientes regulados, la Ley 20.571 (BCN, 2012) el concepto del Net Billing, otorgando el derecho de auto consumir y valorar las inyecciones que aporten a la matriz bajo un precio regulado, vendiendo sus excedentes, siempre y cuando provengan de ERNC o cogeneración eficiente.

La Ley 21.118 (BCN, 2018) actualiza el marco anterior, ampliando el límite de potencia de 100 a 300 kW para así favorecer la masificación del sistema. Así mismo, el DS N.º 57 (BCN, 2020) aprobó el Reglamento de Generación Distribuida para Autoconsumo, conteniendo la conexión, medición y valorización de excedentes. Siendo así que, por ejemplo, durante un año puede haber días en que se produzca más electricidad de lo que se consume, en donde lo sobre producido queda almacenado como crédito que se descuentan en futuras boletas, reajustándose en base al IPC (BCN, 2020). Esta misma normativa, reconoce a los hogares con instalaciones de hasta 20 kW se simplifican requisitos técnicos y despejar procesos administrativos complejos, facilitando la integración de equipamientos energéticos.

La concentración territorial se observa en la zona centro (Región Metropolitana, Valparaíso, Maule), relacionable a ingresos, densidad urbana y variedad de instaladores, junto a políticas como Casa Solar y FAE apuntan a corregir brechas y expandir adopción hacia regiones rezagadas (Ministerio de Energía, 2024; AgenciaSE, 2025)

El descuento en futuras boletas gracias a la producción propia de electricidad, por medio de ERNC, es el principal beneficio que otorga la integración de estos sistemas. Por otro lado, bajo ciertas condiciones se puede exigir un pago en dinero para aquellos excesos que no se pudieron descontar en boletas por periodo de contrato.

La capacidad de traspasar excedentes a moneda otorga la posibilidad de convertirse más allá de una fuente de ahorro, a una fuente de leve ingreso, aunque no es el principal objetivo del Net Billing, por lo que, en la práctica, el usuario percibe primero el ahorro por autoconsumo y luego el descuento por excedentes. Esto limita la sobredimensión de instalaciones, ya que el objetivo de este esquema se orienta a cubrir costos fijos y desviar incentivos a la sobre instalación, para que así las personas apliquen el sistema de forma prudente gestionando su consumo para maximizar el mismo y reducir inyecciones de los excedentes en momento en que la valorización es baja (Ministerio de Energía, 2017).

Los esquemas y normativas aplicadas permiten a las personas relacionarse con las energías eléctricas, ya que antes de implementar estas normas, solo las grandes empresas podían acceder a vender electricidad generada a la matriz, ahora cualquier persona que implemente tecnologías normadas y reguladas puede inyectar y valorizar excedentes.

La estandarización normativa (Ley 20.571 y DS N.º 57) entrega certeza jurídica y técnica al ecosistema de proveedores, lo que en la teoría del TAM, la existencia de reglas claras de compensación económica es la base sobre la cual los hogares podrían construir como perciben la utilidad, siempre y cuando esta información logre ser transmitida de forma transparente por el mercado.

Es así como lo anterior se relaciona con las percepciones, donde la estandarización de procesos y la claridad regulatoria trabajan como factores externos que aumentan la facilidad de uso percibida, mientras que la posibilidad de ahorrar y monetizar excedentes incrementa la utilidad percibida de las ERNC a nivel de hogar

Figuras habilitantes - Generación conjunta

La base regulatoria que permite el acceso de los hogares al mercado de la autogeneración en Chile se encuentra dentro de la Ley N° 20.571 (BCN, 2012), normativa que introdujo el concepto del Net Billing, lo que permitió otorgar a los hogares el derecho a auto consumir su propia energía y a valorizar las inyecciones de excedentes a la matriz de distribución bajo un precio regulado, siempre que provengan de fuentes de ERNC. Posteriormente, la Ley N° 21.118 (BCN, 2018) actualizó este marco mediante el aumento del límite de potencia permitida, desde los 100 kW hasta los 300 kW con el fin de favorecer la masificación del esquema distribuido.

El Decreto Supremo N° 57 (BCN, 2020) aprobó el Reglamento de Generación Distribuida para Autoconsumo, fijando los estándares de conexión, medición y valorización financiera de los excedentes, siendo así que, bajo estas normativas, se establece un mecanismo donde la producción eléctrica supere el consumo del hogar, el excedente se descuenta de manera automática en las boletas de facturación futuras y se reajustan mensualmente para asegurar la mantención del valor real de la energía inyectada.

El reglamento introduce una simplificación para las instalaciones domiciliarias de hasta 20 kW, despejando trámites administrativos complejos y flexibilizando las exigencias técnicas de conexión (BCN, 2020). Este trato diferenciado reduce de forma directa la fricción de entrada, operando en el marco del modelo, como un posible potenciador de la facilidad de uso, al disminuir la carga cognitiva y proceso administrativo que asocia al ciudadano común a los proyectos.

Dentro de la estructura del modelo, este sistema normativo entregaría certeza de un mercado transparente de proveedores e instaladores, debido a la existencia de reglas claras de compensación, lo que marca la base sobre la cual las familias logran procesar y construir la utilidad de las ERNC, siempre y cuando dicha información económica logre ser transmitida por las empresas distribuidoras de forma clara y comprensible en la boleta mensual. De este modo, mientras la estandarización de los procesos y la flexibilización administrativa, actuarían como factores externos que incrementan la facilidad de uso la viabilidad de comprender ahorros reales, desarrollando los determinantes que impulsan la intención de integrar energías limpias en las residencias chilenas.

Programas e instrumentos de fomento

Estado chileno ha desarrollado una serie de programas e instrumentos de fomento que actuarían como reductores directos de posibles barreras, para los segmentos que no pueden acceder a estas tecnologías por factores económicos, de capacidad o entendimiento.

Enfocado en reducir del riesgo y mejorar la estandarización técnica, se encuentra la actualización de los reglamentos de seguridad, medianite el Decreto N° 8 (BCN, 2020), cual establece el Reglamento de Seguridad de Instalaciones de Consumo Eléctrico, fijando

exigencias mínimas de diseño y operación. Específicamente para la autogeneración, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles desarrolló las instrucciones técnicas RIC 09/2021 (para proyectos residenciales conectados) y RGR 06/2021 (para sistemas de almacenamiento).

Aunque no se puede asumir que el consumidor lee estos documentos técnicos, su existencia es fundamental, ya que estas especificaciones disminuyen los costos de transacción y la incertidumbre del proveedor, permitiendo que las empresas ofrezcan proyectos estandarizados. Esta certeza técnica traspasada al proveedor es la que construiría la confianza y la facilidad de uso en el hogar.

Para la superación de la barrera de capital y gestión, destaca el programa Casa Solar, iniciativa que opera con una lógica de "compra comunitaria" organizada por el Estado, donde se agrupa la demanda de múltiples familias para adquirir sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red, mediante economías de escala (Ministerio de Energía, 2024; AgenciaSE, 2025).

El impacto de Casa Solar es importante, ya que el Ministerio de Energía y la AgenciaSE asumen la carga de realizar las revisiones técnicas de factibilidad, evaluar la localización climática y licitar a los proveedores (Ministerio de Energía, 2024). El Estado actúa como un agente que externaliza el esfuerzo administrativo de las personas al evitar que el hogar tenga que cotizar a ciegas y tramitar permisos, el programa debiese de disparar lo que sería facilidad de uso. De igual forma, al inyectar un subsidio proporcional al nivel socioeconómico de la familia para equipos de 1 a 2 kWp, el programa disminuye la barrera de inversión inicial, generando una mejor utilidad.

Orientado a la mitigación de la pobreza energética y el fomento térmico en viviendas sociales, se encuentra el Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF), subsidio que motiva la integración de sistemas solares térmicos para el calentamiento de agua sanitaria, dirigido a viviendas con tasaciones de hasta 650 UF y exigiendo un ahorro previo mínimo de 3 UF (Ministerio de Energía, 2018).

Adicionalmente, en la macrozona centro-sur, donde la demanda térmica ha generado una dependencia hacia la leña contaminante, el Estado interviene a través del Programa de Recambio de Calefactores del Ministerio del Medio Ambiente (2025). Este programa subsidia el reemplazo directo de estufas a leña por sistemas de aire acondicionado (tecnología de bombas de calor aerotérmicas).

De manera paralela, el programa reconoce que la transición térmica es gradual e integra la regulación de la biomasa que los hogares seguirán utilizando. Mediante la Ley N° 21.499 (BCN, 2022) sobre biocombustibles sólidos, buscando estandarizar y mejorar la calidad del pellet y la leña seca, formalizando el uso de combustibles más limpios en el mercado residencial. Esto implica pasar desde un combustible tradicional de alto complejo cultural hacia sistemas térmicos eficientes que necesitan de nuevas rutinas de abastecimiento y mantenimiento.

El impacto de estos instrumentos traza una curva de adopción positiva, gracias a las estadísticas de los decretos habitacionales (DS 255 y DS 27) enfocados exclusivamente en mejoras térmicas mediante ERNC, se evidencia un salto de integración, donde los hogares cofinanciados con sistemas solares térmicos pasaron de 13.300 viviendas en 2020 a más de 37.000 en el año 2023. Para los balances de gestión del Programa de Calefacción Sustentable, los datos indican que entre los años 2018 y 2021 se logró el recambio de más de 46.600 equipos térmicos, logrando sustituir alrededor de 16.137 unidades solo en el último período evidenciado (Ministerio de Energía, 2018; Ministerio del Medio Ambiente, 2022; BCN, 2024).

Finalmente, en zonas aisladas, opera el Fondo de Acceso a la Energía (FAE), el cual otorga financiamiento para proyectos de ERNC (solares fotovoltaicos de hasta 10 kW y solares térmicos) comunitario en sectores rurales (Ministerio de Energía, 2024).

La efectividad de estos fomentos se basa en su compuesto, cuando un programa como casa solar que apoya a disminuir el costo inicial y facilita la instalación se cruza con las Tarifas Horarias Residenciales (que permiten desplazar el consumo a horas de menor costo) (Enel Distribución, 2025) y con el esquema de Net Billing (que monetiza los excedentes), se genera un sistema completo. Estos fomentos de apoyo, al simplificar la experiencia y asegurar el retorno financiero, impulsarían de manera efectiva la intención de comportamiento del hogar chileno hacia la transición energética.

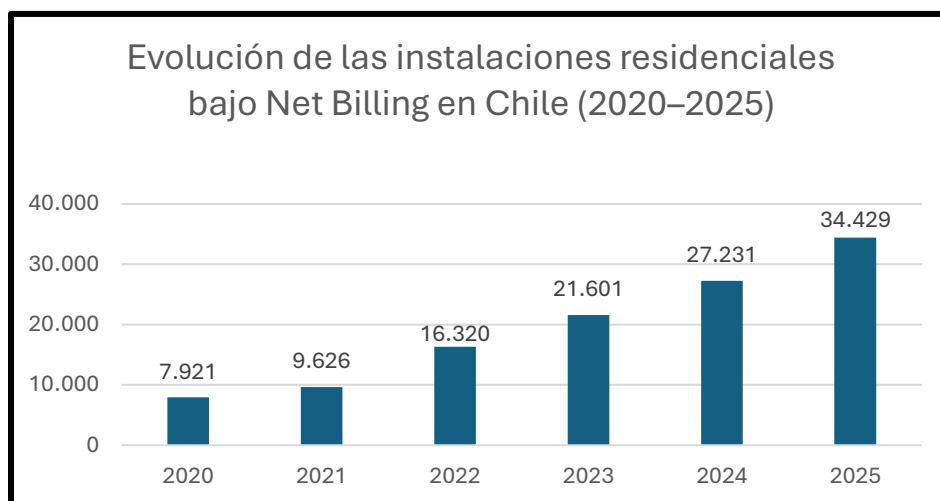


Figura 5: Evolución de las instalaciones residenciales bajo Net Billing en Chile (2020-2025).

Fuente: Elaboración propia con datos de Acera 2020-2025.

Desde la consolidación de las normativas y el desarrollo de los incentivos económicos, el mercado residencial chileno ha experimentado una expansión entre los años 2019 y 2025, el número de instalaciones residenciales bajo el esquema de autoconsumo incrementó de 7.921 conexiones a un total de 34.429 contratos vigentes registrados hacia agosto de 2025 (Acera, 2025). Como se ilustra en la Figura 5, la curva de adopción evidencia un cambio de pendiente pronunciado a partir del año 2022. Este cambio coincide con la estabilización de los precios de los componentes tecnológicos a nivel globales y con la masificación de los programas del gobierno.

Esta aceleración es consistente con los objetivos a largo plazo del Estado, donde Energía 2050 fijó como pilar fundamental la expansión de la generación distribuida y la democratización de la gestión de la demanda dentro del sector residencial (Ministerio de Energía, 2015). El cruce entre estas metas macroeconómicas y el desarrollo de las normas técnicas habilitantes otorga el soporte necesario para integrar este flujo masivo.

Esta dinámica se alinea con las proyecciones de los organismos internacionales, donde los modelos de previsión de la Agencia Internacional de la Energía [IEA] (2020) para el escenario energético chileno ya identificaban a la tecnología fotovoltaica distribuida como uno de los factores con mayor potencial de crecimiento para los años 2021-2026. Los datos acumulados al año 2025 confirman lo anterior, demostrando que el aprendizaje por el

mercado proveedor y la simplificación de los procesos técnicos son capaces de tener un ritmo de adiciones.

El sistema de incentivos e instrumentos de fomento implementado en Chile trabajaría como un configurador de las percepciones de los consumidores residenciales. Al desarrollar de mejor manera los beneficios económicos tangibles y volver significativamente más manejable y menos riesgoso el proceso de instalación y operación, las políticas públicas expanden la capacidad de auto productores. Este punto no solo visibiliza el desarrollo de una actitud positiva hacia la adopción de ERNC a nivel de hogar, sino que conecta las decisiones financieras privadas de las familias con los compromisos globales de descarbonización y sustentabilidad ambiental del país.

6. Barreras en la implementación dentro de Chile

Barreras económicas y de financiamiento

A pesar de la existencia de un marco regulatorio habilitante y de los esfuerzos de promoción, el factor económico se desarrolla como la principal brecha que restringe la adopción masiva de ERNC en el sector residencial chileno, especialmente para la tecnología solar fotovoltaica. Si bien las restricciones financieras suelen analizarse con mayor frecuencia en proyectos fotovoltaicos debido a su alta estandarización, los determinantes de este impedimento son traspasables al resto de las ERNC residenciales, debido que las barreras no dependen solo de la tecnología, sino de las condiciones estructurales, capacidad de liquidez de los hogares y diseño de los incentivos financieros de la matriz energética nacional (Nasirov et al., 2023).

Evaluando la percepción de los actores que interactúan bajo el esquema de Net Billing, se identifica un patrón de desincentivos económico, de acuerdo con el estudio desarrollado por Nasirov et al. (2023), los auto productores y desarrolladores coinciden en que la inversión inicial obligatoria (CAPEX), junto con períodos extensos de recuperación de capital, los costos blandos provenientes de procesos administrativos tardíos y la inflexibilidad de las regulaciones financieras, forman los factores más críticos que frenan la adopción.

La integración de un sistema residencial estándar de apenas 1 kWp requiere una inversión inicial promedio que ronda los \$2.2 millones CLP, registrando además un período de retorno de la inversión base de aproximadamente 6 años bajo condiciones óptimas de consumo. Esta ventana temporal provoca un sesgo de descuento en el consumidor, donde los beneficios económicos se perciben lejanos e inciertos frente al impacto inmediato de la liquidez (Nasirov et al., 2023).

De acuerdo con los modelos de optimización financiera de Osorio-Aravena et al. (2021), la viabilidad económica y el retorno del capital a nivel residencial son funciones sensibles a cinco factores determinantes. Entre la valorización de la energía auto consumida (ahorro directo de tarifa de compra), la valorización de la energía inyectada a la red (precio de venta regulado), los costos operativos y de mantenimiento (OPEX), la tasa de depreciación tecnológicas y las tasas de descuento aplicadas al financiamiento del proyecto.

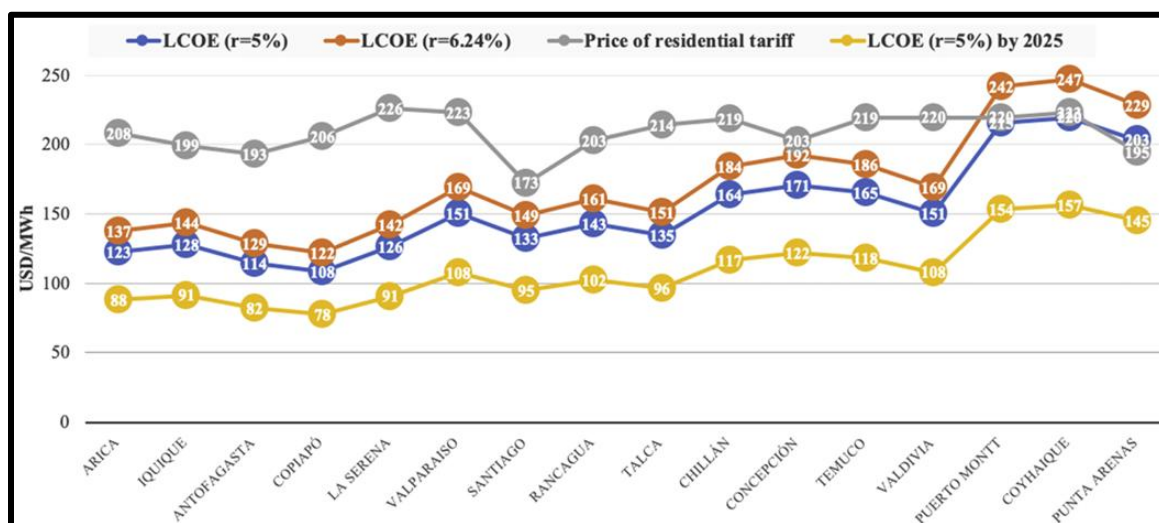


Figura 6: Costo nivelado de electricidad (LCOE) y precios de la electricidad en todo el país.

Fuente: Osorio et al., 2021

Como se analiza en la Figura 6, el Costo Nivelado de la Energía (LCOE) para sistemas solares residenciales a lo largo de las 16 regiones de Chile evidencia una alta sensibilidad a las variaciones microeconómicas del peso chileno (CLP) y el costo del dinero. Un incremento en la tasa de descuento, al pasar de un escenario base de 5% a uno de 6,24% debido al encarecimiento del crédito de consumo residencial, eleva el costo por kWh

generado en todo el territorio nacional. Si bien en la mayor parte de las regiones el LCOE logra mantenerse por debajo de la tarifa residencial regulada de la empresa distribuidora, esta ventaja competitiva se difumina en los extremos del país, llegando a invertir la relación en localidades con restricciones climáticas o subsidios térmicos, como la ciudad de Punta Arenas (Osorio-Aravena et al., 2021).

Por efecto, la localización geográfica de la vivienda es una variabilidad estructural en la rentabilidad del proyecto, ya que en la macrozona norte del país el recurso solar permite deprimir el LCOE y acelerar la amortización del capital, en la macrozona sur la menor disponibilidad de radiación se combina con costos de instalación más elevados debido a complejidades logísticas y de transporte (Osorio-Aravena et al., 2021).

En la práctica, el retorno financiero real tiende a cambiar cuando los hogares se ven obligados a realizar la inversión inicial mediante créditos o cuando el diseño del sistema no cubre completamente la necesidad energética. Nasirov et al. (2023) evidencian este factor mediante simulaciones de sensibilidad en Santiago, donde un sistema 1 kWp que opera con una tasa de autoconsumo del 21% eleva el costo efectivo de la generación a 0,26 USD por kWh. Al presentar este valor con la tarifa de compra residencial promedio de 0,16 USD por kWh, el proyecto pierde su competitividad económica, transformando la inversión en un flujo negativo y alargando el período de retorno. Por el contrario, si la tasa de autoconsumo se maximiza con una gestión activa de la demanda y se escala hacia un sistema de 5 kWp, el retorno de la inversión logra en torno a los 6 años, reforzando que la viabilidad técnica está ligada al comportamiento del consumidor.

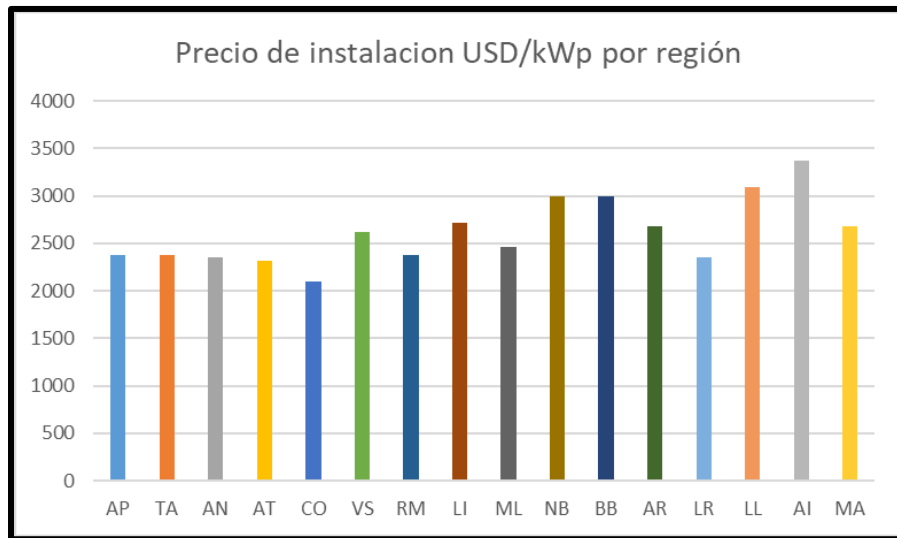


Figura 7: Costo nivelado de electricidad (LCOE) y precios de la electricidad en todo el país.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Osorio et al., 2021

Como detalla la Figura 7, el costo de implementación para sistemas de entre 1 y 5 kWp sufre diferencias geográficas, ya que al fijar el análisis en un sistema de 1 kWp, el costo total de adquisición es hasta un 60% diferente entre distintas regiones, moviéndose desde los \$2 millones CLP en la Región de Coquimbo hasta superar los \$3 millones CLP en la Región de Aysén (Osorio et al., 2021).

Esta diferencia en los precios de instalación se encuentra explicada por la variación de los costos blandos y los costos de conexión a la red local de distribución (Nasirov et al., 2023). El Decreto Supremo N° 57 (BCN, 2020), permite a las empresas distribuidoras exigir la realización de obras adicionales y refuerzos técnicos en función del estado de saturación y las condiciones del punto de conexión domiciliario. Al no existir un precio unitario estandarizado para estos procesos, las distribuidoras transfieren costos variables no presupuestados al hogar, generando una variabilidad que dificulta las proyecciones financieras del hogar.

Para la mediana de los hogares en Chile, invertir el capital necesario para una planta fotovoltaica es igual a comprometer la totalidad de los ingresos percibidos durante varios meses, lo que restringe el acceso al sistema exclusivamente a los deciles de mayores

ingresos o a aquellos capaces de efectuar un sobreendeudamiento financiero (Nasirov et al., 2023).

Sumando a la barrera, cerca del 60% del costo total de inversión no corresponde a componentes físicos (paneles o inversores), sino a costos blandos asociados a la ingeniería de diseño, permisos municipales, costos de comercialización y la tramitación administrativa del proceso. El hecho de que la carga administrativa represente una porción tan importante del capital inicial demuestra una ineficiencia en los procesos de tramitación pública que podría facilitarse por digitales o la simplificación de las auditorías de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) (Nasirov et al, 2023).

Finalmente, la estructura tributaria vigente en el país genera una asimetría de incentivos entre el sector corporativo y el residencial, ya que, a diferencia de una unidad empresarial, los hogares que adquieren sistemas de ERNC actúan bajo la figura de consumidor final, lo que les impide recuperar el 19% correspondiente al IVA como crédito fiscal (Osorio-Aravena et al., 2021). Este cargo actúa como un arancel directo sobre la transición energética residencial, encareciendo el proyecto y extendiendo el período de retorno.

Desde la perspectiva integradora del modelo, se ve afectado directamente el constructor de utilidad percibida, ya que cuando un grupo familiar percibe que el CAPEX requiere múltiples meses de su ingreso disponible, que los costos blandos corresponden al 60% de su presupuesto, que el IVA actúa como un costo no recuperable y que el financiamiento encarece el LCOE por sobre la tarifa regulada, el beneficio de la tecnología se percibiría lejano e incierto. A pesar de que un hogar declare una actitud proambiental favorable, la barrera económica bloquearía la intención positiva, deteniendo el proceso de adopción antes de que logre.

Barreras regulatorias y técnicas

Más allá de las restricciones económicas, la integración de las ERNC en el sector residencial chileno enfrenta una barrera regulatoria, técnica y administrativa que ralentiza los procesos de conexión y desincentiva la inversión.

En la gestión administrativa, se evidencia un problema estructural de incentivos entre los productores residenciales y las empresas distribuidoras, donde el desarrollo de los proyectos Net Billing se enfrentan a demoras y retrasos administrativo durante su etapa de

conexión a la matriz eléctrica. Esta ineficiencia se motivada por la falta de impulsos para las empresas, quienes perciben la producción residencial como una reducción de su mercado y una dificultad operativa de sus redes de distribución. Al no existir incentivos para agilizar la integración y debido a una baja fiscalización por parte de organismos públicos, las distribuidoras aumentan los plazos para los procesos técnicos, aumentando el tiempo del funcionamiento de los sistemas, demorando los flujos de ahorros esperados por las familias (Cooperativa Red Genera, 2024).

Al atraso administrativo se suman las complejidades del marco técnico, donde la SEC mantiene normativas e instrucciones técnicas estrictas para las tecnologías fotovoltaicas y los sistemas de almacenamiento residencial conectados a la red, como la instrucción general RIC N° 9.1 de 2021. Si bien estas especificaciones técnicas son esenciales para garantizar la seguridad de las viviendas y la estabilidad del sistema, su cumplimiento genera requisitos de diseño, ingeniería. Estas exigencias presentan costos fijos adicionales por mano de obra calificada y alargan tiempos de implementación de los proyectos, aumentando la barrera de entrada.

Ahora bien, el diseño regulatorio de incentivos y la diferencia de precios del Net Billing trabajan como una de las barreras para la integración de la tecnología, ya que, con las evaluaciones de mercado realizadas por Nasirov et al. (2023), los productores residenciales se enfrentan a un precio de venta de excedentes entre un 40% y un 60% más bajo en comparación con la tarifa que pagan por usar electricidad de la red. Esto reduce el beneficio financiero de la sobreproducción, al generar que la energía inyectada al sistema es compensada con un valor menor, el incentivo para maximizar la capacidad fotovoltaica se anula, limitando los beneficios y pudiendo llegar hasta a disminuir la intención de adopción masiva en los hogares chilenos.

Asimismo, la normativa vigente presenta restricciones respecto a los límites de capacidad permitidos para optar a los beneficios de compensación distribuida, fijando una potencia de hasta 300 kW para las instalaciones que operan bajo Net Billing, excluyendo a aquellos clientes colectivos, comerciales o industriales pequeñas cuya capacidad óptima esta entre 300 kW y 500 kW (Cooperativa Red Genera, 2024).

Esta restricción bloquea la validez económica de proyectos de mayor escala y limita el potencial de los esquemas de generación conjunta en comunidades, impidiendo la expansión del modelo hacia nuevos segmentos de consumidores.

Entorno de las políticas públicas de fomento, se observa un desfase entre los incentivos del gobierno y las reglas de conexión, en donde programas como Casa Solar han demostrado efectividad en la reducción de barreras de inversión inicial, su capacidad de integración está limitada a la conectividad y las restricciones normativas. Específicamente, la Ley N° 21.118 (BCN, 2018) establece limitaciones de ahorro para los beneficiarios de programas de cofinanciamiento que no afectan a los hogares independientes. Según la Cooperativa Red Genera (2024), estas restricciones limitan la capacidad de optimizar lo generado por los sistemas comunitarios, reduciendo el valor de la inyección de excedentes y limitando la posibilidad de generar saldos a favor, lo que disminuye la competitividad.

Por otra parte, la transición hacia tecnologías térmicas y biomasa en los hogares se enfrenta a restricciones regulatorias, ya que la Ley N° 21.499 (BCN, 2022) estableció estándares de calidad y comercialización para los biocombustibles sólidos como la leña seca y el pellet. Si bien esta normativa aumenta la seguridad y reduce las emisiones contaminantes domiciliarias, su implementación ha generado costos en la cadena de suministro y logística de distribución. Por esto, la efectividad de las normativas públicas requiere un diseño de incentivos cruzados, donde el subsidio al equipamiento tecnológico debe complementarse con precios estables y una oferta de combustible certificado para asegurar que la transición energética residencial sea accesible y sostenible.

Estas barreras alterarían negativamente las percepciones que determinan la adopción residencial, donde las demoras en la conexión por parte de las distribuidoras, los cobros variables imprevistos y la existencia de requisitos técnicos complejos de interpretar, provocarían que el proceso sea evaluado como un sistema difícil y poco manejable.

De igual forma, las diferencias tarifarias en la venta de excedentes y las restricciones normativas de potencia residencial actuarían como un freno sobre la utilidad, porque el consumidor podría percibir que las normativas limitan la capacidad real de transformar la inversión en ahorros tangibles o ingresos.

Estas barreras regulatorias y administrativas lograrían limitar los incentivos de fomento, bloqueando una posible actitud favorable y alejando la transición de los hogares.

Barreras estructurales

Aunque los limitantes de financiamiento y regulatorios no estuvieran presente, la integración residencial de ERNC se enfrenta a una barrera física, la infraestructura del hogar, donde no todos los proyectos son capaces, sino que están sujetos a una necesidad estructural.

La efectividad de programas, establecen a un hogar apto para la instalación fotovoltaica bajo ciertos criterios, como ser una vivienda unifamiliar que tenga techo propio, un mínimo de 10 metros cuadrados de superficie útil sin sombras, tener una orientación hacia el norte y un estado optimó para soportar los equipos (Ministerio de Energía, 2024; AgenciaSE, 2025).

Esto revela que una proporción significativa del segmento habitacional urbano, compuesto por arrendatarios, residentes de edificios de departamentos o propietarios de viviendas con ampliaciones informales, quedan fuera de la adopción individual, independientemente del interés o de la disponibilidad económica. Este factor es validado por la investigación de Walters et al. (2018), cuyo análisis sobre la adopción en Santiago evidencia que la densidad urbana y aumento de edificios limitan el desarrollo de sistemas individuales de techo, desplazando el potencial del mercado hacia modelos de aprovechamiento en áreas comunes.

Para resolver esta limitación inmobiliaria, el marco normativo integro figuras habilitantes como la generación conjunta y descuentos remotos (BCN, 2020; Ministerio de Energía, 2020). Esta actualización permite que las comunidades de copropietarios instalen sistemas solares en los espacios compartidos de los edificios y distribuyan la inyección entre las boletas de los departamentos. Sin embargo, para que un departamento logre convertirse en productor, el edificio no solo debe contar con espacio apto, sino que necesita acuerdos legales y coordinar a los residentes, desconfianzas vecinales y aprobar presupuestos que podrían elevar la carga administrativa del proyecto.

Por otra parte, las tecnologías de calentamiento de agua caliente sanitaria y las bombas de calor, exigen viviendas con espacios exteriores habilitados para instalar colectores o unidades compresoras, además de capacidad técnica con los sistemas de distribución de calor de la casa. Como las mayores necesidades térmicas del país se concentran en la macrozona centro-sur por su clima y a la dependencia de leña, programas como el PPPF y el Recambio de Calefactores han debido centrar sus esfuerzos en residencias sociales que

tengan este espacio exterior y equipos que sean recambiables (Ministerio de Energía, 2018; Ministerio de Energía 2019; Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

El estudio de viabilidad de Valdés-González et al. (2020) demuestra que en la ciudad de Arica los proyectos son atractivos por la de irradiación extrema y la masividad de casas unifamiliares con techos aptos para sistemas de 5 kWp. Mientras que, en las grandes ciudades del centro y sur del país, la falta de control sobre la infraestructura limita la integración.

La estructura de las viviendas trabaja como un posible determinante sobre las percepciones, donde las condiciones inmobiliarias son un filtro de adopción, cuando un hogar note que no posee techo propio en condiciones o control sobre la infraestructura del edificio, la facilidad en que se percibe esta adopción y uso se bloquea, ya que el proceso se percibirá como físicamente imposible.

Barreras informativas y capital humano

La última dimensión que limita la adopción residencial de las ERNC en Chile se desarrolla en el aspecto cognitivo y del capital humano, actuando como una barrera invisible que dificultaría la evaluación de los hogares, impidiendo procesar de forma correcta los beneficios directos y las especificaciones del sistema.

Esta asimetría de información no es solo un desconocimiento superficial sobre el gasto en equipos, sino que toma la complejidad de la estructura de costos y trámites del proyecto. Decidir convertirse en productor necesita comprender variables como costos blandos, plazos reales de tramitación y los requisitos técnicos exigidos por la SEC (Nasirov et al., 2023).

Esta incertidumbre informativa aumenta al analizar las condiciones técnicas del esquema de distribución, ya que para que un hogar pueda conectarse bajo Net Billing necesita conocer la capacidad de conexión de la red local, lo que incluye voltajes, capacidad máxima y caída de tensión en el sistema residencial. Como esta información técnica no se encuentra disponible de forma pública ni transparente para los clientes, los hogares están obligados a solicitar estudios de factibilidad a las empresas distribuidoras, introduciendo un nuevo punto en las etapas de diseño y aumenta el riesgo de abandono de los proyectos (Nasirov et al., 2023).

La falta de transparencia de datos de red se relaciona con el Decreto Supremo N° 57 (BCN, 2020), cual faculta a las distribuidoras a generar cobros adicionales basados en la diferencia técnica de la red con y sin el equipamiento de generación del cliente (Ministerio de Energía, 2020). Al no estar servicios regulados por precios fijos, queda al criterio cada empresa en función de la zona, lo que genera otro factor que aumenta el presupuesto (Cooperativa Red Genera, 2024).

Este tipo de barrera también limitan la implementación de incentivos públicos y proyectos, siendo así que Cooperativa Red Genera (2024) advierte que el alcance real de los programas se enfrenta a problemas de asimetría cognitiva en las etapas de facturación y aplicación de descuentos. Al analizar una muestra de 7 proyectos comunitarios implementados en el país, se determinó que 5 lograron integrar correctamente los beneficios en las boletas, 2 presentaron fallas de facturación desde el inicio del ciclo.

Esta administración de la información técnica y financiera podría disminuir la confianza y limitar el impacto positivo de los incentivos, por lo que, para enfrentar esta barrera, se vuelve necesario desarrollar programas de capacitación dirigidos tanto a funcionarios municipales como a los “líderes locales”, otorgando competencias para el diseño, gestión de descuentos y la correcta distribución de costos e inyecciones entre los vecinos (Cooperativa Red Genera, 2024). Ahora bien, los programas dirigidos a este aspecto, como la Guía de orientaciones para la implementación de proyectos de energía a escala local, queda en manos de la existencia de capacidades estables y continuos de acompañamiento técnico para ser efectivos (Ministerio de Energía, 2023; AgenciaSE, 2023).

Respecto al comportamiento y sociología del consumo, la desinformación provoca una limitación en la iniciativa de integración, debido a la falta de validación real en el entorno cercano. La falta de acciones visibles y exitosas cercanas promueve la desconfianza colectiva, si las personas no ven a sus vecinos organizarse ni perciben beneficios tangibles del autoconsumo en su entorno, la motivación por adoptar la tecnología disminuye (O'Shaughnessy et al., 2023).

Por el contrario, los proyectos exitosos funcionan como un reductor de la incertidumbre a través del efecto de pares (O'Shaughnessy et al., 2023). La observación directa de un sistema funcionando en el entorno cercano disminuye los prejuicios del consumidor y los reemplaza por experiencias reales y tangibles de ahorro. Iniciativas comunitarias como el proyecto de Generación Comunitaria de Talagante cumplen un rol demostrativo,

visibilizando ante la comunidad el funcionamiento real de los descuentos y la viabilidad del modelo (Ministerio de Energía, 2024). Si existiese un escenario de información perfecta donde cada hogar fuese capaz de comprender y visualizar de forma efectiva el funcionamiento de las ERNC incrementaría la intención de uso en el sector residencial.

Cuando un grupo familiar se enfrenta a los requisitos técnicos de la SEC, desconoce costos blandos, no poseen datos sobre la capacidad de la red y observa errores de facturación en proyectos, el proceso a ser un hogar productor se reconoce como un sistema complejo y fuera de su control, lo dificultaría la percepción de uso y la confianza en las ERNC.

7. Consumidor de ERNC en Chile

Delimitación del consumidor chileno.

Dentro del escenario energético nacional, la caracterización del consumidor residencial ha experimentado una transformación estructural, desde un rol pasivo de demanda hacia un rol activo del productor y consumidor doméstico. Esta figura se define como el hogar capaz de autoproducir electricidad o energía térmica para su consumo inmediato mediante el aprovechamiento de fuentes renovables, con facultades además para integrarse a esquemas de generación comunitaria. En términos regulatorios, este marco de acción doméstica encuentra formado y delimitado en la Ley 20.571 (BCN, 2012) sobre generación distribuida para el autoconsumo.

Desde la perspectiva del Modelo de Aceptación Tecnológica, este cambio de normativo podría influir en el comportamiento del consumidor, donde ya no se evalúa solo un servicio básico dentro de una tarifa fija, sino que podría indagar en un sistema de autogeneración. Es por lo anterior que entender las características de este consumidor es un filtro donde se configuran las dimensiones del modelo, cuales determinarán la intención de adopción tecnológica.

Efectos de los niveles económicos

El mercado que asocia la adopción de tecnologías limpias a los estratos de mayores ingresos del país, el perfil del consumidor chileno de ERNC tiene una marcada ralla socioeconómica determinada por mecanismos de financiamiento y fomento. Se pueden

identificar dinámicas y motivaciones diferenciadas que impactan de forma directa en la construcción de la percepción de utilidad (Lavín Bello, 2016).

Los hogares pertenecientes a los quintiles de ingresos más altos tienen la liquidez necesaria para atravesar la barrera del costo de inversión inicial, como lo demuestran Walters et al. (2018), las decisiones de adopción en este nicho se encuentran condicionadas por un pensamiento instrumental y de optimización financiera, donde la clave es el período de retorno de la inversión, quedando las motivaciones de carácter ambiental o simbólico a un segundo plano. Destacando así que, para este tipo de consumidor, la utilidad se asocia directamente a la rentabilidad de un activo.

Por otra parte, se encuentra el consumidor de ingresos medios, cuya intención de uso está vinculada a una búsqueda de eficiencia presupuestaria a través del ahorro directo en las cuentas de consumo eléctrico y la valorización de sus excedentes energéticos inyectados a la red. No obstante, la sensibilidad económica de este grupo hace que su percepción de utilidad no sea estática, sino que esté fuertemente modulada por variables externas exógenas como el clima local, las estructuras de las tarifas eléctricas y la capacidad nominal del sistema a instalar (Valdés-González et al., 2020).

Implicancia geografía en la matriz residencial

El consumidor chileno está sujeto a condiciones geográficas, climáticas y culturales que dividen los patrones de consumo, siendo así que, en la zona norte del país, la abundancia del recurso solar y los niveles excepcionales de irradiación elevan de forma natural la factibilidad técnica de los sistemas y optimizan el costo nivelado de la energía, provocando que los consumidores de estas regiones perciban una utilidad más alta y directa. Esto explica la alta adopción de la tecnología solar fotovoltaica y térmica en techos (Valdés-González et al., 2020).

Por otro lado, la realidad de la zona centro sur del país tienen una gran barrera frente los modelos de aceptación tecnológica, debido a la composición de su matriz de consumo residencial térmico. Según datos recopilados por el Ministerio de Energía (2019), el consumo energético en los hogares de Chile se encuentra fuertemente dominado por el uso de la leña con un 39,6%, seguido por el gas con un 31,4% y la electricidad 25,7%, concentración calórica explicada por las crudas necesidades de calefacción ambiental en las regiones del sur.

Estos datos plantean una barrera en la facilidad de uso en que se perciben estas tecnologías entorno a factores culturales y económicos, donde el consumidor del sur tiene un arraigo en el manejo de la leña (sabe adquirirla, almacenarla y cómo usar sus calefactores), lo que da a este combustible contaminante una mejor facilidad de uso subjetiva. Ahora bien, la migración hacia tecnologías renovables más limpias y eficientes, como bombas de calor o sistemas solares térmicos, podría ser percibida como un proceso complejo, costoso y de difícil manejo operativo. Por esta razón, el uso efectivo de programas estatales de recambio de calefactores en estas zonas requiere adoptar subsidios de capital de precio y educación técnica para lograr llegar al usuario. A nivel general del país, el reflejo empírico de estas asimetrías se traduce en que las tecnologías efectivamente aplicadas con éxito comercial a escala residencial sigan estando dominadas por sistemas solares fotovoltaicos individuales de pequeña escala conectados a la red de distribución urbana.

Construcción de la intención

A pesar del interés o de la actitud favorable que un hogar pueda registrar hacia la sustentabilidad, la adopción individual de ERNC se enfrenta a barreras estructurales, restringiendo al usuario a los propietarios de viviendas con techos propios disponibles y aptos. Esta restricción margina a una parte de la población urbana, arrendatarios y residentes de edificios.

Para pasar esta barrera y facilitar el acceso energético, los instrumentos de política pública se dirigen hacia modalidades colectivas de autogeneración. Un ejemplo de este avance se consolidó durante los años 2024-2025 mediante el programa Casa Solar Social e iniciativas como la Planta de Generación Comunitaria de Talagante. Este proyecto, demuestra como en terrenos municipales, se logró incorporar de forma directa a más de 193 viviendas habitadas por familias vulnerables que no tenían superficies utilizables, traducándose en un beneficio económico agregado de hasta 50 millones de pesos chilenos anuales en ahorros de facturación para el conjunto de los hogares participantes (Ministerio de Energía, 2024).

El consumidor residencial chileno evidencia un patrón de adopción, donde la intención real de uso e integración de ERNC en la vivienda no se basa solo en el bienestar ecológico, sino que se adhiere de forma efectiva cuando el hogar internaliza un beneficio tangible de ahorro económico a través del autoconsumo, trabajando bajo compensación financiera

transparentes y predecibles, dentro de un sistema de programas públicos que simplifiquen la instalación y la gestión de la demanda energética.

8. Hipótesis de la investigación

La investigación toma un enfoque de confirmación respecto al modelo TAM diseñado por Davis (1989, 1993), por lo que, el objetivo no es proponer un modelo alternativo, sino aplicar la validez y capacidad predictiva del TAM original dentro en un contexto de decisiones financieras respecto la adopción de ERNC en el sector residencial chileno.

Las relaciones causales propuestas y aplicadas por el modelo base han sido adaptadas y contextualizadas a las variables del mercado energético nacional, estableciendo las siguientes hipótesis de investigación.

Hipótesis 1

H1: La Facilidad de Uso Percibida (PEOU) genera un efecto positivo y significativo sobre la Utilidad Percibida (PU) de los sistemas ERNC residenciales.

En el modelo original, la facilidad de uso es un determinante causal sobre la utilidad, lo que, en el contexto del mercado eléctrico chileno, los procesos administrativos (como las autorizaciones de la SEC o la conexión con las distribuidoras) representarían altos "costos de transacción". Sin embargo, gracias a la estandarización normativa (Ley N°20.571 y DS N°57) y la externalización administrativa por programas como Casa Solar, la dificultad disminuye. Si un hogar percibe que el proceso de planteamiento, instalación y tramitación es manejable y libre de limitantes severos (alta PEOU), genera con claridad la obtención de beneficio económico (ahorro tarifario), aumenta automáticamente su Utilidad Percibida

Hipótesis 2

H2: La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) influyen de manera positiva en la Actitud hacia el Uso (ATU) de ERNC, asumiendo la PU un rol predictivo dominante.

Esta hipótesis se basa sobre que las creencias cognitivas forman una evaluación afectiva hacia tecnología (Davis, 1989, 1993), en el escenario actual, las ERNC residenciales juntan el beneficio económico (reducción del gasto mensual) con un beneficio social (modernización del hogar y mitigación de la huella de carbono). Por lo tanto, si las familias perciben que estos retornos financieros son factibles (alta PU) y que el sistema no representará una carga (alta PEOU), se produciría una evaluación afectiva favorable frente a la idea de integrar estas tecnologías en su vivienda.

Hipótesis 3

H3: La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) impactan directa y positivamente sobre la Intención de Uso (BI) hacia la instalación de ERNC.

Como el Uso Real de una ERNC residencial representa una barrera temporal y de capital que escapa al alcance de esta investigación, la Intención de Uso (BI) será la variable dependiente y el factor del comportamiento futuro (Davis, 1993). La intención de invertir en un sistema fotovoltaico o térmico no es simple, sino que está impulsada por el análisis racional, donde la disposición a destinar capital (ahorros o créditos) aumentará proporcionalmente según como el hogar crea que el sistema optimizará su ahorro (alta PU) y a la confianza técnica que sienta para operar los equipos o a programas de financiamiento sin un esfuerzo excesivo (alta PEOU).

Hipótesis 4

H4: Una Actitud hacia el Uso (ATU) favorable influye positiva y significativamente en la Intención de uso (BI) del productor residencial junto a la Utilidad Percibida (PU).

La evidencia sugiere la existencia de una separación entre el apoyo ecológico y la decisión de inversión, aunque encuestas de percepción indican un apoyo mayoritario hacia la transición energética (EIB, 2023), la adopción real sigue limitada por barreras económicas y estructurales. El modelo de Davis (1989, 1993) plantea que, para transitar desde el pensamiento hacia la intención, es indispensable generar una Actitud (ATU) sólida. Esta hipótesis asume que una vez que el hogar evalúa positivamente la tecnología, superando la desconfianza inicial y el sesgo, esta actitud se trabajaría como un impulsor directo que provocaría la intención de llevar a cabo la instalación.

Recopilación de Hipótesis

H1	La Facilidad de Uso Percibida (PEOU) genera un efecto positivo y significativo sobre la Utilidad Percibida (PU) de los sistemas ERNC residenciales.
H2	La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) influyen de manera positiva en la Actitud hacia el Uso (ATU) de ERNC, asumiendo la PU un rol predictivo dominante.
H3	La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) impactan directa y positivamente sobre la Intención de Uso (BI) hacia la instalación de ERNC.
H4	Una Actitud hacia el Uso (ATU) favorable influye positiva y significativamente en la Intención de uso (BI) del productor residencial junto a la Utilidad Percibida (PU).

Tabla 1: Hipotesis planteadas.

Fuente: Elaboración propia.

9. Metodología de la investigación

El desarrollo de la investigación se basa un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, transversal y de alcance descriptivo-correlacional, con el objetivo de cuantificar cómo las variables del modelo TAM, entre la Facilidad de Uso Percibida, Utilidad Percibida, Actitud hacia el Uso e Intención de Uso, interactúan para determinar la intención real a adoptar ERNC en el sector residencial.

Desde la perspectiva descriptiva, el diseño permite caracterizar las percepciones de los hogares frente a las tecnologías de ERNC, al mismo tiempo, el factor correlacional y causal permite la verificación estadística de las relaciones de las hipótesis de investigación, midiendo magnitud y significancia con la que las creencias determinan la intención final.

Población, muestra y procedimiento de recolección

Para la medición de los constructos se implementó un muestreo no probabilístico por conveniencia, complementado mediante la difusión de referencia en redes sociales (Instagram, Facebook y WhatsApp). El universo muestral se limitó a personas adultas (20 años o más) que posean algún grado de influencia o de decisión sobre la gestión económica

de su residencia dentro de Chile, independientemente de si la vivienda es propia, arrendada o cedida.

Este método de muestreo implica que los resultados no son estadísticamente traspasables a la totalidad de la población nacional, aun así, garantiza la recolección de datos en segmentos conectados a canales que presentan las condiciones para evaluar el estudio, asegurando la viabilidad de la investigación y unas altas respuestas en diversas regiones del país.

Instrumentos de medición y manejo de variables

La recolección de datos se realizó a través de un cuestionario estructurado y autoaplicado, diseñado y distribuido mediante Google Forms, instrumento fundamentado en las escalas originales desarrolladas y validadas por Davis (1989, 1993), las cuales fueron adaptadas para ajustarse al contexto de las tecnologías energéticas residenciales.

Para asegurar la coherencia teórica el modelo se desarrolló mediante la formulación de seis ítems para cada uno de los cuatro constructos principales (PU, PEOU, ATU, BI), con una medición utilizando una escala tipo Likert de 7 puntos, donde el punto 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y el punto 7 indica "Totalmente de acuerdo".

Para validar el entendimiento de la encuesta y de contenido del modelo, se realizó un pretest con 8 participantes, lo cual permitió identificar dificultades y confirmar la correcta interpretación de los ítems antes de la presentación oficial.

El cuestionario consta de tres bloques:

1. Contextualización: Declaración de respuesta anónima, establecimiento de uso exclusivamente académico de los datos y una definición sobre que son las ERNC residenciales (con ejemplos de aplicación) para establecer el nivel de conocimiento técnico.
2. Perfilamiento Demográfico: Recopilación de variables de control, edad, sexo, región de residencia, nivel educacional y tipo de vivienda.
3. Módulo TAM: 4 bloques de 6 Ítems por constructo, para medir las percepciones e intenciones (escala Likert).

Tratamiento y análisis de datos recopilados

Una vez cerrada la encuesta, la base de respuestas fue exportada al software estadístico IBM SPSS Statistics para realizar los procesos analíticos correspondientes.

Se evaluó la consistencia interna de las escalas mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, verificando que los ítems agrupados por constructo superaran los límites de confiabilidad estadística exigidos por el modelo (Davis, 1989).

Posteriormente, para confirmar que los ítems se agrupaban correctamente en las dimensiones propuestas por el TAM, se aplicaron las pruebas de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Esfericidad de Bartlett. Esto permitió validar que las correlaciones eran aptas, confirmando la validez de los datos.

Siguiendo la lógica de análisis, para validar las hipótesis se realizaron modelos de regresión lineal (simple y múltiple), lo que permitió identificar la varianza explicada y evaluar la significancia de los coeficientes estandarizados. De igual forma, los modelos permitieron analizar el efecto mediador que ejerce la Utilidad Percibida en la relación entre la Facilidad de Uso y la Intención final de adopción.

Como análisis final, respecto la gestión y formulación de políticas de fomento, se realizó un análisis utilizando el algoritmo de K-medias, utilizando como variables de entrada los puntajes medios de los constructos, se forzó la solución a dos clústeres estratégicos. Esto permitió segmentar la muestra, por un lado, a los hogares con percepciones deprimidas y baja intención de adopción y por otro lado al segmento de potenciales adoptantes (alta PU, alta BI). El análisis posterior de estos clústeres con los datos sociodemográficos proporcionó el perfil para proponer recomendaciones y precisas.

Caracterización de la muestra

VARIABLE	CATEGORÍA	PORCENTAJE (%)
Sexo	Femenino	51,2%
	Masculino	48,8%
Edad	Media = 40 años / Rango = 45 años	-
Zona Geográfica	Antofagasta	64,8%
	Valparaíso	18,9%
	Región Metropolitana	4,1%
	Coquimbo	4,1%
	Otras regiones (Atacama a Los Lagos)	8,1%
Área de Residencia	Urbana	88,7%
	Rural	7,6%
	Suburbana	3,8%
Tipo de Vivienda	Casa	77,9%
	Departamento	16,3%
	Parcela	2,9%
	Condominio	2,6%
Tenencia	Propia	61,9%
	Arrendada	29,7%
	Cedida	8,4%
Nivel Educacional	Universitaria Completa	29,1%
	Superior Técnica Completa	22,4%
	Media Completa	18,3%
	Universitaria Incompleta	16,9%
	Superior Técnica Incompleta	5,8%
	Media Incompleta	4,4%
	Postgrado	2,9%

Tabla 2: Estructura de la Muestra (N = 344)

Fuente: Elaboración a partir de los datos recolectados (2025).

Como se observa en la Tabla 2, el aspecto demográfico del perfil, respecto al sexo, es equitativa, la variable etaria, posee una media de 40 años, lo cual relevante, ya que posiciona al encuestado promedio en una posible etapa de vida que se podría asociar a la consolidación de su patrimonio, estabilidad de ingresos y ejercicio del poder de decisión dentro del hogar.

En el ámbito territorial, la recolección de datos presenta una concentración hacia la macrozona norte y centro del país, liderada por la Región de Antofagasta (64,8%), seguido por la Región de Valparaíso (18,9%) y la Región de Coquimbo junto la Región Metropolitana (4,1% ambas). Al estar la muestra localizada en el territorio con mayor irradiación solar del (Desierto de Atacama), las respuestas logran aislar la viabilidad climática del proyecto, asumiendo que los encuestados se encuentran en un entorno urbano (88,7%) donde la eficiencia de la energía solar fotovoltaica es incuestionable.

En línea con las barreras estructurales modeladas en el marco teórico, el tipo habitacional y la tenencia revelan que la mayor parte de la muestra pasa exitosamente el filtro estructural de entrada, ya que casi un 78% reside en casas unifamiliares y un 61,9% declara habitar en la calidad de propietario. Este cruce de datos indica que casi dos tercios de la muestra posee soberanía (techo propio disponible y capacidad de decisión) para llevar a cabo una inversión en generación distribuida, alejándose de los costos sociales asociados a la copropiedad.

Finalmente, el análisis del capital humano demuestra un nivel de formación de rango medio-alto, al agrupar las categorías educacionales, el 54,4% de la muestra cuenta con estudios de educación superior finalizados (técnica - 22,4%, universitaria - 29,1% y postgrado - 2,9%). Este elevado nivel de formación académica es un posible mitigador de las barreras informativas, sugiriendo así que la muestra posee una capacidad cognitiva para procesar información técnica, interpretar regulaciones y comprender mecanismos tarifarios, lo cual impacta teóricamente de forma directa en su base de facilidad de uso percibida.

10. Análisis de fiabilidad por constructo

Para asegurar la validez estadística y de los modelos causales que se desarrollarán posteriores, es un requisito evaluar la fiabilidad de las escalas utilizadas en la recolección de datos. En la psicometría e investigación de mercados, la consistencia interna se determina por el coeficiente Alfa de Cronbach, un indicador estadístico que evalúa el grado en que los distintos ítems de una escala Likert se encuentran correlacionados entre sí, demostrando si efectivamente miden una misma variable y asegurando que la medición esté libre de errores aleatorios (Frías-Navarro, 2025).

Fiabilidad en Facilidad de Uso Percibida

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,903	,898	6

Figura 8: Alpha de Cronbach de Facilidad de Uso Percibida.

Fuente: Elaboración propia/SPSS.

Al analizar el primer constructo del modelo, correspondiente a la facilidad de uso percibida, su escala compuesta por 6 ítems orientados a capturar la percepción de los hogares respecto a la simplicidad en la instalación, operación, comprensión técnica y mantenimiento de las ERNC habitacionales, presenta un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,903 (Figura 8).

De acuerdo con la metodología psicométrica aplicada, cualquier valor que supere el 0,90 se califica como un indicador de fiabilidad excelente (Frías-Navarro, 2025), por lo que este resultado evidencia que los componentes de la escala operan de manera consistente, lo que confirma que se mide de forma precisa la creencia del consumidor de que la transición

hacia el autoconsumo eléctrico en su hogar no demandará una carga cognitiva ni un esfuerzo administrativo inmanejable en la gestión de trámites o manejo de la tecnología.

Fiabilidad en Utilidad Percibida

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,963	,963	6

Figura 9: Alpha de Cronbach de Utilidad Percibida.

Fuente: Elaboración propia/SPSS.

En el caso de la utilidad percibida, la escala generada por 6 ítems para evaluar las expectativas de beneficio residencial arrojó un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,963 (Figura 9). Este valor representa el indicador de consistencia interna más elevado entre las cuatro dimensiones del modelo analizadas, entrando en un rango de confiabilidad extremadamente alto según los criterios de Frías-Navarro (2025).

Desde una perspectiva estrictamente metodológica, la literatura de Frías-Navarro (2025) advierte que coeficientes Alfa sobre 0,95 pueden ser indicativos de redundancia entre los ítems de la escala, cuales podrían estar formulados de manera similar. Sin embargo, para efectos de esta investigación, se determinó mantener los seis ítems, debido a que cada uno fue estructurado para representar dimensiones económicas y operacionales diferenciadas de la utilidad de las ERNC en el contexto habitacional chileno (ahorro financiero directo, estabilización de costos de largo plazo frente a tarifas reguladas, independencia energética y reducción del impacto ambiental). Por lo tanto, se valida la utilidad percibida como un constructo robusto, internamente coherente y definido para el perfil del prosumidor nacional.

Fiabilidad en Actitud Hacia el Uso

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,954	,954	6

Figura 10: Alpha de Cronbach de Actitud Hacia el Uso.

Fuente: Elaboración propia/SPSS.

Para la variable actitud hacia el uso, los análisis presentan un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,954 (Figura 10) lo que al igual que las dimensiones anteriores, este indicador se posiciona sólidamente dentro del rango de fiabilidad excelente, confirmando que los ítems destinados a medir la evaluación afectiva del consumidor se encuentran fuertemente correlacionada (Frías-Navarro, 2025).

Considerando que este constructo agrupa la percepción valorativa del hogar respecto a las ERNC, este nivel de consistencia interna demuestra que los encuestados respondieron de manera estable al cuestionario. Este valor respalda la validez de la actitud hacia el uso como una variable mediadora dentro del sistema del auto productor.

Fiabilidad de la intención de uso

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,903	,898	6

Figura 11: Alfa de Cronbach de Intención de uso.

Fuente: Elaboración propia/SPSS.

Finalmente, la escala asignada para evaluar la variable dependiente del estudio, siendo esta la intención de uso cual presentó un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,938 (Figura 11), lo que clasifica como una fiabilidad excelente, validando la consistencia interna de los ítems conductuales (Frías-Navarro, 2025).

Este resultado asegura que las afirmaciones dirigidas a estimar la probabilidad real de destinar capital familiar para instalar ERNC en el próximo tiempo, la disposición a recomendar la adopción tecnológica a pares dentro de su entorno y la planificación consciente de su implementación, fueron contestadas de forma coherente por la muestra, por lo que el constructo queda validado para ser utilizado como un indicador representativo de la disposición conductual de las familias chilenas y como variable dependiente base para los modelos de regresión lineal diseñados para validar las hipótesis de la investigación.

11. Análisis factorial

Habiendo confirmado la fiabilidad y consistencia interna de las escalas a través del Alfa de Cronbach, el paso siguiente consiste en evaluar la validez de constructo del instrumento. Para lograr esto, se realiza un Análisis Factorial Exploratorio (AFE), una técnica diseñada para reducir la dimensionalidad de los datos y agrupar los ítems en subfactores.

Antes la extracción de estos factores, es obligatorio diagnosticar si la matriz de datos es apta para ser factorizada, esto se realiza a través de dos pruebas de viabilidad, la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de Esfericidad de Bartlett.

Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,925
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	8755,524
	gl	276
	Sig.	,000

Figura 12: Prueba de KMO y Bartlett.

Fuente: Elaboración propia/SPSS

El índice KMO es un análisis que verifica la magnitud de los coeficientes de correlación parciales entre las variables, en un rango de 0 a 1. Su función es determinar qué proporción de la varianza total de los ítems puede ser considerada como "varianza común" y no a una "varianza única" o error (Lloret-Segura et al., 2014).

Como se evidencia en la Figura 12, el cálculo arrojó un valor KMO = 0,925, lo que de acuerdo con los criterios establecidos por Lloret-Segura et al. (2014), se clasifica como excelente. En el contexto de esta investigación, un KMO de 0,925 asegura de que los ítems

del cuestionario comparten un volumen de varianza común, lo que significa que la base de datos es óptima para que la información se resuma en un número reducido de factores.

De forma complementaria, se analizó la prueba de Esfericidad de Bartlett, la cual evalúa la hipótesis nula (H_0) de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, ya que, si fuera el caso, aplicar un análisis factorial sería erróneo. Los resultados de la Figura 12 evidencian un Chi-cuadrado de $\chi^2(276) = 8755,524$ con una significancia $p < 0,001$, siendo este valor p menor al nivel de error aceptado ($\alpha = 0,05$) se rechaza la hipótesis nula de no correlación, lo que confirma que existen correlaciones significativas entre los items, lo que a la vez confirma que se puede resumir los factores (Lloret-Segura et al., 2014).

Gráfico de sedimentación

Para determinar el número óptimo de dimensiones que deben extraerse de la matriz de datos, siguiendo los pasos desarrollados por Lloret-Segura et al. (2014), este gráfico permite identificar el punto de inflexión en el cual la curva de autovalores deja de descender de forma abrupta y comienza a aplanarse hacia el eje horizontal.

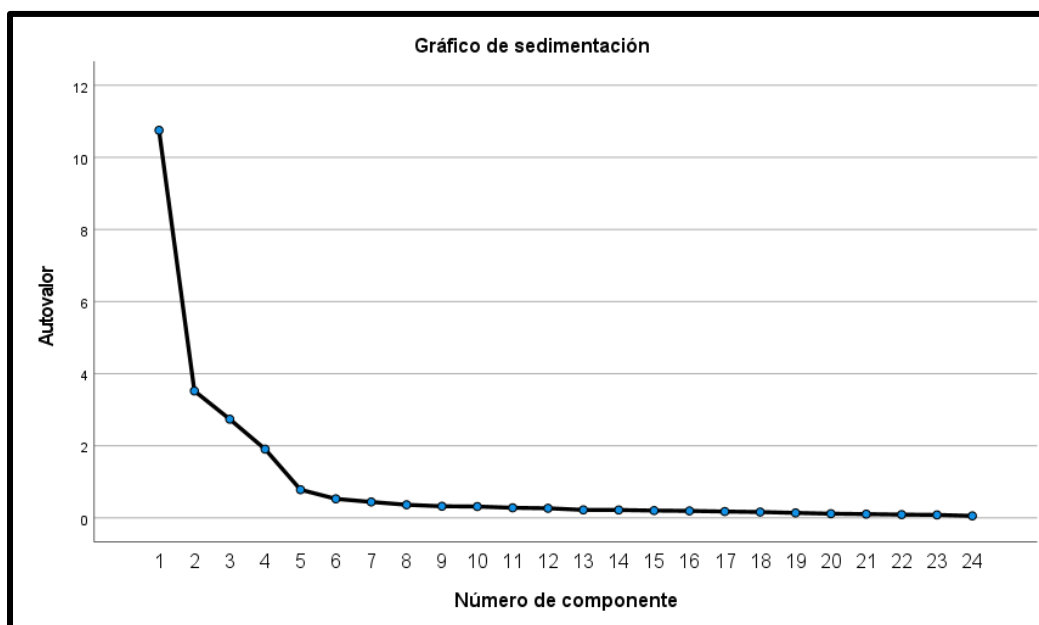


Figura 13: Grafico de Sedimentacion.

Fuente: Elaboraicon propia/SPSS.

Observando la Figura 13, cual plasma los valores asociados a cada componente en orden descendente, se evidencia caída desde el primer hasta el cuarto componente, siendo a partir del componente cinco la curva presenta un cambio de trayectoria, volviéndose casi lineal.

De acuerdo con los criterios, los componentes ubicados antes de la caída representan la fracción significativa de la varianza común compartida por los ítems del cuestionario, mientras que los componentes que se ubican en la línea plana abarcan principalmente varianza residual, por lo que su aporte es marginal y no justifica la creación de una nueva variable. Siendo así que el análisis del gráfico determina la retención de cuatro factores, resultado que se alinea con la teoría de las cuatro dimensiones del TAM propuestas para esta investigación (Lloret-Segura, 2014).

Habiendo validado la adecuación de la matriz (KMO y Bartlett) y determinado el número de dimensiones a retener (Gráfico de Sedimentación), el último paso es desarrollar la extracción estadística sobre los 24 ítems del modelo.

Para la solución factorial se realizó a un método de rotación oblicua, basado en la teoría del comportamiento humano de Davis (1989), donde los conductos no son estáticos, sino que se encuentran psicológica y estadísticamente relacionados

Varianza de constructos

Una vez determinada la viabilidad de la factorización y establecido el número de dimensiones a través del gráfico de sedimentación, es importante analizar la capacidad de los componentes retenidos para desarrollar la información de los 24 ítems. Esto se realiza mediante el análisis de la Varianza Total Explicada, el cual permite evaluar la eficiencia del modelo al resumir el comportamiento de los datos.

Varianza total explicada							
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación ^a
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	
1	10,753	44,802	44,802	10,753	44,802	44,802	7,283
2	3,522	14,676	59,479	3,522	14,676	59,479	6,545
3	2,739	11,411	70,890	2,739	11,411	70,890	6,817
4	1,907	7,947	78,837	1,907	7,947	78,837	6,458
5	,783	3,261	82,098				
6	,529	2,203	84,301				
7	,443	1,846	86,147				
8	,364	1,518	87,665				
9	,323	1,347	89,011				
10	,316	1,315	90,327				
11	,281	1,170	91,497				
12	,267	1,113	92,609				
13	,223	,928	93,538				
14	,220	,916	94,454				
15	,203	,848	95,301				
16	,194	,809	96,111				
17	,177	,739	96,850				
18	,163	,681	97,530				
19	,139	,580	98,110				
20	,117	,488	98,598				
21	,105	,438	99,036				
22	,092	,383	99,419				
23	,083	,346	99,765				
24	,056	,235	100,000				

Método de extracción: análisis de componentes principales.

a. Cuando los componentes están correlacionados, las sumas de las cargas al cuadrado no se pueden añadir para obtener una varianza total.

Figura 14: Varianza total explicada.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Como se evidencia en los resultados de la Figura 14, la solución óptima se da con los primeros cuatro componentes, cuales logran satisfacer la selección de Kaiser, registrando de forma individual valores superiores a uno. Al analizar la capacidad explicativa, el Componente 1 posee la mayor carga al explicar el 44,80% de la varianza de los datos, por su parte, el Componente 2 explica un 14,68%, el Componente 3 un 11,41% y el Componente 4 aporta un 7,95% de la variabilidad muestral. De igual forma, el indicador más relevante de este análisis es el porcentaje de la varianza acumulada, el cual alcanza un 78,84%, lo cual se califica como altamente satisfactoria, donde los constructos representando las diferencias y patronas de conducta real de los encuestados (Llore-Segura et al., 2014).

De igual forma, a partir del componente número 5 en adelante, los valores descienden por debajo de uno, lo que implica que cada una de las dimensiones fuera de las seleccionadas explican menos varianza que un único ítem estandarizado, lo que justificar apartarlas y no interpretarlas. Estos datos muestran la misma línea evidenciada en la Figura 13, confirmando la decisión de mantener las cuatro dimensiones (Llore-Segura et al., 2014).

Desde la perspectiva del marco del modelo, la solución de cuatro componentes no se da por coincidencia, sino que es una posible una validación del marco teórico desarrollado, donde esta estructura mantiene un desarrollo similar al del TAM, confirmando que el pensamiento del consumidor residencial chileno frente a las ERNC se maneja en torno a las dos creencias cognitivas fundamentales, facilidad de uso y utilidad percibida, junto a las dos variables determinantes de la disposición conductual, actitud hacia el uso e intención de uso (Davis, 1989; 1993).

Matriz de patrón

Matriz de patrón ^a				
	Componente			
	1	2	3	4
ERNC me ayudaría a controlar el gasto mensual del hogar.	,857	,066	,092	-,020
En general, instalar ERNC sería útil para mi hogar.	,857	,091	,067	,061
Instalar ERNC reduciría de manera importante mi cuenta de electricidad.	,855	,055	,030	,058
En conjunto, instalar ERNC representa una decisión beneficiosa para mi hogar.	,848	,071	,085	,084
ERNC aportaría beneficios claros a la gestión energética del hogar (p. ej., menor dependencia de la red).	,825	,073	,048	,074
La relación costo-beneficio de instalar ERNC en mi hogar sería favorable.	,788	,035	,109	,102
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 3	,062	,965	-,063	-,083
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 4	,014	,937	,017	-,054
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 5	,010	,933	,033	-,040
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 6	-,071	,927	,037	,018
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 2	,058	,814	-,042	,071
Instalar ERNC en mi hogar me parece...	,106	,791	-,005	,051
Tengo un plan concreto para instalar ERNC en mi hogar próximamente.	-,108	-,041	,915	-,028
Priorizaré instalar ERNC frente a otras inversiones del hogar.	,024	-,027	,910	-,021
Estoy dispuesto/a a firmar contrato con un proveedor de ERNC en el próximo tiempo.	,022	,016	,845	,042
Buscaré activamente información y cotizaciones para instalar ERNC.	,095	,031	,842	-,017
Es probable que instale ERNC en mi hogar.	,110	,026	,797	,098
Planeo destinar presupuesto para instalar ERNC.	,174	,026	,789	,000
Operar y monitorear el sistema sería sencillo.	,190	-,036	-,044	,859
Aprender a usar un sistema ERNC en el hogar me resultaría fácil.	,229	-,041	-,094	,823
En general, usar un sistema ERNC sería fácil para mí.	,294	-,027	-,128	,798
El mantenimiento periódico del sistema me resultaría manejable.	,015	,014	,146	,792
Recuperarse de errores sería fácil.	,017	-,050	,198	,757
Usar ERNC no requeriría esfuerzo de mi parte.	-,295	,170	,107	,560
Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Oblimin con normalización Kaiser. a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.				

Figura 15: Matriz de patron.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Para realizar el Análisis Factorial Exploratorio junto al método de rotación oblicua, se necesita interpretar la estructura de los constructos mediante la Matriz de Patrón, cual aísla el efecto de la correlación entre las dimensiones, mostrando coeficientes de regresión estandarizados parciales de cada ítem sobre su factor (Field, 2013). Este paso es la prueba final para verificar que la medición posee validez, entorno como los ítems de un mismo constructo se agrupan y como los constructos son estadísticamente identificables entre sí.

La figura 15 evidencia como el Componente 1 (Utilidad Percibida) agrupa solo los 6 ítems diseñados para medir la expectativa de beneficios económico, ahorro e independencia energética, posee cargas factorial altas, con un rango de 0,79 a 0,86 y marcando valores cercanos a cero en el resto de los componentes. Por otro lado, el Componente 2 (Actitud hacia el Uso) se encuentra activo con las mayores marcas del modelo, presentando coeficientes entre 0,79 y 0,97, evaluando la afectividad global hacia la adopción de ERNC residencial. De igual forma, el Componente 3 (Intención de Uso) atrae los ítems conductuales respectivos, evidenciando cargas factoriales por sobre 0,79. Por último, el Componente 4 (Facilidad de Uso Percibida) también agrupa de forma consistente la carga cognitiva, técnica y administrativa de manejo de ERNC a nivel residencial, con valores superiores a 0,79, aunque si bien, un Ítem en específico registra una carga menor (0,56), sigue superando la carga mínima para tener una variable dentro de su factor (Llores-Segura et al., 2014).

La matriz de patrón permite corroborar que los 24 ítems cubren su dimensión, también permite identificar que la matriz presenta una ausencia de cargas cruzadas relevantes, es decir, ningún ítem cubre dos o más factores a la vez, comportamiento que garantiza la validez del modelo. A pesar de que el consumidor residencial relaciona psicológicamente la facilidad con la utilidad (motivo por el que se utilizó una rotación oblicua), cada constructo evalúa dimensiones independientes, limitadas y sin redundancias (Lloret-Segura et al., 2014).

Matriz de correlaciones

Matriz de correlaciones de componente				
Componente	1	2	3	4
1	1,000	,303	,325	,394
2	,303	1,000	,308	,283
3	,325	,308	1,000	,405
4	,394	,283	,405	1,000
Método de extracción: análisis de componentes principales.				
Método de rotación: Oblimin con normalización Kaiser.				

Figura 16: Matriz correlacion de componentes.

Fuente: Elaboración propia/SPSS.

Para evaluar la magnitud de estas relaciones de factores en la mente del posible consumidor residencial, se examina la Matriz de Correlación de Componentes, cual complementa lo hallado en la matriz de patrón, asegurando que los componentes compartan un rasgo común, pero mantengan identidades separadas, descartando problemas de multicolinealidad (Field, 2013).

La figura 16 evidencia las correlaciones lineales estimadas entre los cuatro constructos del TAM para la adopción de ERNC residencial, observando como los cuatro factores son de signo positivo y con magnitudes moderadas, con relaciones entre un límite de $r = 0,283$ (entre Facilidad de Uso Percibida y Actitud hacia el Uso) y $r = 0,405$ (entre Facilidad de Uso Percibida e Intención de Uso). La utilidad de vincula con la actitud en un 0,303 y con la intención en un 0,325, mientras que la actitud y la intención muestran un valor de 0,308.

Las correlaciones que se encuentren en el intervalo de 0,30 a 0,41 aporta un análisis de valor para la validez del modelo, siendo así como se asegura la ausencia de Colinealidad al evidenciar la falta de redundancias entre los constructos y como son distinguibles e independientes. De igual forma, como todas las asociaciones son significativas y positivas, se refuerza la teoría de que los constructos no se desarrollan de forma aislada, parte de una misma estructura, basado en su covarianza (Field, 2013).

Matriz de comunalidades

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
Aprender a usar un sistema ERNC en el hogar me resultaría fácil.	1,000	,789
En general, usar un sistema ERNC sería fácil para mí.	1,000	,804
Operar y monitorear el sistema sería sencillo.	1,000	,850
El mantenimiento periódico del sistema me resultaría manejable.	1,000	,761
Recuperarse de errores sería fácil.	1,000	,721
Usar ERNC no requeriría esfuerzo de mi parte.	1,000	,374
Instalar ERNC reduciría de manera importante mi cuenta de electricidad.	1,000	,827
ERNC me ayudaría a controlar el gasto mensual del hogar.	1,000	,821
ERNC aportaría beneficios claros a la gestión energética del hogar (p. ej., menor dependencia de la red).	1,000	,812
La relación costo-beneficio de instalar ERNC en mi hogar sería favorable.	1,000	,794
En conjunto, instalar ERNC representa una decisión beneficiosa para mi hogar.	1,000	,891
En general, instalar ERNC sería útil para mi hogar.	1,000	,887
Instalar ERNC en mi hogar me parece...	1,000	,714
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 2	1,000	,712
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 3	1,000	,897
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 4	1,000	,870
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 5	1,000	,876
Instalar ERNC en mi hogar me parece... 6	1,000	,854
Planeo destinar presupuesto para instalar ERNC.	1,000	,759
Buscaré activamente información y cotizaciones para instalar ERNC.	1,000	,776
Es probable que instale ERNC en mi hogar.	1,000	,802
Priorizaré instalar ERNC frente a otras inversiones del hogar.	1,000	,813
Estoy dispuesto/a a firmar contrato con un proveedor de ERNC en el próximo tiempo.	1,000	,767
Tengo un plan concreto para instalar ERNC en mi hogar próximamente.	1,000	,749
Método de extracción: análisis de componentes principales.		

Figura 17: Comunalidades.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Para finalizar la evaluación de veracidad del modelo de medición, se procede a la revisión de la matriz de comunalidades de extracción, lo que, en el contexto del análisis de componentes, la comunalidad representa la proporción de la varianza de cada ítem observable que logra ser explicada en conjunto por los cuatro factores retenidos. Su interpretación se basa en el coeficiente de determinación (R^2), donde valores cercanos a uno indican que el ítem está representado por la solución factorial, mientras que valores bajos indican variables cuya información es ruido o su varianza no es compartida (Lloret-Segura et al., 2014).

La Figura 17 presenta el trabajo del instrumento, donde el total de las 24 afirmaciones, 23 ítems logran comunalidades superiores a 0,70, lo cual implica que más del 70% de la variabilidad en casi todo el cuestionario se encuentra explicada por los constructos de Utilidad, Facilidad, Actitud e Intención. Sin embargo, el análisis de la matriz evidencia de igual forma un único ítem que presenta un rendimiento por debajo de la norma, siendo el ítem la afirmación "Usar ERNC no requeriría esfuerzo de mi parte", cual posee una comunalidad de 0,374 (Lloret-Segura et al., 2014).

Los ítems con comunalidades bajo 0,50 suelen ser eliminados, dado que menos de la mitad de su varianza es explicada por la estructura, pero para el diseño de esta investigación se tomó la decisión de retener este ítem (Lloret-Segura et al., 2014).

Desde la perspectiva de Davis (1989), la Facilidad de Uso Percibida no solo desarrolla la facilidad técnica, sino la falta de esfuerzo físico y mental, por lo que eliminar el ítem que evalúa explícitamente la percepción de esfuerzo personal del encuestado cortaría la validez total de contenido del constructo. Además, como se demostró previamente, la dimensión de Facilidad de Uso Percibida presentó un Alfa de Cronbach de 0,903, asegurando que, a pesar de su baja comunalidad, el ítem no disminuye la consistencia interna de la escala.

12. Validacion hipotesis

Una vez verificada la fiabilidad de las escalas (Alfa de Cronbach) y confirmada la validez del modelo mediante el Análisis Factorial Exploratorio, la investigación cuenta con una base sólida y limpia. El paso siguiente se basa en desarrollar la evaluación del modelo estructural, mediante las relaciones bivariadas y multivariadas planteadas en las hipótesis. Para esto, de desarrollaron método para permitir reflejar la relación, peso y significancia de los efectos causales planteados por el TAM.

Hipótesis 1

H1: La Facilidad de Uso Percibida (PEOU) genera un efecto positivo y significativo sobre la Utilidad Percibida (PU) de los sistemas ERNC residenciales.

Para validar estadísticamente esta primera hipótesis, que plantea la estructura predictiva del modelo de Davis (1989), se realizó una regresión lineal simple donde la Utilidad Percibida fue la variable dependiente y la Facilidad de Uso Percibida como variable independiente.

Coeficientes ^a								
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		95,0% intervalo de confianza para B		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	3,236	,244		13,259	<,001	2,756	3,716
	PEOU_prom	,556	,044	,567	12,744	<,001	,470	,642

a. Variable dependiente: PU_prom

Figura 18: Regresión PU – PEOU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,567 ^a	,322	,320	,89883	,322	162,400	1	342	<,001

a. Predictores: (Constante), PEOU_prom

Figura 19: Regresión PU – PEOU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

La matriz de coeficientes (Figura 18), permite evaluar el aporte del constructo predictor (PEOU), obteniendo su coeficiente estandarizado Beta (β) de 0,567, junto un estadístico $t = 12,744$ y un $p < 0,001$, siendo factores positivos y estadísticamente significativo, esta estructura confirma que existe una relación causal directa y de magnitud moderada-alta. Este coeficiente β indica que, manteniendo todo lo demás constante, por cada aumento de una desviación estándar en la Facilidad de Uso Percibida, la Utilidad Percibida de las ERNC se incrementa en 0,567 desviaciones estándar.

Al analizar la bondad de ajuste del modelo (Figura 19), el análisis de varianza (ANOVA) confirma que la regresión es significativa, entregando un estadístico $F(1,342) = 162,400$ con un valor $p < 0,001$.

El coeficiente de determinación (R^2) posee un valor de 0,322, lo que significa que el 32,2% de la variabilidad total en la Utilidad Percibida de los hogares chilenos es explicada solo que tan fácil perciben que es el sistema. Cerca de un tercio en las diferencias de opinión entre los encuestados frente a qué tan útil o rentable es integrar una ERNC en su hogar, se explica directamente por la falta de dificultad técnica o administrativa. El 67,8% de la varianza restante corresponde a factores externos no modelados en la regresión y al error aleatorio.

Este hallazgo es coherente con lo planteado por Davis (1989), siendo así que los hogares chilenos que perciben que la integración de tecnologías de ERNC no posee procesos engorrosos (instalación rápida, trámites simplificados y operación intuitiva) tienden de forma automática a valorar con mucha más fuerza los beneficios económicos (ahorro en la boleta y control del gasto mensual). La reducción de los "costos blandos" y del esfuerzo cognitivo opera como un catalizador psicológico que magnifica el atractivo financiero del proyecto.

Finalmente, la evidencia rechaza la hipótesis nula de no asociación y permite aceptar la Hipótesis 1, confirmando que la Facilidad de Uso Percibida produce un efecto causal positivo, relevante y estadísticamente significativo sobre la Utilidad Percibida en el mercado residencial nacional.

Hipótesis 2

H2: La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) influyen de manera positiva en la Actitud hacia el Uso (ATU) de ERNC, asumiendo la PU un rol predictivo dominante.

Para contrastar la segunda hipótesis planteada en base del modelo, la cual evalúa cómo se desarrolla la evaluación afectiva de los hogares (Actitud), se realizó un análisis de regresión lineal múltiple. En este modelo, la Actitud hacia el Uso fuera la variable dependiente, mientras que la Utilidad Percibida y la Facilidad de Uso Percibida fueron desarrolladas de forma simultánea como variables independientes.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,420 ^a	,177	,172	,97395
a. Predictores: (Constante), PU_prom, PEOU_prom				

Figura 20: Regresión ATU – PEOU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Coeficientes ^a									
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	3,684	,325	11,324	<,001	3,045	4,324		
	PEOU_prom	,110	,057	,114	,056	-,003	,223	,678	1,475
	PU_prom	,339	,059	,345	<,001	,223	,454	,678	1,475
a. Variable dependiente: ATU_prom									

Figura 21: Regresión ATU – PEOU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Al analizar el ajuste del modelo en la Figura 20, se observa un coeficiente de determinación $R^2 = 0,177$, lo que implica que el 17,7% de la varianza en la Actitud de los encuestados hacia la integración de tecnologías de ERNC es explicada de manera conjunta por las percepciones de utilidad y facilidad de uso.

La Figura 21 evidencia los efectos causales, donde la Utilidad Percibida demuestra un impacto directo, positivo y significativo sobre la Actitud ($\beta = 0,345$, $t = 5,779$, $p < 0,001$), indicando que, al mantener constante la facilidad de uso, cada incremento de una desviación estándar en la Utilidad, la Actitud positiva hacia la adopción aumenta en 0,345 desviaciones estándar, determinando así que los hogares que logran visualizar los retornos de las ERNC (ahorro directo, estabilidad a largo plazo) desarrollan directamente una disposición afectiva favorable hacia el proyecto.

Por otro lado, al verificar el impacto de la Facilidad de Uso Percibida sobre la Actitud, el modelo entrega un coeficiente estandarizado menor ($\beta = 0,114$) con un valor $p = 0,056$. Como que este valor está por encima del límite de significancia ($\alpha = 0,05$), se indica que el efecto directo de la Facilidad sobre la Actitud es débil y no significativo cuando se controla por la Utilidad.

Este resultado es una confirmación de la teoría de Davis (1989), ya que el modelo plantea que la Facilidad de Uso se desarrolla principalmente a través de un método de mediación completa, es decir, que una interfaz o un trámite sea fácil no genera una actitud positiva por sí solo, debido que su verdadero aporte se basa en que la facilidad hace que el sistema se vuelva más útil (como se comprobó en la Hipótesis 1) y es la utilidad la que finalmente impacta en una actitud favorable.

Se acepta la Hipótesis 2 respecto a la estructura predictiva dominante de la Utilidad Percibida y se confirma el desarrollo de que la Facilidad de Uso Percibida traspasa su influencia de manera indirecta, a través de los beneficios económicos percibidos de un proyecto energético residencial.

Hipótesis 3

H3: La Utilidad Percibida (PU) y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) impactan directa y positivamente sobre la Intención de Comportamiento (BI) hacia la instalación de ERNC.

Para verificar la tercera hipótesis del modelo, cual busca identifica que factores cognitivos impulsan la decisión de invertir en ERNC para el hogar, por lo cual se realizó un análisis de regresión línea múltiple para medir el peso de influencia de cada variable, siendo la Utilidad Percibida y Facilidad de Uso Percibida los predictores conjuntos de la Intención de Uso.

Coeficientes ^a									
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Estadísticas de colinealidad	
	B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	,658	,400	1,646	,101	-,128	1,444		
	PEOU_prom	,397	,071	,313	<,001	,258	,536	,678	1,475
	PU_prom	,375	,072	,290	<,001	,234	,517	,678	1,475

a. Variable dependiente: BI_prom

Figura 22: Regresión BI – PEOU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,534 ^a	,285	,281	1,19668	,285	67,965	2	341	<,001

a. Predictores: (Constante), PU_prom, PEOU_prom

Figura 23: Regresión BI – PEOU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS

Analizando la Figura 22, los resultados demuestran la dinámica resultante entre las variables, siendo así que, la Utilidad Percibida demuestra un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la intención ($\beta = 0,29$, $t = 5,211$ y $p < 0,001$), reforzando como la expectativa de beneficio financiero (ahorro en boletas y estabilidad energética) es un impulsor indispensable de la intención de integrar ERNC en el hogar. De igual forma, la Facilidad de Uso Percibida evidencia un efecto positivo, significativo y un poco mayor ($\beta = 0,313$, $t = 5,631$ y $p < 0,001$), definiendo así que al mantener constante la utilidad, un aumento de una desviación estándar en la facilidad percibida aumenta la intención de inversión en 0,313 desviaciones estándar.

Respecto la Figura 23, la bondad del ajuste del modelo (completo) entrega una varianza significativa ($F = 67,965$ y $p < 0,001$), siendo el coeficiente de determinación $R^2 = 0,285$, indicando así que el 28,5% de las variaciones de la intención de los hogares por integrar sistemas ERNC se explica de forma conjunta por qué tan útiles y que tan fáciles de manejar perciben estas tecnologías. Nuevamente, los estadísticos de colinealidad descartan redundancias entre los predictores ($VIF = 1,475$).

Respecto lo planteado por Davis (1989, 1993), el resultado difiere levemente, siendo así que en el modelo tradicional la utilidad siempre domina a la facilidad, sin embargo, en el contexto de las ERCN residencial de Chile, es la complejidad la variable dominante. La integración de, por ejemplo, un panel solar implica intervenir estructuralmente un hogar, riesgo de operación, alta inversión y trámites administrativos densos, por lo que la Facilidad iguale levemente la Utilidad demuestra que la intención de integrar ERNC no depende solo del beneficio económico, sino que está condicionado a que el proceso y uso sean percibidos como manejables.

Por último, los resultados afirman la tercera hipótesis planteada, permitiendo aceptar la misma y confirmando que la disposición conductual de los hogares es una variable que depende en medidas similares, rentabilidad económica clara y una reducción en la complejidad técnica y administrativa.

Hipótesis 4

H4: Una Actitud hacia el Uso (ATU) favorable incide positiva y significativamente en la Intención de Comportamiento (BI) del prosumidor residencial.

Para validar la última hipótesis del modelo predictiva, cual busca identificar si la evaluación afectiva global (Actitud) logra generar de forma efectiva una disposición conductual real, por lo que se estimó un modelo regresión lineal múltiple. La Intención de Uso se desarrolla como la variable dependiente, mientras que de forma simultánea la Actitud hacia el Uso y la Utilidad Percibida trabajan como variables independientes. Se introduce la percepción de utilidad ya que Davis (1993) la plantea como el predictor directo sobre la intención, siendo necesario controlar su varianza para plasma el efecto afectivo.

Coeficientes ^a										
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			95,0% intervalo de confianza para B		Estadísticas de colinealidad	
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	,561	,471		1,190	,235	-,366	1,488		
	PU_prom	,519	,067	,401	7,753	<,001	,388	,651	,832	1,202
	ATU_prom	,213	,068	,162	3,128	,002	,079	,348	,832	1,202
a. Variable dependiente: BI_prom										

Figura 24: Regresión BI – ATU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Resumen del modelo									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,490 ^a	,240	,236	1,23352	,240	53,935	2	341	<,001

a. Predictores: (Constante), ATU_prom, PU_prom

Figura 25: Regresión BI – ATU y PU.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Visualizando la Figura 24, se identifica que la Actitud hacia el Uso desarrolla un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la intención de compra ($\beta = 0,162$, $t = 3,121$ y $p < 0,002$), indicando que, al mantener constante la percepción de utilidad, un incremento de una desviación estándar en la actitud produce un aumento de 0,162 desviaciones estándar en la intención, implicando que hogares con una actitud favorable hacia la transición energética (aporte medioambiental, modernidad y confiabilidad) aumentan su disposición a querer desarrollar una inversión. Por otro lado, la Utilidad Percibida demuestra un impacto más sólido sobre la intención, registrando un coeficiente estandarizado de $\beta = 0,401$ ($t = 7,741$ y $p < 0,001$), plasmando así que, al controlar la afectividad, un incremento de una desviación estándar en la utilidad percibida provoca un aumento de 0,401 desviaciones estándar en la intención real de adoptar ERNC a nivel residencial.

Ahora bien, al evaluar los estadísticos de bondad de ajuste en la Figura 25, el modelo entrega un coeficiente de determinación $R^2 = 0,240$, implicando así que el 24% de las diferencias en la intención de los hogares chilenos por integrar sistemas de ERNC es explicada de forma conjunta por una actitud evaluativa y la utilidad percibida, mientras que el 76% restante está sujeto a variables externas no consideradas en esta estructura (ya sea restricciones físicas o capacidad de liquidez) y al error de medición estándar.

Esta diferencia entre los coeficientes predictivos presenta una dinámica conductual respecto la brecha de adopción residencial, entorno a que el hecho de que la Utilidad duplique el peso explicativo de la Actitud demuestra que la simpatía ambiental o valoración positiva hacia las ERNC es un antecedente necesario pero insuficiente por si solo para impulsar la intención. Determinando que un hogar puede poseer una ideología sustentable, pero si su percepción de beneficio respecto al retorno y enfrentamiento barreras de inversión son negativas, no se efectuara de forma directa la intención.

13. Conclusiones de Hipótesis

El desarrollo de los modelos de regresión permite realizar un juicio sobre las relaciones de causalidad planteadas en las validaciones de hipótesis, relacionando los resultados del modelo con la realidad regulatoria y económica.

Conclusión Hipótesis 1

La primera Hipótesis planteaba que una mayor Facilidad de Uso Percibida determina causalmente un aumento en la Utilidad Percibida entorno a los sistemas de ERNC a nivel residencial, lo que se respalda respecto la evidencia en la aplicación metodológica. La regresión lineal entregó un efecto positivo y de magnitud moderada-alta, demostrando que casi un tercio de la variabilidad de la utilidad de los encuestados se explica solo por la reducción en facilidad percibida.

El resultado valida la teoría de Davis (1989), donde efectivamente la facilidad actúa como el impulsor de la utilidad, además entrega un análisis al sistema de generación distribuida de Chile, ya que como se documentó en capítulos anteriores, las principales barreras de adopción en el país no giran en torno al sistema tecnológico en sí, sino en costos blancos (tramitaciones, permisos, interconexión y asimetría de información sobre requisitos técnicos), extensos procesos administrativos, operación de las distribuidoras y tiempos de entendimiento, por lo que la esta Hipótesis demuestra que la simplificación de los procesos no son solo un beneficio administrativo, sino un impulsor del beneficio financiero.

El marco normativo que estructura la generación distribuida (DS N°57) y programas de fomento (Casa Solar) externalizando el peso administrativo y estandarizan los procesos, por lo que los hogares internalizando esta facilidad y se traducen cognitivamente en un aumento en la utilidad, siendo así finalmente que el hogar percibe que, al reducir esfuerzo, el retorno de la inversión y el ahorro en la boleta se vuelven más tangibles, seguros y rentables.

Conclusión Hipótesis 2

La segunda Hipótesis proponía que la evaluación afectiva (Actitud hacia el Uso) se desarrolla a partir de la percepción de Utilidad y Facilidad de uso, validado por el modelo de regresión múltiple, cual verifico la estructura predictiva de las variables, revelando que

la Utilidad Percibida posee un efecto directo, positivo y significativo sobre la Actitud, mientras que el impacto de la Facilidad se es marginal al controlar la percepción de utilidad.

Este planteamiento es la confirmación de la propuesta central del TAM, donde la Facilidad influye en la actitud de manera indirecta, al hacer que el sistema sea mas útil, como se validó en la primera Hipótesis (Davis 1989, Davis, 1993).

Para la brecha de 34.429 instalaciones residenciales bajo la generación distribuida frente al potencial de millones de hogares, el resultado es relevante, ya que demuestra como para generar una actitud favorable hacia la transición energética en un hogar el factor de beneficios económicos es fundamental, siendo así que la afectividad mejora casi únicamente en la medida en que los incentivos (Net Billing, tarifas horarias, independencia energética) logren generar excedentes y asegurar rentabilidad respecto la inversión inicial.

Conclusión Hipótesis 3

La tercera Hipótesis establecía que la Intención de Uso se encuentra determinada de manera conjunta y positivamente tanto por la Utilidad como por la Facilidad de Uso Percibidas, confirmado por los resultados la doble influencia, evidenciando que la percepción de utilidad y la facilidad de manejo actúan como impulsores decisivos.

El análisis más destacable de esta regresión múltiple es que la Facilidad de Uso logra superar levemente en la muestra el peso de la Utilidad en la predicción de la intención, mientras que en tecnologías de software tradicional la utilidad es el predictor dominante, pero para estructural de las ERNC residenciales se modifica en menor medida este planteamiento.

En Chile, la adopción de un sistema de ERNC implica modificar la estructura física del hogar, utilizar líneas de crédito e interactuar con monopolios de distribución eléctrica, por lo que, bajo este riesgo percibido, el hogar exige y valora el ahorro en la boleta, pero condiciona su intención a que el proyecto esté libre de dificultades. Por lo tanto, el éxito de políticas públicas futuras no solo depende de subsidiar la compra de equipos, sino de garantizar el acompañamiento técnico continuo y la automatización de descuentos para evitar que la dificultad administrativa impida la intención de inversión.

Conclusión Hipótesis 4

La cuarta hipótesis planteaba que una Actitud Favorable hacia la instalación aumenta la Intención de Uso junto la Utilidad Percibida, validado por el modelo causal de forma significativa y la vez confirmo que la Utilidad posee el poder predictivo más sólido dentro del esquema.

Esta diferencia refleja el pensamiento ecológico del consumidor, ya que como demuestra las encuestas internacionales (Banco Europeo de Inversiones, 2023), existe un consenso ciudadano (80%) a favor de las energías limpias, siendo así que investigación demuestra que esta actitud es un componente cognitivo si bien necesario, insuficiente por sí solo para generar una intención de integrar ERNC a nivel residencial.

Las barreras económicas (altos costos de instalación) e informativas plasmadas en capítulos anteriores, provocan un muro que contiene la intención, ya que la afectividad ideológica hacia las ERNC choca con las restricciones presupuestarias de un hogar, impidiendo el paso directo de la aprobación cognitiva hacia la intención concreta. Como última instancia, la confirmación de la Hipótesis asimila que la intención de un hogar chileno es racional, donde la actitud favorable solo se transforma en acción cuando está relacionada directamente con las percepciones de retorno financiero y utilidad operativa.

14. Análisis Clústeres K-Medias de ERNC Residencial

Validación para la Agrupación de Clústeres

Una vez validada la estructura causal del TAM, la investigación sigue hacia el análisis agregado de la muestra con un enfoque de segmentación estratégica, por lo que, para cumplir este objetivo, se aplicó un análisis de conglomerados (clústeres) K-medias, una técnica estadística multivariante no jerárquico. El objetivo de este método es clasificar a los hogares en grupos mutuamente excluyentes, maximizando la homogeneidad interna de cada grupo y la heterogeneidad entre ellos (Field, 2013).

Para la configuración, se utilizaron como variables de segmentación los puntajes promedio estandarizados de los cuatro constructos validados, además, para eliminar sesgo de las diferencias de escala o varianza entre los constructos, se realiza una estandarización previa de las variables (Puntuaciones Z), asegurando que cada factor aporta el mismo peso al clúster. Para lograr finalmente desarrollar un diseño de políticas públicas, se forzó a dos grupos la segmentación.

ANOVA						
	Clúster		Error		F	Sig.
	Media cuadrática	gl	Media cuadrática	gl		
Puntuación Z (Facilidad_prom)	143,055	1	,585	342	244,690	<,001
Puntuación Z (Utilidad_prom)	135,770	1	,606	342	224,067	<,001
Puntuación Z (Actitud_prom)	130,570	1	,621	342	210,210	<,001
Puntuación Z (Intencion_prom)	105,055	1	,696	342	150,997	<,001
Las pruebas F sólo se deben utilizar con fines descriptivos porque los clústeres se han elegido para maximizar las diferencias entre los casos de distintos clústeres. Los niveles de significación observados no están corregidos para esto y, por lo tanto, no se pueden interpretar como pruebas de la hipótesis de que los medias de clúster son iguales.						

Figura 26: ANOVA de puntuaciones por variable.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Para evaluar la validez interna de la solución de dos clústeres y verificar la significancia de las variables en la separación de los grupos, se analiza la varianza (ANOVA) de las puntuaciones.

Como se nota en la Figura 26, las cuatro variables psicométricas muestran diferencias entre ellas marcadas y significativas ($p < 0,001$), siendo así los estadísticos F de mayor magnitud la Facilidad de Uso ($F = 244,690$) y la Utilidad Percibida ($F = 224,067$), confirmando que todos los constructos del modelo poseen alta capacidad discriminante.

Este comportamiento asegura que ninguno de los constructos desarrollados es redundante en el proceso de segmentación, siendo así que cada factor aporta información única y crítica para segmentar perfiles habitacionales con pensamiento y disposiciones conductuales diferenciadas frente a la transición energética.

Perfil de los Clústeres finales

La interpretación de los segmentos que resultan, se realiza mediante el análisis de los centros de los conglomerados finales, los cuales representan el valor medio estandarizado de cada variable para los asignados a cada grupo.

Centros de clústeres finales		
	Clúster	
	1	2
Puntuación Z (Facilidad_prom)	-1,02904	,40412
Puntuación Z (Utilidad_prom)	-1,00250	,39370
Puntuación Z (Actitud_prom)	-,98312	,38608
Puntuación Z (Intencion_prom)	-,88185	,34631

Figura 27: Centros de clústeres finales.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Los centros de los conglomerados detallados en la Figura 27 presentan dos realidades cognitivas y conductuales diferentes frente a la integración residencial de ERNC. Para el Clúster 1, este grupo presenta puntuaciones negativas y críticas en los cuatro constructos evaluados, moviéndose entre rangos de 0,881 y 1,029 desviaciones estándar por debajo de la media muestral. Los integrantes de este clúster procesan cognitivamente las ERNC residenciales como tecnologías complejas de implementar y de operar (baja Facilidad de Uso Percibida), generando incertidumbre de la viabilidad de retornos financieros reales (baja Utilidad Percibida), mantienen una evaluación afectiva neutra o desfavorable hacia la incorporación en el hogar (baja Actitud hacia el Uso) y presentan una baja disposición a planificar la inversión de integrar estas tecnologías en el próximo plazo (baja Intención de Uso). Este segmento representa el perfil de consumidores rezagados que se encuentra afectados por las barreras económicas, estructurales e informativas que fueron planteadas en capítulos anteriores.

Por otro lado, el Clúster 2 es el opuesto al Clúster 1, agrupando a los hogares que presentan niveles de percepción positivos, ubicándose de forma estable entre 0,346 y 0,404 desviaciones estándar por encima del promedio. Para estas personas, la transición a ERNC residencial es visualizada como un sistema accesible, amigable y libre de procesos administrativos complejos, (alta Facilidad de Uso Percibida), validan la utilidad de los sistemas como tecnologías eficientes, optimización económica y protección a alzas de tarifas (alta Utilidad Percibida), también presentan una actitud afectiva favorable proambiental (alta Actitud hacia el Uso) y exteriorizan una intención activa, dispuestos a planificar la adopción de soluciones energéticas limpias en sus hogares (alta Intención de Uso). Este clúster calza con el consumidor caracterizados en el marco teórico, aquel con capacidad estructural y de capital, apto para invertir de forma directa y acceder a instrumentos de fomento.

Esta estructura de segmentación funciona como un instrumento estratégico, demostrando que el mercado habitacional del país podría encontrarse polarizado en dos bloques, un segmento activo que ya “superó” las barreras cognitivas y que requiere solo incentivos de aceleración (Clúster 2) y un segmento rezagado que se encuentra bloqueado por las barreras físicas, regulatorias, económicas e informativas (Clúster 1).

Para que el país alcance una expansión masiva de su matriz distribuida, el diseño de políticas públicas debe abandonar los enfoques generales y plantear estrategias diferenciadas para cada segmento.

Perfil Sociodemográfico - Nivel educacional máximo alcanzado

Habiendo formado la segmentación, es interesante caracterizar la composición sociodemográfica de cada clúster, procedimiento que permite determinar si los atributos estructurales de los hogares encuestados explican su pertenencia al grupo de rezagados (Clúster 1) o de adoptantes favorables (Clúster 2).

Para evaluar la existencia de asociaciones, se realizó el análisis de contingencia (tablas cruzadas) y pruebas de Chi-cuadrado de Pearson para el primer atributo demográfico a validar, cual es el nivel educacional máximo alcanzado por el encuestado representante del hogar. Para representar esta sección, se le asignó una enumeración a cada nivel educativo, siendo, 3 = Ed. Media Incompleta, 4 = Ed. Media Completa, 5 = Ed. Técnica Incompleta, 6 = Educación Técnica Completa, 7 = Ed. Universitaria Incompleta 8 = Ed. Universitaria Completa y 9 = Postgrado).

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,606 ^a	6	,016
Razón de verosimilitud	15,520	6	,017
Asociación lineal por lineal	1,316	1	,251
N de casos válidos	344		
a. 2 casillas (14,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,82.			

Figura 28: Chi cuadrado de clúster respecto nivel educacional.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

La Figura 29, cual evidencia el estadístico Chi-cuadrado de Pearson, presenta un valor de $\chi^2(6) = 15,606$ con un nivel de significancia $p = 0,016$, dado que el valor p es inferior a 5%, se rechaza la hipótesis nula de independencia. Esto valida que la distribución del nivel educacional no aleatoria, sino que existe una asociación significativa entre el capital humano del hogar y su disposición a adoptar ERNC.

Tabla cruzada				
Recuento		Número de caso de clúster		Total
		1	2	
¿Cuál es el nivel educativo más alto que usted ha alcanzado?	3	4	11	15
	4	23	41	64
	5	4	16	20
	6	22	55	77
	7	21	37	58
	8	17	83	100
	9	6	4	10
Total		97	247	344

Figura 29: Tabla cruzada de clúster respecto nivel educacional.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Analizando la asignación de la Figura 29 respecto del nivel educacional máximo alcanzado por clúster, se puede identificar un patrón demográfico marcado, ya que para el Clúster 2 se concentra una proporción mayor de personas con formación superior finalizada, con un 33,6% de este segmento con educación universitaria completa (83 casos) y un 22,3% con estudios técnicos completos (55 casos), por lo que, en conjunto, más de la mitad de este grupo posee formación académica superior.

Por el contrario, el Clúster 1 presenta una mayor proporción en educación media y educación incompleta, siendo así que, dentro de este segmento reacio a la integración, el 45,3% de los casos se hallan quienes solo completaron la educación media (23 casos) y quienes poseen estudios universitarios incompletos (21 casos).

Este hallazgo se relaciona con lo desarrollado anteriormente, respecto a las barreras cognitivas e informativas, donde la adopción de tecnología residencial bajo el esquema de generación distribuida no es un proceso de consumo tradicional, sino que exige la capacidad técnica para evaluar proyectos a largo plazo, interpretar normativas de la y comprender la mecánica de la valorización de inyecciones a la red. En consecuencia, el hecho de que el segmento más dispuesto a la adopción (Clúster 2) posea niveles educacionales más altos confirma que el capital humano trabaja como un reductor de las

barreras de complejidad, siendo así que, a mayor nivel de educación formal, el hogar posee una mayor capacidad instalada para procesar información técnica asimétrica, elevando su Facilidad de Uso Percibida y materializando de forma más directa su intención de inversión.

Perfil Sociodemográfico - Tenencia de vivienda

El segundo atributo sociodemográfico para verificar fue la tenencia de vivienda en que reside una familia, factor relevante en la integración de ERNC, dado que la instalación de estos sistemas requiere modificaciones estructurales, ya sea en techo o patios. al igual que el punto anterior, se le asignó un valor numérico para representar cada tipo de tenencia residencial, siendo 1 = Propia, 2 = Arrendada y 3 = Cedida.

Tabla cruzada La vivienda donde reside es: *Número de caso de clúster				
Recuento		Número de caso de clúster		Total
		1	2	
La vivienda donde reside es:	1	66	147	213
	2	25	77	102
	3	6	23	29
Total		97	247	344

Figura 30: Tabla cruzada de clúster respecto zona residencial.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,310 ^a	2	,315
Razón de verosimilitud	2,367	2	,306
Asociación lineal por lineal	2,259	1	,133
N de casos válidos	344		
a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 8,18.			

Figura 31: Chi cuadrado de clúster respecto zona residencial.

Fuente: Elaboración Propia/SPSS.

El segundo atributo sociodemográfico analizado fue el régimen de tenencia de la vivienda donde reside el encuestado. Este factor es relevante en la adopción tecnológica, dado que la instalación de sistemas requiere modificaciones estructurales en techo o patio.

La composición habitacional (Figura 30) evidencia una dominancia de viviendas propias (61,9%), seguido por residencias arrendadas (29,7%) y propiedades cedidas (8,4%), estructura que se mantiene en ambos clústeres. La vivienda propia es la tenencia habitacional tanto en el Clúster 1 (68%) como en el Clúster 2 (59,5%).

Sin embargo, el hallazgo más relevante se encuentra en la prueba estadística Chi-cuadrado de Pearson (Figura 31), cual entregó un valor $\chi^2(2) = 2,310$ con un nivel de significancia $p = 0.315$, superando el nivel máximo de $p = 0,05$, por lo que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de independencia.

Este resultado establece que no existe relación estadística significativa entre el régimen de tenencia y la pertenencia a los segmentos de los clústeres, lo cual implica que los hogares chilenos encuestados no se vuelven rezagados o propensos a la integración de ERCN por ser propietarios o arrendatarios, lo cual aporta un factor crítico en el desarrollo de la industrial.

La encuesta evidencia que existe un volumen importante de no propietarios, arrendatarios y ocupantes de viviendas cedidas (40%) integrados en el segmento de aquellos hogares propenso a la intención de integrar ERCN, lo cual plasma que estas personas perciben de manera positiva la utilidad, presentan actitudes favorables y tienen una real intención de uso para el autoconsumo. El impedimento al que se pueden enfrentar estos hogares no es el rechazo a estas tecnologías, sino la falta de control sobre la infraestructura, como la falta de autorización para intervenir, contratos de arriendo con plazos definidos).

Este análisis valida como la disposición hacia la transición energética es similar en ambos segmentos, por lo que es importante que las normativas e incentivos fortalezcan mecanismos asociativos de ERNC comunitaria, permitiendo a familias sin techo propio integrarse a plantas urbanas, logrando afrontar la barrera de la tenencia física.

15. Discusiones generales de resultados

Utilidad Percibida como constructo dominante

Los resultados del modelo establecen a la Utilidad Percibida como el constructo con mayor peso explicativo sobre la intención de integrar ERNC a nivel residencia, lo cual es coherente con lo planteado por el modelo TAM, donde la utilidad trabaja como el predictor mas fuerte en la aceptación tecnología, pero en el contexto energético de la investigación recibe una importancia destacable. La decisión de instalar un sistema solar fotovoltaico o una bomba de calor no se basa solo en una construcción moral o ambiental, sino en una evaluación directa respecto la inversión y beneficios, los cuales se perciben solo si realmente se visualiza un ahorro en la cuenta de la luz, además de que tan lejano se encuentra el periodo de retorno, lo cual justificaría la inversión.

Que la utilidad sea dominando fija que la adopción real y la puesta en marcha de un proyecto se estancara si el beneficio económico no se evidencia de forma tangible y segura, barrera que choca directamente con el marco regulatorio nacional. Si bien la Ley de 20.571 (BCN, 2012) fue diseñada para viabilizar la autoproducción residencial permitiendo vender excedentes a precio regulado, la baja adopción residencial demuestra que existe una brecha entre el potencial real y la utilidad que los hogares creen que obtendrán.

Parte de esta brecha proviene de la dificultad de comprensión de las tarifas (cargos fijos, cobros de distribución, limites), provocando que el consumidor promedio no visualice el

impacto financiero de un sistema ERNC. Debido a esto, el desafío principal para la política pública no es únicamente mejorar la rentabilidad de los proyectos, sino hacer que esta rentabilidad sea visible y creíble.

Una solución estratégica y regulatoria directa sería la estandarización de simuladores de ahorro, herramientas obligatorias que, cruzando el historial de consumo de un hogar, pueda entregar escenarios probables (pesimista, esperado y optimista) con montos y plazos fáciles de interpretar. De igual forma, es importante fortalecer regulaciones que garanticen estabilidad en la valorización de excedentes para enfrentar el riesgo percibido y asegurar que la inversión sea confiable a largo plazo.

Finalmente, el mercado debe desarrollar la utilidad mediante atributos como el confort térmico, independencia frente a cortes eléctrico y al alza sostenida de las tarifas eléctricas, cuales deben integrarse en programas como Casa Solar o el FAE. Al trabajar más el factor de la utilidad más allá de la boleta a fin de mes, se lograría captar a aquellos hogares dispuestos a aceptar retornos más largos a cambio de bienestar y seguridad integral.

Costos blandos y la Facilidad de Uso Percibida

El segundo constructo determinante en el modelo es la Facilidad de Uso Percibida, lo cual nuevamente se alinea con el TAM, ya que los resultados confirman que la facilidad no solo influye directamente en la intención, sino que produce un efecto causal sobre la utilidad. En este contexto de ERNC residenciales, la disminución de la complejidad es como un impulsor financiero, mientras más fácil se percibe el proceso, más rentable y útil se evalúa la tecnología.

En el sistema chileno, la facilidad es más que el manejo del equipo, incluye la carga cognitiva y administrativa del proceso completo de integración, cotizar proveedores, modificar la vivienda, tramitar certificaciones, aprobar las inspecciones de conexión bajo y lograr comprender el nuevo formato de facturación. Aunque la normativa actual intenta estandarizar estos procesos técnicos, para el consumidor estos avances no siempre son visibles, provocando así que la asimetría de información frente a las distribuidoras, junto con el aumento de los plazos y el lenguaje técnico aumentan los costos blandos, impidan la evaluación de un proyecto.

Mientras la integración siga dependiendo del esfuerzo administrativo del hogar, la tecnología quedará dividida solo a los segmentos líderes, por lo que una solución óptima sería la externalización de la carga de gestión a través de modelos llave en mano, donde una empresa sea capaz de desarrollar el proyecto, ya que cuando el Estado o las empresas proveedora asumen la gestión, licitación y tramitación con la distribuidora, el esfuerzo percibido por el hogar disminuiría, donde el proceso deja de ser un proyecto estresante y se transforma en un servicio accesible, dejando el camino para que la utilidad percibida impulse la intención.

Valor simbólico e Intención de Uso

La Actitud hacia la integración de ERNC se desarrolla en el modelo como un predictor positivo y significativo, pero con un peso estadístico menor al de la utilidad, marcando así la dinámica del mercado, donde existe una alta valoración del hogar (simbólica) de las ERNC, pero esta afectividad no es suficiente para impulsar la decisión de compra, por lo que, muchos hogares que se declaran a favor de la descarbonización retroceden al momento de ver la inversión.

Los distintos organismos han logrado difundir el discurso climático y los beneficios de la transición energética (programas de recambio de calefactores, normativas de calidad del aire), pero sin una rentabilidad clara y una experiencia de adopción sencilla, la actitud se detiene solo como aprobación moral y no se traduce en intención.

Las políticas y estrategias de marketing no deben simplemente apelar a la conciencia climática, sino dirigirse hacia la experiencia de pares visibilizando casos de éxito en comunidades reales, demostrando como familias comunes han logrado reducir su dependencia de la red, mejorar su confort térmico y estabilizar sus finanzas, siendo esencial marcar la actitud favorable con resultados observables y verificables para que la confianza en las instituciones y proveedores logre reducir el miedo a la comprensión técnica.

Perfiles de hogares y su brecha cognitiva e inmobiliaria

El análisis de clústeres complementa el modelo causal al segmentar la muestra en dos grupos estratégicos, el Clúster 1 (reacios) y el Clúster 2 (dispuestos), siendo este último grupo quienes internalizaron las ERNC como herramientas viables y rentables, mientras que el segmento reacio percibe beneficios inciertos y de barreras administrativas técnicas.

El hecho de que el clúster más dispuesto agrupe significativamente a personas con educación superior (universitaria y técnica completa) demuestra que la barrera de adopción no es solo financiera, ya que comprender la estructura de tarifas y proyectar la rentabilidad del Net Billing exige capital cultural e informativo. A mayor instrucción formal, el hogar posee mayor capacidad para despejar la incertidumbre, lo que evidencia la urgencia de simplificar la comunicación tarifaria para facilitar el acceso a los segmentos medios (Nisbett, 2013).

Ahora bien, que variables estructurales como la propiedad (vivienda propia, arrendada/cedida) no tengan asociaciones significativas con la pertenencia al clúster dispuesto rompe el modelo, ya que la intención de instalar ERNC existe en los arrendatarios, pero su interés choca con el filtro inmobiliario frente la falta de capacidad decisiva o contratos de plazos fijos al intentar gestionar un proyecto.

Estas conclusiones permiten diseñar una hoja de ruta diferenciada, donde para el segmento dispuesto, el desafío es cerrar la barrera entre interés y la ejecución mediante la simplificación de los trámites. Por otro lado, para impulsar la demanda de arrendatarios y residentes de departamentos, el marco regulatorio debe dirigirse hacia la masificación de modelos de "Generación Comunitaria", permitiendo que la alta disposición hacia las ERNC no quede estancada por la incapacidad de intervenir la propiedad.

16. Alcance y recomendaciones

Aportes de la investigación

La presente investigación aporta a la comprensión de la adopción residencial de ERNC al validar el Modelo de Aceptación Tecnológica en el contexto nacional, gracias a que los resultados demuestran que la Utilidad, la Facilidad, la Actitud y la Intención forman un modelo estadísticamente sólido y con alta fiabilidad. Se comprueba que la decisión de convertirse en auto productor se desarrolla por medio de un proceso racional, donde la utilidad percibida trabaja como el predictor más fuerte de la intención, mientras que la actitud y la facilidad de uso actúan como aceleradores.

El estudio además entrega una explicación a la desconexión entre el potencial del país y la baja adopción residencial, se demuestra que la existencia de un marco habilitante (Ley Net Billing y metas de descarbonización) no generan automáticamente una adopción masiva. La investigación plantea esta brecha como un problema de percepciones, donde las barreras informativas y el enfrentamiento administrativo terminan disminuyendo la Utilidad y la Facilidad de Uso Percibidas, dificultando la intención final, una justificación teórica de por qué la adopción crece levemente.

La identificación de dos perfiles psicométricos y sociodemográficos diferentes (dispuesto y reacio) entrega una ruta para la toma de decisiones, permitiendo que futuras políticas y modelos de negocio dejen los enfoques universales y diseñen instrumentos focalizados según la capacidad cognitiva y el nivel de percepción de cada grupo objetivo.

Recomendaciones estratégicas para la industria

Con base en los hallazgos y las discusiones anteriores, se propone el siguiente plan de acción dirigido.

Para atacar de forma directa la variable de percepción motor del modelo para el contexto energético residencial (Facilidad de Uso Percibida), con el fin de reducir la carga cognitiva de los hogares y evitar que sientan complicaciones para la puesta en marcha de un proyecto energético, se debiesen de impulsar modelos de “Llave en mano”. Incentivar un modelo de negocio donde una empresa asuma la realización de estudios técnicos, procesos administrativos, certificación, conexión, instalación de paneles y cambio de medidor, con el

objetivo de acelerar la intención de adopción mediante la disminución de carga para el hogar, generando que solo deba llegar e invertir.

La integración de calculadoras estandarizadas en las plataformas de las distribuidoras que transformen el historial de consumo en escenarios probables de ahorro, con el objetivo de visibilizar y transparentar la rentabilidad del proyecto para elevar la Utilidad Percibida y atacar la brecha informativa, evidenciando cuando ahorraría en promedio un hogar, cuanto debiese pagar en saldo real y cuando recuperaría su inversión.

Como tercera propuesta, se debe establecer un diseño de programas diferenciados para cada segmento, siendo el Clúster 2 (Dispuestos) su focalización en la oferta comercial respecto a reducir la fricción económica de la inversión inicial para así impulsarlos de la intención a la acción. Para lograr esto se debiese generar un flujo de financiamiento “verde”, un crédito cuyas cuotas a pagar sean de un valor igual o menor al ahorro proyectado que se generaría en la boleta de la luz de un hogar, por ejemplo, si una residencia acostumbra a pagar \$50.000 en su boleta de luz y proyecta ahorrar \$30.000, la banca o retail financiero debiesen generar un crédito con cuotas a pagar similares a \$30.000, por lo que en los próximos meses el hogar seguirá pagando \$50.000, con la diferencia de que solo \$20.000 serán dirigidos a pagar la cuenta de la luz al ya evidenciar un ahorro, mientras que los \$30.000 restantes irán a pagar la cuota, provocando que el hogar no deba invertir más de su presupuesto pues prácticamente se paga solo con lo ahorrado, sin presentar un riesgo financiero mayor.

Por último, al Cluster 1 (Reacios) se debe priorizar un trabajo completamente pedagógico, enfatizar mensaje en retorno económico y el fomento en integrar de sistemas más avanzados. Se debiese aplicar el efecto pares de manera positiva, es decir, un acompañamiento mediante talleres prácticos, testimonios comunales y garantizar el desempeño de los sistemas, presentando casos de éxito para hacerles comprender que el proceso es manejable y financieramente óptimo, relacionando las ERNC con preocupaciones cotidianas.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Para posteriores investigaciones, sería interesante expandir el modelo TAM integrando constructos externos que, dado el contexto nacional, son potencialmente determinantes, incorporando variables como la Confianza en las Instituciones (SEC, distribuidoras), el

Riesgo Financiero Percibido y la Influencia Social (efecto pares). Además, para profundizar en la alta valoración simbólica de las ERNC y la baja adopción, se recomienda complementar con entrevistas en profundidad a hogares que abandonaron el trámite a mitad de camino, lo que permitiría identificar con exactitud en qué punto del recorrido del cliente se bloquea la intención de uso. Por último, Considerando el hallazgo sobre la alta disposición de los arrendatarios (limitados por restricciones inmobiliarias), futuras líneas de investigación deben evaluar la viabilidad legal y comercial de proyectos de "Generación Ciudadana o Comunitaria", testeando la intención de los hogares para suscribirse a granjas solares compartidas sin necesidad de intervenir la techumbre propia.

17. Conclusiones

Conclusiones de la investigación

La presente investigación aplicó efectivamente el TAM para explicar la intención de integrar ERNC en el consumo residencial chileno, relacionando este análisis con una evaluación del marco normativo, los esquemas de incentivos y las barreras vigentes.

El modelo demostró una fiabilidad excelente y la validez de los constructos, confirmando que las percepciones de los hogares chilenos frente a la adopción de tecnologías limpias pueden medirse mediante la Utilidad, Facilidad, Actitud e Intención, ya que los hallazgos corroboran la teórica central del TAM, donde la Utilidad Percibida es el determinante “dominante” de la intención de adopción, mientras que la Facilidad de Uso trabaja como un impulsor y la Actitud actúa como un factor necesario pero insuficiente. En síntesis, el hogar chileno está dispuesto a la transición energética únicamente si la tecnología se percibe como una solución manejable y con retornos económicos reales y tangibles.

Cabe destacar que la muestra sobre la cual se desarrolló la investigación se caracterizó por una alta participación de personas residentes en casas unifamiliares, bajo tenencia de propiedad, con niveles de educación media a superior y con una concentración territorial en zonas urbanas de la Región de Antofagasta, perfilamiento que delimita el segmento habitacional al que representan los modelos predictivos desarrollados.

Objetivos desarrollados

En base a los resultados desarrollados y analizada, es posible afirmar que tanto el objetivo general como los objetivos específicos planteados al inicio de esta investigación fueron desarrollados por completo.

El objetivo general “Analizar el estado actual de la adopción residencial de ERNC en Chile, con foco en el autoconsumo y la generación distribuida, para aplicar el Modelo de Aceptación Tecnológica y explicar la intención de integración de estas tecnologías en los hogares de Chile, con el fin de identificar los principales factores que determinan la disposición de uso”. Para el cumplimiento de este objetivo, los primeros capítulos de la investigación entregaron el diagnóstico detallado del sistema de la generación distribuida, caracterizando las tecnologías, programas de fomento y barreras, siendo posteriormente los capítulos siguientes los encargados de aplicar y validar el modelo, explicando como las variables cognitivas influyen de forma directa en la intención de integrar ERNC, integrando así el análisis del marco con el comportamiento del consumidor.

Ahora bien, respecto al cumplimiento de los objetivos específicos, comenzando con el primero “Describir cómo los hogares valoran la utilidad, la facilidad de uso y la actitud hacia la instalación de ERNC”. Este objetivo se logró mediante la validación del instrumento basado en las escalas de Davis (1989, 1993), los análisis de fiabilidad (Alfas de Cronbach) y el Análisis Factorial Exploratorio (que explico un 79% de la varianza total) confirmando que los constructos se miden de forma consistente, lo que permitió describir como los hogares procesan el esfuerzo y el valor de la transición a ERNC.

Respecto el segundo objetivo específico “Identificar los atributos percibidos que determinan de manera significativa la intención de integrar tecnologías renovables”. Se desarrolló mediante las regresiones lineales del modelo, comprobando que la expectativa de ahorro, estabilidad económica frente alzas de tarifas de la luz y el confort térmico (Utilidad

Percibida) son los atributos de “mayor” impacto sobre la intención, marcándose como la variable central de la adopción.

Frente al tercer objetivo “Perfilar que grupos de hogares presentan mayor o menos disposición hacia la adopción residencial de ERNC según sus percepciones”. Para este análisis se logro segmentar los hogares en dos grupos diferenciados (mediante el Análisis de Conglomerados), los reacios y dispuestos, verificando así que el capital humano (nivel educacional) es un diferenciador entre los perfiles, mientras que el factor estructural (tenencia habitacional) no limita la disposición, evidenciando una potencial demanda.

Por último, el cuarto objetivo “Proponer recomendaciones estratégicas para mejorar la percepción y adopción de las ERNC”. Este objetivo se definió respecto las implicancias y recomendaciones planteados en base a los análisis plasmados a lo largo de la investigación, proponiendo planes de acción dirigidos a la normativa publica y a la industria, destacando la implementación de simuladores de ahorro para mitigar la incertidumbre financia y el impulso de modelos llave en mano para reducir los costos de transacción, mejorando así la valorización directa de los constructos.

Este planteamiento demuestra que los objetivos se desarrollaron de manera coherente, cuales producen una clara estructura del estado actual de la adopción residencial de ERNC en Chile, cumpliendo con el propósito central de la investigación.

18. Bibliografía

Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento. (2021, diciembre). *Estadísticas: Sector de generación de energía eléctrica renovable – Boletín*. [Presentación de PowerPoint](#)

Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento. (2024, enero). *Estadísticas: Sector de generación de energía eléctrica renovable – Boletín*. [Presentación de PowerPoint](#)

Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento. (2025, agosto). *Estadísticas: Sector de generación de energía eléctrica renovable – Boletín*. [Presentación de PowerPoint](#)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2008). *Ley N.º 20.257: Introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales* (HL20.257). <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=recursoslegales%2F10221.3%2F679%2F1%2FHL20257.pdf>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2013). *Ley N.º 20.698: Propicia la ampliación de la matriz energética mediante fuentes de energías renovables no convencionales*. [Ley Chile - Ley 20698 - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2018). *Ley N.º 21.118: Modifica la LGSE, con el fin de incentivar el desarrollo de las generadoras residenciales*. [Ley Chile - Ley 21118 - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2020). *Decreto Supremo N.º 8, de 05 de marzo de 2020: Aprueba Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica*. [Ley Chile - Decreto 8 05-MAR-2020 MINISTERIO DE ENERGÍA - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2020). *Decreto Supremo N.º 57, de 24 de septiembre de 2020: Aprueba reglamento de generación distribuida para autoconsumo*. [Ley Chile - Decreto 57 24-SEP-2020 MINISTERIO DE ENERGÍA - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2022). *Ley N.º 21.499: Regula los biocombustibles sólidos*. [Ley Chile - Ley 21499 - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Comisión Nacional de Energía. (2024). *Resolución exenta N.º 581*. [Res-Ex-CNE-581-2024.pdf](#).

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2024). *Programas de mejoramiento y ampliación de viviendas: Subsidios pagados en los programas DS 255 y DS 27 (2010–2023)* [Informe de asesoría técnica]. [obtienearchivo](#)

Congreso Nacional de Chile. (2012). *Ley N.º 20.571: Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [Ley Chile - Ley 20571 - Biblioteca del Congreso Nacional](#)

Coordinador Eléctrico Nacional. (2025). *Reporte anual de desempeño del Sistema Eléctrico Nacional año 2024*. [CEN-Reporte-Art-72-15-ano-2024.pdf](#)

Cooperativa Red Genera. (2024, abril). *Recomendaciones para el avance de la generación eléctrica distribuida de propiedad conjunta y las cooperativas de energía: Acciones concretas 2024–2026*. [recomendaciones paginas v04 1.pdf](#)

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. [\(PDF\) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology](#)

Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: System characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man–Machine Studies*, 38(3), 475–487. [User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts](#)

Enel. (2025). *Conceptos de tarifa* [Sitio web]. [Tarifas - Personas](#)

Enel Green Power. (2019). *Cerro Pabellón geothermal power plant, Chile* [Sitio web]. [Cerro Pabellón geothermal power plant, Chile | Enel Green Power](#)

Energía Estratégica. (2025, 14 de marzo). *La generación distribuida residencial de Chile sumó más de 90 MW en el último año*. [La generación distribuida residencial de Chile sumó más de 90 MW en el último año - Energía Estratégica](#)

European Investment Bank. (2023). *Casi 9 de cada 10 chilenos exigen políticas climáticas más estrictas, revela encuesta del BE [Presentación]*. [Casi 9 de cada 10 chilenos exigen políticas climáticas más estrictas, revela encuesta del BEI](#)

Fortini Vargas, E. (2024). *Tu propia energía: Conociendo la generación distribuida para autoconsumo [Presentación]*. Unidad de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía. [Presentación de PowerPoint](#)

Frías-Navarro, D. (2025). *Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia, España. [AlfaCronbach.pdf](#)

IEA PVPS Task 1. (2020). *Snapshot of Global PV Markets 2020*. International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme. [Snapshot of Global PV Markets - 2020](#)

International Energy Agency. (2024). *Capacity of renewable energy projects in connection queues, 2024 [Gráficos y datos]*. [Capacity of renewable energy projects in connection queues, 2024 – Charts – Data & Statistics - IEA](#)

International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme. (2016). *Self-consumption policies: International survey* (IEA PVPS T1-28:2016). https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/IEA-PVPS_-_Self-Consumption_Policies_-_2016_-_2.pdf

International Renewable Energy Agency. (2024). *Renewable power generation costs in 2023*. irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Sep/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2023.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas. (2024). *Censo de población y vivienda 2024*. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda>

Lavín Bello, C. M. (2016). *Análisis del mercado de energía solar en el sector residencial en Chile* (Memoria de título, Universidad de Chile). Repositorio Académico Universidad de Chile. [Analisis-del-mercado-de-energia-solar-en-el-sector-residencial.pdf](#)

Lloret-Segura, Susana, Ferreres-Traver, Adoración, Hernández-Baeza, Ana, & Tomás-Marco, Inés. (2014). El Análisis Factorial Exploratorio de los Ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>

Ministerio de Energía (Chile). (2015). *Energía 2050: Política energética de Chile*. [INTERIOR-LIBRO-ENERGIA-2050.indd](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2018, septiembre 6). *Estudio concluye que Chile tiene un potencial geotérmico de hasta 3.800 MW e inversiones por US\$25 mil millones*. [Estudio concluye que Chile tiene un potencial geotérmico de hasta 3.800 MW e inversiones por US\\$25 mil millones | Ministerio de Energía](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2019). *Caracterización del consumo energético residencial 2018* – Informe final. [energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/informe_final_caracterizacion_residencial_2018.pdf](#)

Ministerio de Energía. (2022). *Política Energética Nacional 2050 – Actualización 2022*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile [1 Energía renovable y sin emisiones.pdf](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2024, 21 de noviembre). *Inauguramos primera planta solar comunitaria en Talagante (Casa Solar Social)*. [Inauguramos primera planta solar comunitaria en Talagante - Gob.cl](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2024, 11 de diciembre). *Planificación energética de largo plazo (PELP) 2023–2027: Informe final*. [pelp2023-2027 informe final.pdf](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2024). *Se abren postulaciones para el Fondo de Acceso a la Energía 2024*. [Se abren postulaciones para el Fondo de Acceso a la Energía 2024 | Ministerio de Energía](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2025). *Nuevo ajuste en los precios de la electricidad domiciliaria*. [Nuevo ajuste en los precios de la electricidad domiciliaria | Ministerio de Energía](#)

Ministerio de Energía & Agencia de Sostenibilidad Energética. (2023). *Guía de orientaciones para la implementación de proyectos de energía a escala local*. [GUIA-DE-ORIENTACIONES-PARA-LA-IMPLEMENTACION-DE-PROYECTOS-DE-ENERGIA-A-ESCALA-LOCAL.pdf](#)

Ministerio de Energía & Agencia de Sostenibilidad Energética. (2024–2025). *Casa Solar*. AgenciaSE: Casa Solar [Sitio web]. [Casa Solar - Agencia de Sostenibilidad Energética](#)

Ministerio del Medio Ambiente (Chile). (2022). *Glosa N.º 10: Calefacción Sustentable. Reporte a la Comisión de Medio Ambiente del Senado (Oficio N.º 220362)* [Informe técnico]. [Informa Glosa](#)

Ministerio del Medio Ambiente (Chile). (2025). *Programa Recambio de Calefactores 2025*. [Recambio de Calefactores](#)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile). (2018). *Subsidio para instalación de sistemas solares fotovoltaicos* [Folleto]. [Folleto SSF web.pdf](#)

Ministerio de Energía (Chile). (2018). *Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF): Subsidio directo para viviendas sociales existentes – Sistemas solares térmicos*. [Subsidio directo para viviendas sociales existentes \(PPPF\) | Sistemas Solares Térmicos](#)

Nasirov, S., Gonzalez, P., Opazo, J., & Silva, C. (2023). *Development of rooftop solar under netbilling in Chile: Analysis of main barriers from project developers' perspectives*. *Sustainability*, 15, 2233. [Development of Rooftop Solar under Netbilling in Chile: Analysis of Main Barriers from Project Developers' Perspectives](#)

O'Shaughnessy, E., Grayson, A., & Barbose, G. (2023). *The role of peer influence in rooftop solar adoption inequity in the United States*. *Energy Economics*, 127, 107009. [The role of peer influence in rooftop solar adoption inequity in the United States](#)

Osorio-Aravena, J. C., de la Casa, J., Töfflinger, J. A., & Muñoz-Cerón, E. (2021). *Identifying barriers and opportunities in the deployment of the residential photovoltaic prosumer segment in Chile*. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102824. [Identifying barriers and opportunities in the deployment of the residential photovoltaic prosumer segment in Chile](#)

REN21. (2024). *Renewables 2024 Global Status Report – Energy Demand module*. [GSR2024 Demand Full Report.pdf](#)

Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2021). *Instrucción Técnica General RIC N.º 9.1/2021: Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas aisladas de las redes de distribución*. [ITG-RIC-N9.1-2021.pdf](#)

Superintendencia de Electricidad y Combustibles (2021). *Instrucción Técnica RGR N.º 06/2021: Sistemas de almacenamiento de energía a través de baterías (BESS) – Exigencias técnicas*. [sec.cl/sitio-web/wp-content/uploads/2022/01/3-EXIGENCIAS-TECNICAS-RGR-N06-2021.pdf](#)

Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2024, diciembre). *Informe SEC – diciembre 2024*. [Informe-SEC-Diciembre-2024.pdf](#)

Valdés-González, G. D., Rodríguez-Ponce, E. R., Miranda-Visa, C., & Lillo-Sotomayor, J. (2020). Estudio de viabilidad de sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía distribuida en la ciudad de Arica, Chile. *Información Tecnológica*, 31(3), 249–256. [0718-0764-infotec-31-03-249.pdf](#)

Walters, J. P., Kaminsky, J., & Huepe, C. (2018). Factors influencing household solar adoption in Santiago, Chile. *George Fox University: Faculty Publications. Journal of Construction Engineering and Management*, 144(6), 05018004. [Factors Influencing Household Solar Adoption in Santiago, Chile](#)