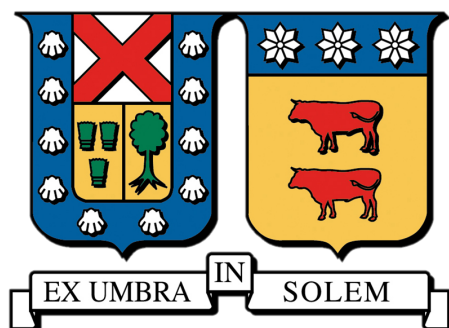




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**ESTRATEGIAS PARA LA ADOPCIÓN DE ENERGÍA SOLAR EN EL
SECTOR RESIDENCIAL CHILENO: MODELO DE NEGOCIOS DE
SUSCRIPCIÓN MENSUAL.**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

VÍCTOR EDUARDO ANDRADES GUERRA

PROFESOR GUÍA

RODRIGO MENA BUSTOS

PROFESOR CO-REFERENTE

ESTEBAN SALGADO

SANTIAGO DE CHILE, 09 DE DICIEMBRE 2024

Agradecimientos

Quiero iniciar estos agradecimientos expresando mi profunda gratitud a mis padres, Mariela Guerra y Víctor Andrades, quienes han sido mi principal fuente de apoyo y motivación a lo largo de mi trayectoria académica. Su apoyo incondicional y constante, sin presiones ni expectativas, ha sido fundamental en cada paso que he dado hacia este logro. Han hecho sacrificios significativos y han proporcionado no solo el amor y la guía que cualquier hijo desearía, sino también los medios y recursos necesarios para que pudiera perseguir y finalmente alcanzar mis objetivos educativos.

Estoy inmensamente agradecido por cada momento de aliento, por cada sacrificio que han hecho pensando en mi bienestar y futuro. Este título es un reflejo de su incansable dedicación y fe en mis capacidades. Dedicado con todo mi amor a ustedes, mis padres, este logro es también suyo. Gracias por todo el amor, el apoyo y la libertad para crecer. Los amo profundamente y valoro cada contribución que han hecho en mi vida.

Quiero expresar mi más profunda gratitud a mis abuelos, Aylin Pimentel y Nelson Guerra, por haberme criado y enseñado invaluable lecciones en diversos aspectos de la vida. Su cuidado y dedicación fueron fundamentales en mi crecimiento personal. A mi abuelo Nelson, en particular, le debo mucho de quien soy hoy. Siempre demostraste un profundo orgullo por mis logros, especialmente al completar el colegio y durante mi primer año universitario. Tu apoyo fue un regalo de incalculable valor, y tu alegría por mis avances siempre me llenó de felicidad.

Lamentablemente, nos dejaste inesperadamente en el 2020, un evento que me afectó profundamente y cuya tristeza perdura hasta hoy. Sin embargo, siento tu presencia y guía siempre desde donde sea que estés. Este título también es tuyo, abuelo, pues fuiste uno de los principales motivadores de mi decisión de entrar a la universidad. Con amor y gratitud, te envío un beso al

cielo y un eterno agradecimiento por todo lo que me has brindado.

Un agradecimiento especial a Claudio Westermeier, quien ha sido mucho más que la pareja de mi madre. Desde el día que llegó a nuestras vidas, con un pequeño y simpático regalo de un huevo Kinder, supe que era alguien especial. Claudio, gracias por abrirme las puertas de tu casa en Santiago, permitiéndome un espacio no solo para vivir sino para crecer. Tu apoyo ha sido increíble, siempre presente y sin pedir nada a cambio. Me has enseñado mucho, desde cosas prácticas hasta grandes lecciones de vida, y lo has hecho con una generosidad y un cariño que han marcado una gran diferencia en mi vida universitaria y personal. Eres parte de este logro tanto como cualquiera de mi familia directa. Gracias por estar ahí en cada paso del camino, por los consejos y por creer en mí, incluso cuando las cosas se ponían difíciles. Valoraré siempre todo lo que has hecho y el apoyo que me has dado. Aunque no lo digamos mucho, el cariño está ahí y siempre lo estará. ¡Un millón de gracias, Claudio!

Mi novia, gracias por el apoyo que me has dado en estos años de esfuerzo, gracias por estar siempre para mí y darme ánimo cuando más se necesitaba. Te amo demasiado, no lo olvides. Un beso y muchas gracias.

Mis amigos, siempre he sido alguien sociable, pero los más cercanos, muchas gracias por estar por ahí constantemente, reírnos y compartir lindos momentos: Javiera Cortés, Cristóbal Veliz, Francisca Villagra, Marcela Navarrete, Catalina Carvajal, Isadora Araya, Nicolás Saavedra, Brian Morales, Vicente Campillay y Felipe Soto. Muchas gracias por los buenos momentos que hemos vivido, gracias.

Simplemente a todos, gracias totales.

Tabla de Contenidos

1. Problema de Investigación	9
2. Objetivos	11
2.1. Objetivo General	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. Marco Teórico	12
3.1. Revisión de literatura	12
3.2. Cambio Climático y energías no renovables	13
3.3. Energías Renovables	13
3.3.1. Tipos de energías renovables	14
3.3.2. Energías renovables en Chile	15
3.3.3. Energía solar fotovoltaica en Chile	16
3.3.4. Energía solar fotovoltaica residencial en Chile	17
3.4. Sistema fotovoltaico residencial híbrido	18
3.5. Consumo de energía residencial en Chile	20
3.6. Legislación Chilena sobre proyectos solares residenciales	21
3.6.1. Ley Netbiling	22
3.6.2. Valor Actual Neto (VAN)	22
3.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)	24
3.7. Modelo Canvas	25
3.8. Cinco Fuerzas de Porter	26

4. Metodología	28
4.1. Enfoque de Investigación	28
4.2. Análisis de Mercado	29
4.3. Desarrollo del Modelo de Negocios	30
5. Desarrollo	31
5.1. Análisis de mercado	31
5.1.1. Cinco Fuerzas de Porter: sistemas solares residenciales	31
5.1.2. Análisis y resultados encuesta	37
5.2. Modelo de negocios	53
5.2.1. Segmento de clientes	53
5.2.2. Propuesta de valor	54
5.2.3. Canales	55
5.2.4. Relación con Clientes	55
5.2.5. Fuente de Ingresos	56
5.2.6. Recursos claves	56
5.2.7. Actividades claves	56
5.2.8. Socios Claves	57
5.2.9. Estructura de costos	58
5.2.10. Esquema modelo Canvas	59
5.3. Análisis Técnico-Económico	60
5.3.1. Horizonte de evaluación seleccionado	60
5.3.2. Proyección de demanda y crecimiento de participación de mercado	61



5.3.3. Participación de mercado	62
5.3.4. Análisis Técnico	66
5.3.5. Proyección Financiera	67
5.3.6. Tasa de descuento	74
5.3.7. Cálculo de indicadores Financieros	75
5.3.8. Análisis de indicadores Financieros	76
6. Conclusiones	78

Lista de Tablas

1.	Capacidad de energía instalada en el mundo de energías renovables (Statista, 2022)	15
2.	ENRC instaladas en Chile separadas por tecnología (Comisión Energía Nacional, 2023).	16
3.	Participación de la energía solar en Chile (Energía Solar, s.f.)	17
4.	Tabla resumen de socios clave y sus beneficios (Elaboración propia)	57
5.	Activos solares a utilizar	67
6.	CAPEX: Sistema fotovoltaico básico	68
7.	CAPEX: Sistema fotovoltaico con almacenamiento	69
8.	Costos Operativos (OPEX)	70
9.	Cuadro comparativo de precios y membresías	71
10.	Flujos Netos de Sistemas Fotovoltaicos con y sin Almacenamiento	72
11.	Indicadores Financieros de Sistemas Solares	76

Lista de Figuras

1.	Capacidad instalada por región en hogares inscritos ante la SEC (SEC,2024)	18
2.	Esquema sistema solar residencial (Newen Solar, 2021)	20
3.	Proceso de la energía y Netbiling (Enel)	22
4.	Esquema modelo de negocios CANVAS (upnify, 2023)	26
5.	Esquema cinco fuerzas de porter	27
6.	Gráfico de familiarización con sistemas fotovoltaicos (Elaboración propia)	38
7.	Opción de reducción de costos de energía (Elaboración propia)	39
8.	Importancia de energías renovables (Elaboración propia)	40
9.	Disposición a instalar un sistema fotovoltaico residencial (Elaboración propia) . . .	41
10.	Tipo de pago sistema fotovoltaico de preferencia (Elaboración propia)	42
11.	Sistema fotovoltaico de preferencia (Elaboración propia)	43
12.	Disposición del mercado a invertir en un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)	45
13.	Disposición a pagar por membresías mensuales por un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)	47
14.	Interés por incentivos fiscales (Elaboración propia)	48
15.	Tiempo esperado de recuperación de inversión (Elaboración propia)	49
16.	Barreras para instalar un sistema fotovoltaico residencial (Elaboración propia) . . .	50
17.	Factores de aumento de disposición de instalar un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)	51
18.	Esquema Canva del modelo de negocios (Elaboración propia)	59
19.	Demanda potencial por año para el modelo de negocios (Elaboración propia) . . .	66



20. Representación Flujos Netos de Sistemas Fotovoltaicos con y sin Almacenamiento

(Elaboración propia) 73

1. Problema de Investigación

El contexto actual de transición hacia fuentes de energía más sostenibles, debido al aumento en la preocupación por el cambio climático, ha generado un creciente interés en el desarrollo de proyectos de energía renovable. Según el Banco Mundial (2023), en 2020, el uso mundial de electricidad proveniente de fuentes renovables alcanzó el 28,2 %; y en Chile, al mismo año, la capacidad instalada de energía correspondiente a fuentes renovables es de un 48,3 %, de la cual el 10,8% corresponde a energía solar (BCN, 2020).

Por otro lado, el mercado de energía solar no solo ha crecido a gran escala, sino también en el uso residencial, que se espera tenga un crecimiento del 6,69% a nivel mundial entre el periodo 2024-2029 (Mordor Intelligence, 2024). Este cambio está impulsado por la creciente conciencia sobre el impacto ambiental de las fuentes de energía tradicionales y la búsqueda de alternativas más limpias y renovables.

La adopción de energías renovables en el ámbito residencial no solo contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también ofrece beneficios económicos y sociales para los usuarios finales. Según La Tercera, tener un sistema fotovoltaico residencial híbrido puede traer un ahorro de entre 300.000 a 550.000 pesos al año (La Tercera, 2023).

El desafío principal radica en el desarrollo y validación de un nuevo modelo de negocio de proyectos de energía solar residencial en un contexto caracterizado por la incertidumbre y la complejidad, este último debido al gran costo de inversión que requiere la instalación de estos sistemas. Según Cronoshare, los precios oscilan entre los 2.500.000 y los 6.000.000 de pesos chilenos (Cronoshare, 2024), lo que hace más difícil ofrecer este tipo de servicio. Este desafío abarca diversos aspectos, incluyendo la comprensión del mercado nacional respecto a sistemas fotovoltaicos

residenciales, el diseño de un modelo de negocio innovador, la evaluación de la viabilidad técnica y económica, y el cumplimiento de los aspectos legales y normativos. La interacción de estos factores requiere un enfoque integral y multidisciplinario para garantizar el éxito de la iniciativa.

Para abordar este problema de manera efectiva, se propone llevar a cabo un proceso de investigación riguroso y sistemático que abarque diferentes etapas y aspectos clave. Esto incluirá la realización de un análisis del mercado para identificar oportunidades y tendencias; el desarrollo de un modelo de negocio innovador y una propuesta de valor atractiva; la evaluación técnica y económica de los proyectos solares residenciales; y el análisis de los aspectos legales y normativos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

El objetivo general de este trabajo de título es desarrollar y validar un modelo de negocios de proyectos de energía solar residencial, garantizando su viabilidad técnica, económica y legal, así como su aceptación por parte del mercado objetivo.

2.2. Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis del mercado de energía solar residencial para identificar oportunidades, demanda potencial, tendencias y comportamiento de los consumidores.
2. Realizar una evaluación técnica de viabilidad para determinar los requerimientos, recursos y tecnologías necesarias para la implementación de proyectos solares residenciales, incluyendo la gestión presupuestal y la identificación de proveedores estratégicos.
3. Realizar una revisión de los aspectos legales y normativos aplicables a la implementación de proyectos solares residenciales, garantizando el cumplimiento de todas las regulaciones pertinentes.

3. Marco Teórico

El desarrollo de proyectos de energía solar residencial ha cobrado relevancia en el contexto actual debido a la creciente necesidad de adoptar fuentes de energía más sostenibles y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Este marco teórico explorará los conceptos clave y las bases científicas que sustentan la adopción de la energía solar, abordando temas como el cambio climático, las energías renovables, los sistemas fotovoltaicos, la legislación en Chile, y el impacto económico y social de estos proyectos.

3.1. Revisión de literatura

Este proceso será fundamental para sentar las bases teóricas del estudio y comprender el estado del arte en la adopción de energía solar residencial, tanto a nivel global como en el contexto chileno. Se revisarán estudios previos sobre casos de éxito en la adopción de energía solar, barreras identificadas en otros mercados y tendencias emergentes que podrían influir en el crecimiento del sector en los próximos años. De acuerdo con Bozeman & Youtie (2017), una revisión de literatura robusta no solo ayuda a identificar prácticas exitosas, sino que también facilita la anticipación de desafíos normativos y económicos que podrían surgir durante la implementación del proyecto.

Además, se llevará a cabo una revisión de las normativas y políticas energéticas actuales en Chile, lo cual es crucial para asegurar que el modelo de negocios propuesto cumpla con todas las regulaciones y se beneficie de incentivos gubernamentales. En este sentido, el análisis de la Ley de Generación Distribuida y otras políticas relacionadas con la energía renovable en Chile será un aspecto clave. Según la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN, 2020), estas normativas han jugado un papel vital en fomentar la adopción de energía solar, pero también presentan desafíos

que deben ser considerados en el diseño del modelo de negocio.

3.2. Cambio Climático y energías no renovables

El cambio climático ha sido identificado como uno de los desafíos más apremiantes a nivel global. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), ha generado un incremento en las temperaturas globales y ha desencadenado fenómenos climáticos extremos. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático es urgente, y la transición hacia energías renovables es una de las principales estrategias para reducir las emisiones de carbono (Naciones Unidas, 2021).

En este sentido, la energía solar se presenta como una de las fuentes renovables con mayor potencial debido a su abundancia y disponibilidad global. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) estima que la capacidad mundial de energía solar fotovoltaica alcanzó los 707 GW en 2020, y se espera que siga creciendo exponencialmente en los próximos años (IRENA, 2020). Este crecimiento está impulsado no solo por la urgencia climática, sino también por los avances tecnológicos que han reducido significativamente los costos de producción e instalación de sistemas solares.

3.3. Energías Renovables

Una definición exacta de las energías renovables es lo dicho por las naciones unidas “las energías renovables son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse.” (Naciones Unidas, 2023). Estas energías producen una cantidad menor significativa en comparación con las energías no renovables. En el siguiente punto

se explicarán los distintos tipos de energías renovables que existen actualmente.

3.3.1. Tipos de energías renovables

Las energías renovables existentes en la actualidad y que se utilizan para generar energía son las siguientes:

- **Energía solar:** es una de las más abundantes en el mundo. Mediante paneles fotovoltaicos o espejos que concentran la radiación solar, es posible producir distintos tipos de energía para diversas aplicaciones.
- **Energía eólica:** aprovecha la energía cinética del aire en movimiento. Mediante turbinas eólicas gigantes se produce energía eléctrica.
- **Energía geotérmica:** utiliza la energía térmica proveniente del interior de la tierra. El calor se extrae de depósitos geotérmicos, generando energía eléctrica mediante distintos procesos.
- **Energía hidroeléctrica:** aprovecha el movimiento del agua en embalses y ríos para generar energía eléctrica. Esta es la principal energía renovable mediante la cual se genera electricidad.
- **Bioenergía:** se produce a partir de materia orgánica, conocida como biomasa, que contiene carbono absorbido por las plantas mediante la fotosíntesis.

La capacidad instalada de energías renovables en el mundo es de 3.481,41 Gigawatts al año 2022 (Statista, 2022). En la siguiente tabla se desglosa por tipo de energía.

Tabla 1: Capacidad de energía instalada en el mundo de energías renovables (Statista, 2022)

Tipo de energía	Capacidad de energía en GW
Hidráulica	1220
Solar fotovoltaica	1185
Eólica	906
Biomasa	149
Geotérmica	14,6
Solar térmica de concentración	6,3
Mareomotriz	0,51

Estas energías se pueden categorizar en dos: las convencionales y las no convencionales. Esto dependerá de dónde estemos estudiando las energías renovables, ya que dependen del grado de desarrollo que estas tengan. En este caso se analizará respecto a Chile.

3.3.2. Energías renovables en Chile

Las energías renovables se clasifican en convencionales y no convencionales, dependiendo del grado de desarrollo de las tecnologías para el aprovechamiento de las energías limpias disponibles en el territorio. En Chile, la energía hidráulica a gran escala ha sido tradicionalmente la fuente convencional predominante, según datos del Ministerio de Energía. En el contexto nacional, se consideran Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la eólica, la hidroeléctrica de pequeña escala, la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía proveniente de los mares.

De acuerdo con la Comisión de Energía Nacional, a agosto de 2023, las ERNC representan el 42,2 % del total nacional, equivalentes a 13.811 MW. Desglosando por tecnología, la solar fotovoltaica lidera con un 59 %, seguida por la eólica con un 31 %, mientras que la hidráulica a

pequeña escala y la biomasa aportan un 4 % cada una. La concentración solar de potencia y la geotermia completan el espectro con un 1 %.

A continuación, se detalla un cuadro resumen que muestra las cantidades netas instaladas de ENRC, tanto en operación actual como proyectadas para instalación futura.

Tabla 2: ENRC instaladas en Chile separadas por tecnología (Comisión Energía Nacional, 2023).

Tecnología	En operación (MW)	En pruebas (MW)	Construcción (MW)	RCA Aprobada (MW)	En Calificación (MW)
Biomasa	522	0	0	0	6
Eólica	4.355	0	1.799	14.568	4.432
Geotermia	83	0	0	155	0
Mini Hidro	635	0	47	730	0
Solar-PV	8.108	0	4.709	35.761	7.228
Solar-CSP	108	0	0	2.722	0
Total	13.811	0	6.555	53.936	11.666

3.3.3. Energía solar fotovoltaica en Chile

Chile cuenta con un potencial solar excepcional, considerado uno de los más altos a nivel mundial, especialmente en el desierto de Atacama. Este desierto, ubicado en el norte del país, es una de las regiones con mayor radiación solar del planeta, con niveles de irradiancia que superan los 2.400 kWh/m² al año (Neddemeyer, 2022). Estas condiciones climáticas, caracterizadas por una alta intensidad de radiación solar y una baja presencia de nubes durante la mayor parte del año, hacen del desierto de Atacama un lugar idóneo para la instalación de plantas solares fotovoltaicas. La geografía chilena ofrece una ventaja significativa para el desarrollo de la energía solar, permitiendo no solo la generación de electricidad para consumo interno, sino también la posibilidad de exportar energía a países vecinos, posicionando a Chile como un potencial hub energético en la región.

El aprovechamiento del potencial solar en Chile ha sido impulsado por un marco regulatorio favorable y políticas gubernamentales que promueven el desarrollo de energías renovables. La Ley 20/25, que establece que al menos el 20 % de la matriz energética del país debe provenir de fuentes renovables para el año 2025 (Neddemeyer, 2022), ha sido un catalizador importante para la inversión en proyectos solares.

Tabla 3: Participación de la energía solar en Chile (Energía Solar, s.f.)

	Solar (MW)	Total (MW)	Participación energía solar (%)
SEN	6.328	31.709	20 %
SEA	0	60	0 %
SEM	0	107	0 %
Total	6.328	31.876	20 %

Chile ha aprovechado significativamente su potencial solar, especialmente en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), que abarca gran parte del país, incluyendo las regiones con mayor irradiancia solar como el desierto de Atacama. La participación del 20 % de la energía solar en el SEN refleja el éxito de las políticas y regulaciones gubernamentales que promueven las energías renovables, como la Ley 20/25.

En contraste, los sistemas eléctricos de Aysén (SEA) y Magallanes (SEM) no cuentan con capacidad instalada de energía solar. Esto puede deberse a varias razones, como la menor irradiancia solar en estas regiones más australes y posiblemente una menor demanda energética comparada con el resto del país.

3.3.4. Energía solar fotovoltaica residencial en Chile

La implementación de la energía solar residencial en Chile ha mostrado un notable crecimiento, apoyada por la Ley de Generación Distribuida, que incentiva a los hogares a generar

y vender energía a la red. Según datos de la Comisión Nacional de Energía de junio de 2024, la potencia total acumulada inscrita ante la SEC ha crecido a 253.712 kW, con un aumento del 48 % en nuevas inscripciones y un 32 % en instalaciones acumuladas desde mayo de 2023 hasta mayo de 2024. Este aumento subraya la efectividad de las políticas de fomento y la creciente aceptación de la energía solar en los hogares chilenos.

En términos regionales, Valparaíso, Metropolitana de Santiago y Antofagasta destacan por tener la mayor potencia instalada, demostrando una clara preferencia por la energía solar en zonas urbanas y de alta radiación. Este patrón de adopción resalta la relevancia de adaptar las políticas energéticas a las características específicas de cada región para maximizar el impacto y la eficiencia de la transición energética hacia soluciones más sostenibles. A continuación, se presenta un gráfico que detalla la capacidad solar instalada inscrita ante la SEC en residencias por región del país.

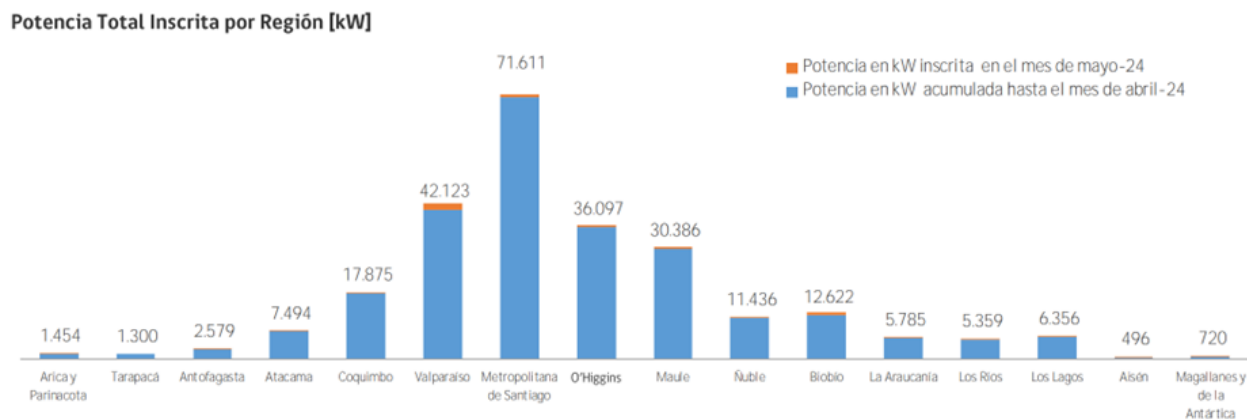


Figura 1: Capacidad instalada por región en hogares inscritos ante la SEC (SEC,2024)

3.4. Sistema fotovoltaico residencial híbrido

Un sistema fotovoltaico residencial se compone de varios elementos clave que trabajan en conjunto para convertir la luz solar en energía eléctrica utilizable en el hogar. Los componentes principales incluyen (Balbín, 2023):

1. **Paneles Solares Fotovoltaicos:** Capturan la luz solar y la convierten en electricidad mediante células fotovoltaicas. Existen distintos tipos como monocristalino, policristalino y amorfo.
2. **Inversor:** Convierte la corriente continua (CC) generada por los paneles en corriente alterna (CA), utilizada por los electrodomésticos y otros dispositivos eléctricos.
3. **Baterías:** Almacenan el exceso de energía generada para su uso en momentos de baja producción solar, como durante la noche o días nublados.
4. **Regulador de Carga:** Protege las baterías de sobrecargas y descarga excesiva, asegurando su longevidad y eficiencia.
5. **Estructura de Montaje:** Son los soportes y anclajes que aseguran los paneles solares en la posición óptima para captar la máxima cantidad de luz solar.
6. **Medidor Bidireccional:** Permite medir la cantidad de energía producida y consumida, facilitando la gestión del sistema y, en algunos casos, la venta del excedente de energía a la red eléctrica.
7. **Red Eléctrica:** El sistema fotovoltaico tiene que estar conectado a la red eléctrica, para que el excedente de energía generado por el sistema fotovoltaico, una vez que la batería alcanza su capacidad máxima, puede ser transferido a la red y venderla al sistema. Asimismo, durante períodos en los que el sistema fotovoltaico no logre cubrir completamente las demandas de energía, se tiene la capacidad de recurrir a la red eléctrica para suplir cualquier déficit.

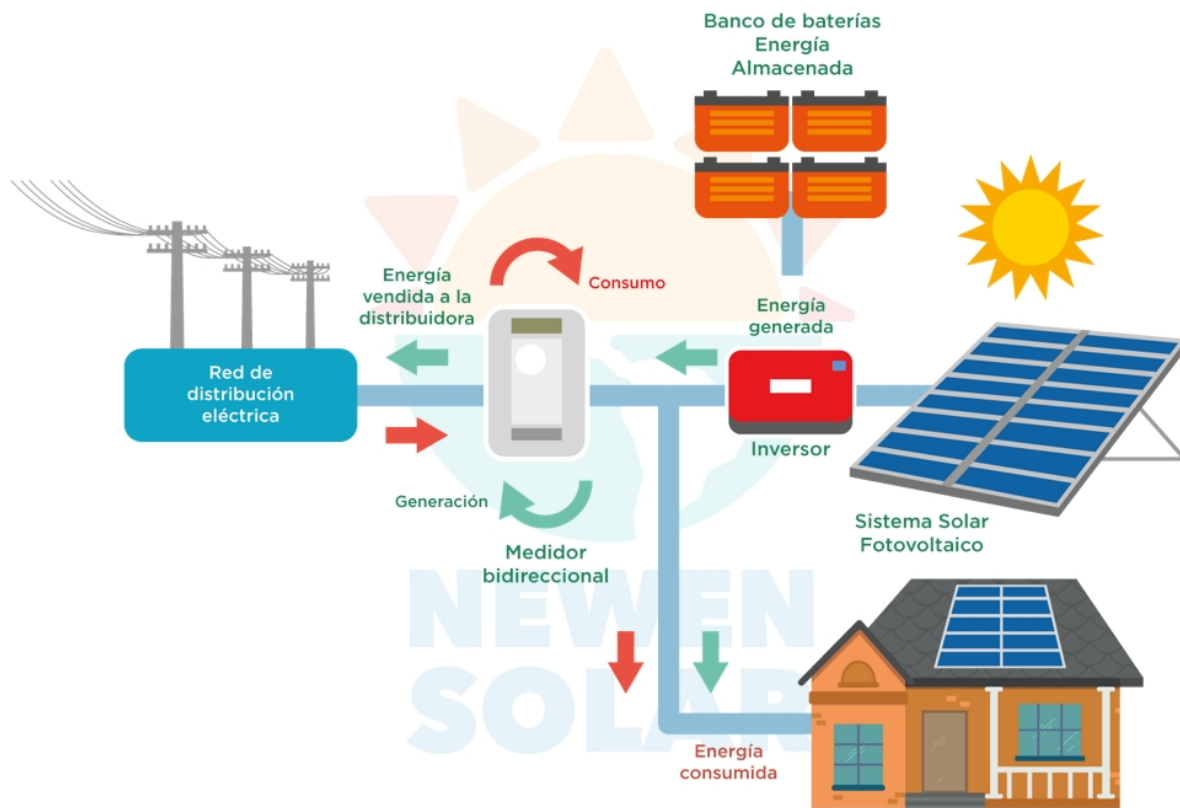


Figura 2: Esquema sistema solar residencial (Newen Solar, 2021)

Estos componentes trabajan en conjunto para optimizar la eficiencia y el rendimiento del sistema fotovoltaico, proporcionando una fuente de energía renovable y sostenible para el hogar.

3.5. Consumo de energía residencial en Chile

En cuanto al consumo de energía eléctrica a nivel residencial en Chile, según el informe final de usos de la energía de los hogares de Chile en el año 2018, indica que el consumo total de energía residencial total fue de 50.763 GWh.

El consumo promedio nacional por vivienda equivale a 8.083 kWh/año, cifra que incluye todas las fuentes de energía como gas y leña, entre otras. Específicamente para la electricidad, el

25,7 % del consumo corresponde a este tipo de energía, lo cual equivale a un consumo promedio de aproximadamente 2.077 kWh/año por vivienda.

3.6. Legislación Chilena sobre proyectos solares residenciales

El marco legal chileno ha jugado un papel clave en el fomento de las energías renovables. La Ley de Generación Distribuida es un claro ejemplo de las políticas que han permitido a los usuarios residenciales participar activamente en la transición energética. Además, Chile ha establecido metas ambiciosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo de alcanzar un 70 % de su matriz energética proveniente de fuentes renovables para 2050 (Ministerio de Energía, 2021).

Además de la Ley de Generación Distribuida, existen otras regulaciones importantes que afectan el desarrollo de proyectos solares en Chile, la Ley 21.118, por ejemplo, establece incentivos fiscales para la inversión en energías renovables no convencionales, lo que ha facilitado el financiamiento de proyectos solares tanto a nivel industrial como residencial. Estos incentivos han permitido a los consumidores acceder a tecnologías solares a un costo más asequible, lo que ha contribuido al rápido crecimiento del sector.

Sin embargo, a pesar de los avances en la regulación, aún existen desafíos normativos que deben ser abordados. La simplificación de los trámites administrativos para la conexión de sistemas solares a la red, así como la creación de programas de financiamiento más accesibles, son aspectos que podrían acelerar aún más la adopción de la energía solar en el ámbito residencial (Acesol, s.f.).

3.6.1. Ley Netbiling

La Ley 20.571 o Netbiling brinda la oportunidad de ser un generador de energía en tu propio hogar, escuela, negocio o industria. Ahora es posible producir tu propia energía, consumirla y, si generas más de lo que necesitas, vender los excedentes a la red de distribución. Todo esto se realiza bajo un marco regulado, presentando la documentación requerida según el tipo de contrato de conexión que cada individuo tenga (Enel).

Además, esta ley establece un mecanismo claro para la venta de los excedentes de energía generada, garantizando un precio regulado y proporcionando la seguridad necesaria para los usuarios que opten por esta opción. Un esquema que representa este proceso es el siguiente:

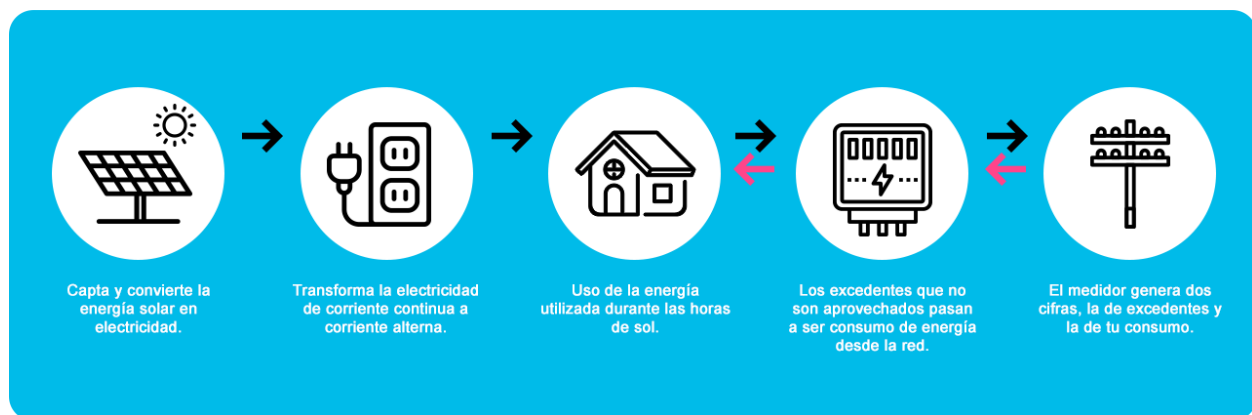


Figura 3: Proceso de la energía y Netbiling (Enel)

3.6.2. Valor Actual Neto (VAN)

El **Valor Actual Neto (VAN)** es una herramienta financiera fundamental para evaluar la viabilidad de proyectos de inversión. Según Ross, Westerfield y Jaffe (2010), el VAN es la suma de los flujos de caja futuros de un proyecto, descontados al presente a una tasa que refleja el riesgo

y el costo de capital. La fórmula del VAN se expresa como:

$$VAN = \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Donde:

- F_t : Representa el flujo de caja en el periodo t . Es el valor monetario recibido o desembolsado en cada momento del tiempo.
- r : Es la tasa de descuento que refleja el costo de oportunidad del capital o la tasa mínima requerida de retorno para el proyecto o inversión.
- N : Es el número total de periodos considerados en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN).
Puede representar años, meses, u otras unidades de tiempo, dependiendo del contexto del análisis.

La importancia del VAN radica en su capacidad para determinar si una inversión creará valor económico. Un VAN positivo indica que el proyecto generará un retorno superior a su costo de capital, justificando su realización. Por el contrario, un VAN negativo sugiere que el proyecto no cubrirá el costo de oportunidad del capital invertido, lo que lo hace económicamente inviable (Brealey, Myers y Allen, 2011).

En el contexto de proyectos de energía solar residencial, el VAN puede ser utilizado para evaluar la rentabilidad a lo largo del tiempo, considerando los flujos de ingresos por venta de energía, ahorros en consumos y subvenciones, frente a los costos iniciales y operativos del sistema.

3.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La **Tasa Interna de Retorno (TIR)** es otro indicador crítico en la evaluación de proyectos de inversión, definido como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de caja futuros de una inversión al costo inicial de la misma. Matemáticamente, la TIR es la solución r de la ecuación:

$$\sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2)$$

Donde:

- F_t : Representa el flujo de caja en el periodo t . Es el valor monetario recibido o desembolsado en cada momento del tiempo.
- r : Es la tasa de descuento. Refleja el costo de oportunidad del capital o la tasa mínima requerida de retorno para el proyecto o inversión.
- N : Es el número total de periodos considerados en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN).

Puede representar años, meses u otras unidades de tiempo dependiendo del contexto del análisis.

La TIR es especialmente valorada por su fácil comprensión al representar el rendimiento promedio anual esperado de la inversión. Según Gitman y Zutter (2012), un proyecto es generalmente aceptable si su TIR excede el costo de capital; y entre dos proyectos alternativos, el que tiene la TIR más alta es preferible.

Aplicado a la energía solar, la TIR permite a los inversores y gestores de proyectos comparar la eficiencia de invertir en energía solar frente a otras alternativas de inversión o tecnologías

energéticas, teniendo en cuenta los beneficios fiscales, los ahorros generados y los costos de implementación y mantenimiento del sistema (Kumar y Sharma, 2018).

3.7. Modelo Canvas

El Modelo Canvas fue creado en 2010 por Alexander Osterwalder e Yves Pigneur como una herramienta de gestión estratégica para estructurar de manera clara y visual los componentes más importantes de un modelo de negocio. Su propósito principal es simplificar la comprensión de cómo una empresa genera valor y lo aprovecha. Esta herramienta es especialmente beneficiosa en la formulación de negocios novedosos o dentro de sectores emergentes al permitir un análisis integral y coherente de diferentes aspectos relacionados con una propuesta comercial (Osterwalder & Pigneur, 2010).

El Modelo Canvas se compone de nueve bloques que incluyen propuesta de valor, segmentos de clientes, canales, relación cliente-empresa, fuentes de ingresos, recursos esenciales, actividades clave, socios estratégicos y estructura de costos. Cada uno de estos componentes están conectados entre sí para poder dar una visión completa del funcionamiento de un negocio. La versatilidad del modelo lo convierte en una herramienta útil para emprendedores y para empresas que buscan adaptarse a entornos comerciales cambiantes. El diseño visual facilita la identificación rápida de puntos fuertes y débiles en una estrategia empresarial.

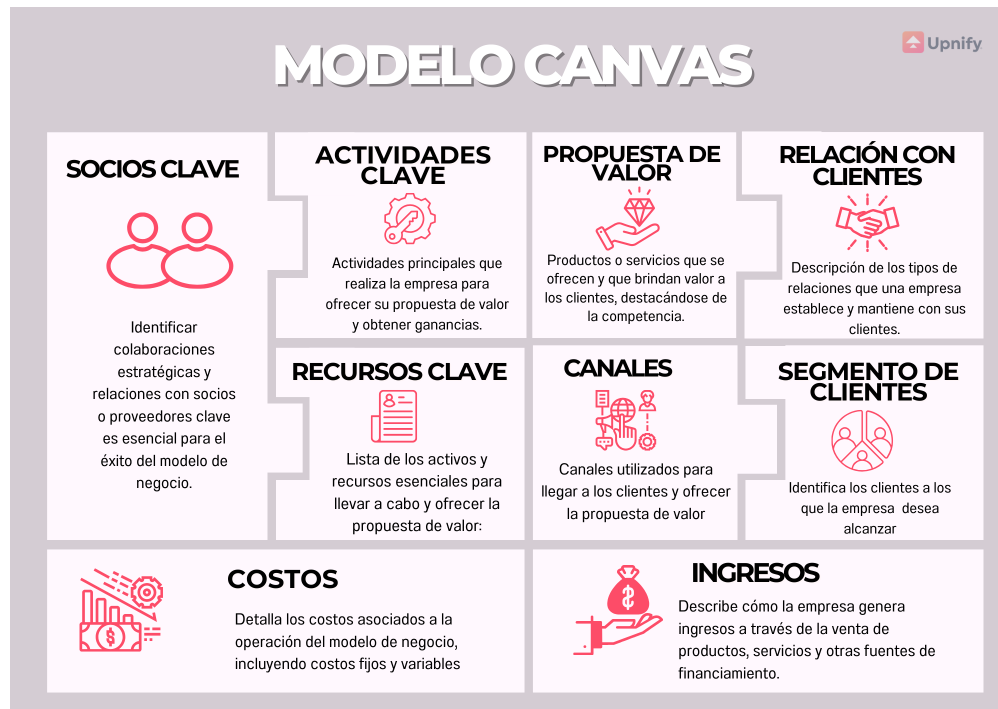


Figura 4: Esquema modelo de negocios CANVAS (upnify, 2023)

3.8. Cinco Fuerzas de Porter

Las cinco fuerzas de Porter fueron publicadas por Michael Porter en el año 1979, hasta el día de hoy esta metodología de las fuerzas competitivas de una determinada industria se sigue utilizando para identificar oportunidades y amenazas que puede enfrentar un nuevo negocio dentro de la industria seleccionada. Esta metodología analiza lo siguiente: el poder de negociación de los clientes, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza procedente de los productos sustitutos, la amenaza que representan los productos entrantes y la rivalidad entre los competidores. De igual manera, analizando estos 5 factores, se puede comprender su posición en un mercado específico y tomar decisiones con base en esto, la siguiente imagen corresponde al esquema de las cinco fuerzas de Porter:

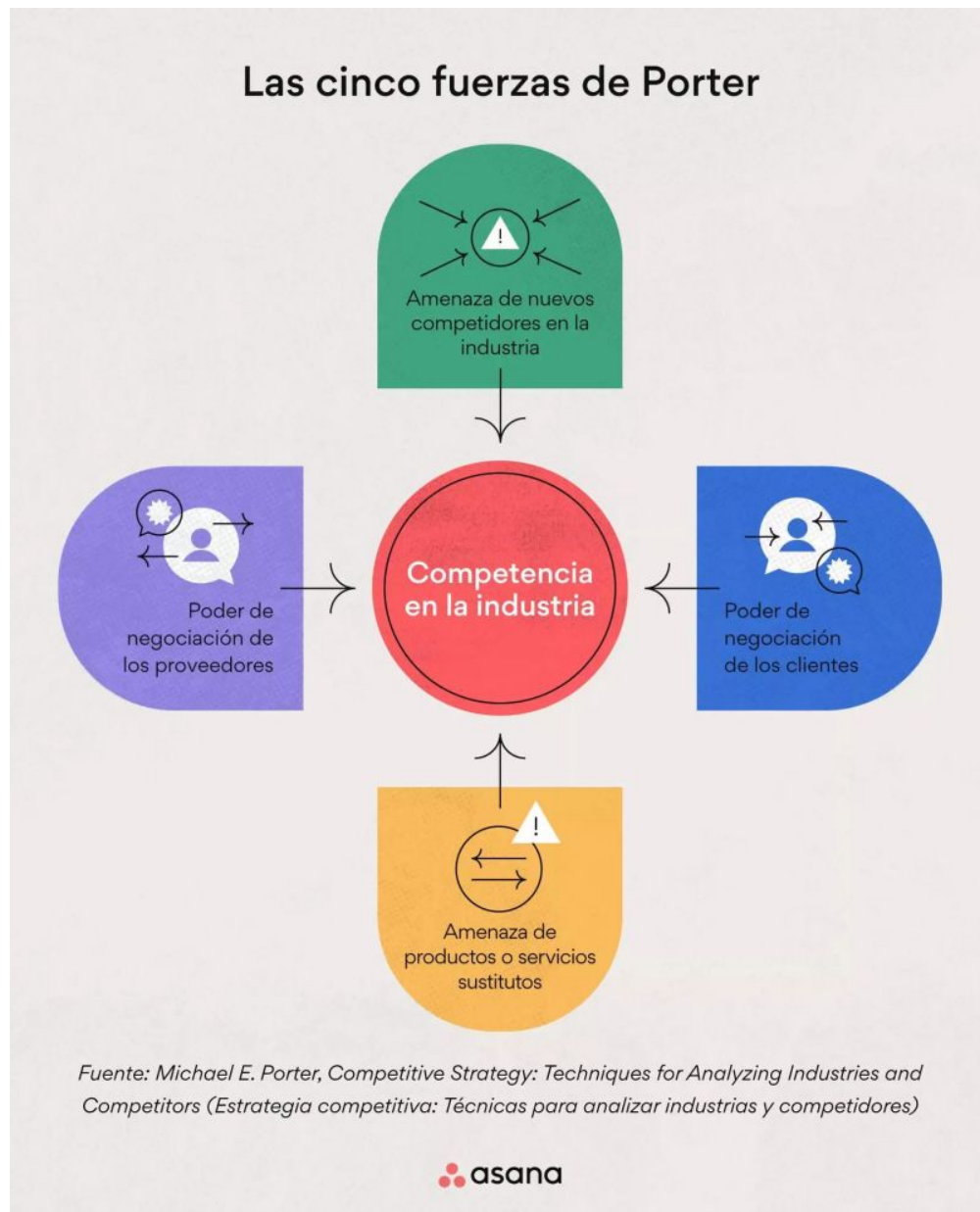


Figura 5: Esquema cinco fuerzas de porter

4. Metodología

La metodología de esta investigación ha sido diseñada para abordar de manera integral y sistemática los desafíos asociados con el desarrollo y validación de un modelo de negocios para proyectos de energía solar residencial en Chile. Este modelo debe ser viable tanto técnica como económicamente, y estar alineado con las normativas legales vigentes en el país. Por ello, se ha optado por un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos, lo que permitirá una comprensión holística del problema y el diseño de soluciones prácticas y efectivas (Creswell & Plano Clark, 2018).

4.1. Enfoque de Investigación

La investigación adopta un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos como cuantitativos. Esta combinación es fundamental para abordar la complejidad del desarrollo de un modelo de negocios para la energía solar residencial, ya que permite capturar no solo los aspectos numéricos y técnicos, sino también las percepciones, motivaciones y barreras que enfrentan los consumidores. Los métodos cualitativos, como entrevistas en profundidad y grupos focales, ayudarán a comprender las actitudes de los consumidores hacia la adopción de sistemas solares, mientras que los métodos cuantitativos, como encuestas y análisis de datos, proporcionarán una visión basada en métricas y resultados numéricos; este enfoque mixto es particularmente valioso en estudios de innovación tecnológica y adopción de nuevas tecnologías, donde es crucial entender tanto las decisiones económicas como las psicológicas detrás del comportamiento del consumidor (Creswell & Plano Clark, 2018).

La justificación para utilizar un enfoque mixto radica en la necesidad de complementar

los resultados obtenidos con ambos tipos de datos. Por ejemplo, mientras que los métodos cuantitativos proporcionarán información sólida sobre la viabilidad financiera de los proyectos solares residenciales, los métodos cualitativos permitirán explorar barreras psicológicas o sociales que podrían influir en la decisión de adopción, como el desconocimiento sobre los beneficios de la energía solar o la percepción de altos costos iniciales (Tashakkori & Teddlie, 2009). Este enfoque equilibrado permite abordar el problema desde múltiples perspectivas y obtener un conjunto de datos robusto que favorezca el desarrollo de un modelo de negocios adaptado a las necesidades del mercado chileno.

4.2. Análisis de Mercado

El análisis de mercado es una parte central de la investigación, ya que proporcionará una visión clara de las tendencias globales y nacionales en la adopción de energía solar residencial. Este análisis se estructurará en dos fases: la recopilación de datos secundarios y la obtención de datos primarios. Los datos secundarios provendrán de fuentes como informes de la industria, estadísticas gubernamentales y estudios de mercado, lo cual permitirá comprender el panorama actual de la energía solar en Chile y su potencial de crecimiento en el sector residencial. Un informe reciente de Mordor Intelligence (2024) proyecta un crecimiento anual compuesto del 6,69 % en el uso residencial de energía solar a nivel global para el periodo 2024-2029, lo que refleja un interés creciente por parte de los consumidores en fuentes de energía más limpias.

Por otro lado, la recopilación de datos primarios se llevará a cabo mediante encuestas al mercado que apunta este modelo de negocios. Las encuestas se diseñarán para captar no solo las percepciones y expectativas de los consumidores, sino también las barreras percibidas para la

adopción de estos sistemas.

4.3. Desarrollo del Modelo de Negocios

Con la información obtenida del análisis de mercado, se procedió a desarrollar un modelo de negocios utilizando la metodología del Modelo Canvas, que permite estructurar todos los componentes clave de un negocio en un solo marco visual. Este enfoque es ampliamente utilizado en la creación de startups y nuevos proyectos de negocios, ya que ayuda a identificar y validar rápidamente las hipótesis sobre la propuesta de valor, los segmentos de clientes y las fuentes de ingresos (Osterwalder & Pigneur, 2010). En este contexto, se formularán hipótesis sobre la propuesta de valor más atractiva para los consumidores chilenos, considerando las particularidades del mercado local.

El desarrollo del modelo de negocios también incluirá la identificación de estrategias de monetización adecuadas, que permitan ofrecer sistemas solares residenciales a precios competitivos y atractivos para el consumidor promedio. Para lograr esto, se utilizarán herramientas como la Curva de Atributos para identificar los diferenciadores clave del modelo y posicionarlo en un mercado con baja competencia directa, creando así un océano azul de oportunidades (Kim & Mauborgne, 2005).

5. Desarrollo

5.1. Análisis de mercado

5.1.1. Cinco Fuerzas de Porter: sistemas solares residenciales

■ Rivalidad entre los competidores existentes: Riesgo Alto

- **Número de competidores:** El mercado chileno para sistemas fotovoltaicos residenciales ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años. Existen numerosas opciones para los propietarios que buscan instalar energía solar en sus hogares, generando una creciente competencia entre los proveedores de servicios. El aumento en la demanda de energía solar ha llevado a la diversificación de los productos y servicios ofrecidos, desde paneles fotovoltaicos hasta soluciones integrales que incluyen la instalación, el mantenimiento y el financiamiento.
- **Crecimiento del mercado:** El mercado de energía solar en el sector residencial en Chile ha crecido significativamente, impulsado por la alta irradiación solar del país y a los incentivos del gobierno que fomentan el uso de energías renovables en los hogares, como los programas Casa Solar y Ponle Energía, además de la Ley Netbiling. Esta alta demanda ha generado una mayor competencia entre los proveedores de estos servicios, que buscan atraer a más propietarios que desean disminuir sus gastos en energía y reducir su impacto ambiental.
- **Diferenciación de productos:** La diferenciación de productos en el mercado de sistemas fotovoltaicos para hogares se basa en la eficiencia de los paneles solares, los planes de financiamiento disponibles y los servicios posventa que se brindan a los propietarios,

algunos proveedores se destacan al ofrecer un monitoreo en tiempo real o también al entregar soluciones integradas con baterías de almacenamiento, lo que aporta un valor añadido significativo para los usuarios residenciales.

- **Costos de cambio:** Para los propietarios de viviendas que ya cuentan con sistemas fotovoltaicos instalados, cambiar de proveedor puede resultar costoso. Estos gastos incluyen la desinstalación del equipo actual, la instalación de nuevos sistemas e interrupciones en el suministro eléctrico durante el proceso. Además, la pérdida de garantías de equipos y la necesidad de ajustar los acuerdos de Netbilling representan obstáculos adicionales que complican el cambio de proveedor.
- **Costos fijos y variables:** En el tema residencial, los altos costos iniciales de compra e instalación de sistemas solares fotovoltaicos son un obstáculo para muchos de los propietarios nuevos, lo que ha llevado a los proveedores a competir ofreciendo opciones de pago más accesibles y flexibles, esto incluye las alternativas de financiamiento a largo plazo o planes de leasing y el pago de membresías, con el fin de hacer más llamativa la inversión en energía solar.

■ **Amenaza de nuevos entrantes: Riesgo Moderado**

- **Barreras de entrada:**
 - **Economías de escala:** A medida que los proveedores de servicios solares instalan más sistemas de estos en sus hogares, pueden aprovechar economías de escala, lo que les permite disminuir costos de operación y brindar precios más competitivos a los propietarios.

- **Requisitos de capital:** La inversión inicial para desarrollar un sistema fotovoltaico residencial puede ser considerablemente elevado, lo que limita la capacidad de entrada de nuevos actores, sin embargo, los avances tecnológicos han disminuido los costos de los paneles solares, lo que facilita la entrada de más proveedores al mercado residencial.
 - **Lealtad de marca:** En el caso de los sistemas solares residenciales, los propietarios de viviendas tienden a confiar en proveedores con buena reputación y que ofrezcan garantías extendidas, es por ello que establecer relaciones fuertes de confianza con los clientes puede ser una ventaja para los actores existentes en el mercado.
 - **Acceso a canales de distribución:** Los canales de distribución para paneles solares y otros dispositivos fotovoltaicos están bien establecidos, lo cual facilita el acceso a los productos tanto para los actores nuevos como para los ya existentes, pero las relaciones comerciales y los precios negociados pueden influir en la competitividad de los proveedores.
 - **Regulaciones gubernamentales:** El marco normativo en Chile favorece la entrada de nuevos proveedores de energía solar, por el apoyo gubernamental a la energía renovable. El cumplimiento de las normativas específicas y los trámites administrativos pueden representar una barrera para algunos actores que deseen ingresar al mercado residencial.
- **Poder de negociación de los proveedores: Riesgo Bajo**
- **Número de proveedores:** En el mercado chileno de energía solar para viviendas, hay

una gran oferta de proveedores de paneles y otros dispositivos, esto disminuye el poder de negociación de los proveedores, ya que la competencia en precios y calidad es fuerte, especialmente con productos provenientes de mercados masivos como el de China.

- **Disponibilidad de productos sustitutos:** La variedad de marcas y tipos de componentes solares disponibles permite que los propietarios de viviendas puedan escoger entre varias opciones, lo que reduce la dependencia de un solo proveedor y limita su influencia.
- **Importancia del volumen para el proveedor:** Con la creciente adopción de sistemas solares en hogares, los proveedores de paneles y otros insumos se ven beneficiados por un mayor volumen de ventas, lo que les permite negociar precios más competitivos en el mercado.
- **Diferenciación de insumos:** Los proveedores que ofrecen productos innovadores, como paneles de mayor eficiencia o con tecnología más avanzada, pueden mejorar su posición de negociación al ser más destacado en el mercado, ya que aportan más valor a los consumidores.

■ **Poder de negociación de los compradores: Riesgo Bajo**

- **Número de compradores:** Aunque un solo propietario de vivienda tiene un poder de negociación limitado, el aumento de hogares interesados en la energía solar refuerza el poder colectivo de negociación y a medida que más personas comparan precios y servicios, estos proveedores se ven obligados a mejorar sus ofertas y condiciones para mantenerse competitivos en el mercado.

- **Disponibilidad de productos sustitutos:** Los propietarios de las viviendas pueden elegir entre seguir utilizando la electricidad convencional o invertir en sistemas solares, esta opción les da más margen de negociación, ya que pueden evaluar cuál alternativa es más conveniente según sus necesidades.
- **Sensibilidad al precio:** En Chile, los dueños de viviendas suelen ser sensibles a los costos. Las opciones de financiamiento asequibles y precios competitivos para la instalación son factores clave en la decisión de adoptar energía solar.
- **Calidad de la información:** Cuando los consumidores están bien informados tienden a negociar mejor los acuerdos, contar con información clara sobre los ahorros a largo plazo y las distintas opciones de financiamiento es crucial para generar confianza y fomentar la adopción de sistemas solares.

■ **Amenaza de productos o servicios sustitutos: Riesgo Alto**

- **Tasa de sustitución:** La electricidad de la red sigue siendo la alternativa más común a la energía solar debido a su disponibilidad y confiabilidad. Muchas de las viviendas optan por seguir conectados a la red eléctrica, lo que representa una competencia constante para la adopción de sistemas solares en los hogares chilenos.
- **Relación calidad-precio de los sustitutos:** En zonas con alta irradiación solar en Chile, la energía solar resulta más rentable que la electricidad, pero si las tarifas de la red bajan o si surgen nuevas tecnologías, como baterías más avanzadas, esto podría cambiar la preferencia de los consumidores y estos podrían optar por la que más les atraiga.

- **Tendencias y cambios en el mercado:** La mejora en la eficiencia de los paneles solares y las baterías, junto con cambios en las políticas energéticas, puede influir en la adopción de la energía solar en los hogares, los distintos factores que puedan inferir en la toma de decisiones de los clientes potenciales serán clave para determinar si más propietarios estarán dispuestos a invertir en esta tecnología en el futuro.

Finalmente, el análisis de las Cinco Fuerzas de Porter aplicado al mercado de sistemas solares residenciales en Chile revela un entorno competitivo, dinámico y desafiante. La alta rivalidad entre competidores existentes se refleja en un mercado saturado de ofertas, donde la diferenciación de productos y servicios se convierte en una estrategia clave para captar la atención de los consumidores. Los altos costos de cambio y la diversidad en los planes de financiamiento también juegan un papel crucial en la decisión de los clientes al momento de seleccionar o cambiar de proveedor.

Por otro lado, las barreras de entrada moderadas debido a las economías de escala y los requisitos de capital significativos determinan un ritmo de entrada sostenido de nuevos actores, aunque mitigado por las ventajas que poseen los establecidos, como la lealtad de marca y el acceso privilegiado a canales de distribución. Las regulaciones gubernamentales, aunque apoyan la entrada de nuevos competidores, exigen un cumplimiento riguroso que puede representar una barrera adicional para nuevos competidores entrantes menos familiarizados con el marco normativo local.

La negociación desde la perspectiva de los proveedores se ve limitada por la gran oferta y disponibilidad de productos sustitutos, lo que disminuye su poder en el mercado. Sin embargo, aquellos que ofrezcan innovaciones significativas pueden mejorar su posición de negociación. Desde la óptica del comprador, aunque individualmente poseen un poder limitado, el colectivo de consumidores tiene la capacidad de influir considerablemente en las condiciones del mercado, es-

pecialmente a través de su sensibilidad al precio y su acceso a información detallada y comparativa sobre los productos disponibles.

Por último, la amenaza de productos o servicios sustitutos sigue siendo alta, principalmente debido a la persistente dependencia de la electricidad convencional como fuente de energía principal. La adopción de sistemas solares en hogares chilenos dependerá en gran medida de la capacidad del sector para competir en términos de costos y conveniencia frente a las alternativas tradicionales. La evolución de este mercado, por lo tanto, estará estrechamente ligada a los desarrollos tecnológicos, las fluctuaciones en los precios de la energía y las políticas gubernamentales orientadas a promover la energía renovable.

5.1.2. Análisis y resultados encuesta

Para evaluar la viabilidad y aceptación potencial del modelo de negocio propuesto, se realizó un análisis de mercado utilizando una metodología de encuestas. Este estudio abarcó una muestra significativa de 60 participantes, cuidadosamente seleccionados mediante un método de muestreo aleatorio estratificado para asegurar la representatividad de diversos grupos demográficos y económicos. Los estratos fueron definidos no solo por criterios como edad y ubicación geográfica, sino también por un consumo eléctrico similar, garantizando que los resultados reflejen precisamente el segmento del mercado objetivo más relevante para el modelo de negocio.

Los participantes, todos con patrones de consumo eléctrico comparables, fueron reclutados a través de plataformas digitales. Los resultados obtenidos son esenciales para comprender las actitudes y preferencias de los consumidores respecto al modelo de negocio. A través de este enfoque meticuloso, se pudieron identificar aspectos clave que los potenciales clientes valoran, así como posibles barreras o reticencias frente a la adopción del mismo.

Primero, se realizó una sección para el acercamiento que poseen las personas con los sistemas solares fotovoltaicos, la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

¿Qué tan familiarizado está con los sistemas de energía solar fotovoltaica?

60 respuestas

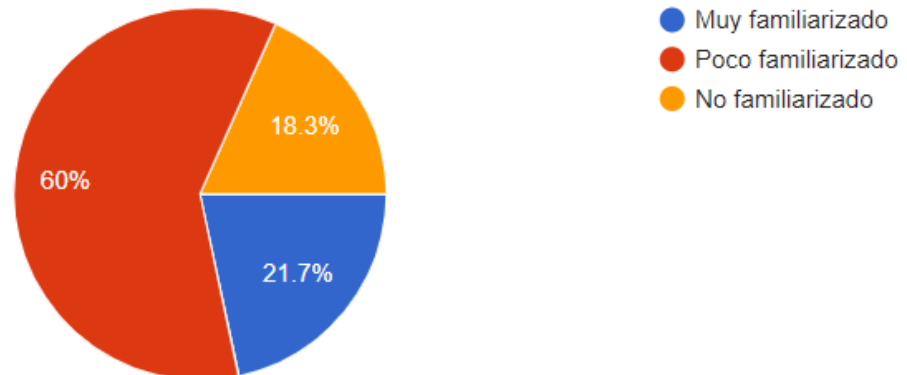


Figura 6: Gráfico de familiarización con sistemas fotovoltaicos (Elaboración propia)

El gráfico revela que el 60 % de los encuestados está poco familiarizado con los sistemas de energía solar fotovoltaica. Esto indica que, mientras hay un interés general en la tecnología, existe una falta significativa de comprensión profunda sobre cómo estos sistemas funcionan y los beneficios específicos que ofrecen. Esta brecha en el conocimiento puede representar una barrera inicial para la adopción, pero también una oportunidad para educar y captar a un mercado potencialmente grande que podría estar interesado, aunque aún no está listo para tomar una decisión de compra informada.

Por otro lado, un 18,3 % de los participantes no está familiarizado en absoluto con la tecnología solar. Este segmento del mercado podría necesitar una introducción básica a lo que es la energía solar y cómo puede integrarse en los hogares. Su falta de familiaridad es un indicador de que aún existe un segmento considerable del mercado que está completamente desatendido y que

podría ser alcanzado mediante campañas de marketing y educación dirigidas.

Finalmente, el 21,7 % de los encuestados que están muy familiarizados con los sistemas fotovoltaicos representan un nicho de mercado avanzado que ya reconoce el valor de esta tecnología y posiblemente ya se beneficia de su uso. Este grupo puede tener una disposición más alta a considerar inversiones adicionales en nuevas tecnologías o en la expansión de sus sistemas actuales.

¿Cree que la energía solar es una buena opción para reducir los costos de energía en su hogar?

60 respuestas

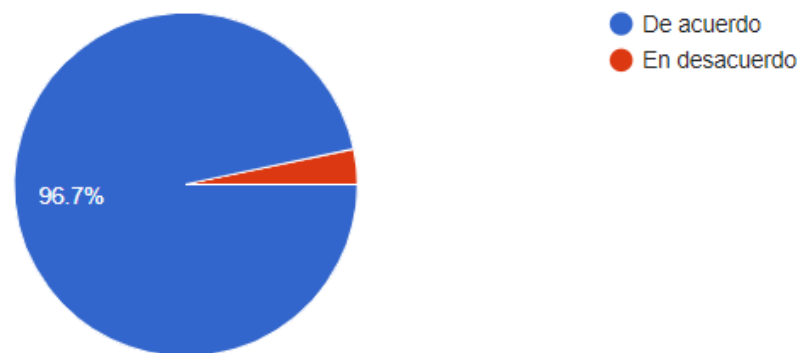


Figura 7: Opción de reducción de costos de energía (Elaboración propia)

La gráfica muestra que un notable 96,7 % de los encuestados cree que la energía solar es una buena opción para reducir los costos de energía en el hogar. Esta amplia aceptación indica que la mayoría de las personas están convencidas de los beneficios económicos que la energía solar puede ofrecer. Solo un 3,3 % de los encuestados está en desacuerdo, lo que podría reflejar una falta de información o experiencia previa negativa con esta tecnología.

Este alto nivel de acuerdo sugiere que las campañas de marketing y educación sobre los beneficios económicos de la energía solar probablemente serán bien recibidas. También indica

que el modelo de negocio basado en energía solar podría centrarse en destacar cómo estos sistemas pueden ser una inversión rentable a largo plazo, reduciendo significativamente los costos de energía para los consumidores.

¿Qué tan importante es para usted que su hogar utilice fuentes de energía renovables?

60 respuestas

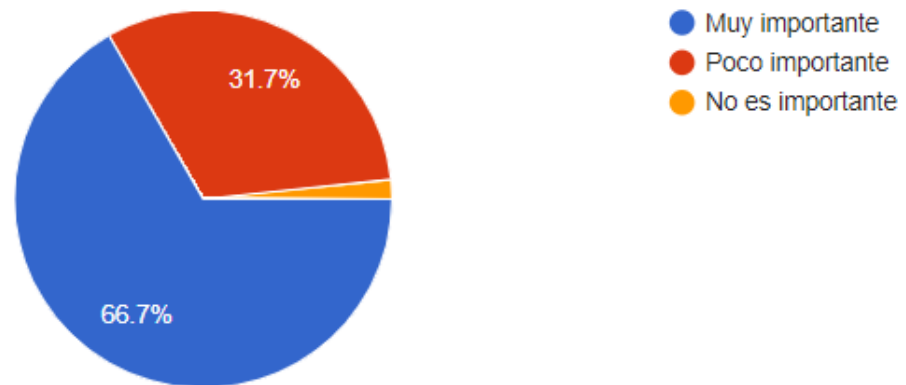


Figura 8: Importancia de energías renovables (Elaboración propia)

La gráfica anterior revela que un 66,7 % de los encuestados considera muy importante que su hogar utilice fuentes de energía renovables, mientras que un 31,7 % lo ve como poco importante y solo un 1,7 % cree que no es importante. Este resultado muestra una clara inclinación hacia la sostenibilidad y la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente.

La alta valoración de la importancia de las energías renovables sugiere que existe un mercado potencial significativo para productos y servicios que promuevan la sostenibilidad. La empresa puede aprovechar esta tendencia al enfocar su modelo de negocio no solo en los aspectos económicos sino también en los beneficios ambientales de la energía solar, lo que podría aumentar su

atractivo para casi el 98,4 % de los encuestados que muestran algún nivel de importancia hacia las energías renovables.

Como segunda sección para el análisis de los encuestados, se analizó la disposición que tienen para adoptar estos sistemas fotovoltaicos en sus hogares, dando los siguientes resultados:

¿Estaría dispuesto a instalar un sistema fotovoltaico en su hogar si reduce significativamente sus facturas de electricidad?

60 respuestas

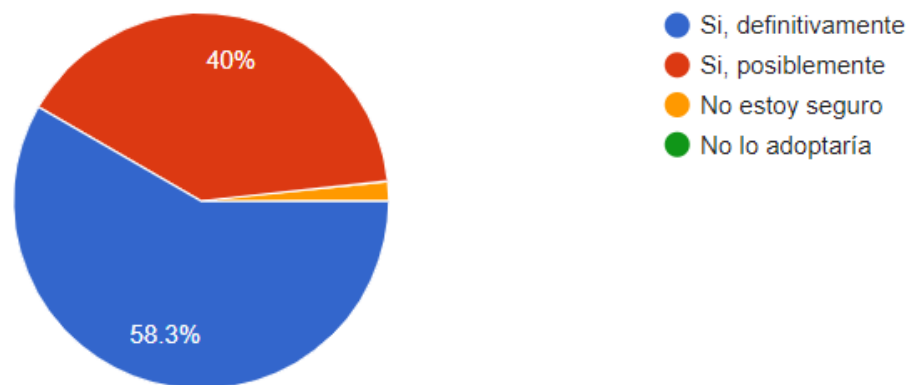


Figura 9: Disposición a instalar un sistema fotovoltaico residencial (Elaboración propia)

Este gráfico muestra una respuesta altamente positiva hacia la instalación de sistemas fotovoltaicos si estos garantizan una reducción significativa de los costos de electricidad en el hogar. Con un 58,3 % de los encuestados dispuestos definitivamente a adoptar esta tecnología, se evidencia un fuerte interés en soluciones que ofrezcan beneficios económicos claros y directos. Además, el 40 % que indica que posiblemente instalarían un sistema fotovoltaico sugiere una apertura generalizada a considerar esta tecnología bajo las circunstancias adecuadas. Este grupo podría ser influenciado positivamente mediante información adicional sobre beneficios, costos a largo plazo y testimonios de casos de éxito. El escaso 1,7 % de indecisos podría necesitar más educación sobre

los beneficios y la operación del sistema para tomar una decisión. La ausencia de oposición directa es un indicador prometedor que refleja una aceptación generalizada de la tecnología solar como una alternativa viable y deseable.

Si instala un sistema de energía solar, ¿preferiría pagar una inversión inicial o un plan de pago mensual (membresía)?

60 respuestas

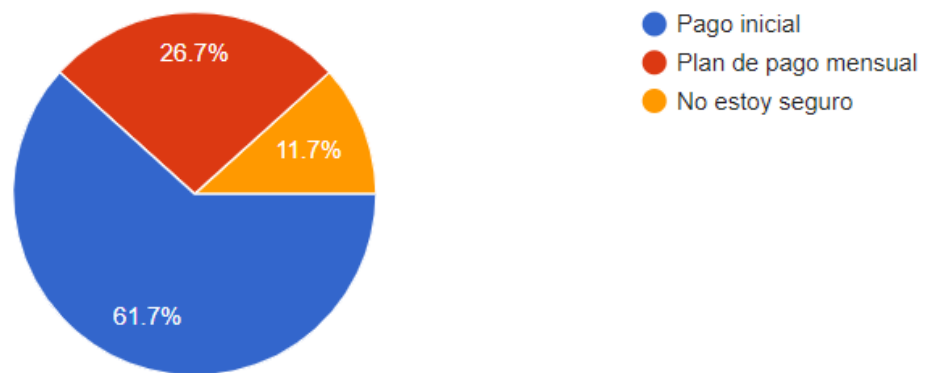


Figura 10: Tipo de pago sistema fotovoltaico de preferencia (Elaboración propia)

El análisis de las preferencias de pago para sistemas de energía solar revela una distribución interesante que impacta directamente en el modelo de negocio basado en pagos mensuales. A pesar de que la mayoría 61,7 % de los encuestados muestra preferencia por realizar un pago inicial completo al adquirir un sistema de energía solar, existe un segmento significativo 26,7 % que se inclina hacia la opción de un plan de pago mensual. Este dato es crucial para un modelo de negocio que contempla facilitar la adopción de energía solar a través de una estructura de membresía mensual, pues indica la existencia de un mercado potencialmente receptivo.

Además, el 11,6 % de los encuestados que no están seguros de su preferencia sugiere que hay espacio para influir en este grupo mediante información y educación sobre los beneficios de los

pagos mensuales. Este grupo puede representar una oportunidad estratégica para convertir indecisiones en adopciones, especialmente si se resaltan ventajas como menor carga financiera inicial, inclusión de servicios de mantenimiento y la flexibilidad de actualizar o modificar el servicio en función de las necesidades futuras del cliente.

¿Qué tipo de sistema fotovoltaico sería más interesante para usted?

60 respuestas

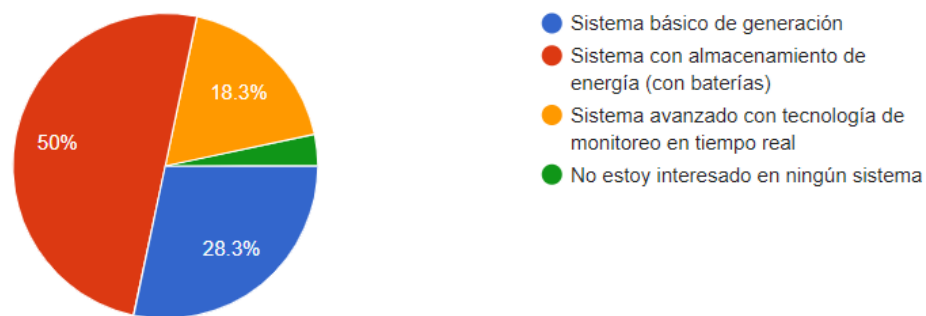


Figura 11: Sistema fotovoltaico de preferencia (Elaboración propia)

El gráfico detalla las preferencias de los consumidores en relación con diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos, proporcionando una visión esencial para ajustar tu modelo de negocios en el sector de la energía solar. Un destacado 50 % de los encuestados muestra preferencia por sistemas que incluyen almacenamiento de energía, como baterías. Este interés predominante subraya una tendencia hacia la autonomía energética, donde los usuarios buscan maximizar el uso de la energía solar no solo durante el día, sino también en períodos de baja producción solar. Esto señala una oportunidad significativa de mercado para productos que ofrezcan soluciones integradas de generación y almacenamiento.

Por otro lado, cerca del 28,3 % de los participantes se inclina hacia sistemas básicos de

generación de energía solar, sugiriendo una demanda para soluciones más accesibles y directas. Este segmento puede estar orientado hacia consumidores que buscan una introducción económica a la energía solar, valorando la simplicidad y los costos iniciales bajos por encima de la funcionalidad extendida.

Además, el 18,3 % de los encuestados expresa interés en sistemas avanzados que ofrecen tecnología de monitoreo en tiempo real. Este grupo, probablemente compuesto por consumidores tecnológicamente avanzados, valora el control detallado y la optimización del rendimiento, lo que indica un nicho de mercado para innovaciones de vanguardia en la gestión de energía solar.

Sin embargo, un pequeño 3,4 % de los encuestados no muestra interés en ningún sistema fotovoltaico. Aunque es un segmento minoritario, reconocer y entender las barreras de adopción en este grupo es crucial para desarrollar estrategias efectivas que puedan educar y potencialmente convertir esta resistencia en interés.

Posteriormente, se realizó una tercera sección de las encuestas donde se analizaban los factores económicos preferidos por la gente, precios dispuestos a pagar por un sistema fotovoltaico tanto inicialmente como membresías mensuales por los mismos, dando los siguientes resultados y análisis:

¿Cuánto estaría dispuesto a invertir en la instalación de un sistema fotovoltaico en su hogar?

60 respuestas

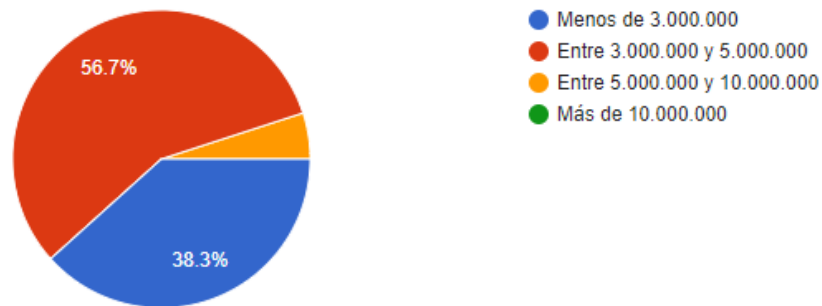


Figura 12: Disposición del mercado a invertir en un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)

El gráfico muestra la disposición de los consumidores a invertir en la instalación de un sistema fotovoltaico en sus hogares, clasificado por diferentes rangos de precio. La mayoría de los encuestados, específicamente el 56,7 %, está dispuesta a invertir entre 3.000.000 y 5.000.000 CLP. Este es un rango significativo que sugiere que muchos consumidores consideran la energía solar como una inversión valiosa, pero están cautelosos sobre gastar sumas más grandes sin garantías claras de retorno o beneficios adicionales.

Un 38,3 % de los encuestados prefiere invertir menos de 3.000.000 CLP. Este segmento puede incluir a consumidores más sensibles al precio o aquellos que posiblemente buscan sistemas más pequeños o básicos, quizás para probar la tecnología antes de comprometerse a inversiones mayores. Este grupo representa una oportunidad de mercado para productos fotovoltaicos de entrada o promociones que apunten a hacer la tecnología más accesible.

En el extremo superior, solo el 5 % de los participantes está dispuesto a invertir entre 5.000.000 y 10.000.000 CLP, lo que indica que hay un interés limitado en opciones más caras o avanzadas. Este pequeño segmento, aunque minoritario, puede estar buscando sistemas de alta gama con capacidades superiores, como almacenamiento de energía extendido o integraciones de tecnología avanzada.

El análisis de estos datos sugiere que la mayoría de los consumidores están interesados en soluciones fotovoltaicas con una buena relación costo-beneficio y que las empresas del sector deberían enfocarse en ofrecer sistemas que se ajusten a los rangos de inversión más populares para maximizar su penetración en el mercado. Al mismo tiempo, es esencial educar al mercado sobre los beneficios a largo plazo y el ahorro potencial en costos de energía que estos sistemas pueden ofrecer, para justificar la inversión inicial y expandir el interés hacia los rangos de precios más altos.

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar como membresía mensual para su hogar, por la instalación y servicios mantenimiento de paneles solares?

60 respuestas

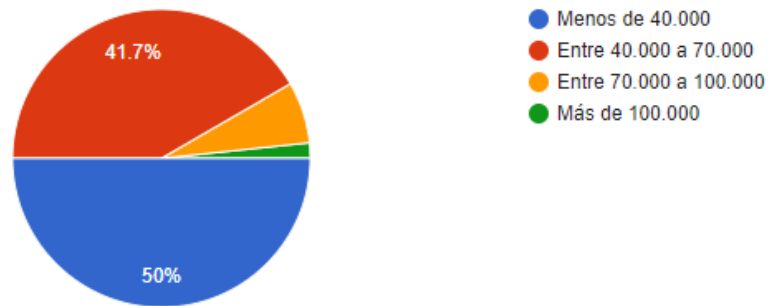


Figura 13: Disposición a pagar por membresías mensuales por un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)

El segundo gráfico detalla las preferencias de pago de los encuestados respecto a una membresía mensual que incluiría la instalación y el mantenimiento continuo de un sistema fotovoltaico. Un 50 % de los participantes estarían dispuestos a pagar menos de 40.000 pesos mensuales, lo que indica una preferencia marcada por cuotas de suscripción accesibles. Esta disposición a pagar una cantidad relativamente baja sugiere que, para muchos consumidores, el atractivo de los sistemas fotovoltaicos puede estar limitado por su capacidad de inversión mensual, o bien, por una percepción de valor moderado asociado a estos servicios.

Adicionalmente, un 41,7 % de los encuestados indicó que podría considerar un rango de pago mensual entre 40.000 y 70.000 pesos. Esta cifra es significativa y refleja un segmento del mercado que, aunque interesado en los beneficios de la energía solar, muestra una flexibilidad en la inversión mensual dependiendo del valor percibido que estos servicios puedan ofrecer, como ga-

rantías extendidas, tiempos de respuesta rápidos en mantenimiento o incluso mejoras tecnológicas incluidas dentro del servicio.

Solo un pequeño porcentaje, 8,3 %, estaría dispuesto a pagar entre 70.000 y 100.000 pesos por mes, y ningún encuestado mostró disposición a pagar más de 100.000 pesos mensuales. Esto demuestra que existe una clara resistencia a tarifas mensuales más elevadas, posiblemente debido a la evaluación del costo-beneficio que los consumidores hacen al considerar la relación entre el servicio recibido y el precio pagado.

¿Estaría interesado en instalar energía solar si existieran incentivos fiscales o subsidios que redujeran los costos iniciales?

60 respuestas

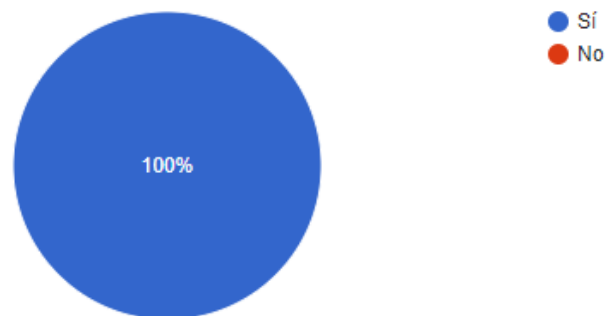


Figura 14: Interés por incentivos fiscales (Elaboración propia)

El anterior gráfico muestra una unanimidad absoluta entre los encuestados: el 100 % estaría interesado en instalar un sistema de energía solar si existieran incentivos fiscales o subsidios que redujeran los costos iniciales. Este resultado es indicativo de una alta sensibilidad al precio y una fuerte inclinación hacia la adopción de tecnologías sostenibles cuando se facilita el acceso económico. La totalidad de la muestra interesada sugiere que las políticas gubernamentales y las iniciativas de subsidios podrían ser extremadamente eficaces en fomentar la adopción de energía solar residencial. Además, indica que cualquier esfuerzo para disminuir las barreras financieras

iniciales sería bien recibido y probablemente resultaría en una rápida adopción de la tecnología.

¿Cuánto tiempo esperaría recuperar su inversión en el sistema fotovoltaico?

60 respuestas

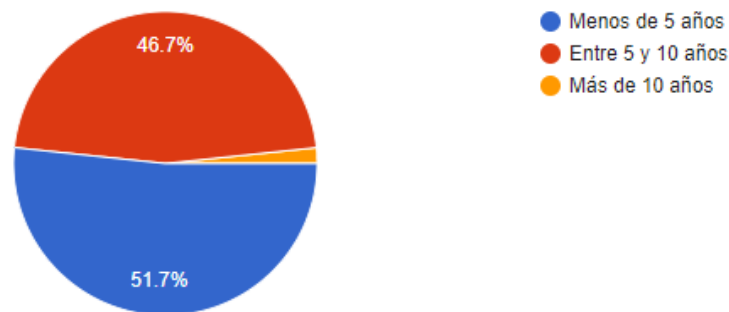


Figura 15: Tiempo esperado de recuperación de inversión (Elaboración propia)

El gráfico ilustra las expectativas de los encuestados sobre el tiempo que consideran aceptable para recuperar la inversión realizada en un sistema fotovoltaico. La mayoría, el 51,7 %, espera recuperar su inversión en menos de 5 años, lo que indica una preferencia clara por retornos rápidos en la inversión. Este alto porcentaje refleja la importancia que los consumidores dan a la eficiencia económica y al ahorro a corto plazo, lo cual es un punto crítico para considerar en la oferta de sistemas fotovoltaicos.

Por el contrario, un 46,7 % de los encuestados estaría cómodo con un periodo de recuperación de entre 5 y 10 años. Este grupo parece tener una perspectiva de inversión a mediano plazo, lo que sugiere que están dispuestos a esperar más tiempo por los beneficios financieros, siempre y cuando el valor de la inversión se mantenga dentro de lo razonable y los beneficios continúen más allá del periodo de recuperación inicial.

Solo un pequeño porcentaje de los participantes (1,6 %) considera aceptable un tiempo de recuperación de más de 10 años. Este segmento puede estar más interesado en los beneficios ambientales o de sustentabilidad a largo plazo que en la rentabilidad económica inmediata.

La cuarta sección del estudio se centra en identificar y comprender las principales barreras y preocupaciones que los consumidores enfrentan al considerar la instalación de sistemas fotovoltaicos en sus residencias. Esta parte del análisis explora los factores que pueden desalentar la adopción de esta tecnología, así como los incentivos que podrían incrementar la disposición de los usuarios a integrar soluciones de energía solar en sus hogares. A continuación, se presentan los resultados detallados que reflejan tanto las reticencias como los posibles motivadores para los propietarios de viviendas interesados en sistemas fotovoltaicos:

¿Cuál considera que es la mayor barrera para instalar un sistema fotovoltaico en su hogar?

60 respuestas

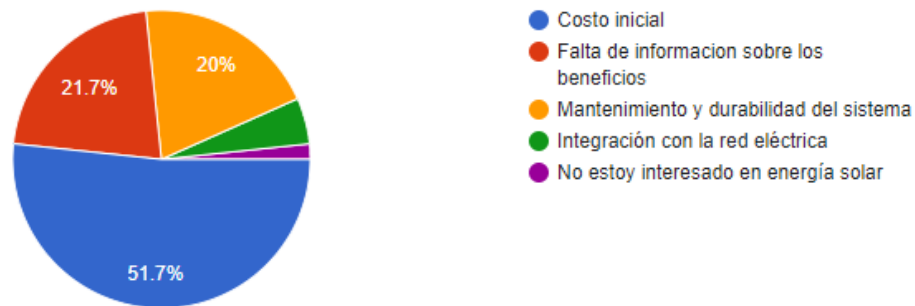


Figura 16: Barreras para instalar un sistema fotovoltaico residencial (Elaboración propia)

El gráfico destaca las percepciones de las barreras principales que enfrentan los encuestados al considerar la instalación de un sistema fotovoltaico en sus hogares. La mayoría significativa, un 51,7 %, identifica el costo inicial como la mayor barrera. Esto subraya la sensibilidad al precio como un factor crítico que inhibe la adopción de la tecnología solar. Un 20 % de los encuestados ve

el mantenimiento y la durabilidad del sistema como una preocupación principal, lo que indica que hay cierta ansiedad relacionada con la longevidad y el cuidado del sistema una vez instalado. Otras barreras mencionadas incluyen la falta de información sobre los beneficios, considerada por un 21,7 % de los encuestados, y la integración con la red eléctrica existente, con el 5 % considerándolo una barrera. Por último, solo el 1,6 % dice no estar interesado en energía solar en absoluto.

¿Qué factores aumentarían su disposición a instalar un sistema fotovoltaico?
(seleccione los que apliquen)

60 respuestas

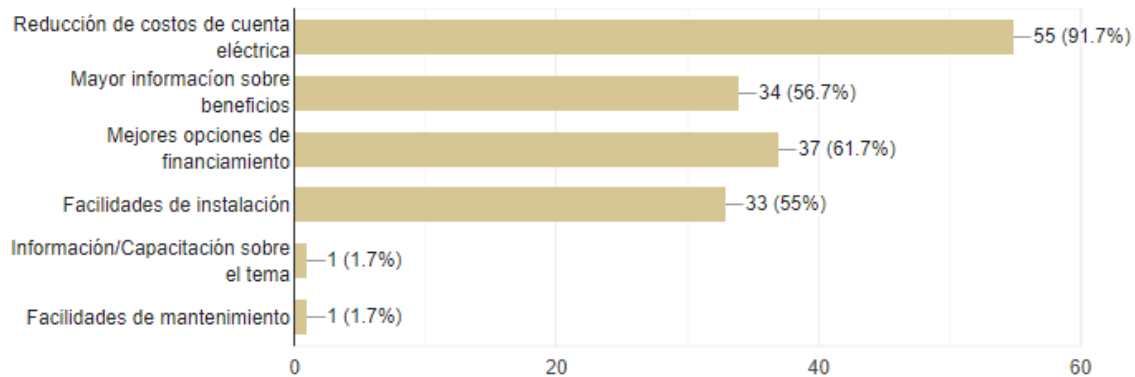


Figura 17: Factores de aumento de disposición de instalar un sistema fotovoltaico (Elaboración propia)

El segundo gráfico proporciona información sobre los factores que podrían incrementar la disposición de los encuestados a instalar sistemas fotovoltaicos. Casi todos los encuestados 91,7 % indican que una reducción de los costos de la cuenta eléctrica sería un incentivo significativo, reforzando la idea de que los beneficios económicos directos son fundamentales para la adopción de la tecnología. Además, un 61,7 % menciona que mejores opciones de financiamiento les animarían a instalar estos sistemas, y un 56,7 % desearía tener más información sobre los beneficios

de la energía solar. Alrededor de un 55 % considera que las facilidades de instalación también serían un factor positivo. Sorprendentemente, solo un 1,7 % de los encuestados valora la información/capacitación sobre el tema y las facilidades de mantenimiento como factores decisivos, lo cual podría indicar que estas áreas son percibidas como menos problemáticas o que ya se sienten suficientemente informados.

Por último, se realizó una sección de datos demográficos de los consumidores encuestados, obteniendo los siguientes resultados:

El análisis de la distribución por género revela que la muestra está relativamente equilibrada, con un 51,7 % de los encuestados que se identifican como masculinos y un 46,7 % como femeninos, complementado por un pequeño segmento del 1,7 % que se identifica con otro género. Esta diversidad de género proporciona una base sólida para evaluar las perspectivas y actitudes hacia la energía solar desde múltiples puntos de vista dentro de la comunidad.

Respecto al tamaño del hogar, la distribución muestra que la mayoría de los encuestados vive en hogares de tamaño mediano, con un 48,3 % en viviendas de entre 100 a 200 metros cuadrados y un 40 % en viviendas de menos de 100 metros cuadrados. Un menor 11,7 % reside en hogares más amplios de más de 200 metros cuadrados. El tamaño del hogar es un factor importante al considerar la instalación de sistemas fotovoltaicos, ya que influye tanto en la capacidad de instalación como en las necesidades energéticas. Las viviendas más grandes podrían justificar sistemas de mayor capacidad, mientras que en las más pequeñas podría ser más adecuado implementar sistemas más compactos y posiblemente menos costosos.

Este perfil demográfico sugiere que las estrategias para promover la energía solar deberían no solo enfocarse en resaltar los beneficios económicos y ambientales, sino también en ofrecer soluciones personalizadas que se ajusten a las características del hogar y las capacidades econó-

micas de los diferentes grupos de edad. Esto podría incluir programas de financiamiento flexibles, incentivos para jóvenes y opciones de diseño adaptable para viviendas de diferentes tamaños.

5.2. Modelo de negocios

5.2.1. Segmento de clientes

El modelo se enfoca en clientes residenciales que buscan alternativas sostenibles y económicamente viables para reducir su dependencia de la red eléctrica convencional. El segmento principal incluye propietarios de viviendas interesados en tecnologías limpias y ahorro a largo plazo en costos energéticos. Además, el modelo apunta a comunidades residenciales y municipios que pueden beneficiarse de proyectos de energía solar a gran escala, facilitando así el acceso a energía renovable para un mayor número de consumidores. Identificar correctamente estos segmentos permite diseñar ofertas específicas que maximicen el valor para cada grupo, como sistemas personalizados que se ajustan a diferentes consumos y necesidades energéticas. Requisitos importantes para que sean potenciales clientes son los siguientes:

- La residencia posee conexión a la red eléctrica convencional.
- La residencia podrá tener una capacidad instalada máxima de 100 kilowatts, para que esta afecte a la ley N.º 20.571.
- La residencia posee el espacio para la instalación de los paneles y espacio para la conexión con la red eléctrica convencional.

5.2.2. Propuesta de valor

La propuesta de valor para este proyecto de energía solar residencial en Chile se centra en ofrecer una alternativa energética limpia, sostenible y accesible económicamente para los hogares, esto sin que los clientes tengan que realizar un gran gasto inicial, y en lugar de exigir una inversión al ser adquirido, el modelo propuesto funciona bajo un sistema de suscripción mensual, lo que facilita el acceso a la energía solar a un mayor número de personas. Este enfoque elimina la dificultad de asumir los altos costos de instalación, permitiendo que cada vez más usuarios generen su propia electricidad de manera asequible.

Los sistemas solares instalados permiten a los clientes reducir ampliamente sus costos energéticos mediante el autoconsumo de la energía producida por los paneles. Tanto los hogares urbanos como rurales conectados a la red pueden beneficiarse de la Ley de Generación Distribuida, que les permite vender el excedente de energía a la red eléctrica. Esta modalidad de net billing, además de disminuir el costo de la factura de electricidad, también ofrece la posibilidad de generar ingresos adicionales, lo que convierte al sistema solar en una inversión rentable para los hogares.

Este servicio incluye mantenimiento habitual de los paneles solares, garantizando que su funcionamiento sea óptimo durante su vida útil. Este modelo también brinda la flexibilidad necesaria para que los clientes puedan ajustar el tamaño del sistema que requieran o modificar las condiciones del contrato según sus necesidades energéticas, y así puedan asegurar una solución flexible a lo largo del tiempo.

5.2.3. Canales

La estrategia para conectar con los clientes se basa en una combinación de canales digitales, ventas directas y colaboraciones estratégicas. Las plataformas digitales, como un sitio web corporativo, actúan como herramientas clave al brindar información completa sobre los servicios, destacar los beneficios de la energía solar y ofrecer opciones de contacto directo. Esta presencia en línea se fortalece mediante campañas de publicidad en redes sociales y el uso de páginas de aterrizaje específicas (landing pages) diseñadas para captar la atención de nuevos clientes, comunicando la propuesta de valor de manera clara.

Además, se considera la conformación de un equipo de ventas directas encargado de realizar visitas a domicilio para llevar a cabo evaluaciones personalizadas y responder consultas en persona, asegurando un servicio personalizado. Para facilitar el acceso a los sistemas solares, se establecen colaboraciones con entidades financieras que ofrecen opciones de financiamiento accesibles, adaptadas a los clientes interesados en energías limpias.

5.2.4. Relación con Clientes

Se establece una relación cercana con los clientes mediante consultas personalizadas, soporte técnico continuo y un sólido servicio postventa. Este enfoque permite realizar ajustes y personalizaciones de acuerdo con las necesidades específicas de cada cliente, asegurando así su satisfacción y fidelización a largo plazo. Además, se implementan programas de fidelización y referidos que incentivan a los clientes a recomendar los servicios, lo que crea una base de clientes leales y expande el alcance de mercado a través de la promoción boca a boca, un método probado y efectivo para captar nuevos clientes.

5.2.5. Fuente de Ingresos

Los ingresos provienen principalmente de la venta de energía generada por los sistemas instalados bajo contratos de compra de energía en su modalidad de membresía mensual, además de atraer inversión de interesados en proyectos sostenibles, como bancos o instituciones que apoyan iniciativas amigables con el medio ambiente. Estos contratos de energía aseguran un flujo de ingresos estable y predecible a largo plazo, dado que los clientes pagan una tarifa por la energía que consumen a precios competitivos.

Adicionalmente, se puede acceder a subvenciones gubernamentales y beneficios fiscales por promover tecnologías renovables. Otros ingresos incluyen servicios adicionales, como mantenimiento y actualización de sistemas, que contribuyen a la rentabilidad general y al fortalecimiento de la relación con los clientes.

5.2.6. Recursos claves

En este modelo de negocio, los recursos clave incluyen tecnología fotovoltaica de alta eficiencia, como paneles solares monocristalinos que ofrecen un rendimiento superior a su competencia, e inversores de calidad que optimizan la conversión de energía. Se contará con un equipo técnico capacitado para la instalación y el mantenimiento de los sistemas solares, lo que garantizará su eficiencia y durabilidad. Estos recursos son primordiales para ofrecer un servicio confiable y duradero, restando fallas y sumando beneficios para los clientes.

5.2.7. Actividades claves

Las actividades clave van desde el diseño de proyectos personalizados según las necesidades eléctricas de los hogares, hasta la instalación de sistemas solares con capacidades entre 3 y 5

kW, adecuados para el consumo residencial promedio. También comprende el servicio de atención al cliente y mantenimiento preventivo, asegurando así la durabilidad de estos paneles y que su vida útil esté reflejada al tiempo requerido. Se propondrá implementar una red digital que permitirá a los usuarios gestionar su consumo y producción de energía, facilitando el control sobre los ahorros generados y la venta de excedentes a la red.

5.2.8. Socios Claves

Respecto a los socios clave, las alianzas con proveedores tecnológicos confiables serán esenciales para asegurar la calidad de los paneles e inversores. También serán necesarios acuerdos con entidades financieras, donde lo ideal es que estas ofrezcan opciones de suscripción sin inversión inicial, facilitando el acceso a la energía solar. Por otro lado, el respaldo de entidades gubernamentales tendrá la misma importancia, pues apoyaran el cumplimiento de las regulaciones de la Ley de Generación Distribuida. Finalmente, la colaboración con técnicos certificados garantizará que los sistemas sean instalados y mantenidos con los más altos estándares.

Tabla 4: Tabla resumen de socios clave y sus beneficios (Elaboración propia)

Socio Clave	Contribución	Cantidad/ Especificación	Impacto en el Proyecto
Proveedores de Tecnología	Provisión de paneles solares e inversores	Paneles: 3-5 kW, Inversores: Capacidad hasta 5 kW	Garantizan la calidad y eficiencia de los componentes.
Entidades Financieras	Opciones de financiamiento/membresías	Línea de crédito: 80 % del costo inicial financiado	Facilitan el acceso sin necesidad de inversión inicial.
Gobierno/Entidades Públicas	Regulación y apoyo a través de incentivos	Ley de Generación Distribuida, Subsidios de hasta 30 %	Aseguran el cumplimiento normativo y acceso a incentivos.
Técnicos Certificados	Instalación y mantenimiento de los sistemas	1 técnico por cada 5 instalaciones mensuales	Aseguran estándares de calidad y eficiencia en la instalación.

5.2.9. Estructura de costos

La estructura de costos del proyecto abarca varios componentes clave para asegurar la operatividad y el éxito a largo plazo. Uno de los costos principales es la adquisición de los equipos, que incluye paneles solares, inversores, sistemas de montaje y demás componentes necesarios para la instalación. Estos costos no solo cubren la compra de los equipos, sino también su transporte, almacenamiento y distribución hasta el lugar de instalación.

Otro aspecto fundamental es el costo de instalación de los sistemas solares, que implica tanto la contratación de técnicos certificados como los gastos en herramientas y equipos de seguridad. La calidad y precisión en la instalación son esenciales para el rendimiento de los sistemas, lo que hace de esta inversión un pilar fundamental para la satisfacción del cliente y la durabilidad de los productos.

Además, se destinan recursos al desarrollo y mantenimiento de plataformas digitales que faciliten la gestión de los proyectos. Estas plataformas permiten monitorear el rendimiento de los sistemas, gestionar la comunicación con los clientes y simplificar procesos administrativos, mejorando así la eficiencia operativa y la experiencia del usuario. Los costos de tecnología incluyen tanto el diseño y la programación inicial de las plataformas como las actualizaciones periódicas y el soporte técnico.

El marketing también representa una inversión significativa orientada a educar y sensibilizar a los consumidores sobre los beneficios de la energía solar. Esto incluye campañas publicitarias, materiales informativos y estrategias de comunicación en redes sociales, y otros canales digitales. El objetivo no es solo atraer nuevos clientes, sino también fomentar una comprensión más profunda sobre las ventajas ambientales y económicas de la energía solar.

Por último, se contemplan los costos de capacitación para el personal técnico y de ventas, garantizando que el equipo esté bien preparado para ofrecer un servicio de alta calidad. También se incluyen los gastos en soporte técnico postventa, que aseguran la satisfacción del cliente a largo plazo y refuerzan la fidelización. Esta estructura de costos está diseñada para optimizar tanto la operación como la experiencia del cliente, garantizando la viabilidad y el crecimiento sostenible del proyecto.

5.2.10. Esquema modelo Canvas

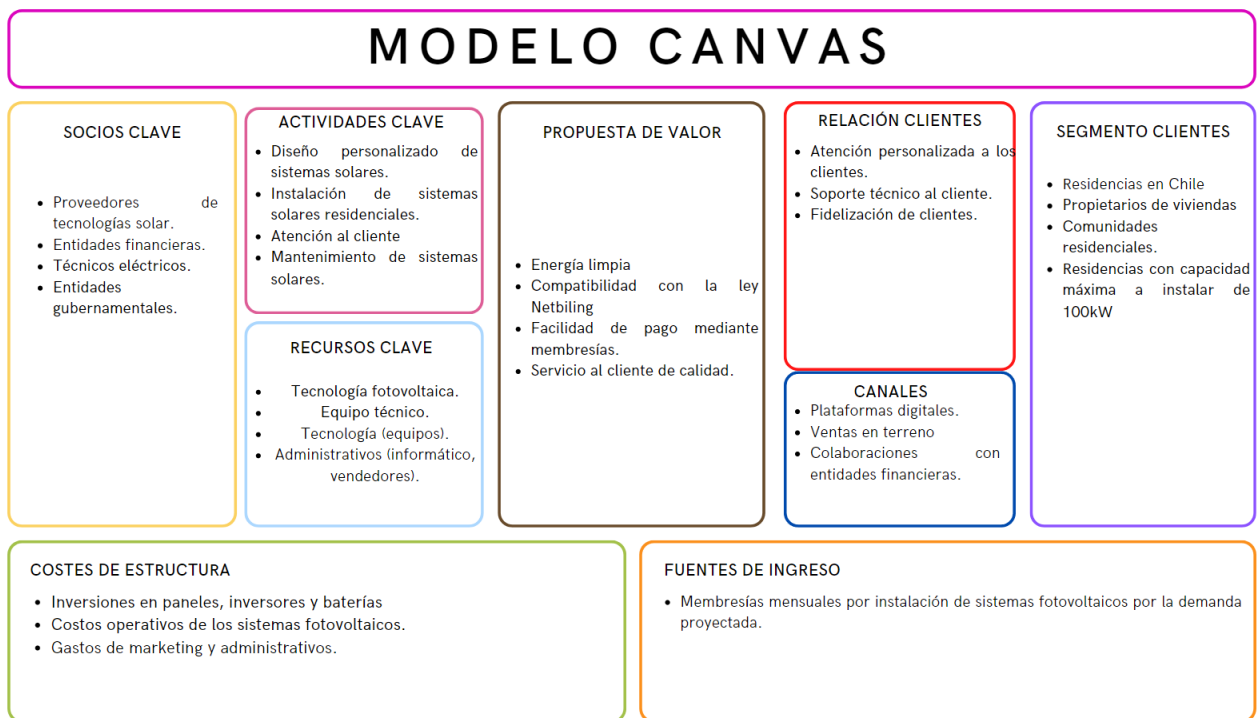


Figura 18: Esquema Canva del modelo de negocios (Elaboración propia)

5.3. Análisis Técnico-Económico

Este análisis técnico-económico se va a basar en la evaluación de la viabilidad financiera de distintos tipos de sistemas fotovoltaicos (FV) para viviendas, considerando los costos iniciales y los beneficios a largo plazo de las viviendas, el ahorro en las facturas de electricidad y los potenciales ingresos por la venta de excedentes de energía a la red. El objetivo principal de este análisis es el de ayudar a los propietarios de viviendas a tomar decisiones informadas sobre qué tipo de sistemas fotovoltaicos es el más adecuado para la necesidad de sus viviendas y de su presupuesto.

5.3.1. Horizonte de evaluación seleccionado

En el desarrollo del modelo de negocio de energía solar residencial, que opera bajo un sistema de suscripción mensual, se ha seleccionado un horizonte temporal de 25 años para realizar la evaluación económica y operativa del proyecto. Esta decisión se fundamenta en la duración de la vida útil de los componentes del sistema, específicamente los paneles solares, que comúnmente ofrecen garantías de hasta 25 años. Esta extensión temporal no solo es indicativa de la vida operativa esperada de los componentes, sino que también permite una proyección fiable de los flujos de caja y una evaluación precisa del retorno de la inversión a lo largo de un período significativo.

Además, optar por un marco de tiempo de 25 años refleja un compromiso a largo plazo con los clientes, proporcionando una base sólida para la estabilidad de los ingresos y la sostenibilidad del modelo de negocio. Esta estabilidad es crucial para fomentar la confianza entre los consumidores y para demostrar la viabilidad y fiabilidad del servicio ofrecido. Al mismo tiempo, este período permite alinear nuestra estrategia empresarial con las políticas energéticas y ambientales actuales y futuras, lo que garantiza la flexibilidad para adaptarse a cambios en la legislación y políticas que

promueven la sostenibilidad y la reducción de emisiones.

El enfoque en un horizonte de 25 años también maximiza los beneficios económicos para los clientes, permitiéndoles acumular ahorros significativos en los costos de energía a lo largo del tiempo. Este largo período es esencial para capturar el valor total del ahorro generado por los sistemas solares en comparación con las fuentes de energía convencionales, cuyos costos están aumentando debido al descongelamiento de precios de la electricidad. Adicionalmente, nos permite realizar una evaluación realista del impacto ambiental del proyecto, incluyendo la contribución significativa a la reducción de la huella de carbono y el apoyo a los objetivos globales de sostenibilidad.

5.3.2. Proyección de demanda y crecimiento de participación de mercado

En el contexto del desarrollo de la energía solar en Chile, es importante realizar una proyección de la demanda futura de instalaciones de paneles solares en el sector residencial. Esta previsión permite anticipar las tendencias del mercado y también planificar adecuadamente las estrategias empresariales y evaluar la rentabilidad a largo plazo.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), el número de instalaciones fotovoltaicas en Chile ha mostrado un crecimiento en 2022, pues el país superó las 6.023 instalaciones de generación distribuida, siendo una gran parte de estas de tipo residencial; en 2023, se sumaron más de 5.281 nuevas instalaciones solares, manteniendo la tendencia positiva observada en años anteriores (SEC, 2023). El incremento mencionado ha sido favorecido por iniciativas gubernamentales como la Ley de Generación Distribuida, que permite a los hogares vender el excedente de energía a la red, incentivando así la adopción de tecnología solar.

La proyección de crecimiento del mercado, considerando las tendencias actuales y las previsiones de adopción tecnológica, se estima que la contribución de los sistemas fotovoltaicos residenciales en el mercado crecerá progresivamente en los próximos 25 años.

5.3.3. Participación de mercado

La proyección de participación de mercado para la empresa en el sector de instalaciones de energías renovables muestra un crecimiento progresivo y constante a lo largo de los años, lo que refleja una estrategia de expansión gradual en una industria en auge. Esta proyección se ha realizado con base en las instalaciones anuales en el mercado que, gracias a la Superintendencia de la Electricidad y Combustibles (SEC), se estima cómo evolucionaría la cuota de mercado en función de distintos hitos. A continuación, se presenta un resumen detallado de las principales etapas de crecimiento y los cambios en la participación de mercado proyectados:

■ 2025 - 2026: Penetración Inicial

Durante los primeros años de operación, la empresa comienza a captar clientes y a establecer su presencia en el mercado. En esta fase de introducción, la empresa logra una participación de mercado del **1 %**, lo cual se traduce en una instalación de entre 54 y 65 sistemas de energía renovable anuales. A nivel mensual, la empresa realiza entre 4 y 5 instalaciones. Esta etapa refleja los desafíos iniciales de cualquier nuevo participante, en la cual la captación de clientes ocurre de manera lenta pero estable.

■ 2027 - 2028: Crecimiento Temprano

En estos años, la empresa consolida sus primeros éxitos y logra expandir su base de clientes.

La participación de mercado aumenta al **2 %**, con una estimación de entre 77 y 89 instala-

ciones anuales, lo que equivale a entre 6 y 8 instalaciones mensuales. Esta etapa muestra el inicio de un crecimiento más robusto, en el que la empresa empieza a ganar reconocimiento en el mercado y a aumentar su presencia competitiva.

■ **2029 - 2031: Expansión y Fortalecimiento**

En esta fase, la empresa experimenta una expansión más significativa, logrando captar una mayor cuota de mercado. La participación se eleva al **3 %**, lo que representa entre 101 y 113 instalaciones al año, o entre 8 y 9 instalaciones mensuales. Durante estos años, la empresa se posiciona como un competidor visible y creíble en el sector de las energías renovables, lo que contribuye a un crecimiento más acelerado en su participación.

■ **2032 - 2034: Consolidación de la Marca**

Con una cuota de mercado del **4 %**, la empresa logra entre 185 y 222 instalaciones anuales, o entre 15 y 18 mensuales. En esta etapa, la empresa ha alcanzado una mayor consolidación de su marca y cuenta con una base sólida de clientes. El aumento de la participación refleja la preferencia del mercado hacia sus productos y servicios, en un contexto de creciente demanda en el sector.

■ **2035: Establecimiento como un Jugador Clave**

En 2035, la participación de mercado aumenta al **5 %**, lo que representa 298 instalaciones anuales y alrededor de 25 mensuales. Este es un hito importante, pues la empresa se establece como un jugador relevante en la industria. La creciente demanda y la reputación adquirida impulsan este aumento de cuota de mercado.

■ **2036 - 2037: Crecimiento Sostenido**

Durante estos años, la empresa continúa su trayectoria de crecimiento y alcanza una participación de mercado del **6 %**, logrando entre 340 y 380 instalaciones anuales, lo cual equivale a entre 24 y 32 instalaciones mensuales. Esta fase de crecimiento sostenido muestra que la empresa ha logrado un lugar firme en el mercado y es una opción competitiva en el sector.

■ **2038 - 2039: Expansión en el Mercado**

La empresa incrementa su cuota de mercado al **7 %**, con instalaciones anuales de entre 421 y 462, o entre 35 y 39 mensuales. Este crecimiento muestra que la empresa continúa ampliando su presencia en el mercado y aumentando su capacidad de captación de clientes en un entorno de competencia creciente.

■ **2040 - 2042: Madurez en el Sector**

Con una participación del **8 %**, la empresa realiza entre 504 y 616 instalaciones anuales, alcanzando entre 42 y 52 instalaciones mensuales. En esta etapa de madurez, la empresa ha consolidado su posición y goza de un reconocimiento considerable en el mercado. La demanda se mantiene estable, lo que le permite mantener un crecimiento constante en su participación.

■ **2043 - 2046: Posicionamiento Estable**

Durante estos años, la participación de mercado de la empresa alcanza el **9 %**, con entre 674 y 864 instalaciones anuales, o entre 57 y 72 instalaciones mensuales. Esta fase refleja un posicionamiento estable y fuerte de la empresa en el sector de las energías renovables.

■ **2047: Expansión Significativa**

En 2047, la participación de mercado de la empresa aumenta al **10 %**, con 939 instalaciones

anuales y 78 instalaciones mensuales. Este incremento representa un importante logro en la participación del mercado, indicando que la empresa es uno de los principales actores en el sector.

■ **2048 - 2049: Consolidación del Liderazgo**

En los últimos años del periodo proyectado, la empresa alcanza una participación de mercado del **12 %**, realizando entre 1.015 y 1.091

instalaciones anuales, o entre 85 y 91 instalaciones mensuales. Esta participación representa una consolidación de la empresa como líder en el mercado de instalaciones de energías renovables, y muestra su capacidad de captación en un mercado competitivo.

Esta proyección refleja un crecimiento progresivo y sostenido en la cuota de mercado de la empresa, que comienza en un 1 % en los primeros años y alcanza un 12 % hacia el final del periodo proyectado. Este crecimiento constante es indicativo de una estrategia de expansión exitosa en un sector con alta demanda, donde la empresa logra posicionarse como un actor competitivo y relevante. A continuación, se muestra gráficamente la demanda por año que espera durante los próximos 25 años.

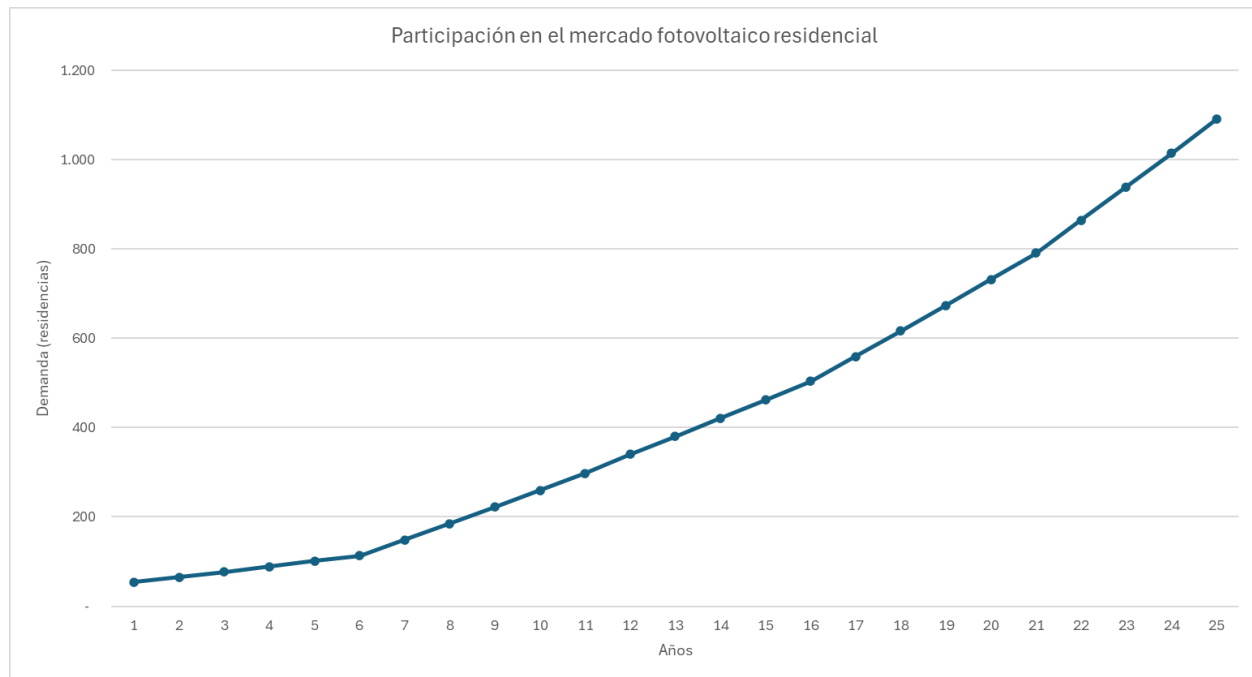


Figura 19: Demanda potencial por año para el modelo de negocios (Elaboración propia)

5.3.4. Análisis Técnico

En el análisis técnico del modelo de negocio, se establece como supuesto que los sistemas fotovoltaicos a instalar tendrán una capacidad de 3 kW. Estos sistemas están diseñados para producir aproximadamente 360 kWh mensuales. Dado que el consumo promedio de electricidad en un hogar en Chile es de aproximadamente 305 kWh, estos sistemas no solo cubrirán completamente la demanda energética del hogar, sino que también generarán excedentes de electricidad. Esto es particularmente ventajoso bajo la ley de Net Billing vigente en Chile, la cual permite a los usuarios vender el excedente de energía a la red eléctrica, generando así ahorros adicionales en sus facturas de electricidad.

Además, para la implementación de estos sistemas solares, se optó por utilizar kits solares de la marca Stärkee. Estos kits incluyen todos los componentes necesarios para la instalación:

paneles solares, inversores, estructuras de soporte y baterías. A continuación, se presenta una tabla detallando los activos que serán utilizados en las instalaciones:

Tabla 5: Activos solares a utilizar

Tipo de sistema	Sistema solar sin almacenamiento	Sistema solar con almacenamiento
Paneles	6 paneles de 550W, perk monocristalino	6 paneles de 550W, perk monocristalino
Inversor	Inversor On grid 3000W Solis	Inversor Híbrido 5000W Axpert
Estructuras	Set soporte para 6 paneles	Set soporte para 6 paneles
Baterías	N/A	4 baterías 12V Gel Lefman

Fuente: Elaboración Propia

Esta selección de componentes garantiza una integración óptima y eficiente, asegurando que cada sistema fotovoltaico funcione a su máxima capacidad y con la mayor fiabilidad posible.

5.3.5. Proyección Financiera

Con el aumento en la adopción de los paneles solares, se puede esperar que los indicadores financieros, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), mejoren gradualmente. A medida que la demanda de estos paneles crezca, se consolidarán más las economías de escala y disminuirán los costos de operación e instalación, lo que incrementará la rentabilidad para los proveedores. Además, los hogares podrán aprovechar los incentivos gubernamentales y vender la energía excedente a la red, lo cual reducirá significativamente el tiempo de retorno de inversión (payback), fortaleciendo así la sostenibilidad del modelo.

Costos de Instalación

El análisis técnico-económico de los sistemas fotovoltaicos residenciales se centra en evaluar los costos iniciales de instalación, el costo de mantenimiento durante el tiempo de vida del proyecto, y los ahorros en las facturas de electricidad. Este estudio ayuda a determinar si a largo plazo es viable elegir alguno de estos sistemas, y calcula indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), esenciales para evaluar la rentabilidad de cada opción, se consideraron 2 opciones posibles de servicio para evaluar un sistema fotovoltaico básico que solo contempla paneles y un sistema fotovoltaico con almacenamiento que posee baterías en el sistema.

Sistema Fotovoltaico Básico

El costo estimado de instalación es de aproximadamente 2.660.000 CLP, cifra extraída de distintas páginas especializadas en venta de kit de sistemas fotovoltaicos en Chile, donde se analiza el precio de los componentes esenciales como paneles solares e inversores, así como el costo de la mano de obra para instalaciones estándar. (Ministerio de Energía de Chile, 2021; Comisión Nacional de Energía ([CNE], 2021).

Tabla 6: CAPEX: Sistema fotovoltaico básico

Componente	Descripción	Costo
Kit solar y mano de obra	6 paneles fotovoltaicos de 550W, 6 soportes y un inversor de 3000W	\$2.200.000
Cableado	Cables, conectores	\$180.000
Permisos	Tramitación TE4 para la SEC y conexión a la red	\$180.000
Otros gastos	Transporte, herramientas, etc.	\$100.000
Total		\$2.660.000

Fuente: Elaboración propia

Sistema FV con Almacenamiento

El costo inicial de este sistema es mayor y asciende a 3.460.000 CLP, debido a la inclusión de baterías que permiten almacenar energía generada durante el día para uso nocturno. Los datos provienen de informes sobre el mercado de almacenamiento de energía. (CNE, 2021; Ministerio de Energía de Chile, 2021).

Tabla 7: CAPEX: Sistema fotovoltaico con almacenamiento

Componente	Descripción	Costo
Kit solar y mano de obra	6 paneles de 500W, 6 soportes, 1 inversor de 5kW, 4 baterías	\$3.000.000
Cableado	Cables, conectores	\$180.000
Permisos	Tramitación TE4 para la SEC y conexión a la red	\$180.000
Otros gastos	Transporte, herramientas, etc	\$100.000
Total		\$3.460.000

Fuente: Elaboración propia

Costos de mantenimiento sistema solares residenciales

Es fundamental no solo evaluar los costos iniciales de instalación de los sistemas fotovoltaicos, sino también considerar los costos operativos asociados. Estos incluyen el mantenimiento regular y las garantías que aseguran el funcionamiento óptimo del sistema a lo largo de su vida útil. Adicionalmente, es crucial considerar los gastos de marketing, que juegan un papel importante en la promoción del producto y la educación del consumidor sobre los beneficios de la energía solar. Estos gastos ayudan a aumentar la adopción de sistemas fotovoltaicos y son esenciales para el éxito a largo plazo del modelo de negocio.

Para los sistemas fotovoltaicos residenciales analizados en este modelo de negocios, tanto para aquellos con sistema de almacenamiento como para los que no lo incluyen, se han considerado idénticos costos de operación, incluyendo los gastos de marketing. Los detalles de estos costos

se presentan en la tabla que sigue, facilitando una comparación directa y transparente. Esta uniformidad en los costos operativos asegura que las comparaciones de viabilidad económica entre ambos sistemas sean justas y basadas exclusivamente en sus diferencias de rendimiento y costos de capital inicial.

Tabla 8: Costos Operativos (OPEX)

Servicio	Descripción	Costo (CLP)
Mantenimiento	Se realizan 2 visitas al año	\$120.000
Marketing	Campañas, publicidad, enseñanza etc.	\$800.000
Seguros	Garantías, Fallo del sistema	\$80.000
Total		\$1.000.000

Fuente: Elaboración propia

Precios de los sistemas fotovoltaicos y membresías mensuales

Habiendo detallado los costos tanto de la instalación inicial como los operativos asociados a los sistemas fotovoltaicos, resulta imperativo evaluar los precios de venta de estos sistemas para garantizar la rentabilidad del modelo de negocio propuesto. En este contexto, aunque los sistemas fotovoltaicos presentan un precio total inicialmente más elevado en comparación con sistemas con pago inmediato, esto se justifica por el menor riesgo que implica para el cliente. Este último disfruta de la instalación y funcionamiento inmediatos del sistema a través de un pago de membresía mensual, que resultará ser inferior al ahorro generado a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el período de amortización de estos sistemas fotovoltaicos está estipulado en 15 años, cubriendo tanto los costos de instalación como los operativos. A continuación, se presentarán de manera detallada los precios totales, así como la membresía anual y mensual para cada uno de los sistemas evaluados.

Tabla 9: Cuadro comparativo de precios y membresías

Tipo de sistema	Sistema fotovoltaico sin almacenamiento	Sistema fotovoltaico con almacenamiento
Precio total sistema fotovoltaico	\$9.000.000	\$12.000.000
Cuota anual	\$600.000	\$800.000
Membresía mensual	\$50.000	\$66.667

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja de sistemas fotovoltaicos

La tabla que se presenta a continuación muestra una proyección detallada de los flujos netos anuales para dos configuraciones de sistemas fotovoltaicos, uno sin almacenamiento y otro con almacenamiento, desde el año 2024 hasta el 2049. El 'Periodo 0' corresponde al año inicial de la inversión, reflejando los ingresos iniciales positivos por la aportación de capital. Los valores negativos en los años subsiguientes indican costos operativos y otros gastos, mientras que los valores positivos muestran ingresos netos tras cubrir todos los costos asociados. Esta comparativa es crucial para evaluar la viabilidad económica y la planificación estratégica en el sector energético, destacando cómo la integración de tecnología de almacenamiento puede ofrecer beneficios significativos en términos de eficiencia y rentabilidad operativa a largo plazo. Analizar estos flujos netos permite a los inversionistas y planificadores comprender mejor las implicaciones económicas de las inversiones iniciales elevadas frente a los retornos futuros, subrayando el impacto transformador de las tecnologías de almacenamiento en la economía de los sistemas fotovoltaicos.

Tabla 10: Flujos Netos de Sistemas Fotovoltaicos con y sin Almacenamiento

Año	Periodo	Flujos netos sistema sin almacenamiento (CLP)	Flujos netos sistema con almacenamiento (CLP)
2024	0	\$250.000.000	-\$100.000.000
2025	1	-\$133.170.500	-\$165.910.500
2026	2	-\$135.830.600	-\$164.131.600
2027	3	-\$136.094.360	-\$158.338.960
2028	4	-\$132.234.640	-\$146.232.840
2029	5	-\$124.127.520	-\$127.633.720
2030	6	-\$111.681.000	-\$102.403.600
2031	7	-\$146.593.240	-\$135.944.240
2032	8	-\$168.855.280	-\$150.143.880
2033	9	-\$178.191.120	-\$144.588.520
2034	10	-\$174.324.760	-\$118.864.160
2035	11	-\$156.980.200	-\$72.556.800
2036	12	-\$133.158.640	-\$14.461.640
2037	13	-\$87.521.380	\$75.199.020
2038	14	-\$27.439.920	\$186.891.680
2039	15	\$47.361.740	\$321.030.340
2040	16	\$135.889.600	\$445.374.000
2041	17	\$165.581.680	\$550.072.880
2042	18	\$231.220.960	\$678.430.160
2043	19	\$312.578.640	\$830.852.640
2044	20	\$409.930.720	\$1.007.754.320
2045	21	\$523.553.200	\$1.209.549.200
2046	22	\$614.502.200	\$1.384.869.400
2047	23	\$717.722.600	\$1.579.206.200
2048	24	\$833.398.400	\$1.792.335.600
2049	25	\$961.713.600	\$2.026.033.600

Fuente: Elaboración propia

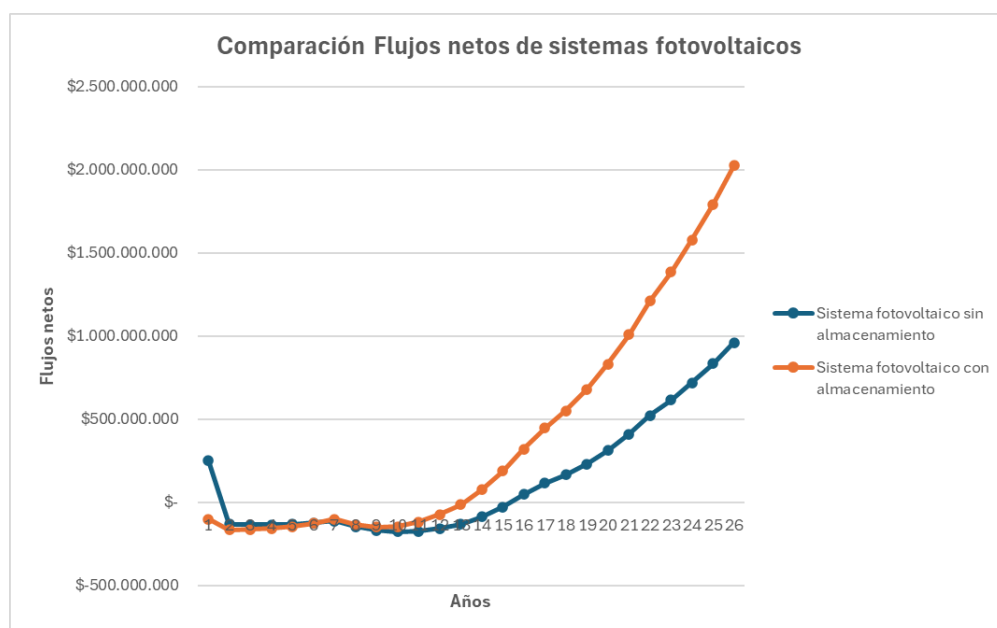


Figura 20: Representación Flujos Netos de Sistemas Fotovoltaicos con y sin Almacenamiento (Elaboración propia)

Esta comparación de los flujos de caja proyectados para sistemas fotovoltaicos, uno sin almacenamiento y otro con almacenamiento, refleja las diferencias fundamentales en la estructura de inversión y rentabilidad a lo largo del tiempo, desde el año 2024 hasta el 2049. La proyección destaca que el "Periodo 0" en el sistema sin almacenamiento presenta un flujo neto positivo de \$250.000.000, lo cual es indicativo de la aportación inicial de un inversionista, contrastando con el sistema con almacenamiento que muestra un flujo neto inicial negativo de -\$100.000.000, reflejando la ausencia de inversión externa inicial y un mayor desembolso inicial para este tipo de negocio.

A lo largo de los años subsiguientes, ambos sistemas incurren en costos operativos y otros gastos, evidenciados por los valores negativos. Sin embargo, después de un período inicial de gastos, el sistema con almacenamiento comienza a mostrar una recuperación económica significativa, con flujos netos que se vuelven positivos a partir del año 2037 y aumentan considerablemente en

los años siguientes. Este cambio dramático demuestra cómo la inversión inicial más alta en tecnología de almacenamiento puede ser compensada con retornos mucho más elevados a largo plazo, proporcionando no solo beneficios económicos, sino también mejoras en la eficiencia y autonomía energética.

5.3.6. Tasa de descuento

Para determinar la tasa de retorno esperada de nuestra inversión en el proyecto fotovoltaico residencial, hemos aplicado el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM), una herramienta estándar en la evaluación financiera de inversiones. El CAPM permite calcular la rentabilidad requerida de un proyecto basándose en su riesgo relativo en comparación con el mercado en general.

La ecuación del CAPM es la siguiente:

$$E(R_i) = R_f + \beta \cdot (E(R_m) - R_f) \quad (3)$$

donde $E(R_i)$ es la rentabilidad esperada del proyecto, R_f es la tasa libre de riesgo, β es el coeficiente que mide el riesgo del proyecto en relación con el mercado, y $E(R_m)$ es la rentabilidad esperada del mercado. Para nuestro análisis, se utilizaron los siguientes valores:

- **Tasa libre de riesgo (R_f):** 6 %, tasa libre de riesgo según el banco central de Chile.
- **Rentabilidad del mercado ($E(R_m)$):** 8 %, basada en la rentabilidad histórica media del mercado chileno.
- **Beta (β):** 1.0, asumiendo que el proyecto tiene un riesgo comparable al del mercado en su

conjunto.

Aplicando estos valores en la fórmula del CAPM, obtenemos:

$$E(R_i) = 0,06 + 1,0 \cdot (0,08 - 0,06) = 8 \%$$

La tasa de retorno esperada del 8 % indica que, dado el nivel de riesgo del proyecto comparado con el mercado, se espera que el proyecto genere una rentabilidad anual del 8 %. Este retorno es consistente con las expectativas de rendimiento para inversiones de similar riesgo en el sector energético, asegurando que el proyecto no solo es viable sino también atractivo para los inversores potenciales. La utilización del CAPM en este contexto nos proporciona una base sólida y justificada para proceder con la inversión, alineando las expectativas de rentabilidad con los estándares del mercado financiero.

5.3.7. Cálculo de indicadores Financieros

Tras realizar los cálculos de flujo de caja para los sistemas fotovoltaicos, se procedió a evaluar los indicadores financieros críticos para determinar la viabilidad económica del proyecto tanto para el modelo con almacenamiento como el sin almacenamiento. Los resultados obtenidos para el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (Payback) se presentan a continuación:

Tabla 11: Indicadores Financieros de Sistemas Solares

Indicador	Sistema solar sin almacenamiento	Sistema solar con almacenamiento
Tasa de descuento	8 %	8 %
VAN	\$64.509.319	\$1.288.600.434
TIR	9 %	13 %
Payback	Año 15	Año 13

Fuente: Elaboración Propia

5.3.8. Análisis de indicadores Financieros

Los indicadores financieros presentados en la tabla para ambos modelos de sistemas fotovoltaicos ofrecen una visión detallada de su rentabilidad y eficiencia económica. Aquí se proporciona un análisis de cada indicador:

- **Valor Actual Neto (VAN):** El VAN positivo de ambos sistemas indica que generan un retorno neto después de cubrir los costos de capital a una tasa de descuento del 8 %. El sistema con almacenamiento muestra un VAN significativamente más alto (\$1.288.600.434) en comparación con el sistema sin almacenamiento (\$64.509.319), lo que sugiere una mayor eficacia en la generación de flujos de efectivo futuros y, por ende, una mayor rentabilidad.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** La TIR es superior a la tasa de descuento para ambos sistemas, siendo del 9 % para el sistema sin almacenamiento y del 13 % para el sistema con almacenamiento. Este último, al mostrar una TIR más alta, indica una mayor rentabilidad relativa y capacidad de generar beneficios económicos, lo que puede atraer a inversores que busquen mayores rendimientos.
- **Período de Recuperación de la Inversión (Payback):** El tiempo de recuperación es menor en el sistema con almacenamiento (13 años) en comparación con el sistema sin almace-

miento (15 años), lo que refleja un retorno de la inversión más rápido. Esto puede hacer que el sistema con almacenamiento sea más atractivo para los inversores, especialmente en contextos de mercado donde la rapidez en la recuperación de la inversión es crucial.

Este análisis resalta las diferencias clave en el rendimiento financiero entre los dos sistemas y subraya la importancia de considerar varios indicadores al evaluar las opciones de inversión en tecnologías de energía renovable.

6. Conclusiones

Esta tesis tenía como propósito crear y evaluar un modelo de negocios solar residencial, realizando un análisis de mercado, donde se realizó un análisis de las 5 fuerzas de Porter, donde se vio que el mercado es bastante competitivo, ya que son proyectos que están llegando a su auge actualmente. También se realizaron encuestas, donde se tuvo una muestra de 60 personas, donde un 97 %, están interesados en la posibilidad de instalar algún tipo de sistema, como las dos mayorías fueron sistema fotovoltaico básico, es decir, sin almacenamiento y el otro con almacenamiento, fueron los dos sistemas que se evaluaron tanto técnica como financieramente.

Respecto al modelo de negocio, este se centra en sistemas solares fotovoltaicos para residencias chilenas, y aborda la necesidad creciente de soluciones energéticas sostenibles y económicamente viables. Al enfocarse en propietarios y comunidades que desean reducir su dependencia de la red eléctrica tradicional, la empresa facilita la adopción de la tecnología solar mediante un modelo de suscripción mensual. Este enfoque reduce la barrera de los altos costos iniciales y aprovecha la ley de Generación Distribuida, permitiendo a los usuarios no solo ahorrar en costos energéticos, sino también generar ingresos mediante la venta de energía excedente.

La estrategia de distribución combina canales digitales y ventas directas para maximizar el alcance y la efectividad en la comunicación de beneficios. Las alianzas con entidades financieras ofrecen opciones de financiamiento accesibles, y el compromiso con un servicio al cliente personalizado y el mantenimiento continuo de los sistemas promueven la satisfacción y fidelización a largo plazo.

Por otro lado, este estudio ha abordado de forma exhaustiva la viabilidad técnica y financiera de la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en residencias chilenas, comparando dos

tipos de sistemas: uno sin almacenamiento y otro con almacenamiento. Los análisis económicos detallados revelan que ambos sistemas son viables, cada uno ofreciendo distintas ventajas económicas y funcionales que se adaptan a diversas necesidades y preferencias del mercado residencial.

El sistema sin almacenamiento, con un Valor Actual Neto (VAN) de \$64.509.319 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 9 %, presenta un período de recuperación de la inversión de 15 años. A pesar de ser una opción más accesible en términos de costo inicial, su rentabilidad y período de payback son más limitados en comparación con la opción de almacenamiento. En contraste, el sistema con almacenamiento inicialmente requiere una mayor inversión, pero justifica este desembolso inicial con un VAN considerablemente superior de \$1.288.600.434 y una TIR del 13 %, además de un período de payback reducido a solo 13 años. Estas cifras no solo demuestran una recuperación de la inversión más rápida, sino también una mayor rentabilidad a lo largo del tiempo, resaltando la eficiencia y el valor añadido de incorporar capacidades de almacenamiento.

La comparativa entre ambos sistemas subraya la relevancia del almacenamiento para la generación de valor económico y la optimización de la inversión. Integrar el almacenamiento en los sistemas fotovoltaicos no solo mejora significativamente los indicadores financieros, sino que también proporciona a los usuarios una mayor autonomía energética. Este aspecto es crucial, ya que contribuye a la seguridad energética de los hogares y fomenta una mayor independencia de la red eléctrica tradicional, apoyando así la adopción de soluciones más sostenibles y resilientes en el entorno residencial.

En términos más amplios, este trabajo ha demostrado que los sistemas fotovoltaicos, especialmente aquellos con almacenamiento, no solo son viables económicamente, sino también extremadamente beneficiosos para los hogares en Chile. Estos sistemas facilitan la transición energética del país hacia fuentes más limpias y renovables, apoyando de manera efectiva los objetivos

nacionales de sostenibilidad y la reducción de emisiones de carbono. Además, el desarrollo de un modelo de negocio bien estructurado que respalde estos sistemas puede jugar un papel crucial en el mercado energético.

Finalmente, con políticas gubernamentales adecuadas y el continuo avance en las tecnologías de almacenamiento, el futuro de la energía solar residencial en Chile no solo es prometedor, sino que representa una oportunidad estratégica tanto para inversores como para consumidores. Estos avances prometen transformar el panorama energético, haciendo de la energía solar una opción cada vez más atractiva y económicamente accesible para una amplia gama de consumidores chilenos.

Referencias

(2023). Stärkee: venta de equipos solares.

Acesol. Definición de proyectos Utility Scale. Recuperado de <https://www.acesol.cl>.

Asociación Chilena de Energía Solar (2021). Estado del arte de la energía solar en Chile. Recuperado de <https://www.acesol.cl>.

Banco Mundial (2023). Uso de electricidad proveniente de fuentes renovables en el mundo. Recuperado de <https://www.bancomundial.org/energia/renovable>.

Biblioteca del Congreso Nacional (2020a). Capacidad instalada de energía renovable en Chile. Recuperado de <https://www.bcn.cl>.

Biblioteca del Congreso Nacional (2020b). Ley de Generación Distribuida. Recuperado de <https://www.bcn.cl>.

Bozeman & Youtie (2017). *The strength in numbers: Understanding research collaboration in the social sciences*. Princeton University Press.

Brealey, R. A., Myers, S. C., and Allen, F. (2011). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill Education.

Comisión Nacional de Energía (2021). Informe anual de energía solar en Chile 2021. Recuperado de <https://www.cne.cl>.

Comisión Nacional de Energía (2021). Resolución exenta cne n°535-2021: Informe técnico definitivo que fija la tasa de costo de capital. Accedido el [fecha de acceso].

Creswell & Plano Clark (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE Publications, 3rd edition.

Gitman, L. J. and Zutter, C. J. (2012). *Principles of Managerial Finance*. Pearson, 13 edition.

IRENA (2020). Global renewable capacity statistics. Recuperado de <https://www.irena.org>.

Kotler & Keller (2016). *Marketing management*. Pearson Education, 15 edition.

Kumar, S. and Sharma, V. (2018). Financial appraisal of photovoltaic projects: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82:2698–2708.

Ministerio de Energía (2021). Plan Energético Nacional 2021-2050. Recuperado de <https://www.energia.gob.cl>.

Ministerio de Energía (2022). Programa Casa Solar. Recuperado de <https://www.energia.gob.cl>.

Ministerio de Energía de Chile (2021). Reporte de energía solar en Chile 2021. Recuperado de <https://energia.gob.cl>.

Mordor Intelligence (2024). Tendencias de crecimiento en energía solar residencial (2024-2029). Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com>.

Naciones Unidas (2021). Emisiones globales de CO₂ y su impacto en el cambio climático. Recuperado de <https://www.un.org/es/climatechange>.

Osterwalder & Pigneur (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., and Jaffe, J. F. (2010). *Corporate Finance*. McGraw-Hill Education, 10 edition.

Solar, N. (2021). Proyectos solares fotovoltaicos híbridos (conectados a la red con respaldo). <https://newensolar.cl/proyectos-solares-fotovoltaicos-conectados-a-la-red-con-respaldo/>. Accedido: [Fecha de Acceso].

Superintendencia de Electricidad y Combustibles (2023). Informe mensual de generación distribuida. Recuperado de <https://www.sec.cl/GDA/>.

Sánchez Molina (2023a). Chile's 2023 solar installations hit 1.65 GW. Recuperado de <https://www.pv-magazine.com>.

Sánchez Molina (2023b). Chile covers 20.7 % of electricity demand with solar. *PV Magazine*.

Sánchez Molina (2024). Chile covers 20.7 % of October electricity demand with solar. Recuperado de <https://www.pv-magazine.com>.

Tashakkori & Teddlie (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. SAGE Publications.