

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR- JOSE MIGUEL CARRERA**

**PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR PARA LA PANADERIA PASTELERICO:**  
**GENERACION Y AUTOCONSUMO CON PANELES SOLARES**

Trabajo de Titulación para optar al título  
Profesional de INGENIERÍA DE EJECUCIÓN  
EN MECÁNICA DE PROCESOS Y  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumno:

Sr. Patricio Domínguez Montanares

Profesor Guía:

Ing. Eduardo Vidal Páez



## **DEDICATORIAS**

A mis amigos, madre y profesor guía,

En este trabajo, quiero expresar mi agradecimiento a quienes estuvieron a mi lado. A mis amigos por las risas compartidas, los consejos y el apoyo en los momentos difíciles, vuestra amistad ha sido fundamental.

Profesor Eduardo Vidal Páez, por tu guía, paciencia y sabiduría, tu apoyo a sido fundamental para llevar a cabo este proyecto.

A ti, Dios, por ser mi guía constante y darme la fuerza para seguir adelante. Tu presencia ha sido mi luz en el camino.



## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** ENERGIA FOTOVOLTAICA, INSTALACIÓN PANELES SOLARES.

En este informe se aborda el análisis de la problemática asociada al empleo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), destacando sus reservas limitadas y los efectos ambientales que conllevan, tales como la lluvia ácida, el efecto invernadero y la contaminación de aguas y suelos a nivel global, nacional y regional. Se subraya que esta problemática no es exclusiva de la localidad donde se contempla implementar una solución alternativa.

Se presentan diversas alternativas para abordar parcialmente el consumo energético de la Panadería PasteleRico de Capitán Pastene, ubicada en la novena región, mediante el análisis de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) dentro del área designada, considerando su viabilidad para la instalación en un local comercial. En Chile, existen leyes que respaldan el uso de este tipo de energía, como la ley 20.257 (Ley ERNC) y la ley 20.571 (Ley de generación distribuida), junto a fondos concursables de instituciones públicas y privadas, que buscan fomentar el uso de energía limpia y renovable mediante apoyo económico a la implementación de sistemas fotovoltaicos en locales comerciales.

Basándose en los criterios fotovoltaicos obtenidos del Explorador Solar del Ministerio de Energía en la Región de la Araucanía, se propone la implementación de una solución energética fotovoltaica de 9 kWp para el autoconsumo, detallando el tipo de instalación y los componentes seleccionados a través de una evaluación técnico-económica.

Se realiza un pronóstico de producción energética utilizando software especializado en energía fotovoltaica, que indica que una planta de 9 kWp cubriría al menos el 73% del consumo interno de la Panadería PasteleRico de Capitán Pastene (comparado con datos estimados del consumo interno en 1 año).

Además, se estima el ahorro monetario anual en electricidad al instalar el sistema fotovoltaico. Según esta comparación, basada en datos estimados del consumo interno y el pronóstico de producción, se prevé un ahorro de alrededor de 5 millones de pesos chilenos al año en el consumo eléctrico interno de la Panadería PasteleRico de Capitán Pastene.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>HISTORIA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1. IMPACTOS DE LA ENERGÍA DERIVADA DE COMBUSTIBLES FÓSILES.....</b>	<b>7</b>
<b>1 LA CRISIS ENERGETICA MUNDIAL: UN DESAFIO PARA EL PRESENTE Y EL FUTURO. ....</b>	<b>8</b>
1.1 Crisis energética a nivel mundial .....	8
1.1.1 Causas. ....	8
1.1.2 Consecuencias. ....	8
1.2 Evolución histórica de los combustibles fósiles .....	9
1.3 Generación de electricidad a nivel mundial .....	11
1.4 Aplicaciones y consecuencias de los combustibles fósiles .....	13
1.4.1 La generación de electricidad: .....	13
1.4.2 Transporte: .....	13
1.4.3 La industria: .....	14
1.4.4 La agricultura: .....	14
1.4.5 La calefacción: .....	14
1.4.6 La iluminación: .....	14
1.5 Problemas derivados del uso de combustibles fósiles.....	16
1.5.1 El efecto invernadero: .....	16
1.5.2 Acuerdo de París. ....	18
1.5.3 La lluvia ácida.....	21
1.5.4 La contaminación atmosférica .....	22
1.5.5 Desplazamientos de contaminación atmosférica .....	22
1.5.6 El desequilibrio social.....	25
1.5.7 Geopolítica: .....	25
1.5.8 Economía: .....	26
1.5.9 Justicia:.....	26
1.5.10 Salud.....	27
1.6 Crisis energética en Chile.....	27
1.6.1 Hidrógeno Verde:.....	29
1.6.2. Matriz energética primaria .....	31
1.6.3. Consumo final de energía.....	32

1.6.4.	Matriz Energética Secundaria .....	32
1.6.1	Estructura del consumo final de energía por sectores .....	33
1.7	Situación energética regional .....	34
1.7.1	Balance Energético.....	34
1.8	Situación en la región de la Araucanía.....	36
1.9	Planteamientos y fundamentos de la problemática. ....	37
1.9.1	Normativas Vigentes.....	37
1.9.2	Antecedentes. ....	38
1.9.3	Ubicación: .....	39
1.10	Consumo eléctrico.....	39
<b>CAPÍTULO 2. EVALUACION TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE.....</b>		<b>42</b>
<b>2 EVALUACION TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE .....</b>		<b>43</b>
2.1	Datos generales .....	43
2.2	Tipos de energías renovables no convencionales (ernc).....	44
2.2.1.	Energía eólica.....	45
2.2.2.	Energía geotérmica.....	46
2.2.3.	Energía de biomasa .....	47
2.2.4.	Energía mareomotriz.....	48
2.2.5.	Energía Mini hidráulica.....	49
2.2.6.	Energía solar.....	50
2.3.	¿Qué es la energía solar fotovoltaica y que tipos de sistemas existen? .....	54
2.3.1.	Sistema fotovoltaico conectado a la red (On Grid).....	54
2.3.2.	Sistema fotovoltaico autónomo (off grid).....	55
2.3.3.	Sistema fotovoltaico híbrido o con respaldo en la red .....	55
2.4.	Financiamiento solar en Chile.....	55
2.4.1.	Programa Casa Solar .....	56
2.4.2.	Programa Ponle Energía a tu Pyme.....	56
2.4.3.	Subsidio de paneles solares para Empresas .....	56
2.4.4.	Convocatorias Sercotec .....	56
2.5.	Marco legal y regulación de la energía fotovoltaica en Chile.....	57
2.5.1.	Ley General de Servicios Eléctricos DFL N°4, DE 2007 .....	57
2.5.2.	Ley 20.571 de Net Billing.....	57
2.5.3.	Ley 21.118 de Generación distribuida para el Autoconsumo .....	58
2.5.4	Ley 21.305 Ley de eficiencia Energética.....	60
2.5.5.	Ley 20.698: Ley de Energías Renovables No Convencionales .....	61

<b>CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>62</b>
<b>3 IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>63</b>
3.1 Propuesta de solución.....	63
3.2 Elementos que conforman un sistema de energía solar fotovoltaica .....	63
3.2.1 Paneles solares .....	64
3.2.2 Inversor .....	66
3.2.3 Medidor bidireccional .....	66
3.2.4 Sistema de protección .....	67
3.2.5 Sistema de monitoreo.....	67
3.2.6 Estructura de anclaje .....	67
3.3 Verificación del consumo interno .....	69
3.4 Potencia máxima del sistema fotovoltaico.....	71
3.5 Superficie disponible.....	73
3.5.1 Evaluación de la techumbre para instalación fotovoltaica.....	73
3.5.2 Evaluación de carga del Techo .....	74
3.5.3 Peso del sistema Fotovoltaico .....	75
3.5.4 Orientación e inclinación de los techos.....	75
3.6 Selección de los componentes.....	77
3.6.1 Criterio 1: Potencia Nominal [W].....	77
3.6.2 Criterio 2: Área superficial [m2].....	78
3.6.3 Criterio 3: Garantía [%] .....	78
3.6.4 Criterio 4: Valor [CLP \$] .....	78
3.6.5 Criterio 5: Eficiencia del panel solar fotovoltaico [%] .....	79
3.6.6 Resumen de criterios .....	79
3.6.7 Evaluación final de criterio de selección. ....	80
3.6.8 Selección de inversores para la instalación fotovoltaica.....	82
3.7 Producción estimada .....	83
3.7.1 Datos del sistema fotovoltaico mediante PV*SOL premium 2024 R4....	84
3.7.2 Perfil de Consumo Interno .....	85
3.7.3 Flujo de energía.....	86
3.7.4 Balance energetico inversor GROWATT MIN 9000TL-X .....	87
3.7.5 Cobertura del consumo .....	87
3.7.6 Esquema eléctrico y distribución .....	88
3.8 Costo del Proyecto Total.....	91
3.9 Evaluación de los beneficios de la implementación .....	93
3.9.1 Emisiones de CO2 evitadas.....	94
3.10 Recuperación de la inversión .....	95

3.10.1	Eficiencia Módulos Fotovoltaicos.....	95
3.10.2	Depreciaciones .....	96
3.10.3	Ingresos .....	97
3.10.4	Costos directos o Egresos .....	100
3.10.5	Flujo de cajas.....	101
3.11	Mantenimiento integral del sistema fotovoltaico: paneles, inversores y componentes.....	102
3.11.1	Mantenimiento preventivo de paneles solares TW Solar TWMPD-72HD550102	
3.11.2	Mantenimiento de inversores Growatt .....	103
3.11.3	Mantenimiento de Componentes Generales.....	104
	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>106</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXO A. TRITEC TRISTAND KIT COPLANAR.....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO B. PANEL TW SOLAR TWMPD-72HD550.....</b>	<b>112</b>
	<b>ANEXO C. INVERSOR GROWATT MIN 9000 TL-X .....</b>	<b>114</b>
	<b>ANEXO D. CORREO EMPRESA INFUCOP DE ANGOL .....</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXO E. TARIFAS VIGENTES FRONTEL DICIEMBRE 2024.....</b>	<b>116</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Países que participan en el Acuerdo de París. ....	19
Figura 1-2.	Producción de E-fuel por año. ....	30
Figura 1-3.	Planta de Hidrógeno Verde Haru Oni en Punta Arenas, Chile. ....	30
Figura 1-4.	Promedio de consumo energético región de La Araucanía. ....	37
Figura 1-5.	Mapa ubicación panadería PastedeRico, Chile. ....	39
Figura 2-1.	Ubicación Panadería PastedeRico de Capitán Pastene .....	43
Figura 2-2.	Frontis entrada principal panadería y pastelería PastedeRico. ....	44
Figura 2-3.	Primer Convertidor de Energía Marina a escala real de Latinoamérica.....	48
Figura 2-4.	Central Hidroeléctrica Pilmaiquén. ....	49
Figura 2-5.	Ubicación Central Hidroeléctrica Río Cuervo .....	50
Figura 2-6.	Radiación Solar Horizontal de Chile.....	52
Figura 2-7.	Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red. ....	55

Figura 2-8. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.....	55
Figura 2-9. Ejemplo de un sistema domiciliario fotovoltaico.....	58
Figura 3-1. Representación sistema Fotovoltaico On-Grid conectado a la red.....	64
Figura 3-2. Tipos de paneles solares. ....	66
Figura 3-3. Sistema de anclaje de paneles solares para techos inclinados.....	68
Figura 3-4. Sistema de anclaje para techos planos.....	69
Figura 3-5. Fórmula potencia máxima del sistema FV limitada por el consumo eléctrico interno anual en KWh. ....	71
Figura 3-6. Orientación e inclinación de los techos.....	76
Figura 3-7. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo (verde).....	76
Figura 3-8. Indicación de techumbre donde se desea instalar sistema fotovoltaico y el Norte.....	77
Figura 3-9. Inversor GROWATT MIN 9000 TL-X.....	83
Figura 3-10. Energía del generador fotovoltaico. ....	84
Figura 3-11. Consumo Total. ....	84
Figura 3-12. Diseño 3D Sistema Fotovoltaico.....	84
Figura 3-13. Flujo de energía anual. ....	86
Figura 3-14. Pronóstico de rendimiento inversor GROWATT MIN 9000TL-X .....	87
Figura 3-15. Esquema Eléctrico Unilineal.....	88
Figura 3-16. Anexo N°12 RGR N°02/2020 Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC. ....	89
Figura 3-17. Distribución paneles techumbre adyacente a panadería Pastelería Rico.....	90
Figura 3-18. Conjunto Panadería y Casa Aledaña.....	90
Figura 3-19. Plano conexión de Strings.....	90
Figura 3-20. Cotización Proyecto Fotovoltaico en panadería Pastelería Rico de Capitán Pastene.....	93
Figura 3-21. Emisiones CO2 vs Casas vs Árboles.....	95

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1. Generación de electricidad por fuente de energía.....	12
Tabla 1-2. Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) de los países. ....	21
Tabla 1-3. Muertes en el mundo atribuibles a contaminación atmosférica, OMS.....	22
Tabla 1-4. Matriz Energética Primaria año 2020, Ministerio de Energía .....	31
Tabla 1-5. Monto mensual Facturado. ....	41
Tabla 3-1. Consumo Interno Panadería.....	70

Tabla 3-2. Criterios para la selección del panel solar. ....	77
Tabla 3-3. Tabla resumen de criterios y puntajes. ....	80
Tabla 3-4. Características técnicas de paneles preseleccionados.....	81
Tabla 3-5. Selección del panel solar. ....	81
Tabla 3-6. Lista de cables y dimensiones.....	91
Tabla 3-7. Depreciación por componente. ....	97
Tabla 3-8. Ingresos por energía inyectada a la red.....	99
Tabla 3-9. Ingresos por ahorro en consumo de energía .....	100
Tabla 3-10. Evaluación Económica .....	101

### **INDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1-1. Evolución generación de electricidad por fuente de energía. ....	13
Gráfico 1-2. Evolución de las emisiones de CO2 en el mundo. ....	17
Gráfico 1-3 Evolución emisiones globales de CO2 por origen.....	17
Gráfico 1-4. Índice de desempeño climático de los países, CCPI. ....	20
Gráfico 1-5. Cambios registrados en la temperatura atmosférica a nivel global. ....	25
Gráfico 1-6. Importaciones de combustibles en Chile 2021. ....	28
Gráfico 1-7. Gráfico Matriz Energética Primaria, Tcal. ....	32
Gráfico 1-8. Gráfico Matriz Energética Secundaria. ....	33
Gráfico 1-9. Consumo de Energía Secundaria. ....	33
Gráfico 1-10. Consumo de Petróleo y sus derivados por región en Tcal, 2019-2020. ....	34
Gráfico 1-11. Consumo de carbón y sus derivados por región en Tcal, 2019-2020.....	35
Gráfico 1-12. Consumo de gas natural por región en Tcal, 2019-2020.....	36
Gráfico 2-1. Velocidad media del viento en la zona de Capitán Pastene. ....	46
Gráfico 2-2. Curva de Potencia Panel Solar 1 KWp.....	53
Gráfico 3-1. Generación fotovoltaica mensual promedio en Capitán Pastene.....	72
Gráfico 3-2. Perfil de Consumo Energético panadería PasteleRico. ....	86
Gráfico 3-3. Cobertura del Consumo.....	87
Gráfico 3-4. Utilización de la Energía fotovoltaica. ....	93
Gráfico 3-5. Cobertura del consumo.....	94
Gráfico 3-6. Degradación de eficiencia Modulo TWMPD-72HD550.....	96

## SIGLAS Y SÍMBOLOS

m	:	Metro
A	:	Ampere
V	:	Voltage
kWp	:	Kilowatt/pico
kW	:	Kilowatt
kW/h	:	Kilowatt/hora
kW/m <sup>2</sup>	:	Kilowatt por metro cuadrado
MW	:	Megawatt
Fp	:	Factor de Potencia
Hz	:	Frecuencia Hertz
FV	:	Fotovoltaico
AC	:	Corriente Alterna
DC	:	Corriente Continua
P <sub>inv</sub>	:	Potencia Inversor
S	:	Sección
SFV	:	Sistema fotovoltaico
KWh/m <sup>2</sup> .	:	radiación solar por metro cuadrado
KWh/KWp:	:	Rendimiento Anual Especifico
KWh/año	:	Generación anual
MPPT	:	Regulador de carga (seguidor del punto de máxima potencia)
H-H	:	Hora hombre
kgf/m <sup>2</sup>	:	Kilogramo fuerza por metro cuadrado
m/s <sup>2</sup>	:	Metro por segundo al cuadrado
OnGrid	:	Conectado a la red
Off/Grid	:	Desconectado de la red
KWh/m2día:	:	Radiación solar global horizontal
MCC	:	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
RCM	:	Reliability Centered Maintenance

## **INTRODUCCIÓN**

En el marco de esta investigación, se presenta el desafío de abordar la creciente demanda energética mediante el aprovechamiento de fuentes renovables como opciones sostenibles. La meta planteada es la determinación de la fuente de energía renovable más adecuada para condiciones específicas de implementación y su potencial contribución a una nueva cultura energética, con el objetivo de disminuir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

Chile, afortunadamente, cuenta con una abundancia de recursos renovables, desde niveles significativos de radiación solar hasta una extensa costa apta para la explotación de la energía mareomotriz, así como fuertes vientos, lo que lo posiciona como líder mundial en inversión y adopción de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), según lo señalado en el informe Climascopio 2018 de BloombergNEF.

A pesar de esta dotación natural, persiste el desafío de depender en gran medida de recursos no renovables, particularmente los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural. Estos recursos presentan problemas medioambientales significativos, como el efecto invernadero, la lluvia ácida y la contaminación de aguas y suelos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en su informe "Bioenergía en Chile" de 2011, respaldado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), actualmente aproximadamente el 75% de la energía generada en Chile proviene de estos combustibles fósiles.

Ante esta realidad, se hace imperativo explorar alternativas viables. La evaluación detallada de factores geográficos, climáticos y técnicos es crucial para concebir proyectos energéticos eficientes a largo plazo y demostrar la viabilidad económica y ambiental de las opciones de generación de energía.

En este contexto, se planea aprovechar los recursos disponibles en la Panadería y Pastelería PasteleRico, situada en Capitán Pastene, región de la Araucanía, con el propósito de establecer un modelo ejemplar de cambio cultural hacia un futuro más sostenible. Se propone la implementación de un sistema fotovoltaico en dicho establecimiento, analizando cuidadosamente sus componentes y capacidad. Para evaluar la generación de energía en este lugar, se empleará el software de simulación PVSOL Premium 2024.

El objetivo de este trabajo no solo es resaltar las ventajas de las energías renovables, sino también inspirar cambios en las políticas energéticas para promover su adopción generalizada. En consecuencia, se aspira a reducir la huella de carbono y preservar el medio ambiente para las generaciones futuras.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta para la instalación de un sistema fotovoltaico de 9 kilowatt en la panadería PasteleRico de Capitán Pastene, con el fin de generar energía para autoconsumo, conectándolo a la red eléctrica local para reducir costos asociados al consumo eléctrico y aumentar la competitividad de la empresa.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar un análisis detallado sobre la problemática global, nacional y regional relacionada con la generación de energía mediante combustibles fósiles, utilizando datos de entidades reconocidas como BP (British Petroleum) y la Comisión Nacional de Energía (CNE), para comprender los desafíos y justificar la necesidad de energías sostenibles en la panadería PasteleRico.
2. Evaluar la factibilidad técnica de instalar una solución de energía renovable no convencional en la panadería PasteleRico, considerando las regulaciones vigentes y las características de las instalaciones, para asegurar su adecuación técnica y cumplimiento normativo.
3. Diseñar un sistema fotovoltaico que satisfaga las necesidades energéticas de la panadería PasteleRico, definiendo los componentes necesarios conforme a las normativas de la Superintendencia de Electricidad Y Combustibles (SEC) y considerando los requisitos energéticos específicos de la panadería, con el fin de reducir la dependencia de la red eléctrica convencional y proporcionar una fuente de energía más sostenible.
4. Calcular la producción energética anticipada y los ahorros económicos del sistema fotovoltaico para la panadería PasteleRico, basándose en la proyección del consumo energético obtenido del levantamiento de equipos y tiempos de operación, con el objetivo de evaluar su viabilidad económica y beneficios financieros.

## **HISTORIA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS**

A lo largo de la historia, la energía solar ha sido un elemento fundamental para el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Sin embargo, la forma en que la civilización humana ha aprovechado esta fuente de energía ha experimentado una extensa evolución, marcada por la invención de nuevas estrategias y herramientas a lo largo del tiempo.

El efecto fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel. En ese año, a la edad de 19 años, Becquerel experimentaba con celdas electroquímicas y electrolisis cuando notó que, al exponer dos electrodos de metal a la luz, se generaba una pequeña corriente eléctrica. Este fenómeno es ahora conocido como el efecto fotovoltaico, el proceso mediante el cual la luz se convierte directamente en electricidad actuando en un material semiconductor. El descubrimiento de Becquerel fue un precursor fundamental para el desarrollo posterior de las células solares fotovoltaicas. En 1873, el físico británico Willoughby Smith descubrió que el selenio, un elemento semiconductor, tenía la capacidad de cambiar su resistencia eléctrica cuando se exponía a la luz. Este fenómeno es conocido como la fotoconductividad del selenio. Este descubrimiento sentó las bases para la investigación futura en células fotoeléctricas y fue un paso importante en la comprensión de como ciertos materiales pueden convertir la luz en electricidad.

Un hito crucial llegó en 1953, cuando científicos estadounidenses inventaron la primera celda de silicio de unión PN, Calvin Fuller, Gerald Pearson y Daryl Chapin en los laboratorios Bell, marcó un avance crucial en la eficiencia de las celdas solares. Esta nueva celda solar tenía una eficiencia de alrededor del 6%, una mejora significativa en comparación con las primeras celdas solares que tenían eficiencias mucho más bajas. La celda de unión PN permitía una conversión más eficiente de la luz solar en electricidad y allanó el camino para el desarrollo posterior de paneles solares más eficientes y prácticos, este avance allanó el camino para el desarrollo de la tecnología solar moderna y sentó las bases para la producción en masa de paneles solares que se utilizarían en una variedad de aplicaciones, desde la generación de energía eléctrica a pequeña escala y gran escala hasta la alimentación de dispositivos electrónicos.

En 1958, la NASA lanzó el satélite Vanguard 1, equipado con células solares, el desarrollo debido a la crisis energética de 1970 que se debió en parte a la dependencia de combustibles fósiles hubo un renovado interés en la energía solar fotovoltaica. En la década de 2010, se desarrollaron paneles solares de película delgada, que eran más ligeros

y menos costosos de producir que las células solares de silicio cristalino. Estos paneles encontraron aplicaciones en techos y estructuras arquitectónicas.

Después del año 2020 la energía solar se ha convertido en una fuente de energía más común en todo el mundo, con instalaciones en gran escala y proyectos de energía solar comunitaria incluyendo el almacenamiento de energía lo largo del tiempo.

La captura de energía solar a través del efecto fotovoltaico, que transforma directamente la radiación solar en electricidad al liberar electrones de un semiconductor, comúnmente silicio, ha experimentado una notable evolución, esta tecnología implica que una fracción de los electrones liberados salga del material semiconductor, convirtiéndose así en corriente eléctrica útil. Este proceso tiene lugar en la célula fotovoltaica, generalmente un diodo diseñado específicamente para esta aplicación, al cual se le adhieren mallas colectoras metálicas. La combinación de estas células forma los paneles o módulos fotovoltaicos utilizados en entornos domésticos e industriales como generadores de corriente continua.

En la década de 1970, las expectativas respecto a la aplicación de la energía fotovoltaica recibieron un impulso significativo. Este periodo se caracterizó por el aumento del costo del petróleo, así como las crecientes preocupaciones sobre la construcción, mantenimiento y residuos asociados con las centrales nucleares. En esos años, los módulos solares fotovoltaicos encontraron aplicación en tecnología espacial y en áreas específicas de telecomunicaciones, especialmente en lugares remotos donde la conexión a la red eléctrica resultaba inviable o excesivamente costosa.

Aunque la ecología sigue siendo una preocupación creciente para los líderes en energía, su influencia parece haber disminuido desde hace años. La reticencia a pagar un costo adicional por una generación de energía más limpia persiste. No obstante, el ímpetu de esa época propulsó un progreso constante en la industria fotovoltaica, y nuevas razones se han sumado para mantener las expectativas iniciales. En 1982, se fabricaban 7,7 MW de elementos solares fotovoltaicos, cifra que aumentó a 56 MW en 1995. Desde entonces, la producción ha crecido de manera constante.

Además, el costo de un vatio de módulo fotovoltaico, que superaba los \$10 en 1982, ha disminuido a la mitad y sigue en proceso de reducción. La producción ha evolucionado de series limitadas de módulos especializados a producciones en cadena de módulos estándar. De esta manera, aunque gradual, la energía solar fotovoltaica se encamina a ser una solución ideal para una variedad de aplicaciones cada vez más

extendidas, donde el desembolso inicial está justificado y los usuarios aprecian progresivamente sus beneficios.

Actualmente, por métodos convencionales, se logra un rendimiento del 12-13% de la energía solar incidente sobre la superficie. A nivel industrial, los rendimientos alcanzan el 16-17%, mejorando al menos en un 20% los rendimientos de las técnicas convencionales. Además, en el proceso de fabricación se han incorporado diversas tecnologías, incluido un nuevo tratamiento de la superficie frontal de la célula para lograr un rendimiento superior. Por lo tanto, la tendencia apunta a una generación eléctrica que utiliza un porcentaje cada vez más significativo de energía fotovoltaica. El logro de este objetivo depende de varios factores, y la capacidad de la industria fotovoltaica para mantener un progreso constante, como hasta ahora, es esencial. Actualmente, nadie duda de que la energía fotovoltaica ofrece la posibilidad de contar con electricidad en cualquier lugar aislado, siendo un sistema generador modular, fácil de extender, con una larga vida útil y que utiliza tecnología respetuosa con el medio ambiente, altamente confiable y de mantenimiento mínimo.

La historia de los paneles fotovoltaicos es un testimonio de la constante innovación y el compromiso con la generación de energía limpia y sostenible. A medida que la tecnología continúa evolucionando, es probable que veamos avances aún más emocionantes en el futuro.

**CAPÍTULO 1. IMPACTOS DE LA ENERGÍA DERIVADA DE COMBUSTIBLES**  
**FÓSILES**

# **1 LA CRISIS ENERGETICA MUNDIAL: UN DESAFIO PARA EL PRESENTE Y EL FUTURO.**

## **1.1 Crisis energética a nivel mundial**

La energía es un recurso indispensable para el desarrollo humano, la actividad económica y el bienestar social. Sin embargo, el modelo energético actual, basado en el uso intensivo de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural, está provocando graves problemas ambientales, sociales y económicos a escala global. Estos problemas se han agravado en los últimos años debido a una serie de factores, como el cambio climático, el aumento de la demanda, la escasez de oferta, la inestabilidad geopolítica y la falta de inversión en infraestructuras energéticas. Estos factores han desencadenado una crisis energética mundial que se manifiesta en el aumento de los precios, la volatilidad de los mercados, la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos, la pobreza energética, la inflación, el freno al crecimiento y la amenaza a la seguridad.

Algunos de los aspectos que se pueden considerar para analizar este problema son los siguientes:

### **1.1.1 Causas.**

La principal causa de la crisis energética es la alta dependencia de los combustibles fósiles para satisfacer la creciente demanda de energía en el mundo. Los combustibles fósiles son recursos no renovables, limitados, costosos y contaminantes, que generan emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Además, la producción y el transporte de los combustibles fósiles están sujetos a factores geopolíticos como la guerra en Ucrania, económicos y sociales que pueden provocar escasez, inestabilidad, conflictos y desigualdades. Algunos de los factores que han agravado la crisis energética en los últimos años son la pandemia de Covid-19, que ha afectado la oferta y la demanda de energía, la transición energética, que implica un cambio de modelo energético hacia fuentes más limpias y sostenibles, los fenómenos climáticos externos, que han impactado en la infraestructura y la seguridad energética.

### **1.1.2 Consecuencias.**

La crisis energética tiene múltiples consecuencias negativas para el desarrollo humano, la actividad económica y el bienestar social. Algunas de las consecuencias que se pueden mencionar son el aumento de los precios de la energía, que afecta la

competitividad, la inflación y el poder adquisitivo de los consumidores, la volatilidad de los mercados, que genera incertidumbre, especulación y riesgo financiero, la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos, que puede provocar apagones, racionamientos y cortes de suministro, la pobreza energética, que implica la falta de acceso o la dificultad para pagar los servicios energéticos básicos, el freno al crecimiento, que implica una menor inversión, producción y empleo, y la amenaza a la seguridad, que implica una mayor exposición a conflictos, tensiones y violencia por el control de los recursos energéticos.

## **1.2 Evolución histórica de los combustibles fósiles**

Los combustibles fósiles son aquellos que se formaron hace millones de años por la descomposición anaeróbica de los restos de organismos que se depositaron al fondo del mar o de un lago en grandes cantidades bajo condiciones anóxicas. Los tipos de combustibles fósiles son petróleo, carbón y gas natural. Estos combustibles contienen carbono e hidrogeno y al quemarse liberan energía y dióxido de carbono.

La evolución histórica de los combustibles fósiles se puede dividir en cuatro etapas:

### **1. Primera etapa.**

La primera etapa fue la del descubrimiento y uso inicial de los combustibles fósiles, que se remonta a la antigüedad, cuando se usaba el carbón para la calefacción y la metalurgia, el petróleo para la iluminación y el gas natural para el fuego sagrado.

Algunos hechos históricos, el carbón se usó por primera vez en china alrededor del año 1000 a.c. para fundir cobre y hierro. Mas tarde, se extendió su uso a Europa y América, donde se empleó para la fabricación de acero, vidrio y jabón. El petróleo se usó por primera vez en Mesopotamia alrededor del año 3000 a.c. para impermeabilizar embarcaciones y construcciones. El primer pozo de petróleo se perforo en Pensilvania, Estados Unidos, en 1859. El gas natural se usó por primera vez en Persia alrededor del año 1000 A.C. para alimentar el fuego sagrado de los templos zoroástricos. El primer gasoducto se construyó en Inglaterra en 1795.

### **2. Segunda etapa.**

La segunda etapa fue la de la revolución industrial, que se inició a mediados del siglo XVIII y se extendió hasta el siglo XIX, cuando se empezaron a usar los combustibles fósiles a gran escala para impulsar las máquinas a vapor, los ferrocarriles, los barcos y las fábricas. El carbón fue el principal combustible de esta etapa, seguido por el petróleo y el gas natural. Algunos hechos históricos y relevantes, la máquina a vapor se inventó en Inglaterra en 1712 por Thomas Newcomen y se perfeccionó en 1769 por James Watt. Esta máquina permitió extraer más carbón de las minas y utilizarlo para mover otras máquinas, como las de hilar y tejer. El ferrocarril se desarrolló en Inglaterra en 1804 por Richard Trevithick, el barco a Vapor se creó en Estados Unidos en 1807 por Robert Fulton, mientras que la fábrica se originó en Inglaterra en 1771 por Richard Arkwright y se multiplicó por Europa y América, este aumento la producción y la productividad al concentrar los trabajadores y las máquinas en un mismo lugar.

### **3. Tercera etapa.**

La tercera etapa fue la del desarrollo y expansión de los combustibles fósiles, que abarcó desde el siglo XX hasta principios del siglo XXI, cuando se diversificaron los usos de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, el transporte, la industria química, la agricultura y la producción de plásticos, entre otros. El petróleo se convirtió en el combustible dominante de esta etapa, seguido por el gas natural y el carbón. Hechos históricos y relevantes de esta etapa son, la central eléctrica se inventó en Estados Unidos en 1882 por Thomas Edison, la primera central nuclear se construyó en Rusia en 1954, el automóvil se inventó en Alemania en 1886 por Karl Benz y se popularizó por el mundo, el avión se inventó en Estados Unidos en 1903 por los hermanos Wright, la industria química se originó en Alemania en el siglo XIX, esta aprovechó los derivados del petróleo y gas natural para fabricar productos como el plástico, el caucho, el nylon, el detergente, el fertilizante, el medicamento, etc.

### **4. Cuarta etapa.**

La cuarta etapa es la actual, que se caracteriza por la crisis y la transición de los combustibles fósiles, que se debe a varios factores, como el agotamiento de las reservas, el aumento de la demanda, el encarecimiento de los precios, la competencia de las energías renovables, la conciencia ambiental y la presión social. En esta etapa, se busca reducir el consumo de los combustibles fósiles y sustituirlos por fuentes de energía más limpias, eficientes y sostenibles. Algunos hechos históricos y relevantes de esta etapa son la crisis del petróleo que se produjo en 1973 y 1979 por el embargo y la reducción de la producción

de los países árabes de la OPEP, que provocaron un aumento de los precios y una escasez de suministro. La crisis del petróleo afectó a la economía, la política y la sociedad de los países consumidores, que buscaron alternativas de petróleo, el cambio climático además se evidencio en las últimas décadas por el aumento de la temperatura media global, el derretimiento de los glaciares, el ascenso del nivel del mar, la alteración de los patrones climáticos, la pérdida de biodiversidad, etc. El cambio climático se atribuye principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles.

El Acuerdo de Paris se firmó en 2015 por 195 países, que se comprometieron a limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y a alcanzar la neutralidad de carbono para 2050. El acuerdo de Paris es el primer pacto global y vinculante para combatir el cambio climático y promover la transición energética.

Las energías renovables son aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables, como el sol, el viento, el agua, la biomasa, el calor de la tierra, etc. Las energías renovables son más limpias, más baratas y seguras que los combustibles fósiles, y representan el futuro de la energía. En 2019 las energías renovables aportaron el 26.2 de la electricidad mundial según datos provenientes del informe “Renewables 2020 Global Status Report” de la Red de Políticas de Energías Renovables para el siglo XXI (REN21).

### **1.3 Generación de electricidad a nivel mundial**

La generación de electricidad es el proceso de convertir otras formas de energía, como combustibles fósiles, energía nuclear o energías renovables, en electricidad. La electricidad es una forma de energía versátil y conveniente que se utiliza para una variedad de fines, como iluminación, calefacción, refrigeración, comunicación, transporte y producción industrial. La electricidad también se puede almacenar en baterías o convertir en otros combustibles, como hidrógeno.

La generación de electricidad tiene un gran impacto en el medio ambiente y el clima, ya que representa alrededor del 40% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el principal gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global. Por lo tanto, la transición hacia fuentes de electricidad más limpias y bajas en carbono es esencial para mitigar el cambio climático y mejorar la calidad del aire.

La siguiente tabla muestra la generación de electricidad por fuente de energía a nivel mundial en el año 2022, según los datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE). La tabla también muestra el porcentaje de cada fuente en el total de la generación de electricidad, así como el cambio porcentual con respecto al año anterior.

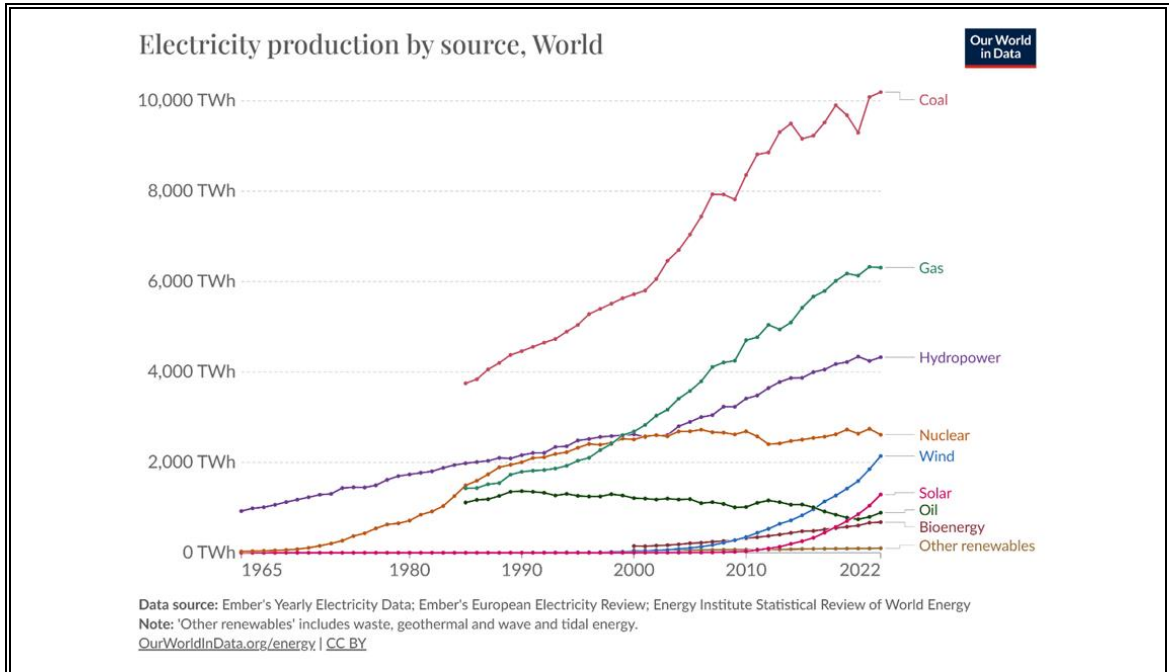
Tabla 1-1. Generación de electricidad por fuente de energía.

Fuente de energía	Generación de electricidad (TWh)	Porcentaje del total	Cambio con respecto a 2021 (%)
Carbón	10 111	35,8	-1,5
Gas natural	6 262	22,1	1,9
Hidroeléctrica	4 280	15,1	2,4
Nuclear	2 725	9,6	0,7
Eólica	1 620	5,7	12,5
Solar	1 011	3,6	23,1
Biomasa y residuos	642	2,3	4,9
Petróleo	611	2,2	-3,2
Geotérmica	92	0,3	2,2
Otras renovables	89	0,3	5,9
Total	28 343	100	1,9

Fuente: Agencia Internacional de Energía, AIE.

La tabla muestra que el carbón sigue siendo la principal fuente de generación de electricidad a nivel mundial, con más de un tercio del total, seguido por el gas natural con poco más de una quinta parte. Sin embargo, el carbón muestra una tendencia decreciente, mientras que el gas natural muestra una tendencia creciente. Entre las fuentes renovables, la hidroeléctrica es la más importante, con más de un sexto del total, seguida por la eólica y la solar, que muestran las tasas de crecimiento más altas. La energía nuclear representa casi una décima parte del total, con un ligero aumento. El petróleo tiene una participación minoritaria, con una tendencia a la baja.

El siguiente gráfico muestra la evolución de la generación de electricidad por fuente de energía a nivel mundial desde 1965 hasta 2022, según los datos de Our World in Data. El gráfico muestra que la generación de electricidad ha aumentado considerablemente a lo largo del tiempo, impulsada por el crecimiento económico y demográfico, así como por la electrificación de diversos sectores. El gráfico también muestra que la composición de la generación de electricidad ha cambiado significativamente, pasando de una dominación del petróleo y el carbón en las primeras décadas a una mayor diversificación de las fuentes, especialmente con el aumento de la energía nuclear y las renovables en las últimas décadas.



Fuente: Our World in Data.

Gráfico 1-1. Evolución generación de electricidad por fuente de energía.

#### 1.4 Aplicaciones y consecuencias de los combustibles fósiles

Los combustibles fósiles son aquellos que se formaron hace millones de años por la descomposición anaeróbica de los restos de organismos que se depositaron al fondo del mar o de un lago en grandes cantidades bajo condiciones anóxicas. Los tipos de combustibles fósiles son: petróleo, carbón y gas natural. Estos combustibles contienen carbono e hidrógeno y al quemarse liberan energía y dióxido de carbono.

La utilización de los combustibles fósiles se refiere a los diferentes usos que se les da a estos recursos para satisfacer las necesidades humanas. Estos se utilizan principalmente para:

##### 1.4.1 La generación de electricidad:

Se queman los combustibles fósiles en centrales térmicas para producir vapor, que mueve una turbina, que acciona un generador y que este produce electricidad. Según el informe de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) de 2020, el 62% de la electricidad mundial se generó a partir de combustibles fósiles, siendo el carbón el más utilizado 36%, seguido por el gas natural 23% y el petróleo 3%.

##### 1.4.2 Transporte:

Se usan los combustibles fósiles como carburantes para vehículos terrestres, marítimos y aéreos, que se mueven gracias a la combustión interna o externa de estos combustibles. Según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) de 2020, el 95% de la energía utilizada para el transporte provino de los combustibles fósiles, siendo el petróleo el más consumido con un 92%, seguido del gas natural 2% y el carbón 1%.

#### 1.4.3 La industria:

Se emplean los combustibles fósiles como materias primas para la fabricación de productos químicos, plásticos, fertilizantes, medicamentos, textiles, pinturas, cosméticos, etc. Según el informe de la AIE de 2020, el 25% de la energía final consumida por la industria, se basó en el uso de combustibles fósiles, siendo el gas natural el más usado 13%, seguido por el petróleo 8% y el carbón 4%.

#### 1.4.4 La agricultura:

Se utilizan los combustibles fósiles para la mecanización, el riego, la refrigeración, el transporte y la producción de alimentos, así como para la elaboración de pesticidas y herbicidas. Según el informe de la AIE de 2020, el 12 % de la energía final consumida por la agricultura se originó en los combustibles fósiles, siendo el petróleo el más empleado 9%, seguido por el gas natural 2% y el carbón 1%.

#### 1.4.5 La calefacción:

Se aprovechan los combustibles fósiles para calentar el agua y el aire de las viviendas, los edificios y las instalaciones mediante sistemas de calefacción central o individual. Según el informe de la AIE de 2020, el 40% de la energía final consumida por el sector residencial y comercial se derivó de los combustibles fósiles, siendo el gas natural el más utilizado 25%, seguido por el petróleo 10% y el carbón 5%.

#### 1.4.6 La iluminación:

Se recurre a los combustibles fósiles para generar electricidad, que se usa para iluminar los espacios interiores y exteriores mediante bombillas, lámparas, focos, etc. Según el informe de la AIE de 2020, el 17% de la electricidad mundial se destinó a la iluminación, y el 62% de esa electricidad se generó a partir de los combustibles fósiles, siendo el carbón el más empleado 36%, seguido por el gas natural 23% y el petróleo 3%.

La utilización de los combustibles fósiles varía según el país y el tipo de combustible. Según el informe de la AIE de 2020, los diez países que más consumieron energía primaria a partir de los combustibles fósiles en 2019 fueron:

- China: 3.155 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), de las cuales el 66% fue carbón, el 20% fue petróleo y el 14% fue gas natural.
- Estados Unidos: 2.224 Mtep, de las cuales el 37% fue petróleo, el 32% fue gas natural y el 11% fue carbón.
- India 968 Mtep, de las cuales 56% fue carbón, el 29% fue petróleo y el 7% fue gas natural.
- Rusia 729 Mtep, de las cuales 54% fue gas natural, el 22% fue petróleo, y el 14% fue carbón.
- Japón 445 Mtep, de las cuales 39% fue petróleo, el 27% fue gas natural y el 9% fue carbón.
- Alemania 317 Mtep, de las cuales el 36% fue petróleo, el 24% fue gas natural, y el 18% fue carbón.
- Irán: 314 Mtep, de las cuales el 70% fue gas natural, el 27% fue petróleo, y el 3% fue carbón.
- Arabia Saudita: 309 Mtep, de las cuales 63% fue petróleo, el 37% fue gas natural y el 0% fue carbón.
- Canadá: 308 Mtep, de las cuales el 46% fue petróleo, el 34% fue gas natural y el 9% fue carbón.
- Brasil: 300 Mtep, de las cuales el 46% fue petróleo, el 13% fue gas natural y el 6% fue carbón.

Estos países sumaron el 75% del consumo mundial de energía primaria a partir de los combustibles fósiles en 2019. Sin embargo, si se considera el factor de la población, los países que más consumieron por habitante fueron:

- Arabia Saudita: 8,8 toneladas equivalentes de petróleo por persona al año.
- Canadá: 8,1 toneladas equivalentes de petróleo por persona al año.
- Estados Unidos: 6,7 toneladas equivalentes de petróleo por persona al año.
- Rusia: 5,0 toneladas equivalentes de petróleo por persona al año.
- Japón: 3,5 toneladas equivalentes de petróleo por persona al año.

Estos datos demuestran la gran disparidad que existe entre los países en cuanto a su consumo y su impacto de los combustibles fósiles.

## **1.5 Problemas derivados del uso de combustibles fósiles.**

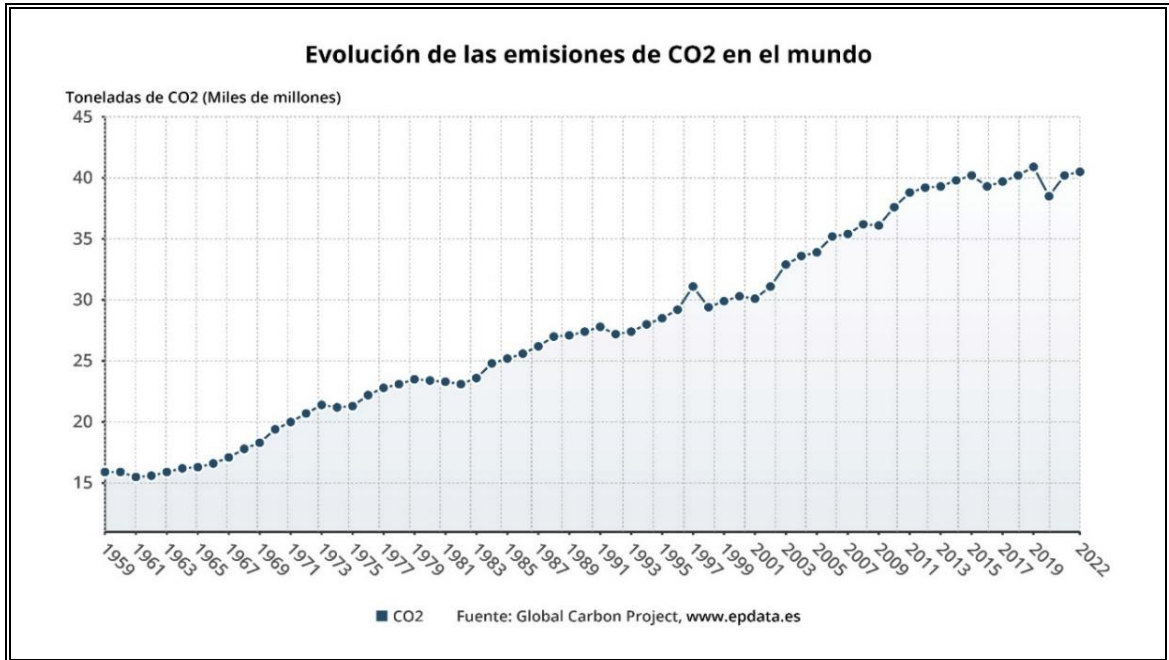
El consumo o la producción de energía a partir de combustibles fósiles implica una serie de inconvenientes que se han de considerar. Hoy en día se sabe que muchos de los recursos que nos ofrece la naturaleza no son inagotables, pero ese no es el mayor problema: su uso continuado no es bueno para el planeta.

El uso de los combustibles fósiles tiene varios efectos negativos en el medio ambiente entre ellos:

### **1.5.1 El efecto invernadero:**

Es el fenómeno por el cual algunos gases presentes en la atmósfera retienen parte de la radiación solar que llega a la tierra y la devuelven al suelo, evitando que se escape al espacio. El efecto invernadero es natural y necesario para mantener una temperatura adecuada para la vida, pero se ve alterado por el aumento de la concentración de estos gases debido a la quema de los combustibles fósiles. Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y los clorofluorocarbonos (CFC). El aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera provoca un desequilibrio en el balance energético de la tierra, lo que conlleva a cambios climáticos, como el aumento del nivel de mar, la fusión de los glaciares, la alteración de los ecosistemas, la pérdida de la biodiversidad, la desertificación, la sequía, las inundaciones, las tormentas, los incendios y las enfermedades.

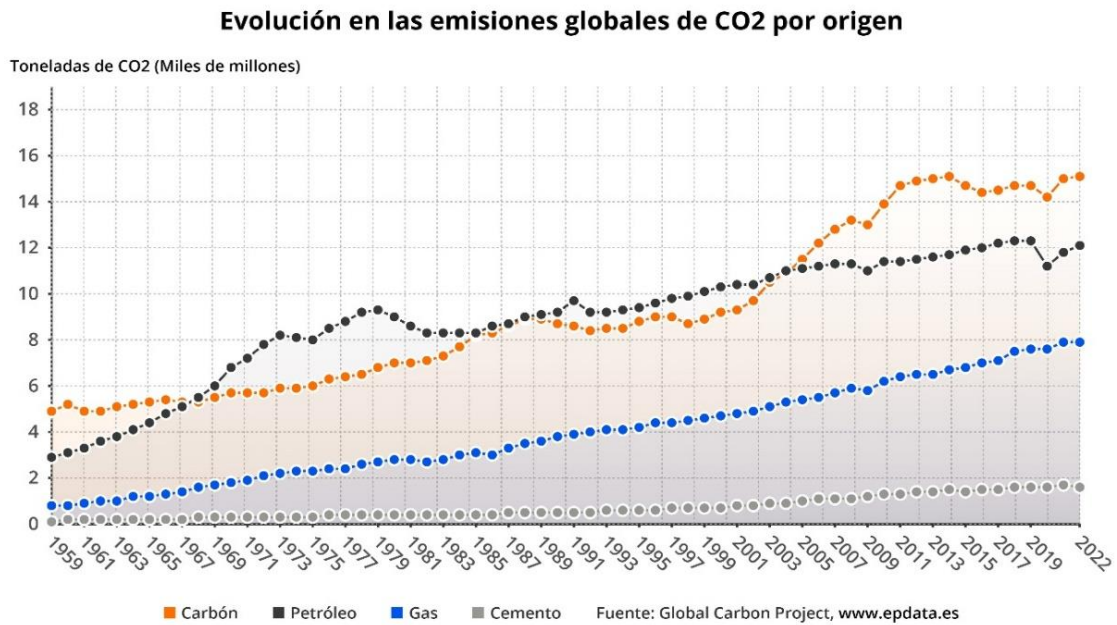
Las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera alcanzaron un récord mundial en 2022, año el cual terminó con emisiones de hasta 40.600 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> y no hay señales hasta ahora de que se vaya a producir el necesario y urgente descenso para lograr mitigar el calentamiento global en 1,5 grados centígrados a final de siglo, según cifras de Global Carbon Project.



Fuente: Global Carbon Project

Gráfico 1-2. Evolución de las emisiones de CO2 en el mundo.

Así ha sido la evolución por tipo de combustible.



Fuente: Global Carbon Project

Gráfico 1-3 Evolución emisiones globales de CO2 por origen.

Así, el carbón es la fuente de emisiones que más ha generado en los últimos años, siendo China, India y Estados Unidos los países con mayores cifras.

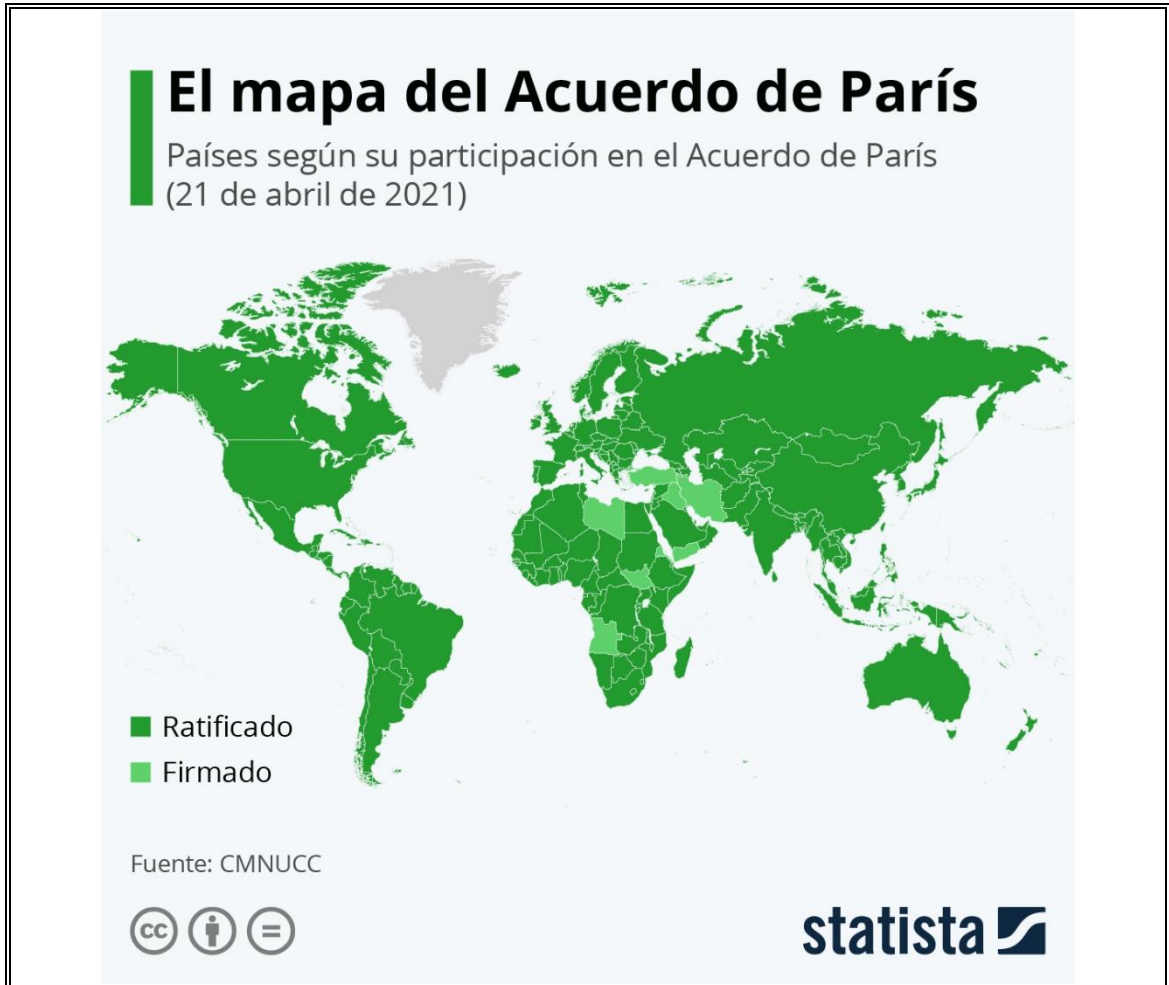
### 1.5.2 Acuerdo de París.

El acuerdo de París es un tratado internacional legalmente vinculante. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. El objetivo central del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles industriales y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados. Es un hito en el proceso multilateral del cambio climático porque, por primera vez, un acuerdo vinculante hace que todos los países se unan en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos. Sin embargo, la efectividad del Acuerdo de París depende en gran medida de la voluntad política y la acción de los países para cumplir sus compromisos y aumentar su ambición con el tiempo.

Según el informe de la ONU sobre la brecha de emisiones de 2020, los países deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 7,6% anual entre 2020 y 2030 para limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados centígrados. Sin embargo, los planes actuales de los países solo conducirían a una reducción del 1% para 2030. Esto significa que hay una gran brecha entre lo que se necesita y lo que se está haciendo para mitigar el calentamiento global.

Por lo tanto, se puede decir que el Acuerdo de París es un instrumento importante para movilizar la acción climática, pero no es suficiente por sí solo. Se requiere una mayor cooperación internacional, participación de los actores no estatales, innovación tecnológica, financiación climática y conciencia pública para lograr la transición hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima. El Acuerdo de París está funcionando en el sentido de que ha creado un marco común y flexible para que los países presenten sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) y la revisen cada cinco años, así como para mejorar la transparencia, la rendición de cuentas y el apoyo mutuo. Sin embargo, el acuerdo no está funcionando en el sentido de que los países no están cumpliendo con sus objetivos ni con el nivel de ambición necesario para evitar los peores impactos del cambio climático.

A continuación, se muestra un mapa donde se evidencia que países participan en el Acuerdo de París según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

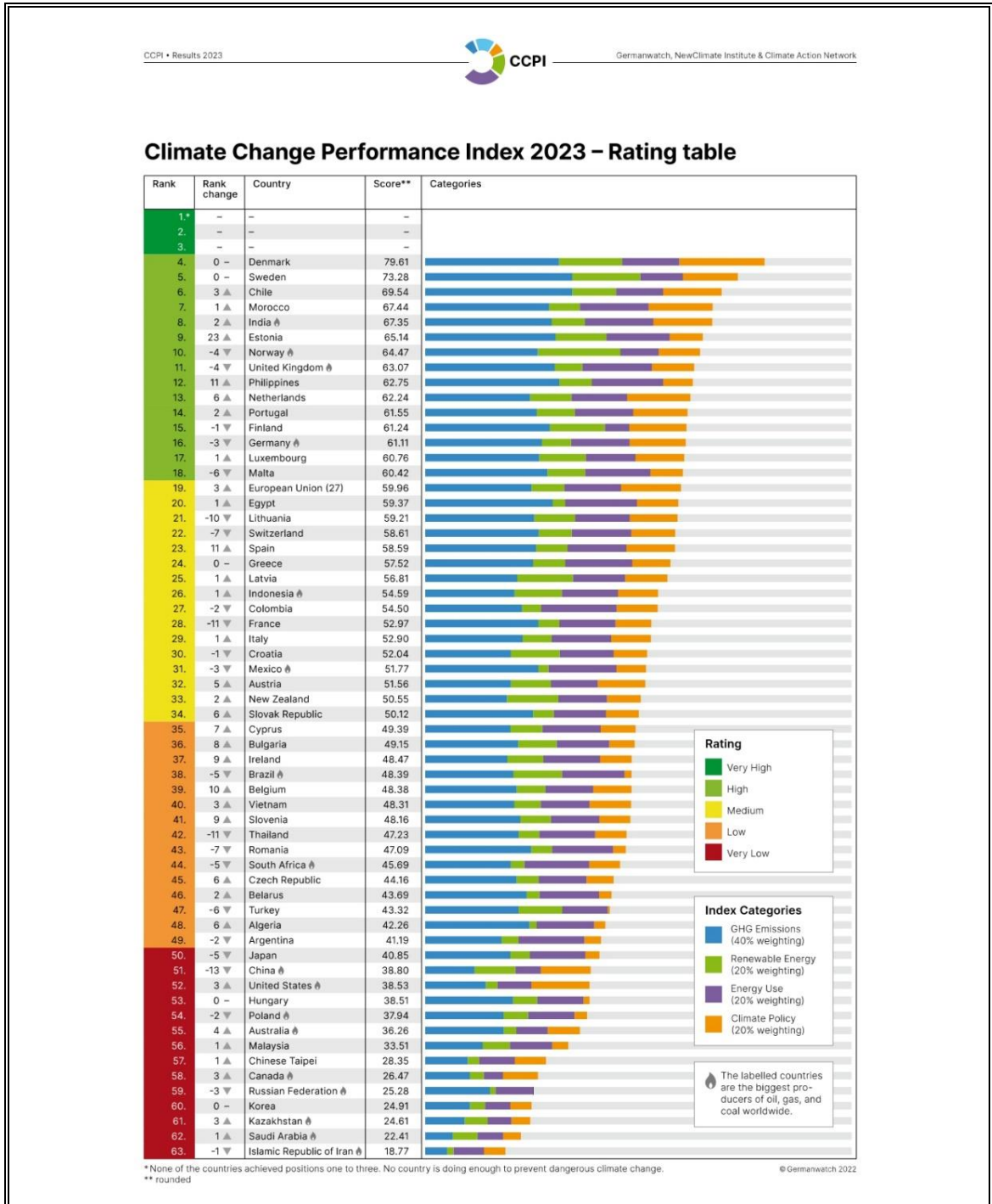


Fuente: Statista.

Figura 1-1. Países que participan en el Acuerdo de París.

El siguiente gráfico muestra el índice de desempeño climático (Climate Change Performance Index, CCPI) de los países en 2023. Este índice evalúa y compara el desempeño climático de 57 países y la Unión Europea, que son responsables del 90% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). El índice se basa en cuatro categorías: emisiones de GEI, energías renovables, uso de energía y política climática.

Los países con mejor desempeño son Suecia, Dinamarca, Noruega, Reino Unido y Marruecos, mientras que los países con peor desempeño son Arabia Saudita, Estados Unidos, Rusia, Irán y Australia. Ningún país alcanza el nivel de desempeño necesario para limitar el calentamiento global a 1,5°C, por lo que los primeros tres lugares del índice están vacíos.



Fuente: ccpi.org

Gráfico 1-4. Índice de desempeño climático de los países, CCPI.

A continuación, se muestra las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) de los países en 2023. Las NDC son los compromisos que cada país asume para cumplir con el objetivo internacional de cambio climático de limitar el aumento de la temperatura del planeta a través de la reducción de las emisiones de GEI y la adaptación a los impactos del cambio climático.

La tabla muestra el año base, el objetivo de reducción de emisiones, el año objetivo y el tipo de objetivo de cada país. Se puede apreciar que algunos países tienen objetivos absolutos, es decir, una reducción fija de las emisiones respecto al año base, mientras que

otros tienen objetivos relativos, es decir, una reducción de la intensidad de las emisiones por unidad de producto interno bruto (PIB) o una desviación de la trayectoria de emisiones proyectada. Algunos países también tienen objetivos condicionales, es decir, que dependen de la disponibilidad de financiación, tecnología o apoyo internacional.

Tabla 1-2. Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) de los países.

País	Año base	Objetivo de reducción de emisiones	Año objetivo	Tipo de objetivo
China	2005	60-65% de intensidad de CO <sub>2</sub> por unidad de PIB	2030	Relativo
Estados Unidos	2005	50-52% de emisiones absolutas	2030	Absoluto
Unión Europea	1990	55% de emisiones absolutas	2030	Absoluto
India	2005	33-35% de intensidad de CO <sub>2</sub> por unidad de PIB	2030	Relativo
Rusia	1990	70% de emisiones absolutas	2030	Absoluto
Brasil	2005	37% de emisiones absolutas	2025	Absoluto
43% de emisiones absolutas	2030	Absoluto (condicional)		
Indonesia	2010	29% de desviación de la trayectoria de emisiones	2030	Relativo
41% de desviación de la trayectoria de emisiones	2030	Relativo (condicional)		
México	2013	22% de emisiones absolutas	2030	Absoluto
36% de emisiones absolutas	2030	Absoluto (condicional)		

Fuente: [www.energia.gob.cl](http://www.energia.gob.cl)

### 1.5.3 La lluvia ácida

Es el fenómeno por el cual el agua de lluvia se acidifica por la presencia de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en la atmósfera, que proceden de la quema de los combustibles fósiles. Estos óxidos reaccionan con el vapor de agua y forman ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), que caen con la lluvia. La lluvia ácida tiene efectos nocivos sobre el suelo, las plantas, los animales, los edificios, los monumentos y la salud humana. El suelo se vuelve más ácido y pierde nutrientes, lo que afecta a la fertilidad y la productividad. Las plantas se debilitan y se vuelven más vulnerables a las plagas y las enfermedades. Los animales sufren trastornos respiratorios, digestivos, reproductivos. Los edificios y los monumentos se deterioran y pierden su valor histórico y cultural. La salud humana se ve afectada por problemas respiratorios, cutáneos y oculares.

#### 1.5.4 La contaminación atmosférica

Es la presencia de sustancia nocivas en el aire que respiramos, que pueden afectar a la salud humana y al medio ambiente. Algunas de estas sustancias son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), los óxidos de azufre (SOx), el ozono (O3), las partículas en suspensión (PM), los hidrocarburos (HC), los metales pesados y los compuestos orgánicos volátiles (COV). Los combustibles fósiles son la principal fuente de emisión de estos contaminantes, ya que al quemarse producen humos, cenizas y gases. La exposición a estos contaminantes puede provocar problemas respiratorios, cardiovasculares, neurológicos, reproductivos, inmunológicos y cancerígenos. La siguiente tabla muestra el número y el porcentaje de muertes atribuibles a la contaminación del aire por tipo de enfermedad en el mundo, según los datos del Informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2018.

Tabla 1-3. Muertes en el mundo atribuibles a contaminación atmosférica, OMS.

<b>Tipo de enfermedad</b>	<b>Número de muertes</b>	<b>Porcentaje del total</b>
Enfermedades cardiovasculares	2.900.000	54%
Enfermedades respiratorias	1.400.000	26%
Cáncer de pulmón	600.000	11%
Infecciones respiratorias agudas	300.000	6%
Otras enfermedades	100.000	2%
<b>Total</b>	<b>5.300.000</b>	<b>100%</b>

Fuente: Organización Mundial de la Salud, OMS.

#### 1.5.5 Desplazamientos de contaminación atmosférica

Los desplazamientos de contaminación atmosférica son los movimientos de los contaminantes del aire desde su fuente de emisión hasta otros lugares, debido a las corrientes de aire, la presión atmosférica, la temperatura y otros factores meteorológicos. Estos desplazamientos pueden afectar la calidad del aire y a la salud de las personas y los ecosistemas, tanto a nivel local como regional o global.

Algunas de las principales consecuencias de los desplazamientos de contaminación atmosférica son el efecto invernadero, esto ha provocado un aumento de la temperatura global y cambios climáticos, como el aumento del nivel del mar, la fusión

de los glaciares, la alteración de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, la desertificación, la sequía, las inundaciones, las tormentas, los incendios y las enfermedades. Los desplazamientos de estos gases pueden hacer que se acumulen en ciertas regiones, como los polos, donde tienen un mayor impacto. También tenemos la lluvia ácida donde algunos de los contaminantes del aire, como los óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), reaccionan con el vapor de agua y forman ácidos que caen con la lluvia. Los desplazamientos de estos contaminantes pueden hacer que la lluvia ácida se produzca lejos de su fuente de emisión, afectando a zonas que no son responsables de la contaminación.

La contaminación transfronteriza es otro ejemplo del problema de los desplazamientos de contaminación atmosférica por el aire, algunos de los contaminantes del aire, como las partículas finas (PM<sub>2.5</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), el mercurio (Hg) y los contaminantes orgánicos persistentes (COP), pueden viajar largas distancias y atravesar las fronteras de los países, afectando a la calidad del aire y a la salud de las poblaciones receptoras. Estos contaminantes pueden tener efectos nocivos sobre el sistema respiratorio, cardiovascular, nervioso e inmunológico, y pueden causar cáncer y malformaciones.

Los desplazamientos de estos contaminantes plantean un desafío para la gestión y la regulación de la calidad del aire, ya que requieren de una cooperación internacional. La evolución de los desplazamientos de contaminación atmosférica a lo largo de los años ha estado influenciada por el desarrollo económico, el crecimiento demográfico, el consumo de energía, el cambio de los patrones del uso del suelo, el avance tecnológico y las medidas de mitigación y adaptación.

Algunos de los factores que han contribuido a aumentar los desplazamientos de contaminación atmosférica son:

- La globalización:

El aumento del comercio, el transporte y la comunicación entre los países ha incrementado la demanda y la producción de bienes y servicios, lo que ha implicado un mayor uso de combustibles fósiles y una mayor emisión de contaminantes del aire. Estos contaminantes pueden desplazarse por las rutas comerciales y afectar a regiones lejanas.

- La urbanización:

El aumento de la población y la concentración de las actividades humanas en las ciudades ha generado una mayor presión sobre los recursos naturales y una mayor

emisión de contaminantes al aire. Estos contaminantes pueden crear islas de calor urbano, que son zonas más calientes que el entorno rural, y pueden modificar los patrones de circulación atmosférica, favoreciendo los desplazamientos de contaminación atmosférica

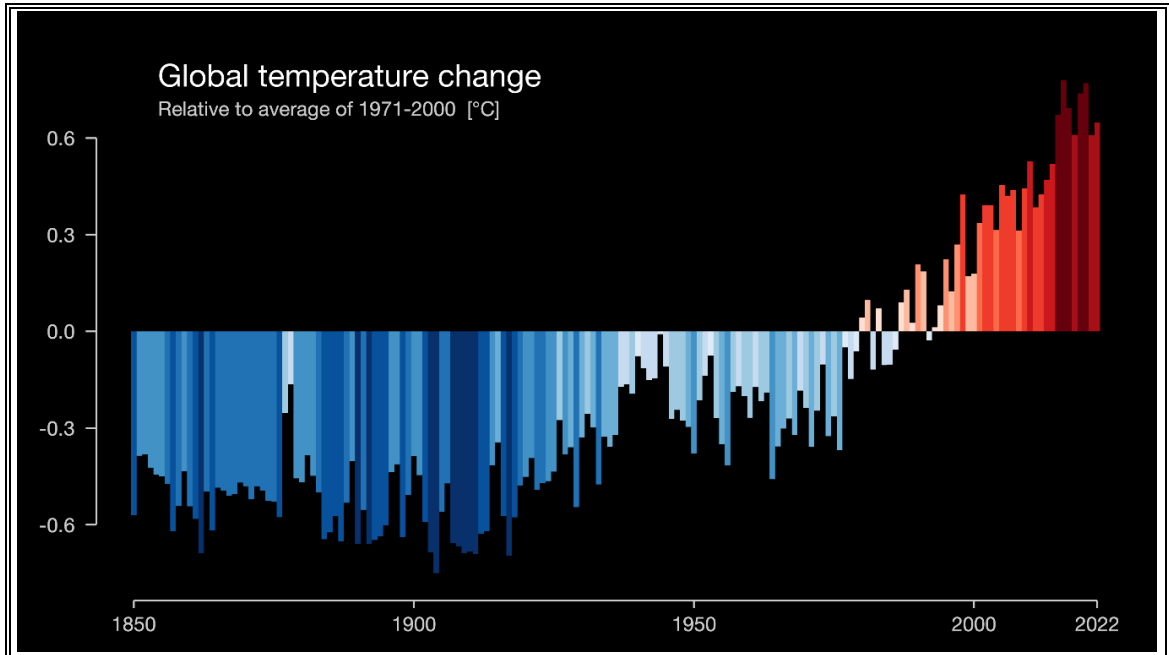
- El cambio climático:

El aumento de la temperatura global y los cambios en los patrones de precipitación, viento, humedad y presión atmosférica, provocados por el efecto invernadero, han alterado la dinámica de la atmósfera y los océanos, lo que ha afectado a los desplazamientos de contaminación atmosférica. Estos cambios pueden aumentar o disminuir la dispersión, la deposición, la transformación, y la reemisión de los contaminantes del aire, dependiendo de las condiciones meteorológicas y de la región.

La situación de la contaminación atmosférica en el mundo en 2023 es preocupante, ya que se han superado los niveles de contaminación recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en muchas regiones, especialmente en Asia, África y América Latina.

Según el informe de la OMS de 2022, el 99% de la población mundial respira aire contaminado, lo que provoca 7 millones de muertes prematuras al año. Además, la contaminación atmosférica contribuye al cambio climático, que a su vez agrava la contaminación atmosférica. Por eso, es necesario tomar medidas urgentes para reducir las emisiones de los contaminantes del aire y mejorar la calidad del aire y la salud de las personas y el planeta.

A continuación, se muestra un gráfico con información sobre el cambio que ha tenido la temperatura atmosférica a nivel global según datos de la Oficina Meteorológica del Reino Unido.



Fuente: Oficina Meteorológica del Reino Unido.

Gráfico 1-5. Cambios registrados en la temperatura atmosférica a nivel global.

#### 1.5.6 El desequilibrio social

El consumo de combustibles fósiles implica una dependencia de unos recursos que son limitados, no renovables y desigualmente distribuidos en el planeta, lo que genera conflictos, tensiones y desequilibrios sociales.

El desequilibrio social provocado por el consumo de combustibles fósiles se puede analizar desde diferentes perspectivas, como la geopolítica, la economía, la justicia y la salud.

#### 1.5.7 Geopolítica:

Desde la perspectiva geopolítica, el control y la explotación de los yacimientos de combustibles fósiles es una fuente de conflictos, guerras y tensiones sociales entre los países productores y los países consumidores, que compiten por el acceso y el dominio de los recursos energéticos. Los países productores, como los de Oriente Medio, África, o América Latina, son países en vías de desarrollo, con problemas de pobreza, corrupción, violencia, y violación de los derechos humanos. Los países consumidores, como los de Europa, América del Norte o Asia, son países desarrollados, con altos niveles de vida, democracia y libertad. Un ejemplo de este tipo de conflicto es la guerra de Irak, que se inició en 2003 con la invasión de Estados Unidos y sus aliados, bajo el pretexto de eliminar

lar armas de destrucción masiva del régimen de Saddam Hussein, pero que en realidad tenía como objetivo asegurar el control del petróleo iraquí.

#### 1.5.8 Economía:

Desde la perspectiva económica, el consumo de combustibles fósiles genera una dependencia económica de unos recursos que son escasos, volátiles y sujetos a fluctuaciones de precios. Los países que dependen de la importación de estos recursos tienen que destinar una gran parte de su presupuesto a pagar la factura energética, lo que reduce su capacidad de inversión en otros sectores, como la educación, la salud o el desarrollo. Los países que dependen de la exportación de estos recursos tienen que afrontar el riesgo de la caída de los precios, lo que reduce sus ingresos y su estabilidad económica. Además, estos países suelen sufrir el fenómeno conocido como la maldición de los recursos naturales, que consiste en que la abundancia de recursos naturales impide el desarrollo de otros sectores productivos, favorece la corrupción, el clientelismo y el autoritarismo, y dificulta la diversificación y la innovación económica. Un ejemplo de este fenómeno es el caso de Venezuela, que tiene las mayores reservas de petróleo del mundo, pero que sufre una grave crisis económica, social y política, debido a la mala gestión, el despilfarro, y el saqueo de los recursos petroleros por parte del régimen de Nicolás Maduro.

#### 1.5.9 Justicia:

Desde la perspectiva de la justicia, el consumo de combustibles fósiles genera una injusticia social y ambiental, ya que los países que más contribuyen al problema son los que menos sufren sus consecuencias, y viceversa. Los países desarrollados, que son los que más consumen y emiten combustibles fósiles, tienen más capacidad de adaptación y mitigación frente al cambio climático y la contaminación atmosférica, gracias a su mayor nivel de desarrollo tecnológico, económico e institucional. Los países en vías de desarrollo, que son los que menos consumen y emiten combustibles fósiles, tienen menos capacidad de adaptación y mitigación frente al cambio climático y la contaminación atmosférica, debido a su menor nivel de desarrollo tecnológico, económico e institucional. Estos países son los más vulnerables y los más afectados por los impactos del cambio climático y la contaminación atmosférica, como la sequía, la desertificación, la hambruna, las enfermedades, el desplazamiento y la pobreza. Un ejemplo de esta injusticia es el caso de las islas del Pacífico, que son las que menos contribuyen al cambio climático, pero que

son las que más amenazadas están por el aumento del nivel del mar, que puede provocar su desaparición.

#### 1.5.10 Salud

Desde la perspectiva de la salud, el consumo de combustibles fósiles genera una amenaza para la salud pública, ya que la quema de estos combustibles produce emisiones de gases y partículas que contaminan el aire que respiramos, y que pueden causar enfermedades respiratorias, cardiovasculares, neurológicas, reproductivas, inmunológicas, y cancerígenas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del aire es responsable de 7 millones de muertes prematuras al año en el mundo, lo que la convierte en el mayor riesgo ambiental para la salud. Además, la contaminación del aire también afecta a la salud de los ecosistemas, al reducir la calidad del suelo, del agua, y de la biodiversidad. Un ejemplo de este problema es el caso de China, que es el mayor consumidor y emisor de combustibles fósiles del mundo, y que sufre graves episodios de contaminación del aire, que afectan a la salud de sus habitantes y a la calidad de su medio ambiente.

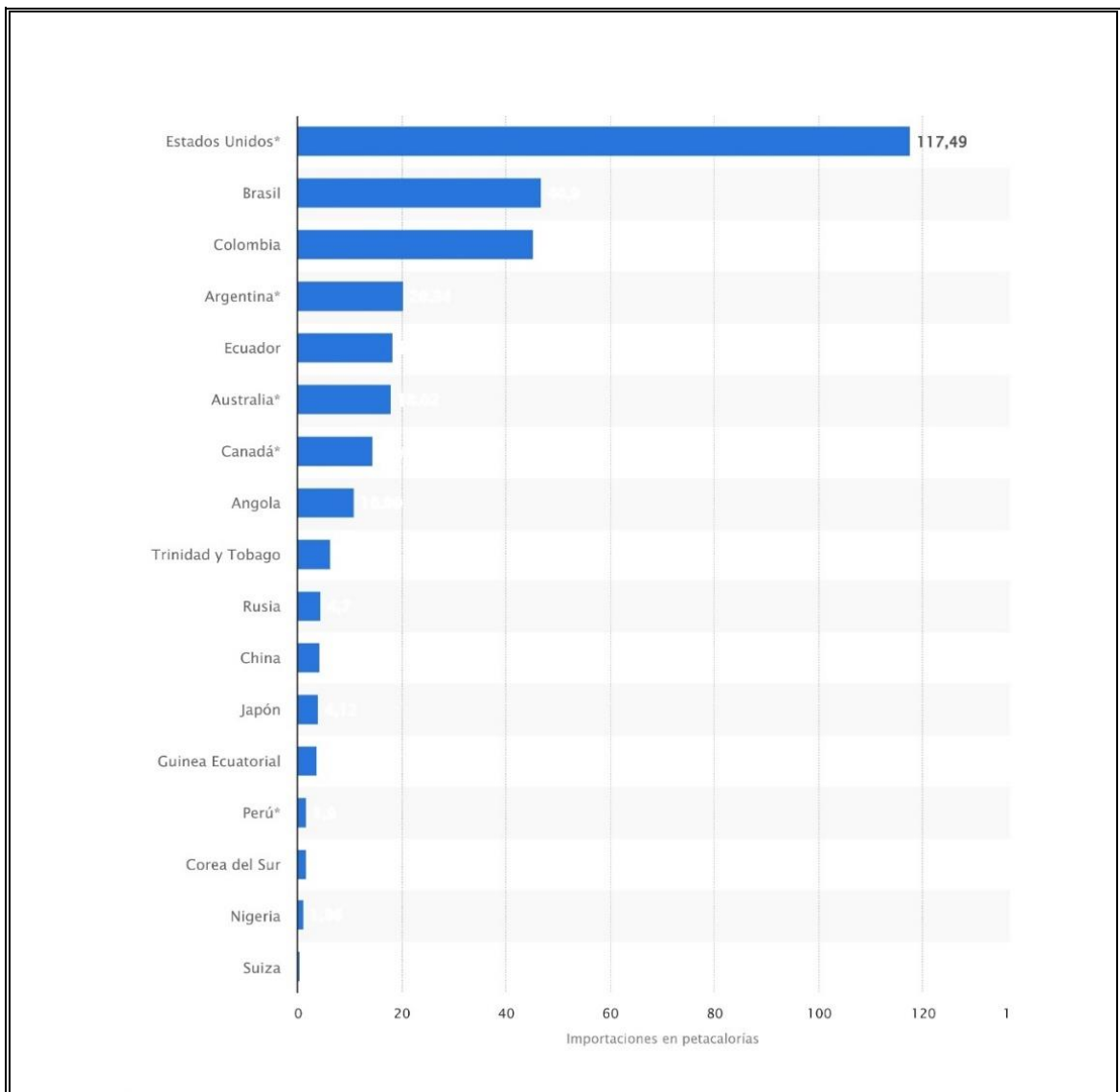
### 1.6 Crisis energética en Chile

El uso de combustibles fósiles tiene graves consecuencias para el medio ambiente, tanto a nivel local como global. A nivel local la quema de combustibles fósiles genera contaminación atmosférica, que afecta la calidad del aire y la salud de la población, especialmente en las zonas urbanas e industriales. Según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire causa alrededor de 4.000 muertes prematuras al año en Chile. Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Chile emitió 115.6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2016, siendo el sector energético el responsable del 78% de las emisiones.

Chile es un país altamente dependiente de los combustibles fósiles importados, que representan el 73.4% de su oferta total de energía primaria (TPES) en 2014. El petróleo es la principal fuente de energía, con un 40% de la TPES, seguido del gas natural con un 30% y el carbón con un 17%. Chile importó el 69% de su TPES en 2020, siendo los principales países Estados Unidos, Brasil, Argentina y Colombia. El valor de las importaciones de petróleo en 2021 fue de 4.3 mil millones de dólares, el más alto en el periodo indicado.

Según el informe Balance Nacional de Energía 2020 del Ministerio de Energía, en el año 2020, la matriz energética primaria en Chile fue de 306.962 teracalorías, en la cual los recursos fósiles representaron el 64% del total, destacándose además la participación de 25% de biomasa. Dentro de los fósiles, el petróleo crudo representó el 37,4%, el carbón el 17,9% y el gas natural el 19,6%. De las renovables, la hidroeléctrica aportó el 5%, la solar el 2%, la eólica el 1% y la geotérmica el 0,1%.

La siguiente tabla muestra las importaciones de combustibles en Chile en 2021, por país de origen en petacalorías, según el Departamento de Investigación de Statista 2023.



Fuente: Statista.

Gráfico 1-6. Importaciones de combustibles en Chile 2021.

Chile ha iniciado una transición energética hacia fuentes renovables, con el objetivo de alcanzar el 70% de su consumo total de energía con renovables para 2030 y la neutralidad de carbono para 2050. La participación de las renovables en la TPES aumentó del 27% en 2015 al 30% en 2020, impulsada por el crecimiento de la solar, la eólica y la geotérmica. La generación eléctrica con renovables alcanzó el 51% del total en 2020, superando por primera vez a las no renovables. Dentro de las renovables, la solar y la eólica representaron el 28% y el 17% respectivamente, mientras que la hidroeléctrica y la biomasa aportaron el 5% y el 1%.

Un punto interesante tiene que ver con el gran potencial que tiene Chile para desarrollar la energía verde el hidrógeno, que se produce a partir de la electrolisis del agua usando electricidad renovable. El país tiene la capacidad de producir hidrógeno verde a un costo competitivo y exportarlo a mercados internacionales, especialmente a Europa y Asia.

#### 1.6.1 Hidrógeno Verde:

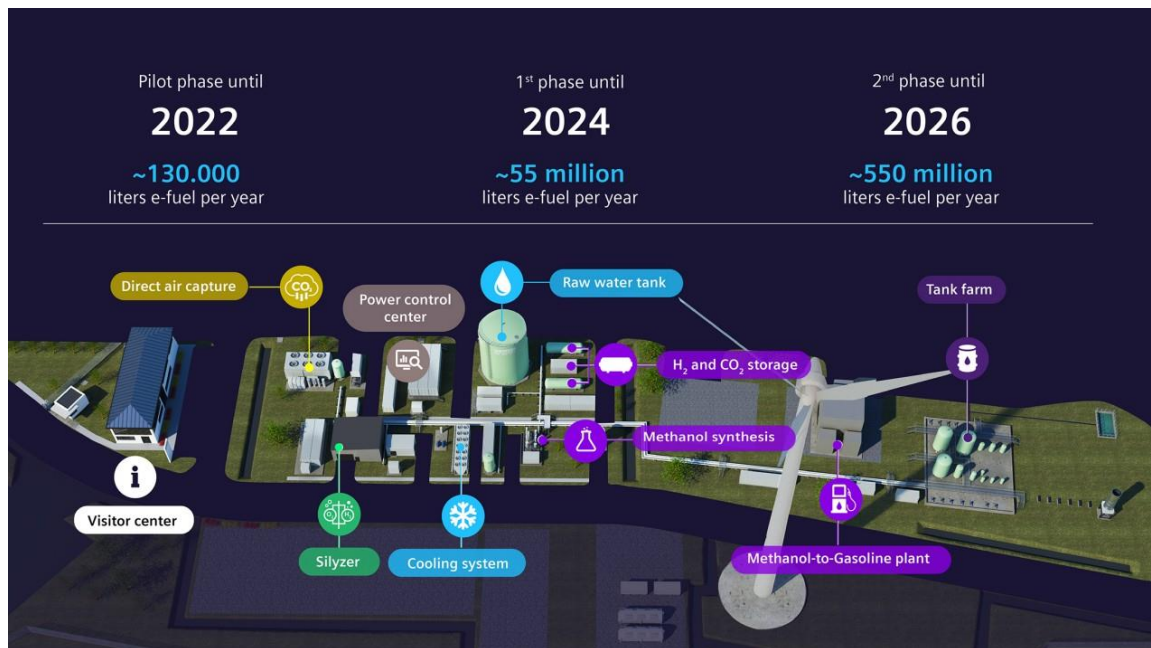
El hidrógeno verde es un combustible limpio y renovable que se produce a partir de fuentes de energía que no emiten gases de efecto invernadero, como la eólica, la solar, la hidráulica o la biomasa. El hidrógeno verde se obtiene mediante la electrólisis del agua, que consiste en separar el hidrógeno del oxígeno usando electricidad. El hidrógeno verde se puede utilizar como combustible para vehículos, como insumo para la industria química o como portador de energía para almacenarla o transportarla.

En Chile, se inauguró en 2023 el primer parque eólico dedicado exclusivamente a la producción de hidrógeno verde, con una capacidad de 50MW, que se espera ampliar a 100MW en una segunda fase. El parque eólico se llama Haru Oni y está ubicado en la región de magallanes, en la Patagonia chilena. El proyecto es una iniciativa conjunta de Enel Green Power Chile, HIF, Siemens Energy, Porsche y AME, entre otros socios. El parque eólico alimenta una planta de electrólisis que produce hidrógeno verde a partir del agua, el hidrógeno verde se utiliza para producir metanol sintético, que se puede emplear como combustible para vehículos o para la industria química. El proyecto también contempla la construcción de una planta de amoníaco verde, que se puede utilizar como fertilizante o como portador de hidrógeno.

Un portador de hidrógeno es una sustancia que puede almacenar y liberar hidrógeno mediante enlaces químicos. El hidrógeno es un combustible limpio y renovable, pero tiene una densidad de energía muy baja, lo que dificulta su transporte y

almacenamiento. Por eso, se pueden usar portadores de hidrógeno para facilitar el manejo del hidrógeno, ya que tienen una mayor densidad de energía y se pueden transportar en condiciones ambientales normales.

El amoníaco es un ejemplo de portador de hidrógeno, ya que contiene un 17,6% de hidrógeno en peso. El amoníaco se puede producir a partir de hidrógeno y nitrógeno mediante el proceso de Haber-Bosch, y se puede descomponer de nuevo en hidrógeno y nitrógeno mediante un proceso llamado craqueo.



Fuente: Siemens Energy.

Figura 1-2. Producción de E-fuel por año.

A continuación, vemos una ilustración de la planta de producción de hidrógeno verde Haru Oni en Punta Arenas, Chile.



Fuente: Siemens Energy.

Figura 1-3. Planta de Hidrógeno Verde Haru Oni en Punta Arenas, Chile.

### 1.6.2. Matriz energética primaria

La matriz energética primaria muestra la participación que tienen los energéticos capturados directamente de recursos naturales en el consumo total. La participación de cada energético muestra cómo se comporta la demanda por energía primaria en un periodo determinado.

La matriz de energía primaria está determinada por la producción, importación y exportación y variaciones de inventario, los cuales se relacionan de la siguiente manera:

$$\text{MATRIZ PRIMARIA} = \text{PRODUCCIÓN} + \text{IMPORTACIONES} - \text{EXPORTACIONES} - \text{VARIACIÓN DE INVENTARIO}$$

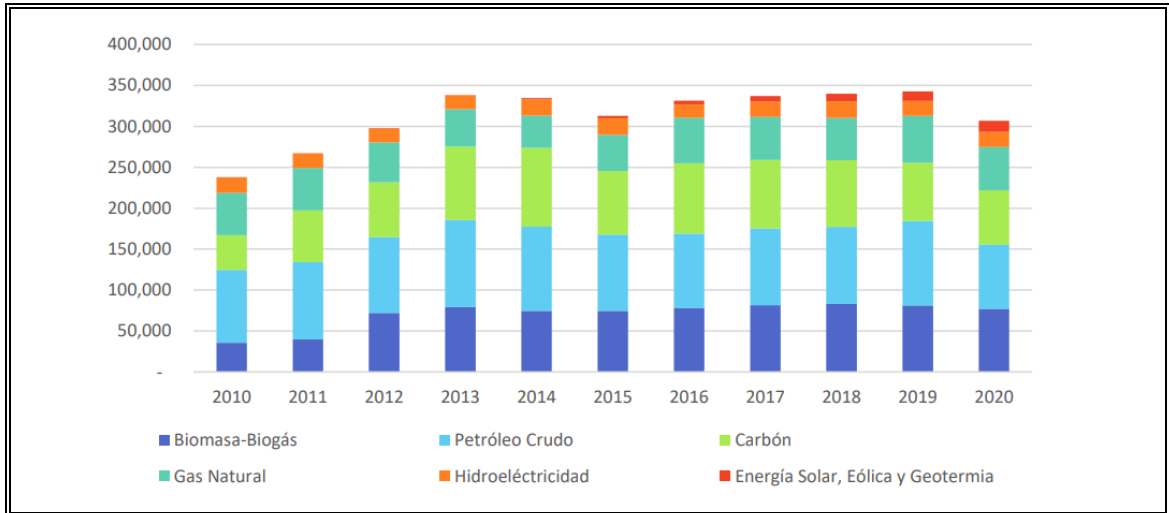
En la siguiente tabla se presentan los resultados de la matriz para el año 2020, la cual se descompone para cada energético primario definido para la realización del balance.

Tabla 1-4. Matriz Energética Primaria año 2020, Ministerio de Energía

Energético	Producción Bruta	Importación	Exportación	Var. Stock	Consumo Bruto
Petróleo Crudo	839	78.454	-	-961	80.254
Gas Natural	10.919	42.267	-	-429	53.615
Carbón	2.013	63.127	-	1.472	63.668
Biomasa	75.976	-	-	232	75.744
Energía Hídrica	18.680	-	-	-	18.680
Energía Eólica	4.818	-	-	-	4.818
Energía Solar	6.855	-	-	-	6.855
Biogás	841	-	-	-	841
Geotermia	1.858	-	-	-	1.858
<b>Total</b>	<b>122.799</b>	<b>183.848</b>	<b>-</b>	<b>314</b>	<b>306.333</b>

Fuente: Ministerio de Energía.

La tendencia de cómo ha ido evolucionando la oferta primaria según energético se aprecia de mejor forma en el siguiente gráfico, en donde existe una disminución significativa en el año 2020 (11,4%) respecto al año 2019, así como un crecimiento sostenido en los últimos 10 años, con una tasa de crecimiento anual de 2,6% promedio:



Fuente: Ministerio de Energía.

Gráfico 1-7. Gráfico Matriz Energética Primaria, Tcal.

La disminución antes señalada se explica por las caídas en la oferta del petróleo crudo un 24%, gas natural 8% y carbón 6%. Por otra parte, los energéticos que presentaron mayores incrementos respecto al 2019 fueron la energía solar un 24%, eólica 6% y la hidroelectricidad 1%. El decaimiento ocurrido en el 2020 se explica por las restricciones de movilidad ocurridas por causa del COVID 19, con lo cual se redujo fuertemente el consumo en los sectores del transporte.

### 1.6.3. Consumo final de energía

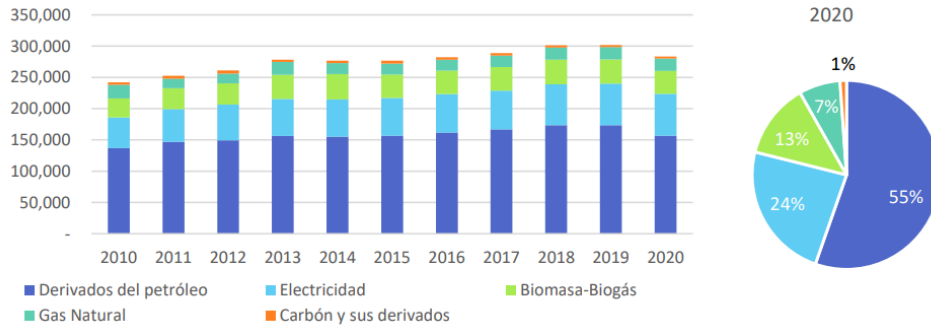
El consumo final de energía corresponde a la energía que es destinada a los distintos sectores consumidores de la economía nacional, tanto para uso energético como no energético. No incluye la energía usada para transformación. Su representación típica es la matriz energética secundaria, la cual muestra la participación que tienen los energéticos en el consumo final de energía. En esta matriz participan tanto los energéticos producidos a partir de la transformación de otros energéticos como también aquellos energéticos primarios que pueden ser objeto de consumo final, como es el caso del gas natural y la biomasa.

### 1.6.4. Matriz Energética Secundaria

En el año 2020 el consumo final de energía fue de 283.384 Tcal, un 6% menor que en el año 2019, considerándose esta caída como atípica dado que fue el año en que se inició de la pandemia mundial a causa del COVID 19, en donde se vivió el periodo con más restricciones de libertades, tales como las cuarentenas y prohibiciones de movilidad

en el territorio nacional. Todo esto provocó una fuerte caída en la actividad económica nacional, dato que se refleja tanto en el Producto Interno Bruto del año 2020 (con una reducción de 5,8%), como en el consumo final de energía.

El consumo final de energía desde el año 2010 al 2020 según tipo de fuente se presenta en el siguiente gráfico, en donde se puede apreciar como más de la mitad del consumo corresponde a derivados del petróleo.



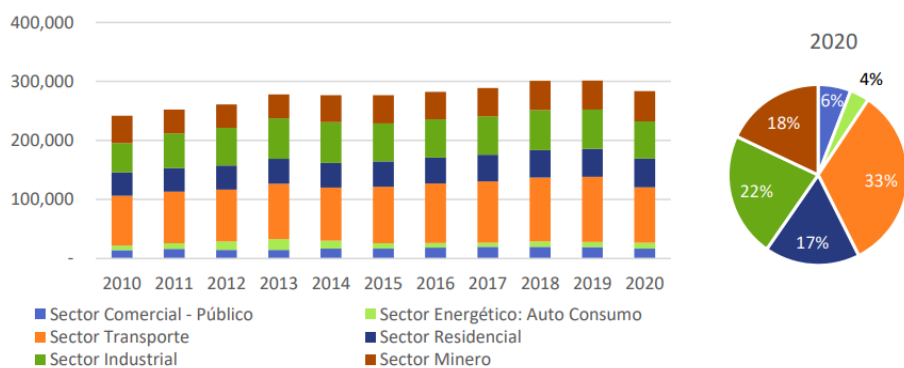
Fuente: Ministerio de Energía.

Gráfico 1-8. Gráfico Matriz Energética Secundaria.

La composición del consumo final de energía no ha presentado grandes variaciones en los últimos años, presentando una tasa de crecimiento interanual promedio de 1,6 desde el año 2010. Respecto al año 2019, hubo una fuerte caída en el consumo de un 6%. Dentro de esta baja, el energético que presentó una mayor variación fueron los derivados del petróleo, el cual disminuyó en un 10%, pasando de 173.491 Tcal a 156.972 Tcal.

1.6.1 Estructura del consumo final de energía por sectores

Los sectores que más demandaron energía durante el año 2020 fueron transporte 33%, seguido por industria 22%, minería 18%, el consumo residencial 17% y el consumo comercial y de los servicios públicos 6%.



Fuente: Ministerio de Energía.

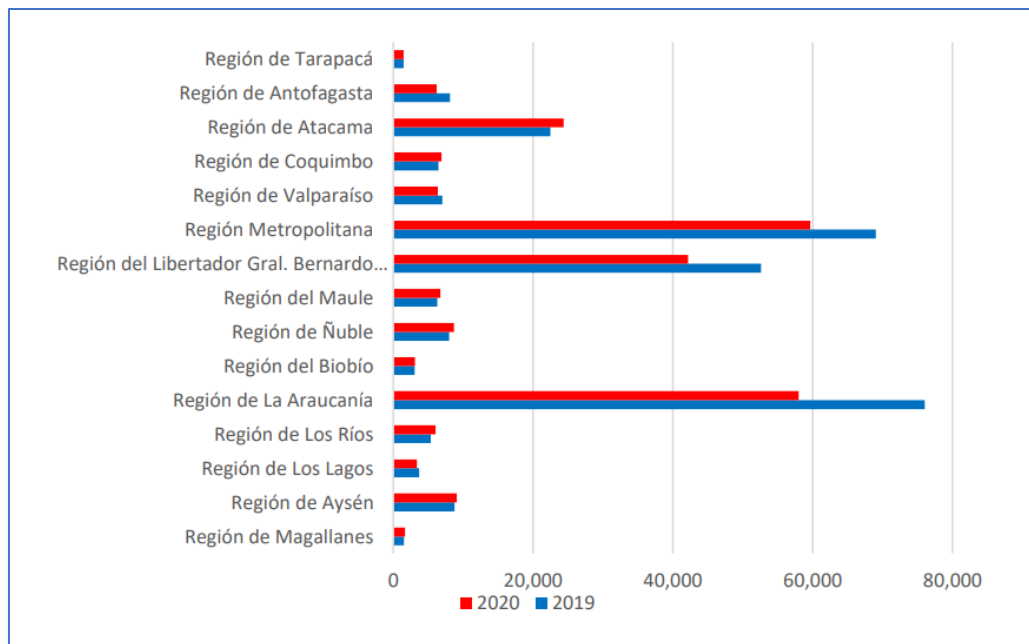
Gráfico 1-9. Consumo de Energía Secundaria.

## 1.7 Situación energética regional

### 1.7.1 Balance Energético.

#### 1.7.1.1 Consumo de los derivados de Petróleo por región.

En el 2020, el consumo final de los derivados de petróleo se concentró principalmente en las regiones Metropolitana, Valparaíso y Biobío quienes concentran un 65% de su consumo. Respecto al año 2019, la región que presentó la mayor alza fue la de La Araucanía, con un aumento de 13% equivalentes a 711 Tcal. En contraste, la región que presentó una mayor disminución en su consumo fue la región de Magallanes, con una baja del 44%, pero fue en la región del Biobío donde ocurrió el mayor descenso absoluto, con una caída de 18.039 Tcal.



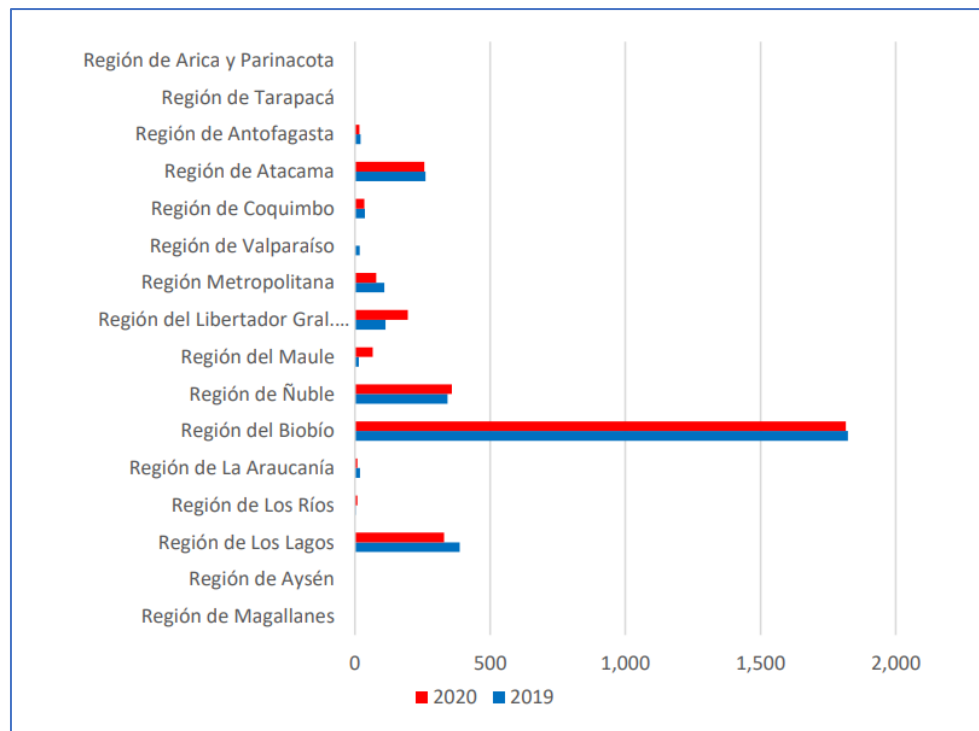
Fuente: Informe Balance Nacional de Energía 2020.

Gráfico 1-10. Consumo de Petróleo y sus derivados por región en Tcal, 2019-2020.

#### 1.7.1.2 Consumo de Carbón y sus derivados por región.

Al año 2020, el consumo final de carbón y sus derivados se concentran principalmente en las regiones del Biobío y Los Lagos, alcanzando un 68% del consumo total, debido a la presencia de empresas siderúrgicas y alimentos en dichas regiones. Respecto al 2019, hay una tendencia a la disminución de su consumo en la mayoría de las regiones, en donde la caída más pronunciada ocurre en las regiones de Valparaíso y la Araucanía, con disminuciones del 100% y 51% respectivamente, por otra parte, las

regiones que presentaron mayores incrementos corresponden al Maule y Los Ríos, quienes incrementaron en un 349% y 279% respectivamente.



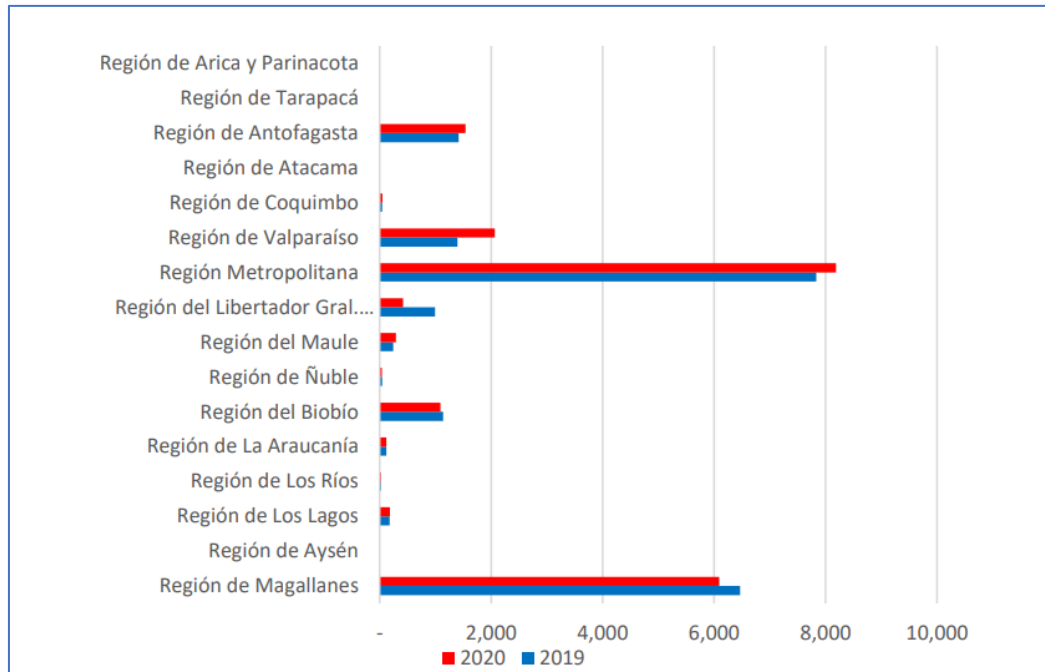
Fuente: Informe Balance Nacional de Energía 2020.

Gráfico 1-11. Consumo de carbón y sus derivados por región en Tcal, 2019-2020.

### 1.7.1.3 Consumo de gas natural por región

Para el año 2020, el consumo final de gas natural se concentró principalmente en las regiones Metropolitana y Magallanes, alcanzando un consumo entre ambas de 71%, debido principalmente al alto consumo en el sector residencial para la Región Metropolitana, mientras que, en Magallanes, al ser una zona de explotación de gas natural, existe una gran oferta de este producto para ser consumido localmente.

Respecto al año 2019, el mayor aumento ocurrió en la región de Valparaíso, con un incremento del 48%, alcanzando las 2.066 Tcal. Por otra parte, la mayor disminución se dio en la Región de O'Higgins, en donde se disminuyó su consumo en un 58%, llegando a los 420 Tcal.



Fuente: Informe Balance Nacional de Energía 2020.

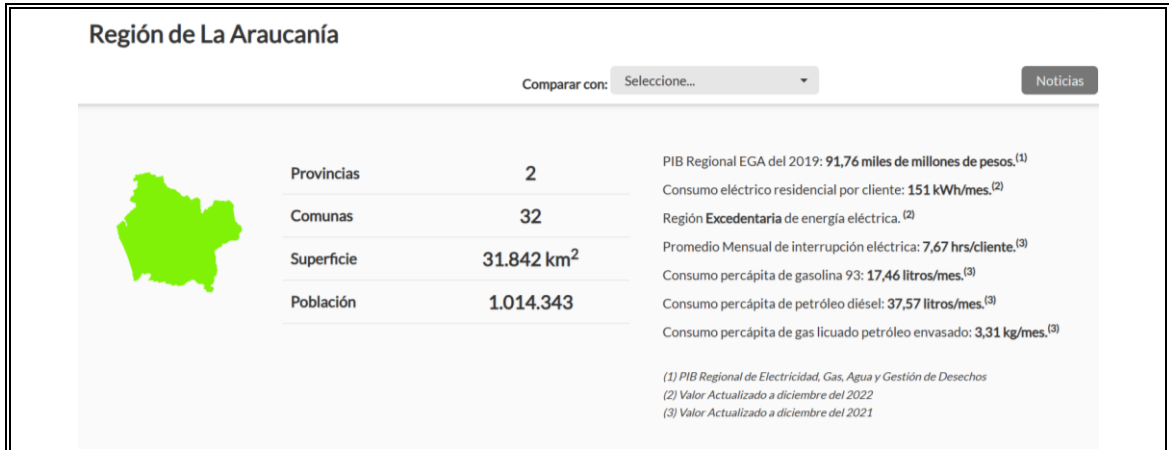
Gráfico 1-12. Consumo de gas natural por región en Tcal, 2019-2020.

### 1.8 Situación en la región de la Araucanía.

A continuación, se presenta información de la región en donde se desea llevar a cabo el proyecto dando a conocer la distribución de consumo energético y datos medioambientales.

La Región de La Araucanía está conformada por las provincias de Cautín y Malleco. La Región cuenta con una superficie de 31.842 Km<sup>2</sup> y una población estimada por el INE al año 2017 de 957.224 habitantes, lo cual representa un crecimiento cercano al 9% desde el año 2002.

En el apartado “Balance Energético regional” se puede apreciar que la región de La Araucanía es la novena región con mayor consumo energético a nivel nacional en el año 2019, según la CNE. El consumo total de energía primaria fue de 3.057,8 teracalorías, de las cuales el 62,5% correspondió a combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural), el 25,6% a biomasa, el 10,4% a hidroeléctrica, el 1,3% a solar y el 0,2% a eólica. Por lo tanto, la región tiene una alta dependencia de los combustibles fósiles, que son fuentes no renovables y contaminantes de energía.



Fuente: <https://energiaregion.cl/region/ARAUC>

Figura 1-4. Promedio de consumo energético región de La Araucanía.

Por otro lado, la región enfrenta problemas de contaminación atmosférica, especialmente en las ciudades de Temuco y Padre las Casas, que registran altos niveles de material particulado (MP2,5 y MP10) debido al uso de leña húmeda para calefacción, que afecta la calidad del aire y la salud de la población. Además, la región sufre los efectos del cambio climático, que se manifiestan en sequías, incendios forestales, plagas, erosión y pérdida de la biodiversidad.

## 1.9 Planteamientos y fundamentos de la problemática.

### 1.9.1 Normativas Vigentes.

La región de La Araucanía está afectada por la contaminación atmosférica, especialmente en las comunas de Temuco y Padre Las Casas, que conforman el área urbana de la capital regional. Por esta razón, el Ministerio del Medio Ambiente declaró zona saturada por norma anual de MP10 Y MP2,5 a estas comunas en junio del 2014, bajo el decreto supremo N°12. Esto significa que la calidad del aire de la zona superó los estándares establecidos por la normativa vigente, y que se requieren medidas urgentes para mejorarla. La zona saturada está sujeta a un Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica, que establece medidas de control y mitigación de las fuentes emisoras de contaminantes, así como de educación y participación ciudadana.

Además, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones estableció el Plan de Transporte Urbano para las comunas de Temuco y Padre Las Casas en marzo del 2018, bajo el decreto supremo N°66. Este plan tiene como objetivo mejorar la calidad del servicio de transporte público, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y

fomentar el uso de modos de transporte sustentables, como la bicicleta y el transporte público eléctrico. El plan, la implementación de un sistema integrado de transporte público, la construcción de ciclovías y estacionamientos para bicicletas, la incorporación de buses eléctricos y la fiscalización de las normas de emisión de los vehículos.

### 1.9.2 Antecedentes.

La región de La Araucanía tiene una alta demanda de energía, tanto por el crecimiento de la población como por el desarrollo económico y social. El sistema energético regional se basa principalmente en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes hidroeléctricas, que representan el 55% de la capacidad instalada, seguidas por las fuentes térmicas, que representan el 45%. El consumo de energía eléctrica por sector se distribuye de la siguiente manera: el 43% corresponde al sector residencial, el 28% al sector industrial, el 16% al sector comercial y servicios, el 8% al sector agropecuario y el 5% al sector público.

El consumo de energía eléctrica per cápita en la región es de 1.894 KWh/año, inferior al promedio nacional de 2.337 KWh/año.

El lugar donde se desea implementar el proyecto de energía renovable es en Panadería PastedeRico en la localidad de Capitán Pastene. Capitán Pastene es una localidad de origen italiano, fundada en 1904 por inmigrantes provenientes de la región de Emilia-Romaña. La localidad se caracteriza por su patrimonio cultural y gastronómico, que incluye la producción de embutidos, pastas y vinos. La localidad cuenta con una población de 3837 habitantes según el Censo 2017.

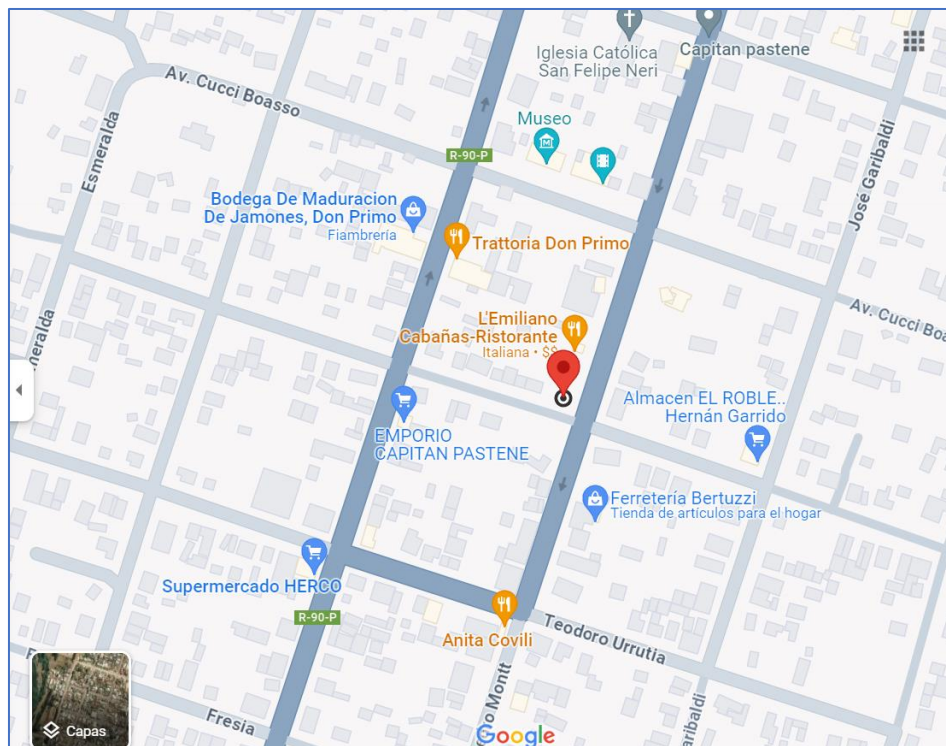
El proyecto consiste en instalar paneles solares fotovoltaicos en el techo de la Panadería PastedeRico, que es un negocio familiar que ofrece productos de panadería, pastelería, confitería y botillería, con recetas tradicionales italianas y chilenas. El objetivo es generar energía limpia y reducir el consumo de la red eléctrica, aprovechando el potencial solar de la zona. El proyecto también busca contribuir a la preservación de la identidad cultural y gastronómica de la localidad, y fomentar la conciencia ambiental y la educación energética entre los clientes y la comunidad.

Las energías renovables no emiten gases de efecto invernadero ni contaminan el medio ambiente, y pueden contribuir a la diversificación, la descentralización y la democratización de la matriz energética.

### 1.9.3 Ubicación:

A continuación, se dará a conocer la ubicación de la Panadería PastedeRico, en donde se evaluará la implementación de energías renovables no convencionales para la generación y autoconsumo de energía.

PastedeRico está ubicada en la región de La Araucanía, provincia de Malleco, comuna de Lumaco, localidad de Capitán Pastene. La dirección exacta es Pedro Montt 793, a una cuadra de la plaza de armas como referencia. Capitán Pastene es una localidad de origen italiano, fundada en 1904 por inmigrantes italianos y se caracteriza por su patrimonio cultural y gastronómico.



Fuente: google maps "PastedeRico"

Figura 1-5. Mapa ubicación panadería PastedeRico, Chile.

### 1.10 Consumo eléctrico

Este proyecto consiste en diseñar la instalación eléctrica de una panadería nueva y en crecimiento. Como no contamos con información sobre el consumo de energía ni las boletas de suministro, tuvimos que estimar el monto mensual de la facturación según las tarifas eléctricas vigentes. Para ello, hicimos un inventario de todos los equipos que se requieren para el funcionamiento de la panadería. Las tarifas eléctricas que usamos se basan en las fuentes oficiales del Grupo Saesa y la Comisión Nacional de Energía CNE.

A continuación, se muestra una tabla con el inventario de los distintos equipos y los distintos cargos que se consideran para calcular la facturación mensual.

<b>Equipos/ Maquinarias</b>	<b>Potencia [KW]</b>	<b>Consumo Día [KW/h]</b>	<b>Consumo Mes [KW/h]</b>
Vitrina Pastelera Ventus VP-1000CE 1 mt cuadrada	0,50	5,26	157,80
Vitrina Pastelera Cousiño 1.5 mt. Vidrio Curvo	0,63	6,22	186,60
aire acondicionado 12.000 btu Khone	1,60	9,60	288,00
cortadora fiambre 25cm maigas	0,30	0,23	6,75
letreiro luminoso 180cmx60cm Led	0,05	0,75	22,50
congelados tapa de vidrio 60cm	0,28	2,10	63,00
cafetera Dolce Gusto	1,50	0,50	15,00
visicooler vertical maigas 192l	0,26	1,90	57,00
vitrina calor maigas 90cm	0,15	0,75	22,50
Refrigerador bosh 250l	0,15	0,75	22,50
Sobadora ventus 3hp	2,20	9,00	270,00
Amasarora 12kg Maigas	1,10	6,40	192,00
horno convector Paret iKitchenette 5 latas	1,00	1,40	42,00
congelador 60cm tapa dura maigas	0,27	2,10	63,00
iluminación led local	0,30	3,00	90,00
<b>total</b>	<b>10,29</b>	<b>49,96</b>	<b>1498,65</b>

detalle de la cuenta tarifa BT-1		
Servicio Electrico	Tarifas NETAS vigentes sep 2024	Total NETO
administración del servicio \$/mes	\$ 1.030,135	\$ 1.030
Cargo por uso del sistema de transmision \$/kwh	\$ 25,364	\$ 38.012
Cargo por energía \$/kwh	\$ 208,456	\$ 312.403
Cargo Fondo Estabilización Ley 21.472 de acuerdo al Oficio Circular SEC N°157155 y a la RE 565 de 2023 de la CNE \$/kwh	\$ 2,787	\$ 4.177
<b>otros cargos</b>		
	total	\$ 355.621
	iva	\$ 66.774
	<b>total a pagar</b>	<b>\$ 422.396</b>
consumo medidor kw/h	1498,65	
potencia contratada	9,7	KW

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Saesa y la CNE.

Tabla 1-5. Monto mensual Facturado.

- Consumo Anual kW/h

$$\text{Consumo mensual} = 1498,65 \frac{KW}{h}$$

$$\text{Consumo anual} = 1498,65 \frac{KW}{h} * 12 \text{ meses} = 17.984 \text{ KW/h}$$

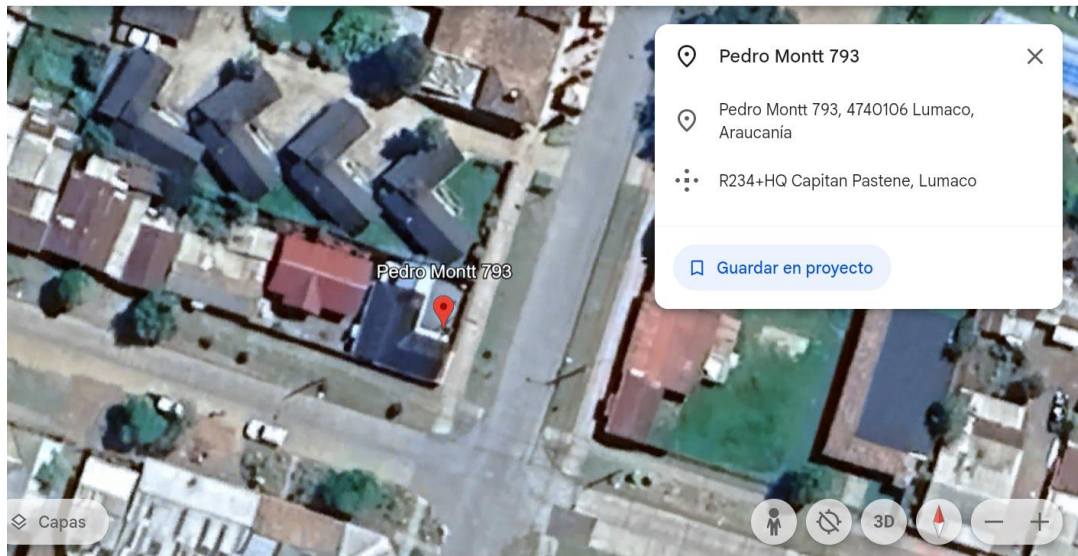
**CAPÍTULO 2. EVALUACION TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN DE**  
**ENERGÍA RENOVABLE**

## 2 EVALUACION TÉCNICA PARA LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

### 2.1 Datos generales

A continuación, se presentan datos generales del inmueble:

- Identificación del inmueble: panadería PasterleRico de Capitán Pastene.
- Antigüedad del inmueble: 1 año.
- Dirección: Pedro Montt 793.
- Región: Araucanía.
- Comuna: Lumaco.
- Coordenadas Geográficas: -38.196108692173034, -72.99303652610085
- Área superficial terreno: 437,5 m<sup>2</sup>.
- Área del inmueble: 94 m<sup>2</sup>.



Fuente: ubicación referencial Google Earth “Panaderia PasterleRico”

Figura 2-1. Ubicación Panadería PasterleRico de Capitán Pastene



Fuente: fotografía proporcionada por la panadería.

Figura 2-2. Frontis entrada principal panadería y pastelería PasteleRico.

Para lograr una adecuada integración de la energía renovable no convencional (ERNC) al edificio, se necesita implementar una solución que se adapte a las características físicas del inmueble, tales como su tamaño, forma, orientación y materiales. Además, se debe tener en cuenta los factores geográficos que influyen en la disponibilidad y calidad de la ERNC, como la ubicación, el clima, y la radiación solar.

Finalmente, se debe asegurar que la solución de ERNC no altere las operaciones que se realizan en la panadería, como el uso de equipos, la iluminación, la climatización y la seguridad.

## **2.2 Tipos de energías renovables no convencionales (ernc)**

Las ERNC son aquellas fuentes de energía que se basan en recursos naturales inagotables, que no se consumen ni se agotan en sus procesos de transformación y explotación de energía útil, y que proporcionan impactos ambientales significativamente inferiores que aquellas producidas por las fuentes energéticas convencionales, como es el caso de los combustibles fósiles. Además, las ERNC son aquellas que tienen una participación menor al 10% en la matriz energética nacional, según la ley 20.257, que establece normas para el desarrollo de las ERNC y fomenta su uso y desarrollo.

En Chile, la apuesta a largo plazo está centrada en generar las condiciones aceptables para el desarrollo de las ERNC, aprovechando el gran potencial que tiene el país para estas fuentes de energía, especialmente la energía solar, que cuenta con una de las mayores radiaciones solares del mundo.

Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad instalada de ERNC alcanzó lo 6.423 MW, lo que representa el 24,8% de la capacidad total del país. Además, hay 2.140 MW de procesos de ERNC en construcción y 25.000 MW en calificación ambiental.

Las ERNC se pueden clasificar en convencionales y no convencionales, según el tamaño, la tecnología, el impacto ambiental y social, y la regulación aplicable. Dentro de las primeras, la más difundida es la energía hidráulica a gran escala, que utiliza el agua de los ríos para mover turbinas y generar electricidad. Dentro de las segundas, las que poseen un mayor potencial de desarrollo en Chile son la geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz y minihidráulica. A continuación, se describirán brevemente cada una de ellas, y se dará una breve información con respecto al sector donde se desea implementar para verificar si es viable o no su aplicación.

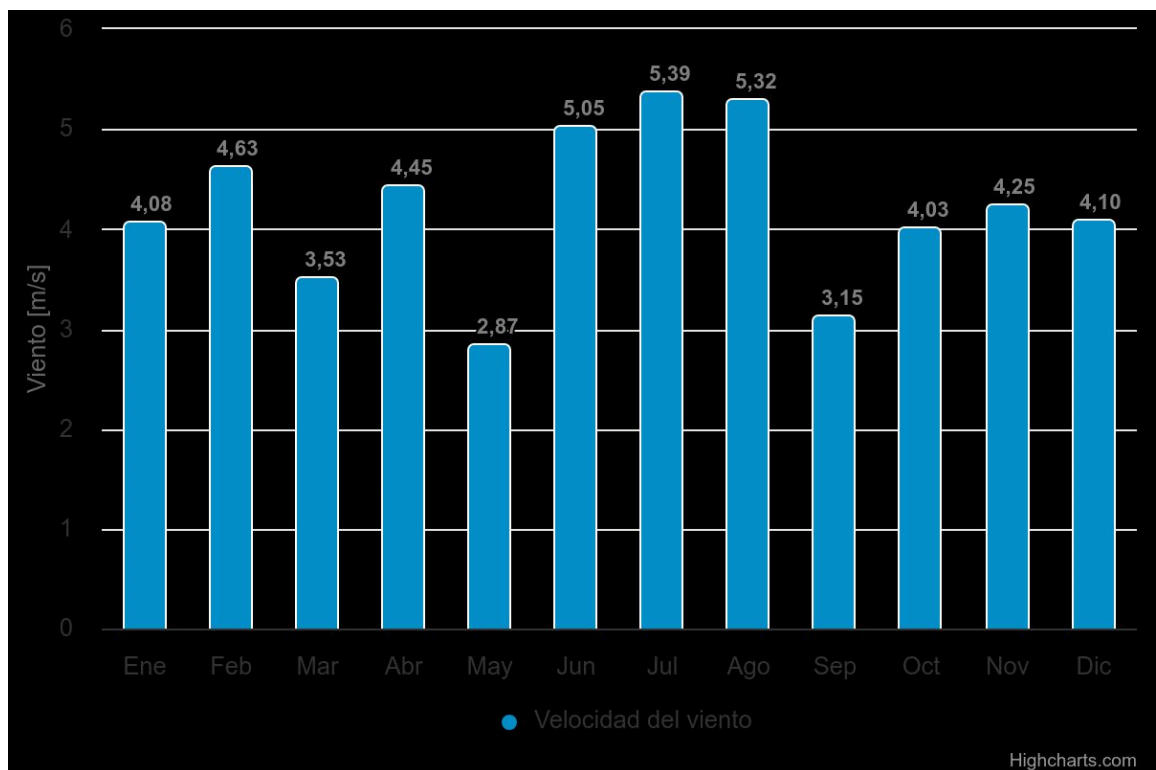
### 2.2.1. Energía eólica

Es la que utiliza la energía del viento para generar electricidad mediante aerogeneradores, que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. Los aerogeneradores se pueden instalar tanto en tierra como en el mar, y se conectan a las redes de distribución de energía eléctrica. El potencial eólico se calcula en función de la distribución de la velocidad del viento, siendo necesario que esta sea superior a 8m/s para que la generación sea rentable. Según el Coordinador Eléctrico Nacional, al año 2020, la capacidad instalada de energía eólica en Chile fue de 2.402 MW, lo que representa el 9,3 % de la capacidad total del país. Además, hay 1.027 MW de proyectos eólicos en construcción y 8000 MW en calificación ambiental. Las regiones con mayor potencial eólico son la Región de Atacama y la Región de los Lagos, donde se ubican los principales parques eólicos del país.

La energía eólica tiene como beneficios que es limpia, renovable, no emite gases de efecto invernadero, reduce la dependencia de los combustibles fósiles y crea empleo local. Sin embargo, también tiene algunos desafíos, como la variabilidad e intermitencia del recurso, el impacto visual y sonoro de los aerogeneradores, y la necesidad de contar con sistemas de respaldo y almacenamiento.

### Recurso eólico disponible en Capitán Pastene

En el siguiente gráfico se dará a conocer la información que se extrajo del explorador de energía eólica en la localidad de Capitán Pastene, en donde extrajo información del promedio de la velocidad del viento [m/s] durante el periodo de un año a una altura de 100 metros, dando a demostrar que la solución no es viable en la zona, ya que su promedio anual y mensual es demasiado bajo 4,2 [m/s] en comparación al promedio ideal 8 [m/s], lo que es insuficiente para que la generación eólica sea rentable.



fuelle: <https://eolico.minenergia.cl/exploracion>

Gráfico 2-1. Velocidad media del viento en la zona de Capitán Pastene.

#### 2.2.2. Energía geotérmica

Es la que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor natural del interior de la tierra, que se transmite a través de fluidos como el agua o el vapor. La energía geotérmica se puede utilizar para generar electricidad o para usos térmicos, como la calefacción, el agua caliente o la refrigeración. El potencial geotérmico se calcula en función de la temperatura, la profundidad y la permeabilidad de las rocas subterráneas, siendo necesario que estas sean superiores a 150°C, 1000 m y  $10^{-16}$  m<sup>2</sup>, respectivamente, para que la generación sea rentable.

Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad de energía geotérmica instalada en Chile fue de 48 MW, lo que representa el 0,2 % de la capacidad total del país.

La región con mayor potencial geotérmico es la Región de Antofagasta, donde se ubica el primer proyecto geotérmico en operación comercial en Chile, el Cerro Pabellón, que es también el primero de su tipo en Sudamérica.

La energía geotérmica tiene como beneficios que es limpia, renovable, no emite gases de efecto invernadero, reduce la dependencia de los combustibles fósiles, aprovecha el calor residual y tiene una alta disponibilidad. Sin embargo, también tiene algunos desafíos, como el alto costo de inversión, el riesgo de agotamiento del recurso, el impacto ambiental de la perforación y la emisión de gases contaminantes.

### 2.2.3. Energía de biomasa

Es la que se obtiene mediante el aprovechamiento de la materia orgánica de origen vegetal o animal, que se puede transformar en energía mediante procesos de combustión, gasificación, fermentación o digestión anaeróbica. La energía biomasa se puede utilizar para generar electricidad, calor o biocombustibles, como el biogás, el bioetanol, o el biodiésel. El potencial de la biomasa se calcula en función de la disponibilidad, la calidad, el costo de la materia prima, que puede ser residuos agrícolas, forestales, ganaderos, industriales o urbanos.

Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad instalada de biomasa en Chile fue de 593 MW, lo que representa el 2,3 % de la capacidad total del país. Las regiones con mayor potencial de biomasa son la Región del Biobío y la Región de la Araucanía, donde se ubican los principales proyectos de biomasa del país, como la Central Termoeléctrica Nueva Aldea, que utiliza residuos forestales, o la Planta de Biogás de Linares, que utiliza residuos agroindustriales.

La energía biomasa tiene como beneficios que es renovable, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, aprovecha los recursos locales y genera empleo rural. Sin embargo, también tiene algunos desafíos, como la competencia por el uso del suelo, el transporte y el almacenamiento de la materia prima, el impacto ambiental de la combustión y la gestión de los residuos.

#### 2.2.4. Energía mareomotriz

Es la que se obtiene mediante el aprovechamiento de la energía cinética y potencial de las mareas, las olas y las corrientes marinas, que se pueden transformar en electricidad mediante dispositivos como turbinas, boyas, columnas de agua oscilante o atenuadores. Tiene un alto potencial en Chile, debido a su extensa costa y su fuerte oleaje. Según un estudio encargado por el gobierno y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), las costas y mares chilenos pueden ser utilizados para la generación eléctrica mediante la energía mareomotriz. Sin embargo, esta tecnología aún no está en desarrollo y requiere de altas inversiones y de una regulación adecuada.

La energía mareomotriz se puede utilizar para generar electricidad o para usos térmicos, como la desalinización o la refrigeración. El potencial mareomotriz se calcula en función de la amplitud de las mareas, la altura, y la frecuencia de las olas, y la velocidad y la dirección de las corrientes marinas. Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad de energía mareomotriz instalada en Chile fue de 0 MW. Sin embargo, hay 25 MW de proyectos mareomotrices en calificación ambiental y se estima que el potencial técnico del país es de 164.000 MW.

Las regiones con mayor potencial mareomotriz son la Región de Coquimbo y la Región de Los Lagos, donde se ubican algunos proyectos piloto, como el Centro Tecnológico MERIC, que instaló en Chile el primer convertidor de energía marina a escala real, o el proyecto Manta, que busca aprovechar la energía de las olas mediante un dispositivo flotante.



The image is a screenshot of a news article from the Chilean government website. The article is titled "El Centro Tecnológico MERIC instala en Chile el primer convertidor de energía marina a escala real" and is dated 23 Apr 2021. The text states that the installed equipment is the first of its type in Latin America and fifth in the world, allowing Chile to lead research on marine energy that harnesses wave movement to produce electricity. It also mentions that Chile has a potential of 160 GW of exploitable marine energy, equivalent to more than ten times the country's installed electricity capacity.

Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 2-3. Primer Convertidor de Energía Marina a escala real de Latinoamérica.

### 2.2.5. Energía Mini hidráulica

Esta se obtiene mediante el aprovechamiento de la energía potencial y cinética del agua de los ríos, arroyos o canales, que se puede transformar en electricidad mediante turbinas hidráulicas de pequeña potencia, generalmente inferiores a 20 MW. La energía mini hidráulica se puede utilizar para generar electricidad o para usos mecánicos, como el bombeo o el riego. El potencial de la mini hidráulica se calcula en función del caudal y del salto del agua, que dependen de la geografía, la hidrología y la infraestructura existente. Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad instalada de energía mini hidráulica en Chile fue de 207 MW, lo que representa el 0,8 % de la capacidad total del país. Las regiones con mayor potencial de mini hidráulica son la Región de Los Ríos y la Región de Aysén, donde se ubican los principales proyectos del país, como la Central Hidroeléctrica Pilmaiquén, que utiliza el río del mismo nombre, o la Central Hidroeléctrica Río Cuervo, que utiliza el lago Yulton.

La energía mini hidráulica tiene como beneficios que es renovable, no emite gases de efecto invernadero, aprovecha los recursos hídricos y tiene una alta disponibilidad. Sin embargo, también tiene algunos desafíos, como el impacto ambiental y social de las obras civiles, la afectación de los ecosistemas acuáticos y la vulnerabilidad al cambio climático.



Fuente: Enel

Figura 2-4. Central Hidroeléctrica Pilmaiquén.



Fuente: biobio chile

Figura 2-5. Ubicación Central Hidroeléctrica Río Cuervo

### 2.2.6. Energía solar

Es la que utiliza la radiación solar para generar electricidad o calor. La energía solar se puede clasificar en fotovoltaica y térmica. La energía solar fotovoltaica es la que convierte la luz solar en electricidad mediante paneles solares, que están formados por células que contienen materiales semiconductores que generan una corriente eléctrica al ser expuestos a la luz. La energía solar térmica es la que aprovecha el calor del sol para calentar un fluido, que puede ser agua o aire, y utilizarlo para usos domésticos, industriales o agrícolas.

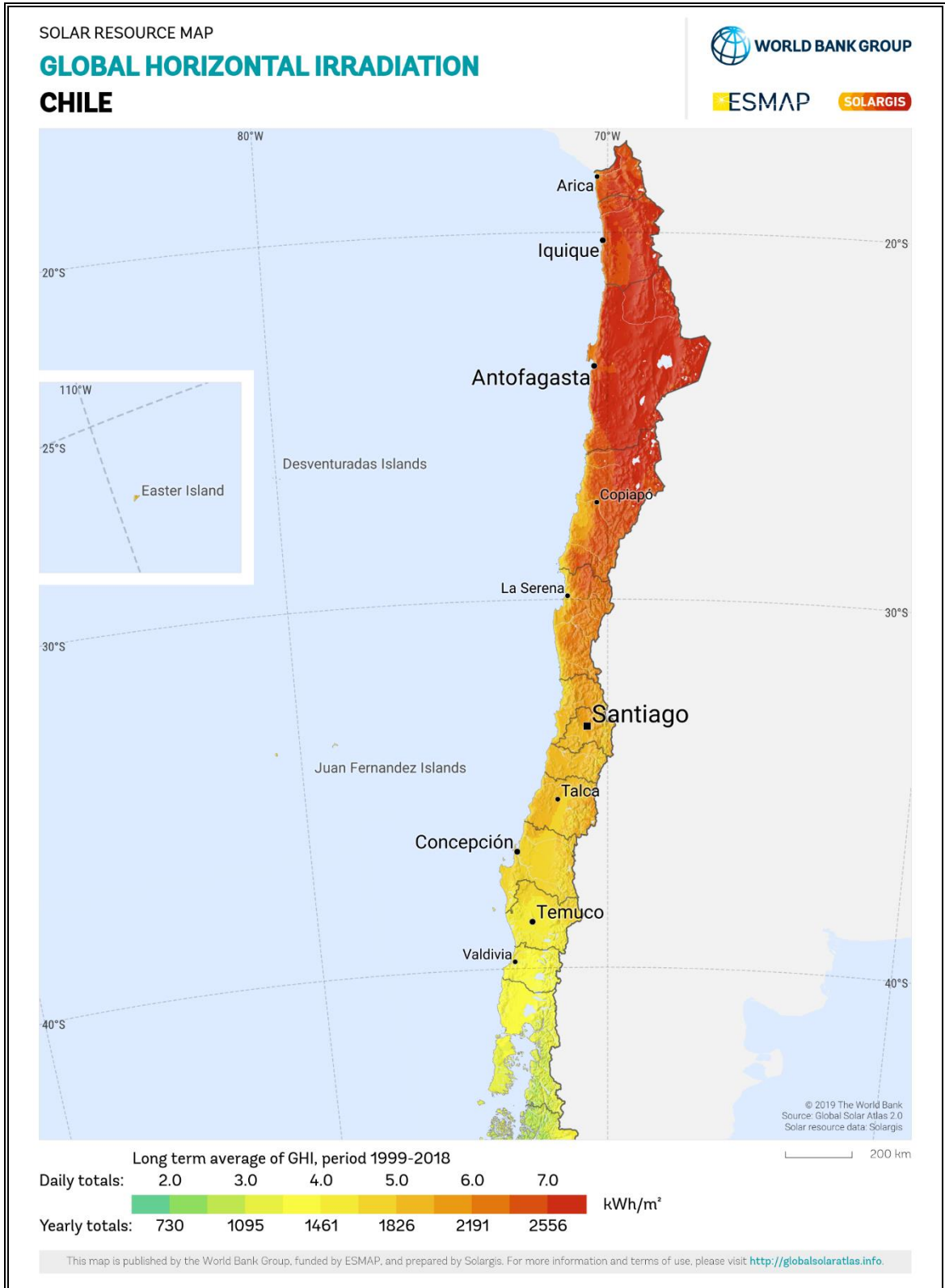
El potencial solar se calcula en función de la radiación solar, que depende de la latitud, la altitud, la nubosidad y la estación del año. Según el Ministerio de Energía, al año 2020, la capacidad instalada de energía solar en Chile fue de 3.173 MW, lo que representa el 12,3 % de la capacidad total del país. La región con mayor potencial solar es la Región de Atacama, donde se ubican los principales proyectos solares del país, como el Parque Solar Fotovoltaico El Romero, el más grande de América Latina, o la planta Solar Térmica Cerro Dominador, la primera de su tipo en el continente.

La energía solar tiene como beneficios que es limpia, renovable, no emite gases de efecto invernadero, reduce la dependencia de los combustibles fósiles, crea empleo local,

disminuye las pérdidas de transmisión y permite la generación distribuida. Sin embargo, también tiene algunos desafíos, como la variabilidad e intermitencia del recurso, el alto costo de la inversión, el impacto visual y ambiental de los paneles, y la necesidad de contar con sistemas de respaldo y almacenamiento.

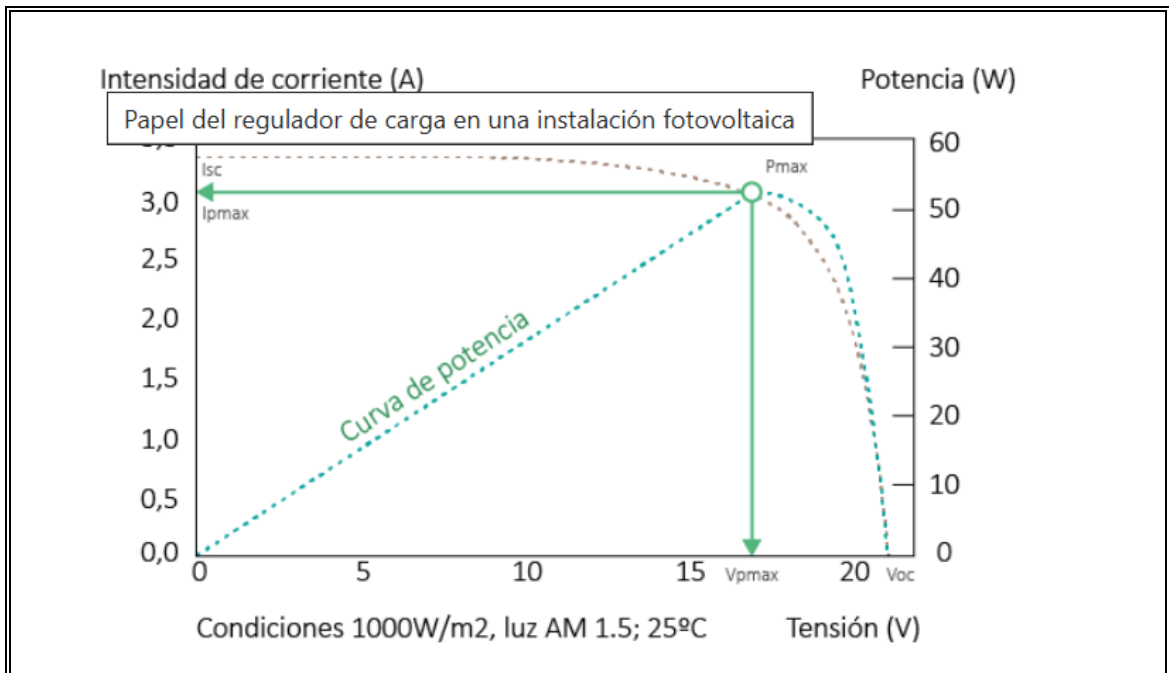
### **Recurso solar disponible en Capitán Pastene**

Según el Explorador de Energía Solar, el promedio de la radiación solar global horizontal [KWh/m<sup>2</sup>día] durante un año en Capitán Pastene es de 4,5 KWh/m<sup>2</sup>día, lo que es inferior al promedio nacional de 5,8 KWh/m<sup>2</sup>día. En el gráfico Radiación Solar Horizontal se puede ver que la radiación solar varía según la estación del año, siendo más alta en verano y más baja en invierno. En el gráfico Curva de Potencia – Panel fotovoltaico de 1 KWp se puede ver que la potencia en KW generada por un panel solar de 1 KWp depende de la hora del día y de la radiación solar.



Fuente: World Bank Group.

Figura 2-6. Radiación Solar Horizontal de Chile.



Fuente: [www.autosolar.es](http://www.autosolar.es)

Gráfico 2-2. Curva de Potencia Panel Solar 1 KWp.

Por lo tanto, después de evaluar las distintas alternativas de energías renovables no convencionales (ERNC) para la zona de Capitán Pastene, se concluye que la energía solar es la opción más viable debido a varios factores técnicos favorables y algunas limitaciones.

1. **Radiación solar global horizontal (GHI):** Según el Explorador Solar del Ministerio de Energía de Chile, la radiación solar global horizontal en Capitán Pastene es de aproximadamente 4,55 kWh/m<sup>2</sup>/día. Aunque no es la radiación más alta del país, es suficiente para la generación eficiente de energía fotovoltaica.
2. **Condiciones climáticas:** La zona tiene una baja frecuencia de nubes del 22%, lo que asegura una alta disponibilidad de sol directo. Además, la temperatura ambiental promedio de 12°C favorece el rendimiento de los paneles solares, ya que operan mejor en condiciones más frescas, información tomada del Explorador Solar del Ministerio de Energía.
3. **Velocidad del viento y humedad:** La baja velocidad del viento de 4,2 m/s y la moderada humedad reducen el desgaste y los riesgos estructurales para las instalaciones solares, prolongando su vida útil y asegurando una operación segura y duradera.
4. **Disponibilidad de infraestructura:** La infraestructura existente en la región no está saturada por otros sistemas fotovoltaicos, lo que permite ser pioneros en la instalación de estos sistemas sin necesidad inmediata de ampliar la red. La proximidad y disponibilidad del transformador más cercano también son favorables para la conexión del sistema fotovoltaico, asegurando una integración eficiente a la red de distribución.

En resumen, la energía solar se presenta como la mejor alternativa para la comuna de Capitán Pastene debido a las favorables condiciones técnicas de radiación solar, condiciones climáticas adecuadas, baja interferencia climática y disponibilidad de infraestructura para la integración de sistemas fotovoltaicos. A pesar de que la radiación solar no sea la más alta disponible, las condiciones técnicas y ambientales aseguran que la implementación de energía solar sea eficiente y sostenible en la región, Explorador Solar del Ministerio de Energía de Chile.

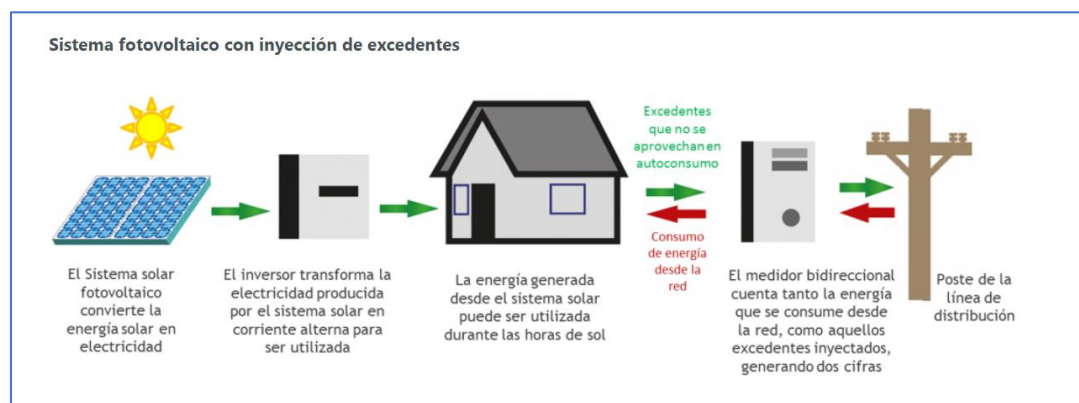
### 2.3. ¿Qué es la energía solar fotovoltaica y que tipos de sistemas existen?

La energía fotovoltaica es una forma de aprovechar la radiación del sol para generar electricidad mediante el uso de paneles o módulos que contienen células que transforman la luz en corriente eléctrica. Esta tecnología ha experimentado un gran desarrollo en los últimos años, reduciendo sus costos y ampliando sus aplicaciones. Según su configuración, se pueden distinguir tres tipos principales de sistemas solares fotovoltaicos, cada uno con sus ventajas y desventajas, además de sus diferentes tipos de aplicaciones.

#### 2.3.1. Sistema fotovoltaico conectado a la red (On Grid)

Este tipo de sistema se caracteriza por estar conectado a la red eléctrica pública, de modo que puede intercambiar energía con ella. Durante el día, el sistema fotovoltaico suministra energía a la dependencia donde se instala y, si produce más energía de la que consume, inyecta el excedente a la red. Por el contrario, si el consumo es mayor que la producción, se recibe energía de la red. Algunos países, como Chile, ofrecen una compensación económica por la energía inyectada a la red.

Este tipo de sistema no requiere baterías (aunque se pueden añadir) y solo funciona cuando hay luz solar.



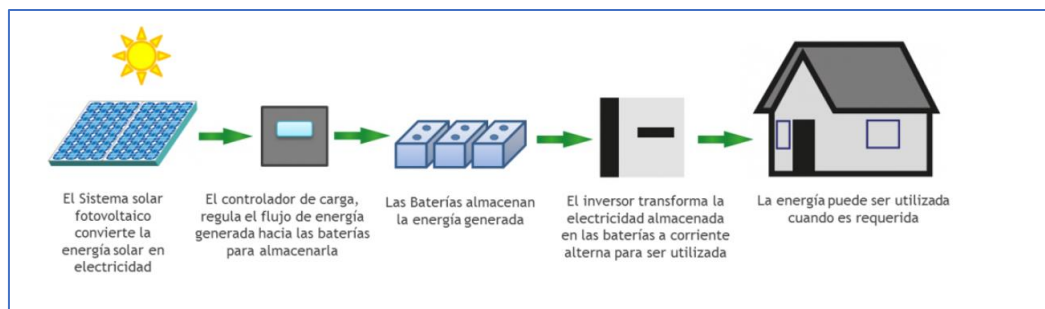
Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 2-7. Componentes de un sistema fotovoltaico conectado a la red.

### 2.3.2. Sistema fotovoltaico autónomo (off grid)

Este tipo de sistema se caracteriza por no estar conectado a la red eléctrica pública, sino que almacena la energía producida por los paneles fotovoltaicos en baterías para poder usarla posteriormente. Este sistema almacena energía en forma de corriente continua (DC), pero la mayoría de los aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna (AC), por lo que se necesita un inversor para convertir la corriente.

Este tipo de sistema es útil para lugares rurales o remotos, donde no hay acceso a la red eléctrica o se quiere ser independiente a ella, así como para situaciones de emergencia donde la red no está disponible, como por ejemplo en desastres naturales.



Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 2-8. Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.

### 2.3.3. Sistema fotovoltaico híbrido o con respaldo en la red

Este tipo de sistema es una combinación de las dos anteriores, ya que guarda la energía producida por los paneles fotovoltaicos en baterías y, una vez cargadas, la inyecta al sistema eléctrico, al mismo tiempo que también utiliza la energía de la red. Este tipo de sistema tiene varias ventajas, como reducir el consumo de la red eléctrica, tener un respaldo energético en caso de cortes de luz y disminuir la contaminación generada por las grandes centrales eléctricas, pero también tiene una desventaja importante, que es el alto costo de su instalación, ya que requiere muchos equipos, como los paneles, su estructura, el inversor, las baterías, etc.

## 2.4. Financiamiento solar en Chile

Chile tiene un gran potencial para desarrollar la energía solar, ya que cuenta con la mayor radiación solar del mundo en el norte del país, especialmente en el desierto de Atacama y sus alrededores. Además, posee el 52% de las reservas mundiales de litio, un

mineral clave para la fabricación de paneles y baterías solares. Por estas razones Chile puede convertirse en una potencia mundial en energía solar, lo que le permitiría generar electricidad limpia, barata y sustentable para satisfacer su demanda interna y exportar a otros países.

Para aprovechar este recurso, el gobierno de Chile ha implementado diversas políticas y programas que respaldan, promueven e incentivan el uso de la energía solar, tanto a nivel residencial, comercial, industrial como público. Algunos de estos programas e iniciativas son los siguientes.

#### 2.4.1. Programa Casa Solar

Es una iniciativa que permite a las familias de todo el país adquirir sistemas fotovoltaicos a menores precios, gracias a la compra agregada, y además contempla un cofinanciamiento estatal variable para viviendas con un avalúo fiscal de hasta 3000 UF. El programa busca fomentar el uso de la energía solar en el sector residencial, reduciendo el consumo de la red eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### 2.4.2. Programa Ponle Energía a tu Pyme

Es un concurso del Ministerio de Energía que otorga hasta \$15.000.000 de pesos a las micro, pequeñas y medianas empresas para realizar proyectos de eficiencia energética y energías renovables para el autoconsumo. El programa busca apoyar a las pymes a reducir sus costos de energía y disminuir su huella de carbono.

#### 2.4.3. Subsidio de paneles solares para Empresas

Es un beneficio que ofrece Solcor Chile, una empresa especializada en energía solar, que consiste en cofinanciar hasta el 50% del costo de la instalación de un sistema fotovoltaico para empresas de distintos tamaños y rubros. El subsidio se otorga mediante la Ley de Incentivo Tributario a la I+D, que permite a las empresas descontar de sus impuestos el 35% de la inversión en proyectos de innovación.

#### 2.4.4. Convocatorias Sercotec

El Servicio de Cooperación Técnica, Sercotec, dio a conocer su calendario de convocatorias para el año 2024. Entre los fondos disponibles, se destaca el Fondo de Desarrollo de Negocios Crece, que apoya a las micro y pequeñas empresas con

cofinanciamiento para implementar planes de trabajo que mejoren su gestión, productividad y competitividad.

Dentro de las líneas de financiamiento, se incluye la de Energías Renovables No Convencionales, que permite a las empresas acceder a recursos para instalar sistemas solares fotovoltaicos, térmicos o híbridos.

## **2.5. Marco legal y regulación de la energía fotovoltaica en Chile**

Chile tiene una gran oportunidad para aprovechar la energía solar, ya que tiene la mayor exposición al sol del mundo en el norte del país, sobre todo en el desierto de Atacama y sus zonas cercanas.

A continuación, las principales normativas vigentes que regulan la realización de proyectos fotovoltaicos en Chile.

### **2.5.1. Ley General de Servicios Eléctricos DFL N°4, DE 2007**

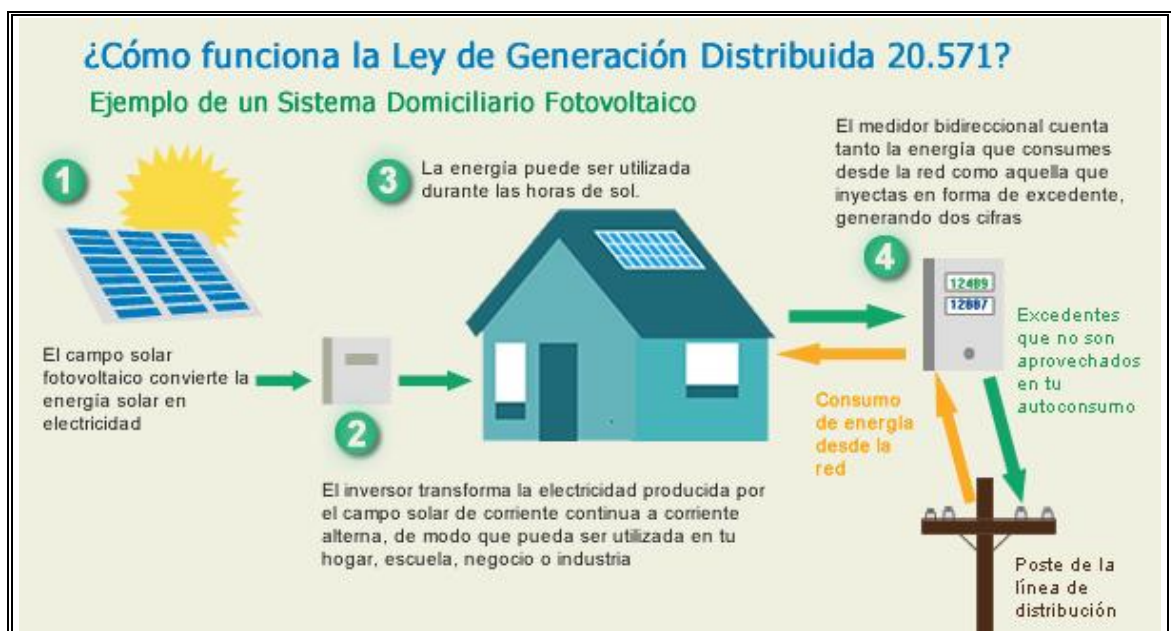
Regula la producción, transporte, distribución y tarifas de la energía eléctrica en Chile. Promulgada el 12 de mayo de 2006 y modificada posteriormente, establece las bases para la regulación del sector eléctrico con el objetivo de promover la eficiencia y la competencia, proteger los derechos de los consumidores y fomentar el uso de energías renovables y la cogeneración eficiente según el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Esta ley también regula el derecho de los usuarios finales que generan energía eléctrica mediante fuentes renovables no convencionales, como los proyectos fotovoltaicos (FV), a inyectar la energía que generen a la red de distribución, permitiendo que los propietarios de sistemas fotovoltaicos puedan conectar sus instalaciones a la red eléctrica y recibir un descuento o reembolso en sus facturas por la energía que inyectan Congreso Nacional de Chile.

### **2.5.2. Ley 20.571 de Net Billing**

La ley de Generación Distribuida 20.571, también conocida como Ley de Net Billing, fue promulgada en 2014 para regular el derecho de los clientes regulados a instalar sistemas de autogeneración de energía eléctrica utilizando fuentes renovables no convencionales (ERNC) y vender los excedentes a la red eléctrica a un precio regulado.

Esta ley permite a los usuarios finales generar su propia electricidad y recibir una compensación económica por la energía que inyectan a la red, incentivando así el uso de energías limpias y la reducción de costos de electricidad, Ministerio de Energía. Los puntos clave de la ley incluyen la generación para autoconsumo, la inyección de excedentes a la red, el cumplimiento de requisitos técnicos y la obtención de beneficios económicos y ambientales. La ley de Net Billing facilita la instalación de proyectos fotovoltaicos al permitir que los propietarios de sistemas solares conecten sus instalaciones a la red eléctrica y reciban descuentos o reembolsos en sus facturas por la energía que inyectan, lo cual no solo reduce la factura de electricidad, sino que también proporciona una fuente adicional de ingresos y promueve la sostenibilidad ambiental, Congreso Nacional de Chile.



Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 2-9. Ejemplo de un sistema domiciliario fotovoltaico.

### 2.5.3. Ley 21.118 de Generación distribuida para el Autoconsumo

La ley 21.118, promulgada el 17 de noviembre de 2018, busca incentivar el desarrollo de generadores residenciales y empresariales que utilicen energías renovables no convencionales (ERNC) para el autoconsumo y la inyección de excedentes a la red eléctrica. Esta ley reemplaza a la ley 20.571, introduciendo mejoras significativas para fomentar una mayor adopción de energías limpias y sostenibles en Chile, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Principales disposiciones:

1. Capacidad Máxima: La ley aumenta el límite de capacidad instalada de los generadores de 100KW a 300KW, permitiendo proyectos de autoconsumo de mayor envergadura. Esto abre la posibilidad a empresas y residencias de generar una cantidad considerable de su propia energía. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
2. Descuento Ampliado: Los excedentes de energía generados no solo se descuentan del cargo por suministro de energía, sino de todos los cargos aplicados en la factura eléctrica por la empresa distribuidora. Esto incluye tarifas de conexión, tarifas de mantenimiento y otros conceptos adicionales, maximizando así el ahorro de los generadores residenciales y comerciales. Solcor Chile.
3. Consumo de Respaldo: Todos los proyectos fotovoltaicos deben contar con un consumo de respaldo. Esto significa que no se permiten proyectos destinados únicamente a inyectar energía a la red sin tener un consumo propio. El objetivo es asegurar que los sistemas de generación distribuida sean utilizados principalmente para el autoconsumo, promoviendo la autosuficiencia energética.
4. Proyectos Comunitarios: La ley permite a usuarios BT1, como condominios y comunidades que comparten un espacio común, instalar un sistema comunitario de generación de energía renovable. Esto facilita el acceso a las energías renovables para aquellos que, por limitaciones de espacio o recursos, no podrían instalar un sistema individual. Agencia de Sostenibilidad Energética.
5. Facultad de Descontar Excedentes: Si los excedentes de energía no pueden ser descontados de los cargos de facturación, los clientes tienen la facultad de descontarlos por el suministro eléctrico que corresponda a otros inmuebles o instalaciones de su propiedad, siempre que estén conectados a la misma empresa distribuidora. Esta flexibilidad adicional asegura que los usuarios puedan maximizar el uso de la energía generada. Ministerio de Energía.

#### Beneficios:

1. Ahorro en facturas gracias al descuento ampliado y la capacidad de descontar excedentes, los usuarios pueden reducir significativamente sus facturas eléctricas. Esta medida proporciona un incentivo económico considerable para la adopción de energías renovables.
2. Incentivo a la generación renovable, la ley fomenta la adopción de energías renovables, contribuyendo a una matriz energética más sostenible y menos contaminante. Esto no solo beneficia al medio ambiente, sino que también posiciona a Chile como un líder en energía limpia. Ministerio de Energía.
3. Flexibilidad en proyectos, la implementación de proyectos de mayor escala y la creación de sistemas comunitarios de generación de energía permiten una mayor

flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades específicas de los usuarios. Esta característica es crucial para la aceptación y éxito de la ley a largo plazo.

La ley 21.118 representa un paso significativo hacia la promoción de la generación distribuida de energía renovable en Chile, permitiendo una mayor participación de los usuarios en la producción y gestión de su propia energía. Su enfoque en el autoconsumo, la flexibilidad y los beneficios económicos hace que sea una herramienta crucial para la transición hacia una matriz energética más limpia y sostenible.

#### 2.5.4 Ley 21.305 Ley de eficiencia Energética

La ley 21.305, también conocida como la Ley de Eficiencia Energética, fue promulgada el 13 de febrero de 2021 con el objetivo principal de promover el uso racional y eficiente de los recursos energéticos en Chile, según la Biblioteca Nacional de Chile. Esta normativa es fundamental para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones contaminantes y mejorar la competitividad del país en el ámbito internacional, tal como menciona el Ministerio de Energía.

La ley establece que las grandes empresas, definidas como aquellas con ventas superiores a 100.000 UF anuales, deben reportar sus consumos de energía e intensidad energética, de acuerdo con la Agencia de Sostenibilidad Energética. Asimismo, las empresas con consumos mayores a 50 tera-calorías anuales, denominadas Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía (CCGE), están obligadas a implementar y mantener un Sistema de Gestión de la Energía (SGE), el cual debe cubrir al menos el 80% del consumo energético total y será auditado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), según el Ministerio de Energía.

Asimismo, la ley 21.305 contempla la creación de un Registro nacional de Evaluadores Energéticos, administrado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, para calificar la eficiencia energética de viviendas, edificios de uso público, comerciales y de oficinas, como informa la Agencia de Sostenibilidad Energética.

En octubre de 2024, la ley 21.305 ha sido actualizada para reflejar las necesidades actuales del mercado energético, según el Ministerio de Energía. Estas actualizaciones incluyen la introducción de mecanismos adicionales para la gestión de excedentes de energía generada, permitiendo a los usuarios una mayor flexibilidad en el uso y descuento de estos excedentes. También se han incluido incentivos adicionales para la integración de sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, con el objetivo de mejorar la

eficiencia y la estabilidad del sistema eléctrico, de acuerdo con la Agencia de Sostenibilidad Energética. Además, se ha reforzado el enfoque en el autoconsumo, promoviendo la generación de energía para el propio consumo y reduciendo la dependencia de la red eléctrica tradicional.

Estas actualizaciones buscan mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del uso energías renovables en Chile, contribuyendo a una matriz energética más limpia y resiliente, según el Ministerio de Energía.

#### 2.5.5. Ley 20.698: Ley de Energías Renovables No Convencionales

La ley 20.698, promulgada el 22 de octubre de 2013, propicia la ampliación de la matriz energética mediante fuentes renovables no convencionales (ERNC). Esta ley modifica el Decreto con Fuerza de Ley N°4, de 2007, texto refundido de la Ley General de Servicios Eléctricos, con el objetivo de elevar la meta de generación eléctrica a través de ERNC. Según la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, la meta inicial del 10% para el año 2014 se incrementó al 20% para el año 2025, aplicada escalonadamente según un plan establecido en su Artículo primero transitorio.

El mecanismo principal de esta ley obliga a las empresas generadoras a certificar que cierto porcentaje de la energía retirada por sus clientes finales corresponda a energía renovable no convencional en los sistemas sobre 200MW. La ley establece multas para las empresas que no cumplan con esta obligación.

La ley 20.698 busca fomentar la generación de energía a partir de fuentes renovables como la solar y la eólica, promoviendo así una matriz energética más sostenible y menos dependiente de combustibles fósiles. Esta medida es fundamental para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la competitividad del país en el ámbito internacional.

**CAPÍTULO 3. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

### **3 IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

#### **3.1 Propuesta de solución**

La panadería PasteleRico es un negocio familiar ubicado en Capitán Pastene, un pueblo de la región de la Araucanía que se caracteriza por su tradición e influencia italiana. La panadería ofrece una variedad de productos de repostería fina artesanal, como pasteles, tortas, galletas y panes, elaborados con ingredientes de calidad y recetas originales. La panadería tiene un consumo mensual de energía eléctrica de 1498,65 kWh.

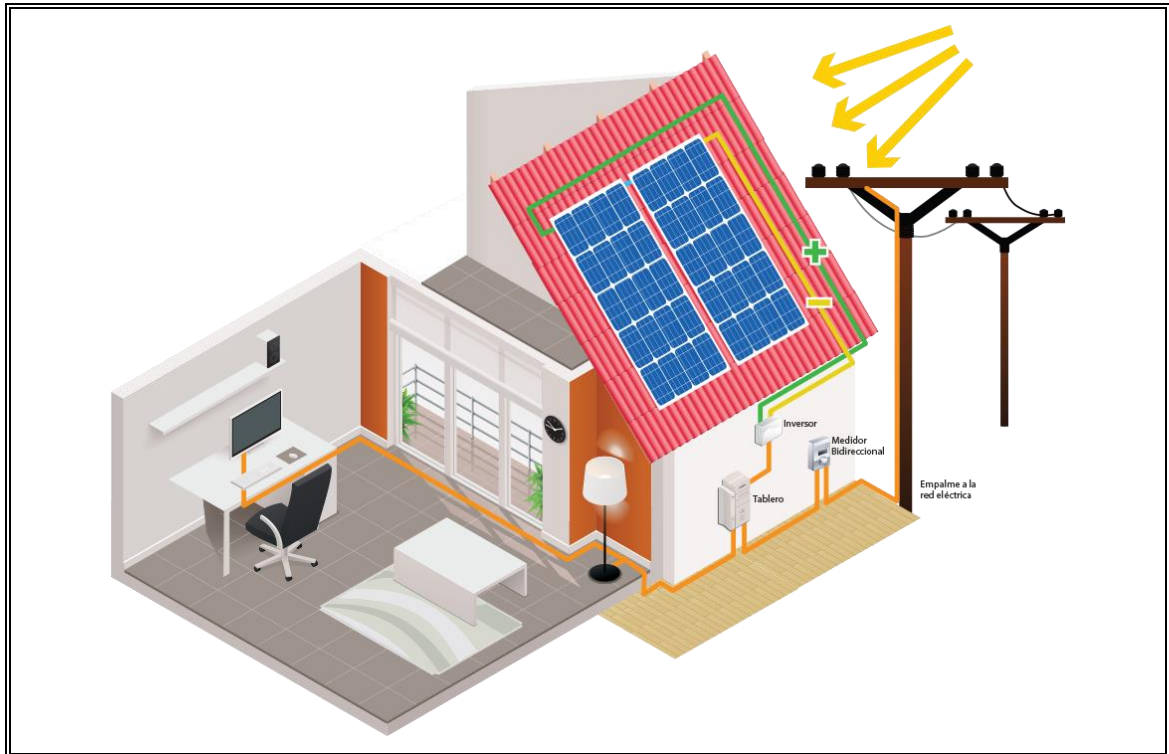
Para reducir sus costos operativos y contribuir al cuidado del medio ambiente, la panadería PasteleRico desea implementar una solución de energía renovable que le permita generar su propia electricidad y vender sus excedentes a la red. La mejor alternativa de solución es instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red (On Grid) en el techo de una construcción nueva que está al lado de la panadería, ya que esta posee mejor exposición al cielo y mejores características en general para la instalación del sistema, sobre todo la parte estética, ya que no se verán de la calle o encima del techo del negocio. El techo de la construcción nueva tiene una superficie de 64m<sup>2</sup>.

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste, en forma simplificada, en un generador fotovoltaico que transforma la luz del sol en energía eléctrica, y un inversor que convierte la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), para poder sincronizarse con la red eléctrica existente y permitir el flujo bidireccional de la energía.

La instalación de un sistema fotovoltaico conectado a la red en la panadería PasteleRico tiene varios beneficios, tanto económicos como ambientales, como el ahorro en la factura eléctrica, la contribución a la diversificación de la matriz energética del país, la reducción de la huella de carbono y un aumento en la competitividad de la empresa.

#### **3.2 Elementos que conforman un sistema de energía solar fotovoltaica**

Los componentes básicos para realizar una instalación fotovoltaica dependen del tipo de instalación que se quiera realizar. En este caso se desea utilizar un sistema conectado a la red eléctrica o sistema On-Grid y sus componentes básicos son los siguientes.



fuente: enerlife

Figura 3-1. Representación sistema Fotovoltaico On-Grid conectado a la red.

Los componentes básicos de un sistema solar fotovoltaico On-Grid son los siguientes:

### 3.2.1 Paneles solares

Son los encargados de captar la luz solar y transformarla en energía eléctrica en corriente continua (DC). Están formados por numerosas células solares, que son dispositivos semiconductores que aprovechan el efecto fotovoltaico para generar una diferencia de potencial eléctrico entre sus dos caras al recibir la radiación solar. Los paneles solares se pueden instalar sobre estructuras fijas o móviles, en el suelo o en los techos, orientados e inclinados de acuerdo con la posición geográfica y la época del año, para maximizar la captación de la luz solar.

Los materiales más comunes para fabricar las células solares son el silicio cristalino y el arseniuro de galio (GaAs), que son semiconductores que aprovechan el efecto fotovoltaico para generar electricidad a partir de la luz solar. Sin embargo, existen también otros materiales emergentes que prometen mayor eficiencia y menor costo, como el perovskita y la heterounión.

Los tipos de paneles solares se clasifican según la estructura y la pureza de las células solares que los componen. Los principales tipos son:

- **Paneles solares de silicio monocristalino**

Están formados por células solares que provienen de un único cristal de silicio, que se corta en finas laminas. Estas células tienen un color azul oscuro uniforme y un alto grado de pureza, lo que les confiere una mayor eficiencia, que puede superar el 20%. Sin embargo, también tienen un alto costo de producción y un mayor desperdicio de material.

- **Paneles solares de silicio policristalino**

Están formados por células solares que provienen de varios cristales de silicio, que se funden en un molde. Estas células tienen un color azul claro con diferentes tonalidades y un menor grado de pureza, lo que les otorga una menor eficiencia, que ronda el 15%. Sin embargo, también tienen un menor costo de producción y un menor desperdicio de material.

- **Paneles solares de película delgada**

Están formados por capas muy finas de materiales semiconductores, como el silicio amorfo, el telururo de cadmio o el cobre, el indio, el galio y el selenio, que se depositan sobre un sustrato de vidrio, metal o plástico. Estas células tienen un color negro uniforme y una baja eficiencia, que puede variar entre el 5% y el 13%. Sin embargo, también tienen la ventaja de ser más flexibles, ligeros y baratos que los paneles de silicio cristalino, y de tener un mejor rendimiento en condiciones de poca luz o altas temperaturas.

- **Paneles solares de perovskita**

Están formados por capas de un material sintético llamado perovskita, que tiene una estructura cristalina similar a la del mineral del mismo nombre. Estas células tienen un color negro o marrón y una alta eficiencia, que puede alcanzar el 25%. Además, tienen la ventaja de ser más baratas, más fáciles de fabricar y más versátiles que los paneles de silicio cristalino, ya que se pueden imprimir o pintar sobre diferentes superficies. Sin embargo, tienen el inconveniente de ser menos estables y duraderos, y de tener problemas de toxicidad y reciclaje.

- **Paneles solares de heterounión**

Están formados por capas de silicio cristalino y de silicio amorfo, que se combinan para crear una unión que mejora la captación y la conducción de la luz solar. Estas células tienen un color negro y una muy alta eficiencia, que puede superar el 26%.

Además, tienen la ventaja de ser más resistentes y fiables que los paneles de silicio cristalino, y de tener un mejor rendimiento en condiciones de poca luz o altas temperaturas. Sin embargo, también tienen el inconveniente de ser más caros y complejos de fabricar.



fuelle: tritec-intervento

Figura 3-2. Tipos de paneles solares.

### 3.2.2 Inversor

Es el dispositivo que convierte la corriente continua (DC) generada por los paneles solares en corriente alterna (AC), que es la que se utiliza en la red eléctrica y en la mayoría de los aparatos eléctricos. El inversor también se encarga de sincronizar la frecuencia y el voltaje de la corriente alterna con los de la red, y de controlar y proteger el sistema ante posibles fallas o variaciones de la red.

Existen diferentes tipos de inversores, como los inversores centrales, que se conectan a un conjunto de paneles solares, o los microinversores, que se conectan a cada panel de forma individual.

### 3.2.3 Medidor bidireccional

Es el instrumento que mide la energía eléctrica que se consume de la red y la que se inyecta a la red desde el sistema fotovoltaico. De esta forma, se puede calcular el saldo neto entre la energía consumida y la generada, que se descuenta de la factura eléctrica del usuario, según el precio establecido por la ley de generación distribuida 20.571.

Esta ley permite que los usuarios que generen energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales, como la solar, puedan vender sus excedentes de energía a la empresa distribuidora, recibiendo un pago por ello.

#### 3.2.4 Sistema de protección

Incluye los dispositivos necesarios para garantizar la seguridad de las personas, los equipos y la red eléctrica, evitando riesgos de electrocución, incendio, sobrecarga, o cortocircuito. Entre estos dispositivos se encuentran los interruptores, los fusibles, los disyuntores, los pararrayos y los sistemas de puesta a tierra.

#### 3.2.5 Sistema de monitoreo

Consiste en un software y un hardware que permiten supervisar el funcionamiento del sistema fotovoltaico, registrando datos como la potencia, la energía, la tensión, la corriente, la temperatura, y la radiación solar. Estos datos se pueden visualizar en una pantalla, en un computador o en un dispositivo móvil, y se pueden utilizar para optimizar el rendimiento del sistema, detectar fallas o realizar mantenimiento preventivo.

#### 3.2.6 Estructura de anclaje

Es el soporte que sostiene los paneles solares y los fija al lugar de instalación, ya sea el suelo o el techo.

La estructura de anclaje debe cumplir con las siguientes funciones.

- Sostener los paneles solares de forma segura y estable, evitando que se caigan o se muevan por el viento o el peso.
- Dar la orientación e inclinación adecuada a los paneles solares, según la posición geográfica y la época del año, para maximizar la captación de la luz solar.
- Permitir la ventilación y el drenaje de los paneles solares, evitando el sobrecalentamiento o la acumulación de agua o suciedad.
- Evitar las sombras o las interferencias con otros elementos, como árboles, edificios o antenas, que puedan reducir el rendimiento de los paneles solares.

La estructura de anclaje se puede fabricar con diferentes materiales, como aluminio, acero o madera, que deben ser resistentes, duraderos y adecuados al tipo y la inclinación de los paneles solares. Además, se debe prestar atención a la calidad y resistencia de los tornillos, tuercas, arandelas, y otros elementos de fijación, que deben ser de acero inoxidable u otros materiales anticorrosivos.

Los tipos de anclajes que se utilizan para fijar la estructura de anclaje a la superficie de instalación dependen del tipo de cubierta o tejado. Existen varios tipos de anclajes, como los siguientes.

### **Anclajes para techos inclinados.**

Se adaptan a diferentes tipos de tejas o materiales de cubierta, como cerámica, hormigón, metal o pizarra. Se pueden fijar mediante tornillos, grapas, ganchos, o abrazaderas, según el caso. Se debe levantar la teja y atornillar el anclaje directamente a la cubierta, sellando la perforación con un material impermeable, y luego volver a colocar la teja por encima.



Fuente: solarstore.cl

Figura 3-3. Sistema de anclaje de paneles solares para techos inclinados.

### **Anclajes para techos planos**

Se utilizan en superficies horizontales o ligeramente inclinadas, como azoteas o estructuras planas. Se pueden fijar mediante tornillos, pernos o adhesivos, según el material de la superficie. También se pueden usar bloques de hormigón o de otro material pesado, que se colocan sobre la estructura de anclaje sin perforar la superficie, aprovechando el peso propio de los paneles solares.



Fuente: solarstore.cl

Figura 3-4. Sistema de anclaje para techos planos.

### **Anclajes para suelo**

Se emplean en instalaciones a nivel de suelo o en estructuras elevadas, como postes o pilares. Se pueden fijar mediante tornillos, pernos o clavos, según el tipo de terreno. También se pueden usar bases de hormigón o de otro material sólido, que se entierran en el suelo o se apoyan sobre él, dando firmeza y estabilidad a la estructura de anclaje.

### **3.3 Verificación del consumo interno**

La Panadería PastelRico de Capitán Pastene tiene como objetivo generar su propia energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico, aprovechando los beneficios de la ley 20.571 de generación distribuida. Esta ley promulgada en el año 2014 y vigente en 2024 con varias modificaciones, otorga a los clientes de empresas distribuidoras de electricidad el derecho de generar su propia energía eléctrica mediante medios renovables no convencionales o de cogeneración eficiente, autoconsumirla e inyectar los excedentes de energía que pudieran existir a la red eléctrica. En octubre de 2024, la ley ha sido actualizada para incluir mecanismos adicionales para la gestión de excedentes de energía generada y la integración de sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la estabilidad del sistema eléctrico, según el Ministerio de Energía.

De esta forma, la panadería podrá disminuir la compra de energía eléctrica desde la red distribuidora, lo que se traduce en un ahorro en la facturación de energía eléctrica. Además, contribuirá al cuidado del medio ambiente, al utilizar una fuente de energía limpia y renovable.

Para determinar el consumo interno, se realizó un levantamiento de todos los equipos que llevará la empresa y se identificó la potencia en kW de cada uno de ellos junto con el tiempo de uso, para así obtener el consumo mensual y anual en kWh. A continuación, se presenta una tabla con los datos obtenidos.

Tabla 3-1. Consumo Interno Panadería

<b>Equipos/ Maquinarias</b>	<b>Potencia [KW]</b>	<b>Consumo Día [KW/h]</b>	<b>Consumo Mes [KW/h]</b>
Vitrina Pastelera Ventus VP-1000CE 1 mt cuadrada	0,50	5,26	157,80
Vitrina Pastelera Cousiño 1.5 mt. Vidrio Curvo	0,63	6,22	186,60
aire acondicionado 12.000 btu Khone	1,60	9,60	288,00
cortadora fiambre 25cm maigas	0,30	0,23	6,75
letreiro luminoso 180cmx60cm Led	0,05	0,75	22,50
congelados tapa de vidrio 60cm	0,28	2,10	63,00
cafetera Dolce Gusto	1,50	0,50	15,00
visicooler vertical maigas 192l	0,26	1,90	57,00
vitrina calor maigas 90cm	0,15	0,75	22,50
Refrigerador bosh 250l	0,15	0,75	22,50
Sobadora ventus 3hp	2,20	9,00	270,00
Amasarora 12kg Maigas	1,10	6,40	192,00
horno convector Paret iKitchenette 5 latas	1,00	1,40	42,00
congelador 60cm tapa dura maigas	0,27	2,10	63,00
iluminación led local	0,30	3,00	90,00
total	10,29	49,96	1498,65

Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de los equipos de la panadería

La fórmula para calcular el consumo en kWh es la siguiente:

$$E = P \times t \div 1000$$

Donde:

- E es el consumo en kWh

- P es la potencia en watts
- t es el tiempo de uso en horas
- 1000 es el factor de conversión de watts a kilowatts

Como se puede observar en la Tabla 3-1 se puede apreciar que el consumo de energía eléctrica total al mes en la panadería corresponde a **1498,65 [KWh/mes]** y al año sería **17.984 [KWh/año]** con estos valores se puede estimar el tamaño de la instalación fotovoltaica para que cumpla con la demanda energética.

### 3.4 Potencia máxima del sistema fotovoltaico

Para determinar la potencia máxima del sistema fotovoltaico, se utiliza principalmente el autoconsumo del inmueble, es decir, la energía eléctrica que se consume en el lugar donde se genera. El criterio que se aplica es que la potencia fotovoltaica instalada debe ser tal que la generación anual de energía fotovoltaica no supere el consumo eléctrico anual del inmueble. De esta manera, se evita generar más energía de la que se consume, lo que podría implicar una pérdida de los excedentes, ya que la ley establece que los excedentes que no se puedan descontar de la factura de luz en un plazo de 12 meses se pierden, sin derecho a compensación.

Para calcular la potencia máxima del sistema fotovoltaico limitada por el consumo eléctrico, se debe dividir el consumo anual (KWh) por la generación del sistema fotovoltaico (KWh/KWp), dato obtenido del explorador solar. El explorador solar es una herramienta del Ministerio de Energía que permite estimar el potencial solar de una ubicación, según la radiación solar, la orientación y la inclinación de los paneles.

$$\text{Potencia máxima de un sistema FV (kW)} = \frac{\text{Consumo eléctrico anual ( } \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \text{ )}}{\text{Generación de energía fotovoltaica ( } \frac{\text{kWh}}{\text{kWp} \cdot \text{año}} \text{ )}}$$

Fuente: Ministerio de Energía.

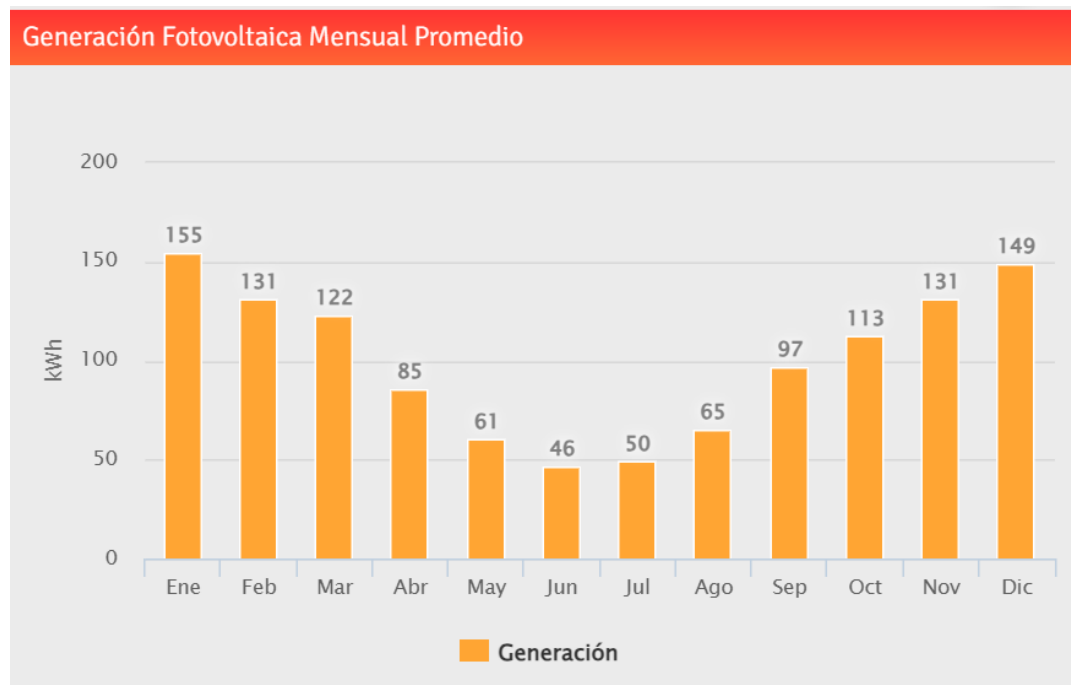
Figura 3-5. Fórmula potencia máxima del sistema FV limitada por el consumo eléctrico interno anual en KWh.

Datos:

- Consumo anual de la panadería PasteleRico: 17.984 kWh/año
- Generación del sistema fotovoltaico (obtenido del explorador solar): 1498,66 KWh/KWp\*Año

A continuación, se adjunta información obtenida del explorador solar, que es una herramienta del Ministerio de Energía y la Universidad de Chile, que permite conocer el potencial solar de una ubicación, según la radiación solar, la orientación y la inclinación de los paneles. A continuación, se adjunta la información obtenida del explorador solar para el inmueble.

El dato de Generación del sistema Fotovoltaico (obtenido del explorador solar) se obtiene al sumar la producción mensual durante un año y con una potencia instalada de 1 KW.



Fuente: explorador solar

Gráfico 3-1. Generación fotovoltaica mensual promedio en Capitán Pastene.

$$\begin{aligned} \text{Potencia Maxima del sistema FV (Explorador Solar)} &= \frac{17.984 \text{ KWh} * \text{año}}{1498,27} \\ &= 12 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Sin embargo, la potencia máxima del sistema fotovoltaico también está limitada por la capacidad instalada del inmueble, es decir, la potencia que se contrata con la empresa distribuidora de electricidad Frontel. Según la ley 21.118 de Generación Distribuida y las actualizaciones de octubre de 2024, la potencia instalada del sistema fotovoltaico puede superar la capacidad instalada del inmueble, siempre y cuando se obtenga la autorización expresa de la empresa distribuidora. Agencia de Sostenibilidad Energética.

Estos cambios permiten una mayor flexibilidad en la gestión de excedentes de energía generada y la integración de sistemas de almacenamiento de energía mejorando la eficiencia y la estabilidad del sistema eléctrico, según el Ministerio de Energía. Si la potencia instalada del sistema fotovoltaico es mayor que la capacidad instalada del inmueble sin la autorización correspondiente, se podría ocasionar una sobrecarga en la red eléctrica, lo que podría provocar cortes de suministro, daños en los equipos y multas por parte de la empresa distribuidora.

Por lo tanto, para determinar la potencia máxima del sistema fotovoltaico, se debe considerar el menor valor entre la potencia limitada por el consumo eléctrico y la potencia limitada por la capacidad instalada. En este caso, se tiene una potencia instalada en el inmueble de 9,7 KW, por lo que se considerará una potencia de 9,7 kW para la planta fotovoltaica.

$$P = \min(9,7KW - 12KW)$$

Sin embargo, mediante software especializado de simulación fotovoltaica PV\*SOL premium 2024 el cual integra en sus algoritmos de cálculo variantes importantes a considerar como las sombras y la trayectoria del sol, funciones que no tiene el explorador solar dispuesto por el Ministerio de Energía. Se estableció que se instalara una planta 9 kW de potencia, debido a que con esta potencia se genera lo justo y suficiente para abastecer el consumo total al año de la panadería PastedeRico y no sobrepasarse en kWh al año según lo que establece la ley 21.118, esto con el fin de aprovechar los beneficios gubernamentales al máximo, lo que también reduce costos de inversión al requerir menos equipos y menos mano de obra.

*Potencia máxima a instalar PVSOL premium 9 KWp*

### **3.5 Superficie disponible**

Para adaptar el edificio a la generación de energía solar, se debe instalar un sistema fotovoltaico que se ajuste a las condiciones físicas del inmueble, considerando también la ubicación geográfica y el diseño arquitectónico, sin interferir con las actividades que se desarrollan en el lugar.

#### **3.5.1 Evaluación de la techumbre para instalación fotovoltaica**

Se presenta a continuación un resumen del análisis realizado sobre la superficie de la techumbre evaluada para el montaje del sistema fotovoltaico.

## ESPACIO APROVECHABLE

- Lugar seleccionado: Techumbre de una nueva construcción adyacente a la panadería PasteleRico.
- Justificación: Techumbre libre de sombras, nueva y en óptimo estado.
- Orientación: Noreste 25°
- Área techumbre disponible: 60 m<sup>2</sup>.
- Material de la techumbre: Zinc acanalado prepintado.
- Material de la estructura: madera.
- Presenta filtraciones: no presenta
- Presenta deterioro: no presenta deterioro, termitas, pudrición, quebraduras u otro tipo de daño

### 3.5.2 Evaluación de carga del Techo

La capacidad de carga de un techo de madera se determina considerando factores como el tamaño y la calidad de la madera, la distancia entre los soportes y las condiciones climáticas locales.

De acuerdo con las normas de construcción, los techos deben ser capaces de soportar cargas mínimas debido a la nieve y el viento, además del peso propio de la estructura y cualquier carga adicional, como podría ser un sistema fotovoltaico. Es importante señalar que la determinación precisa de la carga admisible que puede soportar una techumbre específica requiere de conocimientos especializados en ingeniería estructural. Por lo tanto, se recomienda la consulta con un especialista del área de la construcción Arquitecto u ingeniero civil.

Sin embargo, haciendo uso de la información proporcionada por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y las normas chilenas de construcción, se puede estimar que una viga de pino de 2x6 pulgadas, espaciada cada 16 pulgadas, debería soportar entre 30-50kgf/m<sup>2</sup> de carga adicional lo que vendría siendo para la techumbre una carga total aproximada de 400kgf/m<sup>2</sup>. Estas estimaciones están sujetas a las regulaciones y leyes que rigen la construcción en Chile, asegurando que los techos cumplan con las cargas exigidas. Entre las normativas relevantes se encuentran la NCh 1537 OF 2009, que establece las bases para evaluar las cargas permanentes y de uso en el diseño de edificios y otras estructuras, y la NCh 433 OF 1996, que establece requisitos para el diseño sísmico de edificios.

### 3.5.3 Peso del sistema Fotovoltaico

Cada panel solar TW Solar TWMPD-72HD550 pesa aproximadamente 21,2 kilos, por lo tanto, para 20 paneles, el peso total sería:

$$\text{Peso total} = 27,8 \text{ kg panel} * 20 \text{ paneles} = 556 \text{ kg}$$

Si consideramos un área de techumbre de  $60 \text{ m}^2$ , el peso por metro cuadrado sería:

$$\text{Peso } m^2 = \frac{556 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{60 \text{ m}^2} \approx \mathbf{90,81 \text{ kgf/m}^2}$$

- **Peso Estructura de Aluminio**

La estructura de soporte pesa en promedio  $3\text{kg/m}^2$ , por lo que, si se tienen 20 paneles, con un área total de techumbre de  $60 \text{ m}^2$ , el peso total de la estructura de aluminio sería:

$$\text{Peso estructura: } 3\text{kg/m}^2 * 60\text{m}^2 = 180 \text{ kg}$$

Entonces, el peso por metro cuadrado de la estructura de aluminio sería:

$$\text{Peso } m^2 \text{ estructura} = \frac{180\text{kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{60\text{m}^2} = \mathbf{29.4 \text{ kgf/m}^2}$$

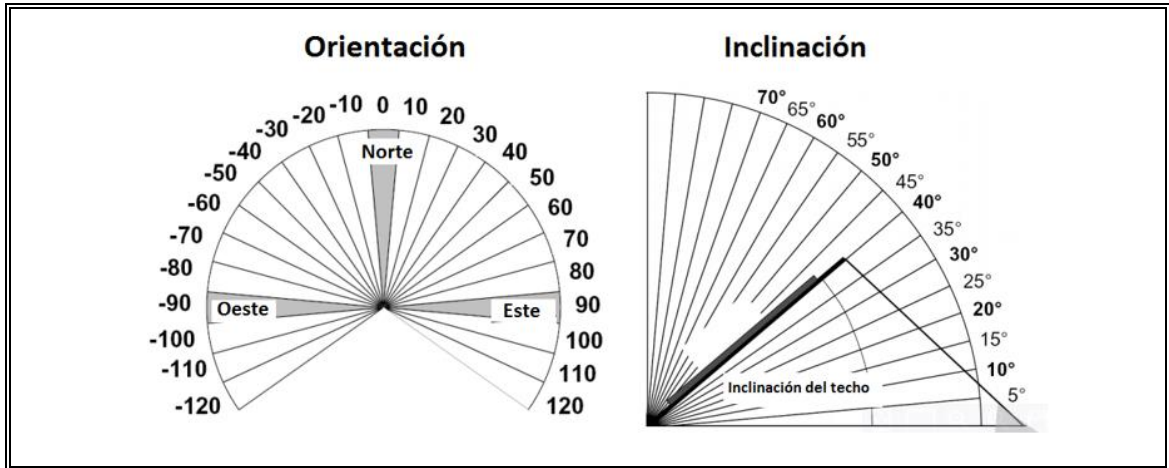
Sumando esto al peso de los paneles solares que se calcularon anteriormente, se tendría un peso total aproximado por metro cuadrado de:

$$\text{Peso total } m^2 = 90,81 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} + 29.4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = \mathbf{120 \text{ kgf/m}^2}$$

En conclusión, el peso de los paneles solares más el sistema de soporte está dentro de un rango seguro ya que la techumbre soportaría como máximo  $400\text{kgf/m}^2$  de carga; muy superior al peso del sistema fotovoltaico de  $120 \text{ kgf/m}^2$ .

### 3.5.4 Orientación e inclinación de los techos

La techumbre o cubierta del techo deberá ser horizontal o inclinada. Una cubierta es horizontal si su pendiente es menor a 5% o  $2,86^\circ$ . En este caso la cubierta es inclinada, esta deberá tener una inclinación y orientación dentro de la zona azul que se marca en la siguiente tabla.



Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 3-6. Orientación e inclinación de los techos.

Para la región VI Y VII, que tienen una latitud similar a la de la región de la Araucanía, la diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo (verde) se muestra en la siguiente tabla.

Orientación/ Inclinación	-90°	-70°	-290°	-60°	-45°	-35°	0°	35°	45°	60°	70°	90°
5°	10.6%	10.1%	9.5%	9.0%	8.3%	8.0%	7.6%	8.4%	8.8%	9.6%	10.1%	11.3%
10°	10.9%	9.8%	8.7%	7.7%	6.4%	5.8%	5.0%	6.6%	7.4%	8.8%	9.9%	12.3%
20°	12.4%	10.1%	8.1%	6.2%	3.9%	2.8%	1.4%	4.3%	5.8%	8.4%	10.5%	14.8%
30°	14.8%	11.7%	8.8%	6.3%	3.3%	1.7%	0.0%	3.8%	5.8%	9.4%	12.1%	18.1%
40°	18.1%	14.3%	10.9%	7.9%	4.4%	2.7%	0.9%	5.3%	7.6%	11.7%	14.8%	21.9%
45°	20.0%	15.9%	12.3%	9.2%	5.6%	3.9%	2.2%	6.8%	9.1%	13.3%	16.5%	24.0%

Fuente: Ministerio de Energía.

Figura 3-7. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo (verde).

La techumbre donde se desea instalar el sistema fotovoltaico a un costado de la panadería PastedeRico cuenta con una orientación Noreste de alrededor 25° y una inclinación de 29° con estos datos entramos a la tabla dando como resultado entre 0,0% y 3,8% de diferencial porcentual de generación de energía, estado en el rango azul que es el óptimo.



fuelle: Google Earth.

Figura 3-8. Indicación de techumbre donde se desea instalar sistema fotovoltaico y el Norte.

### 3.6 Selección de los componentes

Un paso importante para resolver el problema es seleccionar los componentes más adecuados para la solución. Para hacerlo, se usa una evaluación técnica económica que consiste en crear una matriz con diferentes criterios que influyen en la decisión del componente. Cada criterio tiene un valor asignado. El componente que obtenga el valor más alto será el seleccionado para la solución propuesta. Los componentes que se consideraron para la selección fueron aquellos que cumplían con los requisitos de estar disponibles en Chile y tener el certificado y la autorización de la SEC.

Tabla 3-2. Criterios para la selección del panel solar.

Criterios para la selección del panel solar		
Criterio 1	Potencia Nominal [watts]	Máximo 25 Puntos
Criterio 2	Área superficial [m2]	Máximo 15 Puntos
Criterio 3	Garantía o perdida de rendimiento a los 25 años [%]	Máximo 20 Puntos
Criterio 4	Valor [CLP \$]	Máximo 20 Puntos
Criterio 5	Eficiencia nominal [%]	Máximo 20 Puntos

Fuente: elaboración propia en base a criterios para la selección del panel solar

#### 3.6.1 Criterio 1: Potencia Nominal [W]

Este criterio se refiere a la potencia nominal de cada panel que se consideró para la selección asignando un valor a cada uno con un límite de 25 puntos. A continuación, se mostrarán los parámetros que se utilizaron para este criterio.

- Si la potencia del panel está entre 1 y 99 Watts de potencia nominal, su valor será entre 0 y 6.
- Si la potencia nominal del panel esta entre 100 y 299 watts de potencia nominal, su valor será entre 7 y 12.
- Si la potencia nominal del panel está entre 300 y 440 watts de potencia nominal, su valor será entre 13 y 20
- Si la potencia nominal del panel es mayor a 440 watts de potencia nominal, su valor será entre 21 y 25, que es el valor más alto posible.

### 3.6.2 Criterio 2: Área superficial [m<sup>2</sup>]

Este criterio se refiere al área que ocupa cada panel, asignando un valor a cada uno con un límite de 15. A continuación, se mostrarán los parámetros que se utilizaron para este criterio:

- Si el panel cubre una superficie mayor a 2,3 m<sup>2</sup>, su valor será entre 0 y 3.
- Si el panel cubre una superficie entre 1,9 m<sup>2</sup> y 2,2 m<sup>2</sup>, su valor será entre 4 y 7.
- Si el panel cubre una superficie entre 1,1 m<sup>2</sup> y 1,8 m<sup>2</sup>, su valor será entre 8 y 12.
- Si el panel cubre una superficie menor a 1m<sup>2</sup>, su valor será entre 13 y 15.

### 3.6.3 Criterio 3: Garantía [%]

Este criterio se refiere a la garantía que ofrece el fabricante. Esta garantía está relacionada con el porcentaje de pérdida de rendimiento después de 25 años para cada panel. A menor pérdida de rendimiento, mayor valor tendrá; el valor más alto en este criterio será de 20. A continuación, se mostrarán los intervalos que se utilizaron para este criterio.

- Si el rendimiento baja más de un 25%, su valor será de 5 como máximo y de 0 como mínimo.
- Si el rendimiento baja entre un 20,1% y un 25%, su valor estará entre 6 y 10.
- Si el rendimiento baja entre un 15,1% y un 20%, su valor estará entre 11 y 15.
- Si el rendimiento baja como máximo un 15%, su valor estará entre 16 y 20.

### 3.6.4 Criterio 4: Valor [CLP \$]

Este criterio se refiere al precio de cada panel fotovoltaico en peso chileno [CLP \$]. A mayor precio de un panel solar, menor valor tendrá, el valor más alto en este criterio

será de 20. A continuación, se muestran los intervalos de precios y valores. La forma en que se asigna el valor para el criterio de precios se detalla a continuación.

- Si el precio del panel solar es mayor a \$200.000, su valor estará entre 0 y 5 ambos incluidos.
- Si el precio del panel solar está entre \$121.000 y \$200.000 CLP, su valor estará entre 6 y 10, ambos incluidos.
- Si el precio del panel solar está entre \$100.000 y \$121.000 CLP, su valor estará entre 11 y 15, ambos incluidos.
- Si el precio del panel solar es menor a \$100.000 CLP, su valor estará entre 16 y 20, ambos incluidos.

### 3.6.5 Criterio 5: Eficiencia del panel solar fotovoltaico [%]

Este criterio se refiere a la eficiencia de las células solares que forman el panel fotovoltaico. La eficiencia del panel solar está relacionada con la producción de energía eléctrica y la entrada de energía proveniente del sol. A mayor eficiencia del panel, mayor producción de energía, por lo tanto, mayor valor para su selección con un límite de 20 puntos.

- Si la eficiencia es menor a un 15%, su valor será de 5 como máximo y de 0 como mínimo.
- Si la eficiencia está entre un 15,1% y un 17%, su valor será de 6 como mínimo y de 10 como máximo.
- Si la eficiencia está entre un 17,1% y un 20%, su valor estará entre 11 y 15.
- Si la eficiencia es mayor a 20,1%, su valor estará entre 16 y 20 puntos.

### 3.6.6 Resumen de criterios

A continuación, se presenta tabla resumen con todos los criterios para la elección del panel solar fotovoltaico.

Tabla 3-3. Tabla resumen de criterios y puntajes.

TABLA RESUMEN DE CRITERIOS Y PUNTAJES			
Criterio	Clasificación	Rangos característicos	Rango de puntajes
Potencia [W]	1	De 1 a 99 Watt	0 a 6
	2	De 100 a 299 Watt	7 a 12
	3	De 300 a 440 Watt	13 a 20
	4	Mayor a 440 watt	21 a 25
Área superficial [m <sup>2</sup> ]	1	Mayor a 2,3m <sup>2</sup>	0 a 3
	2	Desde 1,9 - 2,3 m <sup>2</sup>	4 a 7
	3	Desde 1,1 - 1,8 m <sup>2</sup>	8 a 12
	4	Menor a 1 m <sup>2</sup>	13 a 15
Garantía [%]	1	Mayor a 25%	0 a 5
	2	Entre 20,1% - 25%	6 a 10
	3	Entre 15,1% - 20%	11 a 15
	4	Hasta 15%	16 a 20
Valor [CLP \$]	1	Mayor a \$200.000	0 a 5
	2	\$200.000 - \$121.000	6 a 10
	3	\$120.999 - 100.000	11 a 15
	4	Menor a \$100.000	16 a 20
Eficiencia [%]	1	Menor a 15%	0 a 5
	2	15,1% - 17%	6 a 10
	3	17,1% - 20%	11 a 15
	4	Mayor a 20,1%	16 a 20

Fuente: Elaboración propia en base a criterios y puntajes.

### 3.6.7 Evaluación final de criterio de selección.

Después de definir los criterios que se usarán para evaluar los paneles solares preseleccionados, se procede a asignar un valor a cada uno de los factores que influyen en la decisión de la mejor opción. La matriz dará el resultado final con un límite de 100 puntos, si no se alcanza el total se escogerá la opción que tenga el mayor puntaje. A continuación, se muestran los paneles preseleccionados con sus características y la escala de valoración de cada uno de ellos.

Tabla 3-4. Características técnicas de paneles preseleccionados.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PANELES PRESELECCIONADOS						
		critorio 1	critorio2	critorio 3	critorio 4	critorio 5
Marca	Modelo	Potencia [W]	Área [m2]	Garantía [%]	Valor [CLP\$]	Eficiencia [%]
Jinko	Tiger NEO	480	2,15	17	\$ 199.900	22,2
Trina	Vertex S +	430	1,87	20	\$ 189.900	21,8
Tonwei	TWMPD-72HD550	550	2,58	13,2	\$ 96.900	21,3
Longi	Hi.MO 6 Scientits	440	1,87	15,2	\$ 189.900	22,5
Canadian Solar	HiHero C6SR-H-AG	440	1,87	16,9	\$ 179.900	22,5
REC	Alpha Pure R	430	1,87	14	\$ 279.900	22,3

Fuente: fichas técnicas de cada panel (adjuntadas).

Tabla 3-5. Selección del panel solar.

TABLA DE SELECCIÓN DE PANEL SOLAR								
Criterios de evaluación para selección			Tiger NEO	Vertex S +	Tonwei	Hi.MO 6 Scientits	HiHero C6SR-H-AG	Alpha Pure R
25%	Criterio 1	Potencia [Wp]	25	19	25	20	20	19
15%	Criterio 2	Área [m2]	4	7	1	7	7	7
20%	Criterio 3	Garantía [%]	11	11	20	15	14	16
20%	Criterio 4	Valor [CLP \$]	6	6	20	6	7	0
20%	Criterio 5	Eficiencia [%]	20	20	19	20	20	20
<b>PUNTAJE FINAL</b>			66	63	<b>85</b>	68	68	62

Fuente: elaboración propia en base a selección de paneles solares.

Como se puede apreciar en la Tabla 3-5 Selección del Panel Solar, la alternativa más factible en cuanto a los criterios de potencia, área superficial, garantía, valor, y eficiencia es el panel de la marca Tonwei (TW) modelo TWMPD-72HD550. Se adjunta su ficha técnica para más detalles en Anexos.

La planta que se quiere instalar tiene una potencia de 9 KWp y cada panel fotovoltaico tiene una potencia nominal de 550 Wp. Se puede calcular la cantidad de paneles que se necesitan dividiendo la potencia de la planta por la potencia de cada panel.

$$\text{Potencia Planta FV [W]} = \text{Potencia panel [Wp]} * N^{\circ} \text{ paneles}$$

$$11.000[W] = 550[Wp] * N^{\circ} \text{ paneles}$$

$$\frac{11.000[W]}{550[Wp]} = N^{\circ} \text{ paneles}$$

$$16 \approx 20 \text{ Numero de paneles}$$

Sin embargo, se debe considerar según la Instrucción Técnica RGR N°03/2020 de la SEC, un sobredimensionamiento entre un 25% a un 50% de la potencia de la planta FV respecto a la potencia de entrada del inversor de 9 kW, es por esta razón que se utilizaran 20 paneles solares.

### 3.6.8 Selección de inversores para la instalación fotovoltaica

Una vez definido el panel solar y el número de paneles que se instalarán, es crucial elegir los inversores adecuados. Estos dispositivos desempeñan un papel fundamental en la eficiencia y funcionamiento de la planta fotovoltaica, especialmente en sistemas conectados a la red eléctrica (On-Grid).

Dado que nuestra planta tiene una potencia de 9 KWp, se requiere 1 inversor tipo String para conectarla a la red. En esta ocasión, se ha optado por un inversor de la marca GROWATT New Energy, dado que dentro de los requisitos que exige la SEC para conectar estos sistemas a la red domiciliaria, es que todos los componentes deben estar certificados y autorizados en la página oficial de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. A continuación, se presenta el modelo seleccionado:

#### **GROWATT MIN 9000TL-X**

- Potencia máxima de entrada FV [Wp] 13.500
- Tensión máxima de entrada FV [V] 600
- Tensión de arranque mínima [V] 100
- Número de MPPT 3
- Tensión nominal de entrada [V] 360
- Rango de MPPT [V] 60 – 550
- Corriente máxima por MPPT FV [A] 13,5A / 13,5A / 27A
- Corriente máxima de cortocircuito por MPPT [A] 16,9A / 16,9A / 33,8A
- Potencia nominal de salida de AC [W] 9000
- Corriente máxima de salida AC [A] 43
- Tensión nominal AC 183-228
- Frecuencia de la red [Hz]: 50 Hz/60Hz

- Factor de Potencia 0.8
- Eficiencia máxima [%] 98,1
- Eficiencia del MPPT [%] 99,5



Fuente: Growatt New Energy

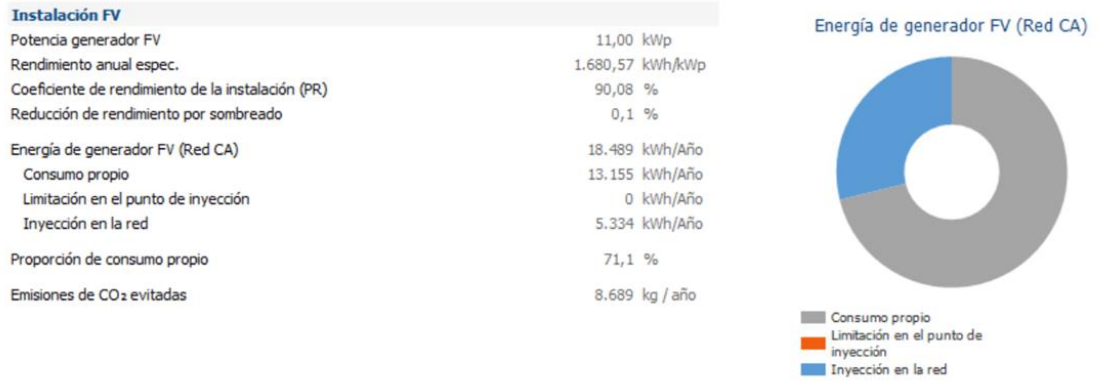
Figura 3-9. Inversor GROWATT MIN 9000 TL-X.

### 3.7 Producción estimada

Para estimar la producción de energía de la panadería PasteleRico, se utilizó PV\*SOL premium 2024 R4, un software de simulación especializado en sistemas fotovoltaicos. Este programa permitió evaluar de manera precisa la disposición de los paneles solares, las horas de sombra y la radiación solar por metro cuadrado durante los distintos meses del año.

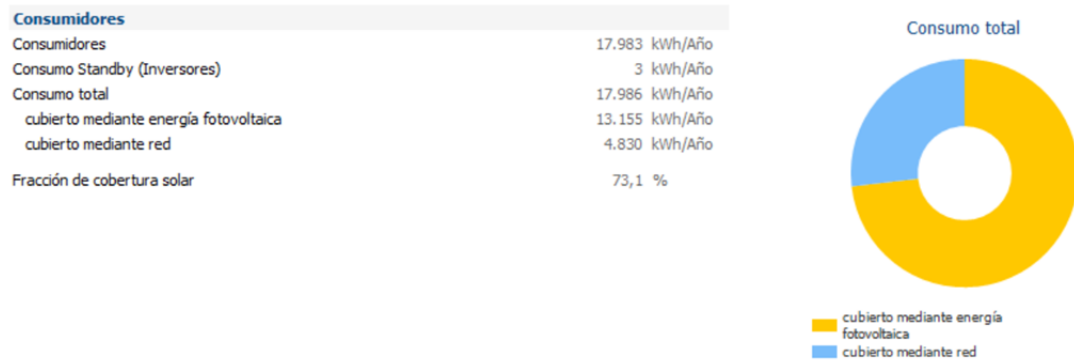
Los resultados obtenidos son fundamentales para una estimación exacta de la energía que se generará, lo que es esencial para el diseño de un sistema fotovoltaico eficiente y beneficioso para el negocio.

3.7.1 Datos del sistema fotovoltaico mediante PV\*SOL premium 2024 R4



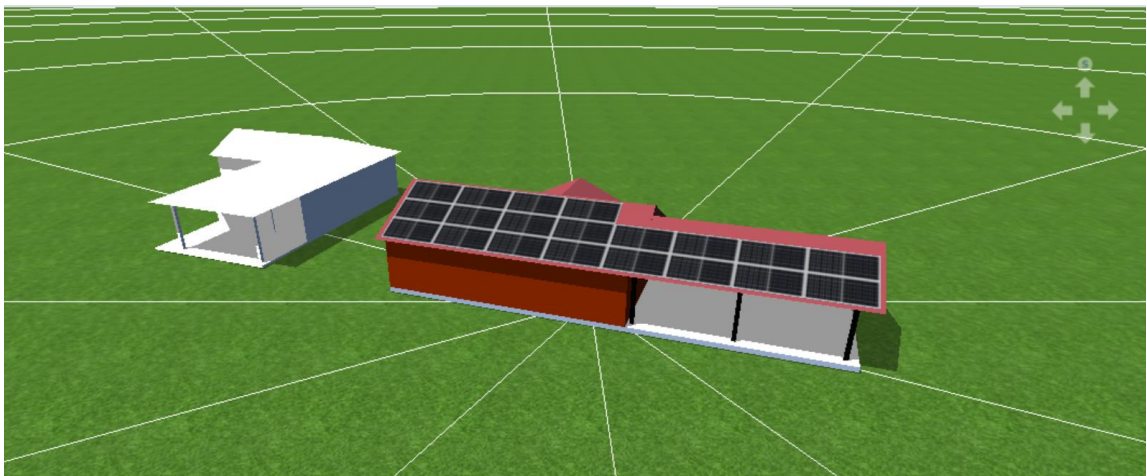
Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium.

Figura 3-10. Energía del generador fotovoltaico.



Fuente: PV\*SOL premium 2024

Figura 3-11. Consumo Total.



Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium.

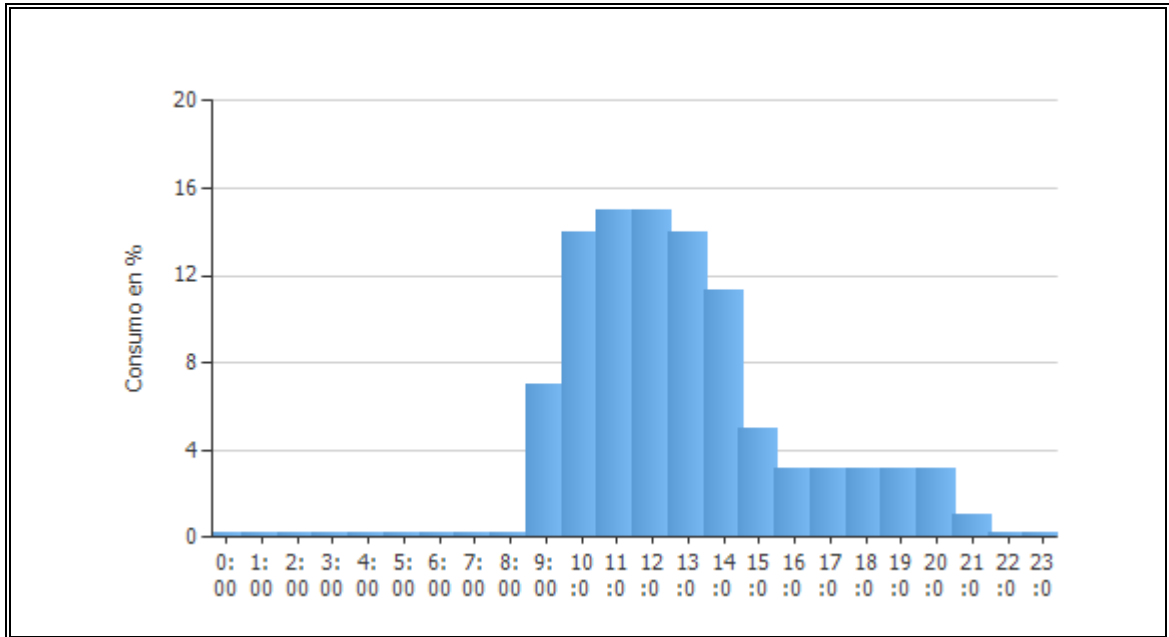
Figura 3-12. Diseño 3D Sistema Fotovoltaico

- Potencia generador FV: 11 kWp
- Superficie generador FV: 51,67 m<sup>2</sup>.
- Irradiación global sobre módulo: 1858,67 kWh/m<sup>2</sup>.
- Radiación global en el módulo sin reflexión: 1865,39 kWh/m<sup>2</sup>.
- Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR): 90,09 %
- Energía de generador FV (red CA): 18.488,76 kWh/Año
- Rendimiento anual específico: 1680,80 kWh/KWp

### 3.7.2 Perfil de Consumo Interno

A la hora de evaluar las posibles compensaciones económicas ya sean tanto por ahorro en consumo de energía o inyecciones a la red domiciliaria gracias a las regulaciones dispuestas por la ley Net Billing 21.118, se hace muy importante seleccionar un perfil de consumo que sea lo más parecido a la panadería PastedeRico, esto es las horas donde se concentran los mayores consumos para así evaluar con mayor precisión las posibles compensaciones por el uso de energía fotovoltaica, al tratarse esta de una propiedad comercial el perfil de consumo es distinto al de un hogar particular porque varían las horas de mayor o menor consumo entre ambos perfiles, y esto es importante considerando que el sistema fotovoltaico genera energía en ciertas horas del día sumado a que la ley Net billing 21.118 establece valores diferenciados tanto para el consumo de energía como las inyecciones que se realicen a la red .

En lugar de utilizar un perfil de consumo preexistente, hemos desarrollado un gráfico más preciso basado en la información proporcionada por la panadería PastedeRico. Este gráfico muestra el perfil de consumo hora por hora con un porcentaje ponderado asignado, sumando un total de 100%.

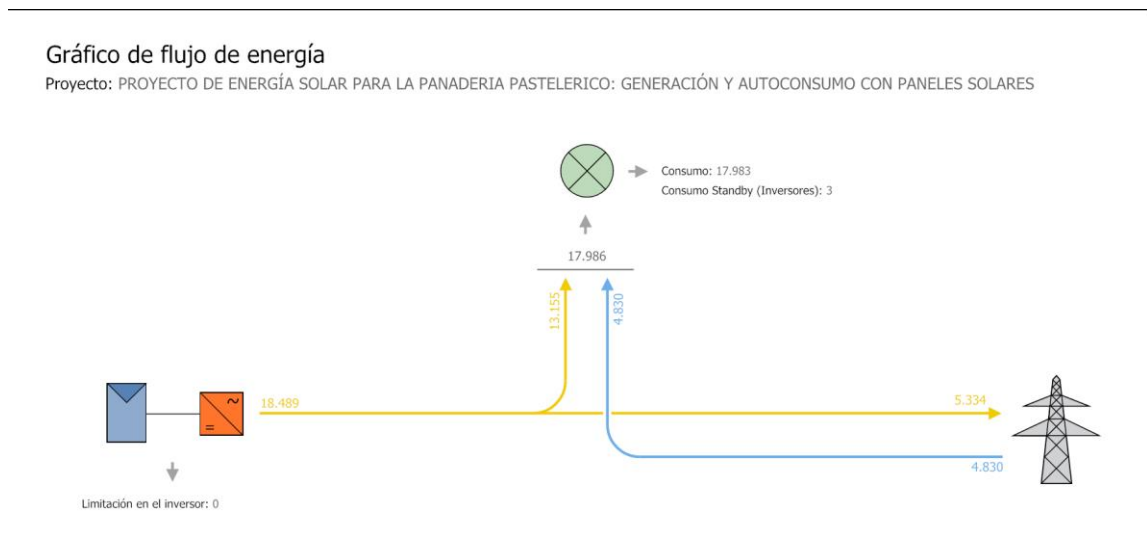


Fuente: PV\*SOL premium 2024.

Gráfico 3-2. Perfil de Consumo Energético panadería PasteleRico.

### 3.7.3 Flujo de energía

A continuación, se muestra una figura con el flujo de energía elaborado con software de simulación PV\*SOL premium 2024 R4, que permite saber cuánta energía de la generación se está consumiendo internamente v/s la energía inyectada a la red en un periodo de 1 año.

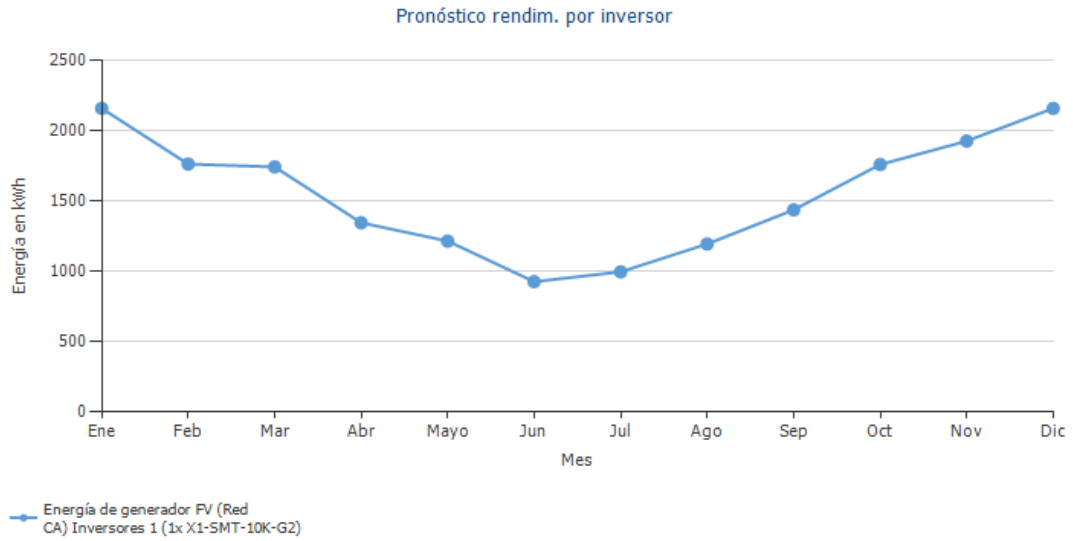


Fuente: Elaboración propia mediante software PV\*SOL premium 2024 R4

Figura 3-13. Flujo de energía anual.

3.7.4 Balance energetico inversor GROWATT MIN 9000TL-X

A continuación, se muestra un gráfico sobre el rendimiento del inversor, indicando la energía en kW/h que es capaz de procesar en la generación v/s la entrega en los puntos de consumo mensualmente.

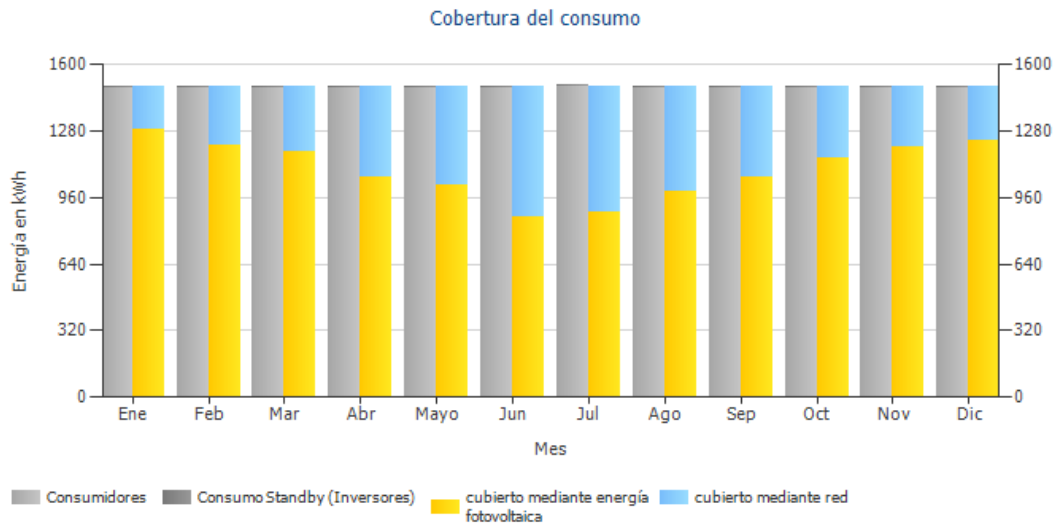


Fuente: Elaboración propia mediante software PV\*SOL premium 2024 R4.

Figura 3-14. Pronostico de rendimiento inversor GROWWAT MIN 9000TL-X

3.7.5 Cobertura del consumo

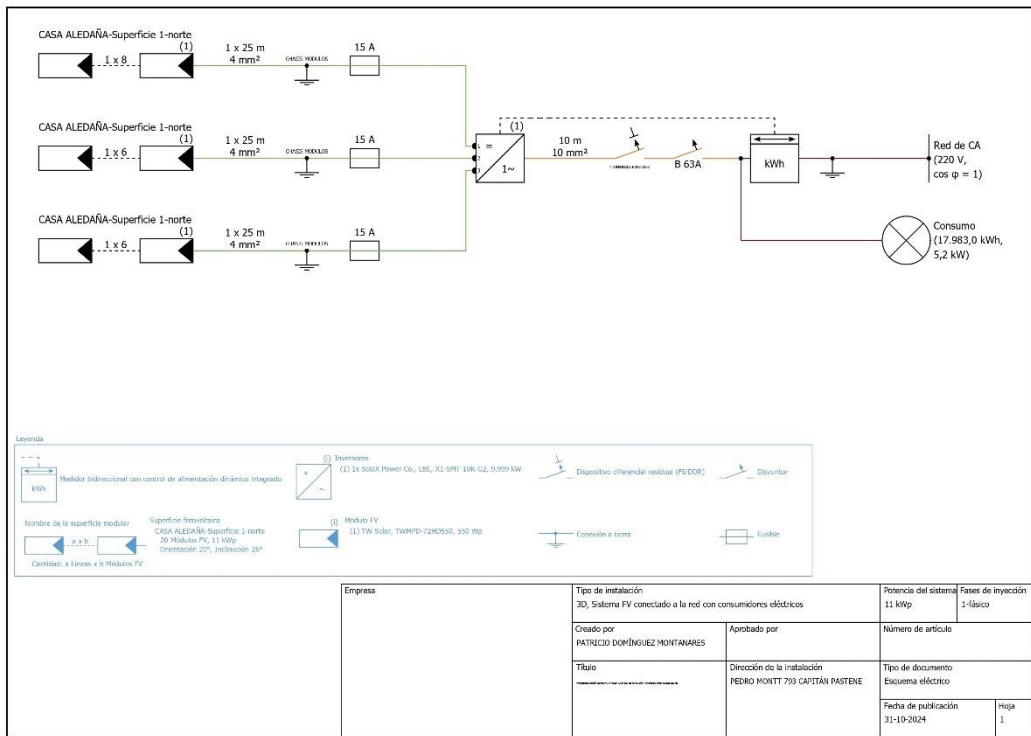
En el grafico a continuación se muestra la cobertura del consumo eléctrico de nuestro inmueble mensualmente identificando cuanto de este consumo se cubre utilizando energía fotovoltaica v/s cuanto consumo se cubre desde la red.



Fuente: Elaboración propia utilizando PV\*SOL premium 2024 R4.

Gráfico 3-3. Cobertura del Consumo.

3.7.6 Esquema eléctrico y distribución



Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium 2024 R4.

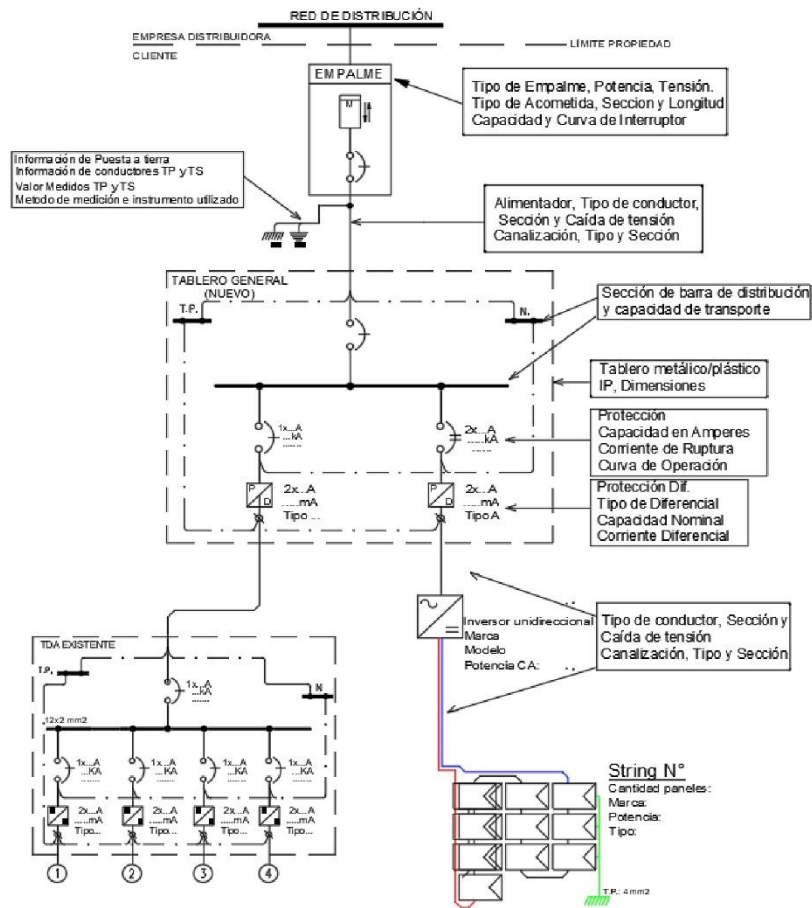
Figura 3-15. Esquema Eléctrico Unilineal.

La Instrucción Técnica RGR N°02/2020 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) de Chile, se refiere a los requisitos de diseño y ejecución de instalaciones fotovoltaicas conectadas a redes de distribución, el cual además establece las normas técnicas y los procedimientos que deben seguirse para garantizar la seguridad, eficiencia y compatibilidad de las instalaciones fotovoltaicas con la red eléctrica.

A continuación, se presenta el Anexo 12 de la RGR N°02/2020 (SEC), que detalla las distintas protecciones eléctricas y la forma típica usada por los instaladores certificados para conectar un sistema fotovoltaico a la red cumpliendo la norma chilena, esto es importante a la hora de cotizar el proyecto y/o estimar los costos de inversión.



**ANEXO N° 12**  
**NUEVO TABLERO GENERAL PARA NO INTERVENIR LA INSTALACIÓN DE CONSUMO EXISTENTE**



Este anexo muestra un diagrama unilineal tipo en el que no se interviene la instalación de consumo existente, para lo cual se instala el nuevo "Tablero General" cumpliendo el punto 19.3.1 de este instructivo.

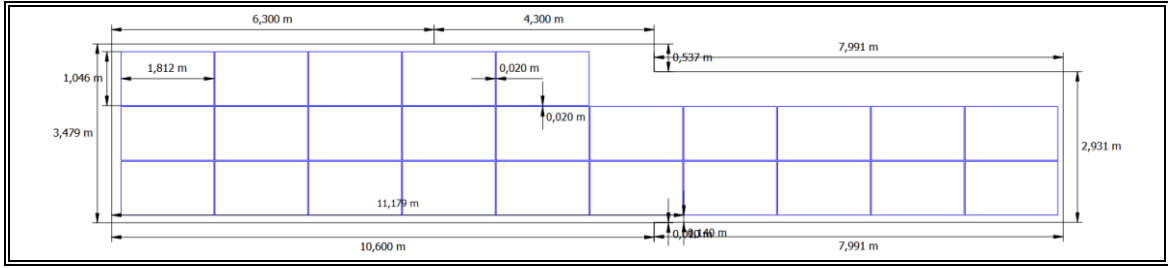
En este ejemplo, se muestra el nuevo tablero general de una instalación de consumo monofásica existente declarada con anterioridad al año 2003, para lo cual dicho tablero contiene la protección general (igual capacidad que la protección de la unidad de medida), además de la nueva protección magnetotérmica y diferencial de la instalación de consumo. En este caso el mismo tablero contiene las protecciones fotovoltaicas.

Se deberá prever la correcta coordinación térmica de las nuevas protecciones con las protecciones generales existentes

Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC.

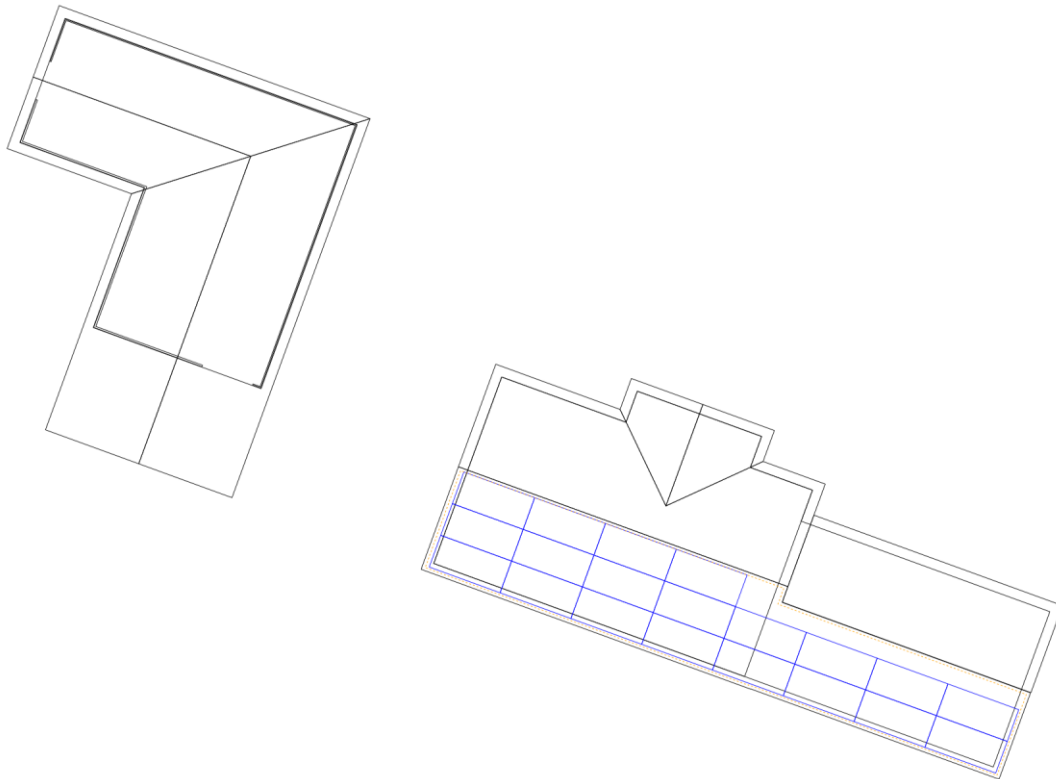
Figura 3-16. Anexo N°12 RGR N°02/2020 Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC.

Además, mediante PV\*SOL premium 2024 se puede establecer la distribución de los módulos fotovoltaicos y de esta manera hacer una estimación del cableado eléctrico su longitud y sección junto con ubicar los materiales u accesorios necesarios para la instalación.



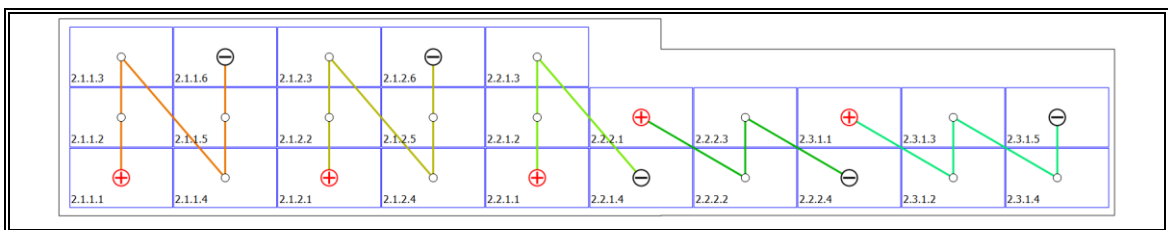
Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium 2024 R4.

Figura 3-17. Distribución paneles techumbre adyacente a panadería PasteleRico.



Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium 2024 R4.

Figura 3-18. Conjunto Panadería y Casa Aledaña.



Fuente: elaboración propia mediante PV\*SOL premium 2024 R4.

Figura 3-19. Plano conexión de Strings.

Tabla 3-6. Lista de cables y dimensiones

10	metro	Conductor RV-k monopolar 10mm2 (fase)
10	metro	Conductor RV-k monopolar 10mm2 (neutro)
40	metro	Conductor Solar H1Z2Z2-K (negativo) 4mm2
40	metro	Conductor Solar H1Z2Z2-K (positivo) 4mm2
10	metro	Cable desnudo cobre 6 AWG blando

Fuente: Elaboración propia mediante PV\*SOL premium 2024 R4.

### 3.8 **Costo del Proyecto Total**

Tras una minuciosa investigación, en la cual se consideraron tres cotizaciones por cada componente, se ha elaborado la cotización definitiva. Esta selección asegura la mejor relación calidad-precio, respetando los más altos estándares del sector.

A continuación, se presenta un desglose detallado de todos los costos involucrados en la instalación de los paneles fotovoltaicos, abarcando aspectos cruciales del proyecto tales como la mano de obra, la ingeniería, el montaje eléctrico, el transporte y la puesta en marcha. Este detalle exhaustivo garantiza una comprensión completa y transparente de cada elemento y su correspondiente asignación de recursos, a su vez el formato utilizado para elaborar esta cotización se obtuvo de una fuente confiable y estandarizada, específicamente el modelo proporcionado por 4E Chile Ficha Cotización para Sistemas Fotovoltaicos, asegurando que los métodos y procedimientos seguidos estén alineados con las mejores prácticas de la industria.

Para complementar esta presentación, se adjuntarán todas las fichas técnicas y la información adicional relevante en los anexos. Estos documentos ofrecen especificaciones técnicas precisas sobre los componentes utilizados, respaldando la eficacia y la fiabilidad del sistema instalado.

ESPECIFICACIONES DE SERVICIO					
Código/ Artículo/nr.	cantidad	Unidad	descripción	Precio Neto unitario	Valor total Neto
<b>DESPACHO</b>					
1	1	precio	Despacho del sistema solar fotovoltaico	\$ 100.000	\$ 100.000
				<b>Precio total del Área despacho</b>	
				<b>\$ 100.000</b>	
<b>COMPONENTES</b>					
<b>2 Módulos</b>					
	20	Unidad	Módulos TW Solar TWMPD-72HD550, monocristalino, se adjunta ficha tecnica como anexo	\$ 96.900	\$ 1.938.000
<b>3 Cableado Solar, Canalizaciones, Material Eléctrico</b>					
	10	metro	Conductor RV-k monopolar 10mm2 (fase)	\$ 1.479	\$ 14.790
	10	metro	Conductor RV-k monopolar 10mm2 (neutro)	\$ 1.479	\$ 14.790
	40	metro	Conductor Solar H1Z2Z2-K (negativo) 4mm2	\$ 589	\$ 23.563
	40	metro	Conductor Solar H1Z2Z2-K (positivo) 4mm2	\$ 589	\$ 23.563
	10	metro	Cable desnudo cobre 6 AWG blando	\$ 2.334	\$ 23.336
	10	Unidad	Caja de derivación A11 Zincada con tapa dimensiones 100x100x65mm	\$ 1.773	\$ 17.731
	10	Unidad	Copla EMT 25mm 9030634 FNX	\$ 94	\$ 941
	20	Unidad	Terminal EMT 25mm FNX 9020634	\$ 96	\$ 1.916
	10	Unidad	Conector Recto para flexible metalico 25mm	\$ 966	\$ 9.664
	6	metro	Tuberia flexible metal/pvc 25mm x mts	\$ 639	\$ 3.832
	30	unidad	Abrazadera tipo caddy 25mm	\$ 210	\$ 6.303
	8	Unidad	Conduit Galvanizado EMT 25mm x 3 metros 4322 FNX 9010866 FNX	\$ 2.852	\$ 22.817
	40	Unidad	Prensa Estopa PG-9 (4mm-8mm) IP67	\$ 290	\$ 11.600
	2	caja	Tornillo Autoperforante cabeza lenjeta 3/8 100un	\$ 1.471	\$ 2.941
	15	par	Conector MC4 Hembra y Macho Par	\$ 1.176	\$ 17.647
	20	Unidad	Terminal ojo ECO 2,63 - 6,64mm2 perforacion 6mm	\$ 72	\$ 1.445
<b>4 Inversor</b>					
	1	Unidad	Inversor Monofasico GROWWAT MIN 9000 TL-X	\$ 710.412	\$ 710.412
<b>5 Sistema de Montaje</b>					
	22	Unidad	Riel de Aluminio 4200MM UI R2 209104128 UI New Energy	\$ 11.150	\$ 245.309
	95	Unidad	Anclaje Tipo L 209148128 New Energy	\$ 663	\$ 62.987
	20	Unidad	Conector puesta a Tierra A2 209136128	\$ 1.092	\$ 21.849
	34	Unidad	Fijacion intermedia 35mm R2 A2 New Energy	\$ 470	\$ 15.971
	12	Unidad	Fijacion final 35mm R2 A2 New Energy	\$ 392	\$ 4.699
	1	caja	Tornillo Techo hexagonal 3" 100 unidades	\$ 7.546	\$ 7.546
	1	Unidad	Silicona Tapa goteras para techo	\$ 6.429	\$ 6.429
<b>6 Protecciones Eléctricas, tablero, medidor</b>					
	1	Unidad	Gabinete Monoblock metalico IP55 500x400x200 Saime 11753505	\$ 39.356	\$ 39.356
	1	Unidad	Repartidor Modular Bipolar 100A 7P 683234 FNX	\$ 3.460	\$ 3.460
	1	Unidad	Medidor bidireccional A150 monofásico certificado SEC Elster	\$ 70.580	\$ 70.580
	1	Unidad	Interruptor diferencial 2P 63A 300mA Tipo B NL210 CHINT	\$ 179.475	\$ 179.475
	1	Unidad	Interruptor diferencial 2P 63A 30mA JVL4 LEXO	\$ 10.708	\$ 10.708
	3	Unidad	Interruptor Automatico Bipolar 2x63A 10KA Tipo C CHINT	\$ 9.706	\$ 29.118
	1	metro	Riel DIN ranurado zincado 1 metro	\$ 2.145	\$ 2.145
				<b>Precio total del Área Componentes</b>	
				<b>\$ 3.544.922</b>	
<b>INSTALACIÓN</b>					
<b>7 Logística en Obra</b>					
	1	Precio/ Hora	Arriendo de andamios 4 cuerpos durante 2 semanas	\$ 42.000	\$ 42.000
<b>8 Instalacion del sistema Solar fotovoltaico en su totalidad</b>					
			Montaje de sistema de anclaje de módulos, montaje de los módulos, disposición de canalizaciones, instalacion del inversor, conexionado de los componentes , puesta en marcha, otros.		\$ 4.200.500
				<b>Precio total Área Instalación.</b>	
				<b>\$ 4.242.500</b>	
<b>OTROS</b>					
<b>9 Preparación de Trabajos en Obra</b>					
	12	Precio/ Hora	recolección de información, obras civiles, otros	\$ 4.000	\$ 48.000
<b>10 Inducción al Cliente</b>					
		Precio	Capacitación operación de equipos y monitoreo		Gratis
<b>11 Tramites conexión y puesta en marcha</b>					
		Precio	Tramitación de la conexión y puesta en marcha del sistema FV ante la SEC y Frontel T4.		\$ 420.000
<b>12 Documentación completa del Sistema FV</b>					
		Precio	Fichas técnicas de todos los componentes, certificaciones, respaldos de garantías, esquema de conexionado de módulos e inversor, otros.		\$ 234.000
		Precio	Pronostico de producción de energía		Gratis
				<b>Precio total Área Otros.</b>	
				<b>\$ 702.000</b>	
				<b>Total Items</b>	
				<b>\$ 8.589.422</b>	
				<b>Utilidades</b>	
				<b>20%</b>	
				<b>\$ 1.717.884</b>	
				<b>TOTAL NETO</b>	
				<b>\$ 10.307.307</b>	
				<b>IVA</b>	
				<b>\$ 1.958.388</b>	
				<b>TOTAL PROYECTO IVA Incl.</b>	
				<b>\$ 12.265.695</b>	

Fuente: Elaboración propia, mediante información de cotizaciones comerciales.

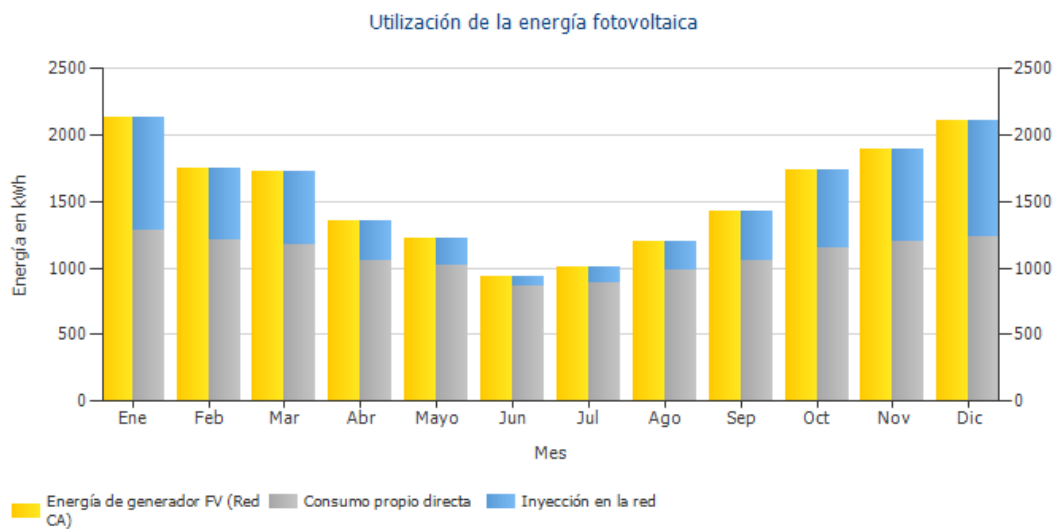
Figura 3-20. Cotización Proyecto Fotovoltaico en panadería PasteleRico de Capitán Pastene

A través de la figura anterior, que ilustra los costos totales del proyecto fotovoltaico, se puede estimar que el desembolso total ascenderá aproximadamente a 10 millones de pesos + IVA. Además, según la cotización proporcionada anteriormente, se estima que dentro del plazo de ejecución del proyecto serán alrededor de 10 días hábiles los que se destinarán a la etapa de instalación del sistema fotovoltaico en terreno y la duración total del proyecto dentro del cual se incluyen los plazos destinados a trámites legales y puesta en marcha será de 3 meses aproximadamente, lo cual se considera adecuado y acorde con las expectativas del cliente.

### 3.9 Evaluación de los beneficios de la implementación

Una vez realizada una simulación exhaustiva utilizando las especificaciones técnicas de cada componente en el software PVSOL premium 2024, se puede comparar los resultados esperados con la producción real que arroja el software. Esta producción considera factores como el rendimiento de los componentes, las condiciones geográficas, las sombras, y las previsiones climáticas anuales.

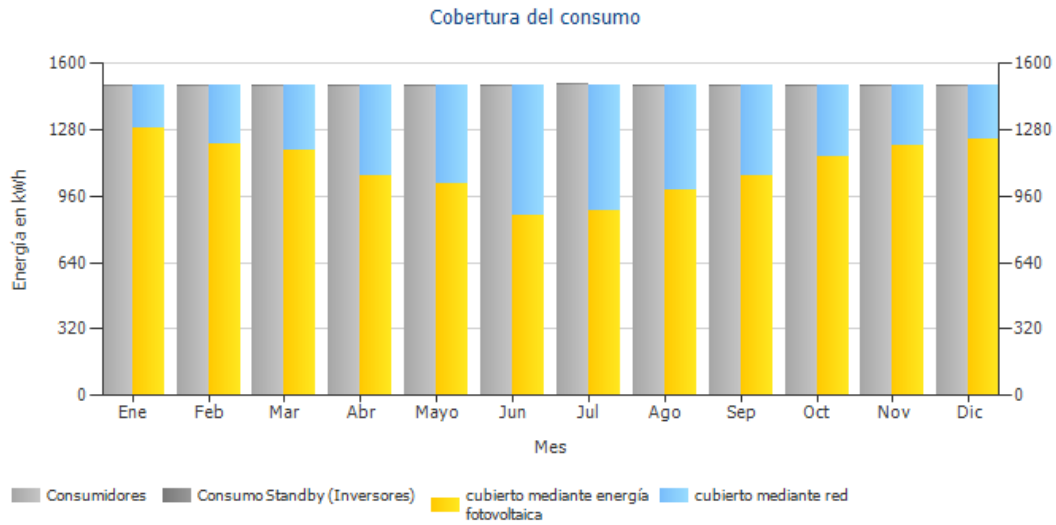
A continuación, se presentan un gráfico que muestra la utilización de la energía fotovoltaica generada junto a los porcentajes en los cuales se distribuye esta energía hacia el consumo interno y la red domiciliaria mensualmente.



Fuente: PVSOL premium 2024.

Gráfico 3-4. Utilización de la Energía fotovoltaica.

El siguiente caso muestra el consumo interno mensual vs la cobertura de cada fuente mensualmente.



Fuente: PVSOL premium 2024.

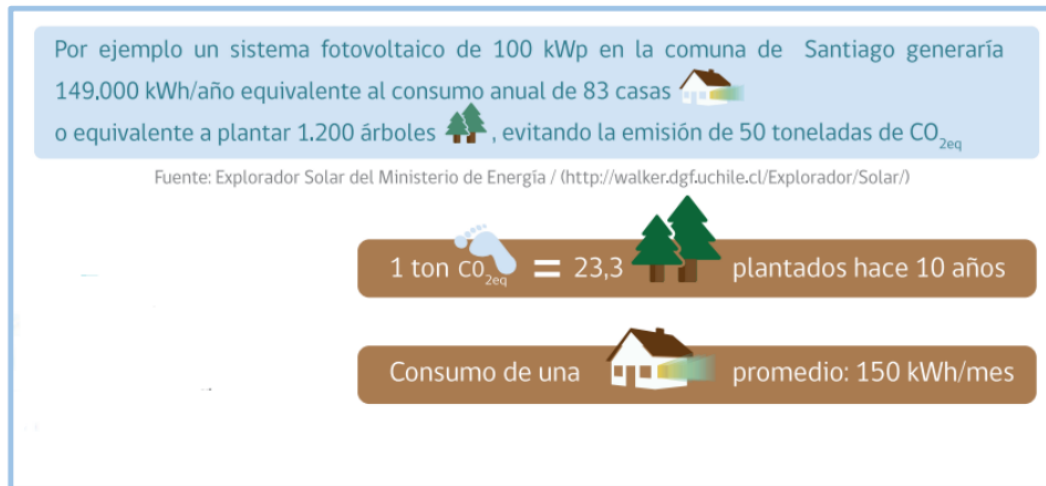
Gráfico 3-5. Cobertura del consumo.

### 3.9.1 Emisiones de CO2 evitadas

Además de los beneficios en ahorro energético y económico, la implementación de un sistema fotovoltaico tiene un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO2 a la atmosfera. En este caso específico, se evita la producción de aproximadamente 8.689 kg/año de CO2 según datos de simulación de PV\*SOL premium 2024.

Para visualizar esta cifra, consideremos que esta cantidad de CO2 es equivalente al consumo anual de 10 casas o al acto de plantar alrededor de 145 árboles. Estos cálculos se basan en información proporcionada por el Ministerio de Energía. Este aporte al ecosistema es crucial, ya que al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estamos contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

Además, al concienciar a la comunidad sobre alternativas más amigables con el medio ambiente, estamos fomentando una mayor adopción de energías limpias y sostenibles.



Fuente: Explorador solar, Ministerio de Energía.

Figura 3-21. Emisiones CO<sub>2</sub> vs Casas vs Arboles

### 3.10 Recuperación de la inversión

La estimación de la energía que se espera generar está sujeta a múltiples variables, como las condiciones climáticas, la presencia de sombras sobre las superficies generadoras y el mantenimiento. Sin embargo, otro factor crucial es la eficiencia de los paneles solares.

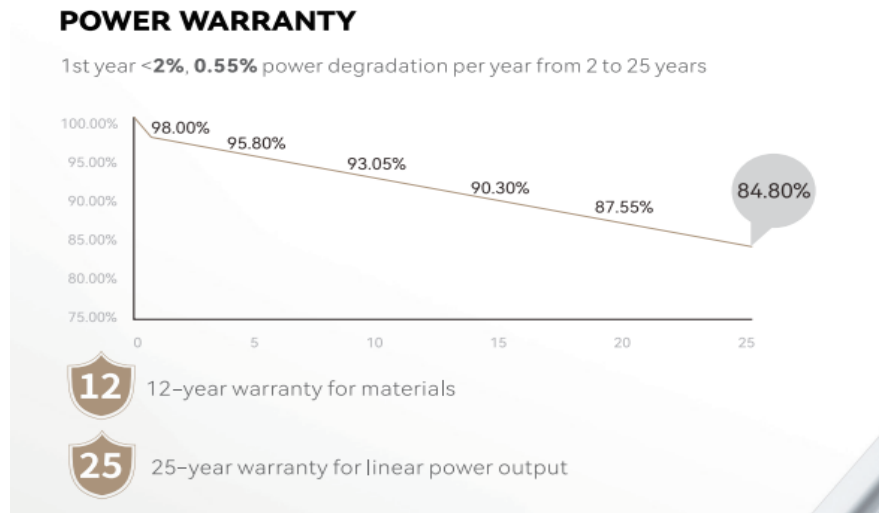
La inversión en energía solar es un compromiso a largo plazo, y la recuperación de la inversión depende en gran medida de la eficiencia y durabilidad de los paneles. La garantía de disminución anual asegura que, con el tiempo, la eficiencia del panel no se degrade significativamente, esto proporciona tranquilidad a los inversores y promueve la confianza en la tecnología fotovoltaica. En este contexto, es relevante mencionar que la garantía de disminución anual ha sido establecida por el fabricante en un 0,55% anual, a partir del segundo año.

#### 3.10.1 Eficiencia Módulos Fotovoltaicos

La eficiencia de los módulos fotovoltaicos es un factor crucial en la evaluación económica y en el cálculo de los flujos de caja de un proyecto. Los fabricantes suelen indicar un porcentaje de degradación de los paneles a lo largo de su vida útil, lo cual debe ser considerado para obtener una estimación precisa de la rentabilidad del proyecto.

En el caso del módulo fotovoltaico Tonwei TWMPD-72HD550, el fabricante proporciona información detallada sobre su eficiencia y características técnicas. Según la información disponible en la web del fabricante, este módulo tiene una eficiencia del 21,3% y una potencia máxima de 550Wp. Además, cuenta con una garantía de 12 años y una garantía de potencia de 25 años, se adjunta Ficha Técnica en Anexos.

Para calcular los flujos de caja y evaluar la rentabilidad del proyecto, es esencial tener en cuenta la eficiencia inicial del módulo, la degradación esperada y la vida útil del mismo. Esto permite obtener una visión clara de los ingresos generados por el sistema fotovoltaico y los costos asociados, lo que es fundamental para tomar decisiones informadas y optimizar el rendimiento del proyecto.



Fuente: [www.tongwei.com.cn](http://www.tongwei.com.cn)

Gráfico 3-6. Degradación de eficiencia Modulo TWMPD-72HD550

### 3.10.2 Depreciaciones

La depreciación es un concepto contable esencial que se refiere a la disminución gradual del valor de un activo a lo largo del tiempo debido al desgaste, obsolescencia o uso continuo. En proyectos, la depreciación permite distribuir el costo de los activos a lo largo de su vida útil, reflejando de manera más precisa su valor en los estados financieros y ayudando a gestionar los impuestos y las ganancias imponibles. En Chile, el Servicio de Impuestos Internos (SII) proporciona directrices específicas para la depreciación de activos, estableciendo vidas útiles estándar para diferentes tipos de bienes, lo que asegura que la depreciación se calcule de manera consistente y conforme a las normativas fiscales.

Para calcular la depreciación de los componentes de un proyecto, especialmente cuando se tiene como en este caso una cotización global por toda la instalación es necesario desglosar el costo total en los distintos componentes y sus costos de instalación asociados. Primero, se identificaron los componentes del sistema, tales como paneles solares, inversores y otros materiales, y se asignaron los costos a cada componente basándose en la cotización proporcionada. Luego, se distribuyó proporcionalmente el costo de instalación total entre los componentes según el porcentaje que cada uno representaba del costo total de los componentes. La vida útil de los componentes se

determinó según las directrices del Servicio de Impuestos Internos SII, con paneles solares teniendo una vida útil de 20 años e inversores de 10 años.

La depreciación anual se calculó dividiendo el costo total de cada componente, incluyendo instalación, por su vida útil respectiva.

Este enfoque asegura que cada componente del proyecto se deprecia de acuerdo con su costo específico y vida útil, proporcionando una representación precisa y justa de su desgaste en los estados financieros. La aplicación correcta de la depreciación ayuda a gestionar mejor los recursos, planificar financieramente y cumplir con las normativas fiscales del SII.

Tabla 3-7. Depreciación por componente.

Cantidad	Inversiones	Costo componente NETO	Distribución de Costos de Instalación		Total a Depreciar por Componente	vida util normal en años (SII)	Depreciaciones Anual por Componente
20	Módulos TW Solar TWMPD-72HD550	\$ 1.938.000	52%	\$ 3.493.271	\$ 5.431.271	20	\$ 271.564
1	Inversor Monofasico GROWATT MIN 9000TL-X	\$ 710.412	19%	\$ 1.280.527	\$ 1.990.939	10	\$ 199.094
1	Cableado Solar, Material Eléctrico	\$ 196.879	5%	\$ 354.877	\$ 551.756	20	\$ 27.588
1	Sistema de Montaje	\$ 481.177	13%	\$ 867.328	\$ 1.348.505	20	\$ 67.425
1	Medidor bidireccional	\$ 70.580	2%	\$ 127.221	\$ 197.801	20	\$ 9.890
1	Protecciones Electricas	\$ 318.042	9%	\$ 573.275	\$ 891.317	10	\$ 89.132
	<b>total</b>	<b>\$ 3.715.090</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 6.696.500</b>	<b>\$10.411.590</b>		<b>\$ 664.692</b>
	<b>Despacho</b>	<b>\$ 140.000</b>					
	<b>Instalacion</b>	<b>\$ 5.242.500</b>					
	<b>Otros</b>	<b>\$ 1.314.000</b>					
	<b>total</b>	<b>\$ 6.696.500</b>					

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con datos de Servicio de Impuestos Internos SII y cotizaciones.

### 3.10.3 Ingresos

Para calcular los ingresos de un proyecto fotovoltaico, se consideran varias fuentes de ingresos y factores que afectan su valor a lo largo del tiempo. En este proyecto, los ingresos provienen de dos fuentes: las inyecciones de energía a la red y el ahorro en el consumo de energía, además de los costos variables asociados al consumo de kWh que se dejan de pagar por no usar la red. Estos ingresos se calculan utilizando los pronósticos de producción del software PV\*SOL premium 2024, la degradación de los paneles según el fabricante, y la tasa de crecimiento del precio de la energía calculado en base a datos de tarifas históricas desde el año 2018 a 2024.

- **Tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR)**

Se calcula en base a datos históricos de las tarifas oficiales publicadas por la empresa distribuidora Frontel para la comuna de Lumaco teniendo como valor inicial

enero de 2018 precio kWh \$183,129 vs valor final diciembre de 2024 precio kWh \$183,129, teniendo un rango de 7 años entre ambas fechas, lo suficiente para calcular una tasa de crecimiento realista en base a historial pasado.

$$CAGR = \left( \frac{Vf}{Vi} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde:

- $Vf$  es el valor final del activo
- $Vi$  es el valor inicial del activo
- $n$  es el número de años entre los dos valores

$$CAGR = \left( \frac{183,129}{119,64} \right)^{\frac{1}{7}} - 1$$

$$CAGR = 0,062 \sim 6,27\%$$

La producción de energía del sistema fotovoltaico se estima utilizando el software PVSOL premium 2024 de Valentin Software. Este software proporciona pronósticos detallados de la producción de energía a lo largo del tiempo, basados en la ubicación del proyecto, las características técnicas de los paneles y las condiciones climáticas. La eficiencia inicial del sistema se ajusta según los datos proporcionados por el fabricante, en este caso Tongwei Solar Co.,Ltd. (TW Solar), que para el modelo TWMPD-72HD550 indica una eficiencia del 21,3% y una degradación de los paneles a lo largo de 20 años.

Los ingresos por inyecciones a la red se calculan a partir de la cantidad de energía que el sistema fotovoltaico produce en exceso y que se inyecta a la red eléctrica. Este exceso se mide en kWh y se multiplica por la tarifa de inyección establecida por la compañía eléctrica Frontel. Estos ingresos representan ventas de energía al sistema eléctrico y son una fuente directa de beneficios económicos.

Los ingresos por ahorro de energía se derivan de la reducción del consumo de energía que la empresa deja de comprar de la red debido a la producción propia de energía solar. Este ahorro se calcula multiplicando la cantidad de energía producida y consumida internamente por la tarifa de compra de energía a la red. Además, los costos variables que dependen del consumo de kWh, como cargos transporte de energía o tarifas adicionales que se eliminan al no consumir esa energía de la red, también se consideran ingresos porque representan costos que ya no se incurren.

Finalmente, los ingresos para los flujos de caja de este proyecto se obtienen de la combinación de las inyecciones a la red y los ahorros en el consumo de energía, ajustados por la degradación de los paneles y la tasa de crecimiento en el precio del kilowatt. Estos elementos permiten una evaluación económica, precisa y realista del proyecto

fotovoltaico, asegurando que las decisiones financieras se basen en datos detallados y actualizados. A continuación, se presentarán dos tablas donde se calcularon los ingresos tanto por inyecciones como por ahorro de energía.

Tabla 3-8. Ingresos por energía inyectada a la red.

<b>Ingreso Energía Anual Inyectada a la red</b>				
<b>Precio kw/h</b>	<b>Crecimiento anual precio kwh</b>	<b>Año</b>	<b>Produccion planta FV KWh Anual disminución tasa 0,55%</b>	<b>Monto</b>
\$ 91,354	6%	1	5334	\$ 487.282
\$ 96,835	6%	2	5305	\$ 513.678
\$ 102,645	6%	3	5275	\$ 541.504
\$ 108,804	6%	4	5246	\$ 570.838
\$ 115,332	6%	5	5218	\$ 601.760
\$ 122,252	6%	6	5189	\$ 634.357
\$ 129,587	6%	7	5160	\$ 668.720
\$ 137,363	6%	8	5132	\$ 704.945
\$ 145,604	6%	9	5104	\$ 743.132
\$ 154,341	6%	10	5076	\$ 783.387
\$ 163,601	6%	11	5048	\$ 825.823
\$ 173,417	6%	12	5020	\$ 870.558
\$ 183,822	6%	13	4992	\$ 917.716
\$ 194,852	6%	14	4965	\$ 967.429
\$ 206,543	6%	15	4938	\$ 1.019.835
\$ 218,935	6%	16	4910	\$ 1.075.079
\$ 232,071	6%	17	4883	\$ 1.133.316
\$ 245,996	6%	18	4857	\$ 1.194.708
\$ 260,755	6%	19	4830	\$ 1.259.425
\$ 276,401	6%	20	4803	\$ 1.327.648

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por PVSOL premium 2024, Tongwei y el Ministerio de Energía.

Tabla 3-9. Ingresos por ahorro en consumo de energía

Ingresos por Consumo de energía (ahorro)							
precio kw/h	crecimiento anual precio kwh	Año	Consumo KWh Anual disminución tasa 0,55% (ahorro)	Ahorro item Cargo por uso del Sistema de Transmisión (Transporte de Electricidad) \$/KWh	Ahorro item Cargo por Servicio Publico \$/KWh	Ahorro item Consumo Energía \$/KWh	Ahorro Total
\$ 208,456	6%	1	13155	\$ 323.350	\$ 9.866	\$ 2.742.239	\$ 3.075.455
\$ 220,963	6%	2	13083	\$ 340.866	\$ 10.401	\$ 2.890.786	\$ 3.242.052
\$ 234,221	6%	3	13011	\$ 338.991	\$ 10.344	\$ 3.047.380	\$ 3.396.714
\$ 248,274	6%	4	12939	\$ 337.127	\$ 10.287	\$ 3.212.456	\$ 3.559.869
\$ 263,171	6%	5	12868	\$ 335.272	\$ 10.230	\$ 3.386.475	\$ 3.731.977
\$ 278,961	6%	6	12797	\$ 333.428	\$ 10.174	\$ 3.569.920	\$ 3.913.522
\$ 295,699	6%	7	12727	\$ 331.595	\$ 10.118	\$ 3.763.303	\$ 4.105.015
\$ 313,441	6%	8	12657	\$ 329.771	\$ 10.062	\$ 3.967.161	\$ 4.306.994
\$ 332,247	6%	9	12587	\$ 327.957	\$ 10.007	\$ 4.182.062	\$ 4.520.026
\$ 352,182	6%	10	12518	\$ 326.153	\$ 9.952	\$ 4.408.604	\$ 4.744.709
\$ 373,313	6%	11	12449	\$ 324.359	\$ 9.897	\$ 4.647.418	\$ 4.981.675
\$ 395,712	6%	12	12381	\$ 322.575	\$ 9.843	\$ 4.899.169	\$ 5.231.587
\$ 419,454	6%	13	12313	\$ 320.801	\$ 9.788	\$ 5.164.557	\$ 5.495.147
\$ 444,622	6%	14	12245	\$ 319.037	\$ 9.735	\$ 5.444.321	\$ 5.773.093
\$ 471,299	6%	15	12177	\$ 317.282	\$ 9.681	\$ 5.739.240	\$ 6.066.203
\$ 499,577	6%	16	12111	\$ 315.537	\$ 9.628	\$ 6.050.135	\$ 6.375.300
\$ 529,552	6%	17	12044	\$ 313.802	\$ 9.575	\$ 6.377.870	\$ 6.701.247
\$ 561,325	6%	18	11978	\$ 312.076	\$ 9.522	\$ 6.723.360	\$ 7.044.958
\$ 595,004	6%	19	11912	\$ 310.359	\$ 9.470	\$ 7.087.564	\$ 7.407.393
\$ 630,704	6%	20	11846	\$ 308.652	\$ 9.418	\$ 7.471.497	\$ 7.789.568

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por PVSOL premium 2024, Tongwei y el Ministerio de Energía.

### 3.10.4 Costos directos o Egresos

En este caso solo se tienen como egresos los reemplazos de los componentes inversor GROWATT MIN 9000TL-X y las protecciones eléctricas al año 10 de iniciada la puesta en marcha proyecto.

\$1.990.939 *reemplazo Inversor + instalación*

\$891.317 *reemplazo protecciones electricas + instalación*

Respecto al ítem costos operacionales o de mantenimiento, según consultas técnicas realizadas a empresas que venden proyectos fotovoltaicos en la zona, no se incurren en costos de mantenimiento debido a la alta confiabilidad del proyecto fotovoltaico, como respaldo se tiene un correo de la empresa Infucop de la ciudad de Angol, donde se fija una tarifa por visita técnica solo si se requiere de \$50.000 ante emergencias o imprevistos, se adjunta en anexos.

3.10.5 Flujo de cajas

Tabla 3-10. Evaluación Económica

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos inyecciones de energía en la red KWh	7485	7444	7403	7362	7322	7281	7241	7202	7162	7123	7083	7044	7006	6967	6929	6891	6853	6815	6778	6740	6702
consumo de energía \$/KWh	12,74	13,43	14,15	14,92	15,73	16,58	17,48	18,42	19,42	20,48	21,58	22,75	23,99	25,29	26,65	28,10	29,62	31,23	32,92	34,70	36,57
Ingresos ahorro en consumo de energía KWh	11019	10958	10898	10838	10779	10719	10660	10602	10543	10485	10428	10370	10313	10257	10200	10144	10088	10033	9978	9923	9868
consumo de energía \$/KWh	71,67	75,56	79,65	83,96	88,51	93,31	98,36	103,69	109,30	115,23	121,47	128,05	134,98	142,30	150,00	158,13	166,70	175,73	185,24	195,28	205,84
transporte de Electricidad \$/KWh	8,45	8,91	8,86	8,81	8,76	8,71	8,67	8,62	8,57	8,52	8,48	8,43	8,38	8,34	8,29	8,25	8,20	8,16	8,11	8,07	8,02
cargo por Servicio Publico \$/KWh	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Costos directos																					
Reemplazo Inversor Monofasico Solax Power Co. X1-SMART-10k-G2																					
Reemplazo protecciones Electricas																					
utilidad neta	93,12	98,16	102,93	107,96	113,27	118,87	124,77	130,99	137,56	144,52	151,79	159,49	167,61	176,17	185,20	194,73	204,77	215,36	226,52	238,29	250,66
costos operación																					
utilidad operacional	93,12	98,16	102,93	107,96	113,27	118,87	124,77	130,99	137,56	144,52	151,79	159,49	167,61	176,17	185,20	194,73	204,77	215,36	226,52	238,29	250,66
Intereses LP																					
Depreciaciones																					
Módulos TV Solar TMAPD-72HD650																					
Inversor Monofasico Solax Power Co. X1-SMART-10k-G2																					
Cableado Solar, Material Eléctrico																					
Sistema de Montaje																					
Medidor bidireccional																					
Protecciones Electricas																					
venta de activos a VL																					
valor libro																					
perdidas del ejer. anterior																					
utilidad antes de impuesto	75,74	80,79	85,56	90,59	95,90	101,49	107,40	113,62	120,19	127,15	134,45	142,12	150,24	158,80	167,83	177,35	187,40	197,98	209,15	220,95	233,45
Impuestos	-20,45	-21,81	-23,10	-24,46	-25,88	-27,40	-29,00	-30,68	-32,45	-34,31	-36,27	-38,33	-40,50	-42,88	-45,31	-47,89	-50,60	-53,46	-56,47	-59,64	-62,98
utilidad desp. impuesto	55,29	58,98	62,46	66,13	70,00	74,09	78,40	82,94	87,74	92,84	98,18	103,84	109,74	115,92	122,52	129,47	136,80	144,53	152,68	161,27	170,27
perdidas del ejer. anterior																					
Depreciaciones																					
Módulos TV Solar TMAPD-72HD650																					
Inversor Monofasico Solax Power Co. X1-SMART-10k-G2																					
Cableado Solar, Material Eléctrico																					
Sistema de Montaje																					
Medidor bidireccional																					
Protecciones Electricas																					
amortizacion LP																					
amortizacion CP																					
Inversiones																					
Fondo Crece Sercotec																					
ventas activos a VL																					
TOTAL ANUAL		76,35	79,83	83,50	87,38	91,46	95,77	100,32	105,11	110,15	115,45	121,02	126,87	133,00	139,49	146,34	153,57	161,19	169,21	177,64	186,49
TOTAL ENERGIA DE LA RED DURANTE 20 AÑOS		132,48	140,43	148,85	157,79	167,25	177,29	187,92	199,20	211,15	223,82	237,25	251,49	266,57	282,57	299,52	317,49	336,54	356,74	378,14	400,83
PRESTAMO CP																					
FLUJO DE CAJA		76,35	79,83	83,50	87,38	91,46	95,77	100,32	105,11	110,15	115,45	121,02	126,87	133,00	139,49	146,34	153,57	161,19	169,21	177,64	186,49
FLUJO DE CAJA CORREGIDO		72,67	76,35	79,83	83,50	87,38	91,46	95,77	100,32	105,11	110,15	115,45	121,02	126,87	133,00	139,49	146,34	153,57	161,19	169,21	177,64
FLUJO DE CAJA ACUMULADO		-112,58	67,91	66,69	65,17	63,70	62,30	60,95	59,64	58,39	57,17	56,02	54,92	53,87	52,87	51,90	50,97	49,97	48,81	47,90	47,02
VAN		1002,71																			
TIR		69%																			
PRI (PAYBACK)		al 4 año																			
IVAN		8,91																			
ROI		2079 %																			
hooy																					
UF		\$ 38.260,61																			
Precio KW energía		\$ 208,456																			
precio KW Inyecciones		\$ 91,354																			
tasa crecimiento		6%																			
Inversiones		\$ -10.307,307																			
activos fijos o maquinas		\$ 6.000,000																			
fondo concursabub Sercotec																					
tasa de descuento ajustada por inflación		7%																			
Impuestos		-27%																			
Costo energía de la red Anual		243,67																			
Ingreso Anual Promedio PV (Ahorro anual en cuenta de luz)		117,01																			

Fuente: Elaboración propia en base a análisis de flujo de caja.

### **3.11 Mantenimiento integral del sistema fotovoltaico: paneles, inversores y componentes**

Los sistemas fotovoltaicos (SFV) requieren un mantenimiento integral para garantizar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil. Además de los paneles solares, es crucial prestar atención a otros componentes clave, como los inversores y los elementos estructurales. A continuación, se describen las prácticas recomendadas para el mantenimiento de los paneles, inversores, y otros componentes del sistema.

#### **3.11.1 Mantenimiento preventivo de paneles solares TW Solar TWMPD-72HD550**

Los paneles solares Tonwei Solar TWMPD-72HD550 son conocidos por su eficiencia líder en el sector y su durabilidad. Para mantener su rendimiento óptimo a lo largo de su vida útil, es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante y llevar a cabo un mantenimiento preventivo adecuado.

#### **Limpieza Regular**

- **Objetivo:** Retirar cualquier objeto, suciedad o polvo que pueda afectar la producción de energía de los paneles solares
- **Impacto:** El polvo acumulado, excrementos de aves y otros contaminantes pueden disminuir la eficiencia del panel en un rango del 7% al 17%.
- **Frecuencia:** Realiza la limpieza al menos 2 veces al año o según las condiciones locales.
- **Procedimiento:**
  - Utiliza agua y un jabón suave o líquido limpiavidrios.
  - Limpia suavemente la superficie del panel con una mopa o un paño suave.
  - Evita aplicar presión excesiva o usar objetos abrasivos que puedan dañar el vidrio.

#### **Inspección Visual**

- **Frecuencia:** Realiza una inspección visual cada 2 meses.
- **Objetivo:** Verificar que los paneles estén en buen estado y sin daños visibles.
- **Aspectos para evaluar:**
  - **Cristal protector:** Asegúrate de que no haya roturas ni grietas en el vidrio.

- **Conexiones eléctricas:** Verifica que los cables y conectores estén en buen estado.
- **Superficie de las células solares:** Busca daños, manchas o acumulación de suciedad.

### **Protección contra Condiciones Climáticas**

- **Sellado y juntas:** Inspecciona regularmente las juntas y selladores alrededor de los paneles para asegurarte de que estén intactos y protegidos contra la humedad y la intemperie.
- **Soportes de aluminio:** Verifica que los soportes estén firmes y sin corrosión. Asegúrate de que no haya partes sueltas o dañadas.

### **Monitoreo del Rendimiento**

- Utiliza sistema de monitoreo para evaluar el rendimiento de los paneles.
- Analiza los datos para detectar posibles problemas o desviaciones en la producción.

#### **3.11.2 Mantenimiento de inversores Growatt**

Los inversores son componentes críticos en los sistemas fotovoltaicos. El modelo Growatt MIN 9000TL-X requieren un mantenimiento adecuado:

### **Inspección y Limpieza**

- **Frecuencia:** Realiza una inspección visual cada 2 meses.
- **Objetivo:**
  - Verificar que los inversores estén en buen estado y sin daños visibles.
  - Limpia la superficie de los inversores para evitar acumulación de polvo y suciedad.

### **Verificación de Conexiones**

- **Frecuencia:** Realiza una verificación de conexiones cada 6 meses.
- **Objetivo:** Asegurarte que los conductores eléctricos y conectores estén bien conectados y sin signos de desgaste o corrosión.

### **Actualizaciones de Firmware**

- Consulta en el sitio web del fabricante para verificar si hay actualizaciones de firmware disponibles para tus modelos de inversores.
- Mantén los inversores actualizados para optimizar su rendimiento y seguridad.

### 3.11.3 Mantenimiento de Componentes Generales

Además de los paneles e inversores, considera lo siguiente:

#### **Medidor Bidireccional**

- Verifica que el medidor funcione correctamente y registre la energía generada y consumida.
- Realiza una calibración si es necesario.

#### **Conductores Eléctricos**

- Inspecciona los cables y conexiones eléctricas para detectar daños o desgaste.
- Asegúrate de que no haya conexiones flojas o expuestas.

#### **Verificar Estructura de Soporte**

- Inspección visual para detectar signos de corrosión, roturas o deformaciones mecánicas, dado que la vida útil de la planta fotovoltaica es extensa de 20 años, es recomendable dado las condiciones ambientales de esta localidad sureña realizar medición de espesores en la estructura que soporta los paneles fotovoltaicos, esta inspección debe realizarse por lo menos 2 veces durante los 20 años de duración del proyecto.

#### **Beneficios del Mantenimiento Integral**

- **Mayor Eficiencia:** Paneles e inversores en buen estado producen más energía.
- **Menos pérdida de ingresos:** Evita la degradación prematura y las pérdidas por suciedad o fallos.

Un mantenimiento preventivo bien ejecutado prolonga la vida útil de los componentes del sistema fotovoltaico y maximiza la inversión en energía solar. Siempre consulta las especificaciones del fabricante y adapta las prácticas según las condiciones locales y necesidades específicas de la instalación.



## CONCLUSIÓN

Los resultados anteriores evidencian que la adopción de energías renovables no convencionales (ERNC) representa una solución viable para contrarrestar la dependencia de los combustibles fósiles y abordar el desafío de la contaminación ambiental derivada de su extracción y uso, lo que conduce a la emisión de CO<sub>2</sub>, principal contribuyente al efecto invernadero. En este análisis se examinan los impactos y el uso de los combustibles fósiles a nivel global, según datos del BP Statistical Review of World Energy para el año 2024, donde aproximadamente el 85% de la energía generada proviene de estas fuentes. Asimismo, se analiza su impacto y uso a nivel local, con énfasis en la información proporcionada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile, especialmente en la Región de la Araucanía, donde se busca implementar la solución alternativa.

Una vez seleccionado el lugar, en este caso la Panadería PastedeRico en Capitán Pastene, Región de la Araucanía, con el objetivo de implementar ERNC, se evaluaron diversas opciones de generación de energía, optando técnicamente por la que mejor se adapta y satisface las demandas energéticas.

Este proyecto, busca instalar una planta fotovoltaica de 9 kW de potencia en el techo del establecimiento, lo que cubriría alrededor del 73% del consumo interno de la panadería anualmente, además de los ingresos por las inyecciones de excedentes de energía a la red domiciliaria regulados a través de la Ley Net billing. Esto resultaría en una reducción estimada de 8.689 kg/año de CO<sub>2</sub> a año, equivalente al consumo anual promedio de 10 hogares.

La inversión total NETA para este proyecto se estima en aproximadamente 10 millones de pesos chilenos, cubriendo materiales e instalación, con los costos de mantenimiento preventivo a cargo de la panadería.

Según las proyecciones basadas en la simulación de PV\*SOL premium 2024 R4, se espera recuperar la inversión total del proyecto fotovoltaico para el cuarto año con un ahorro en la factura eléctrica de 4.5 millones de pesos chilenos anuales, mientras se garantiza la fiabilidad y el rendimiento de los sistemas instalados según lo indicado por los fabricantes de los componentes.

Por lo tanto, el proyecto ha logrado cumplir con los objetivos establecidos al desarrollar una propuesta integral para la instalación de un sistema fotovoltaico en la panadería PastedeRico, que permite generar energía para autoconsumo, conectarlo a la red eléctrica local y reducir los costos asociados al consumo eléctrico. Esta iniciativa no solo contribuye a la autosuficiencia energética de la panadería, sino que también promueve la adopción de energías renovables y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, en línea con los objetivos de sostenibilidad y cuidado ambiental.

**BIBLIOGRAFIA**

- Agencia Internacional de Energía, AIE.
- Organización Mundial de la Salud, OMS.
- Ministerio de Energía, Energía Abierta, 2023.
- [www.minenergia.cl/techossolares/?page\\_id=3565](http://www.minenergia.cl/techossolares/?page_id=3565).
- [www.sec.cl](http://www.sec.cl)
- [www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia-deevaluacion-inicial-de-edificios.pdf](http://www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia-deevaluacion-inicial-de-edificios.pdf).
- Climate Change Performance Index, CCPI, 2023.
- [www.statista.cl](http://www.statista.cl)
- Informe Balance Nacional de Energía, 2020.
- <https://energiaregion.cl/region/ARAUC>
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- [www.saesa.cl](http://www.saesa.cl)
- Comisión Nacional de Energía
- <https://eolico.minenergia.cl/exploracion>
- Explorador Solar, Ministerio de Energía 2024.
- [www.tongwei.com.cn](http://www.tongwei.com.cn)



**ANEXOS**

## ANEXO A. TRITEC TRISTAND KIT COPLANAR



### SISTEMA TRISTAND

El sistema TRISTAND es el sistema estándar de montaje fotovoltaico, diseñado especialmente para instalaciones residenciales/comerciales adaptable a diferentes superficies. Se compone principalmente de perfiles de Aluminio Anodizado unidos entre sí mediante ángulos y pernos de acero inoxidable calidad A2 (o A4).

### ESTRUCTURA COPLANAR

La estructura Coplanar se instala de forma paralela a la superficie, siendo la más simple y económica. Se puede instalar directamente a la cubierta, con anclajes o con una sub-estructura, entregando una mejor ventilación, y una menor cantidad de suciedad, hojas secas, y otros elementos contaminantes.



EXPERIENCIA  
Y ASESORIA



PRODUCTOS  
Y TECNOLOGÍA DE CALIDAD



GARANTÍA  
Y POST VENTA



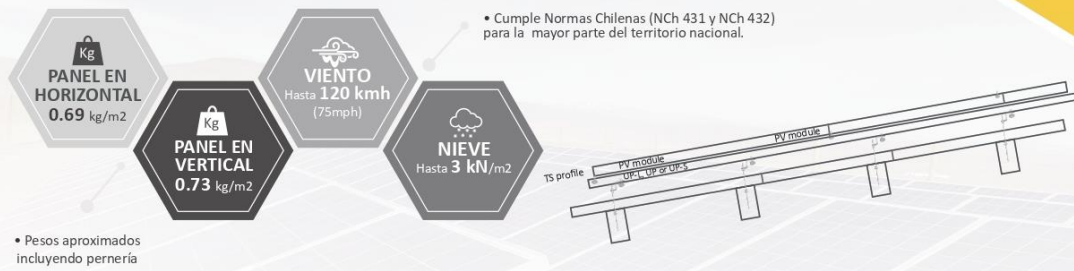
CALIDAD  
ALEMANA



SERVICIO  
CORTE GRATUITO

[www.tritec-intervento.cl](http://www.tritec-intervento.cl)

Dr. Manuel Barros Borgoño 71, Of. 1604, Providencia  
Teléfono: + 56 2 32026501 / + 56 2 32026495



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Perfiles de Aluminio EN AW-6063 T66 Anodizado, resistente a la salinidad y corrosión del agua de mar. (Cumple con norma ASTM B117)
- Pernería de acero inoxidable calidad A2 y A4 (a pedido) para climas agresivos.
- Diversos sistemas de anclajes con perforación y sin perforación para mantención de estanqueidad y adaptabilidad a techados complejos.
- Kit prediseñado de 1 a 6 paneles (dependiendo de la orientación del panel). Permite interconexión de mesas en serie para escalabilidad
- Permite uso del sistema SafeClick para una rápida y segura instalación.
- Anclajes para instalación sobre múltiples superficies: Vigas de Madera, Teja Chilena, Zincado, Hormigón, Carpeta Asfáltica, Chapa trapezoidal y otras estructuras.
- Listado de Materiales y Planos de Montaje Disponibles para clientes TRITEC-Intervento.

## PRINCIPALES COMPONENTES



Tuerca autoblocante M10



Perfil Universal UP-L



Borne central



Elemento de anclaje lateral

## ACCESORIOS



Gancho de tejado fijo



Mordaza rectangular M10 Para ribroof



Esparrago M12



SafeClick



Perfil UP-TS



## GARANTÍAS

- Rápido plazo de entrega.
- Alta versatilidad y adecuable a techos complejos.
- Diseño adaptable a cargas climáticas.
- Cómoda instalación.
- Bajo peso.
- Baja carga aerodinámica.
- Baja ocupación espacial, instalación limpia.
- 5 años garantía de materiales extensible a 15 años bajo aprobación de cursos de montaje Tritec.

La garantía cubre cualquier defecto, falla o desperfecto de sus componentes, siempre y cuando los elementos hayan sido montados acorde a las instrucciones del fabricante.

[www.tritec-intervento.cl](http://www.tritec-intervento.cl)

Dr. Manuel Barros Borgoño 71, Of. 1604, Providencia  
Teléfono: + 56 2 32026501 / + 56 2 32026495

**ANEXO B. PANEL TW SOLAR TWMPD-72HD550**



MBB Half-cell Monofacial Module (72)<sup>35</sup>

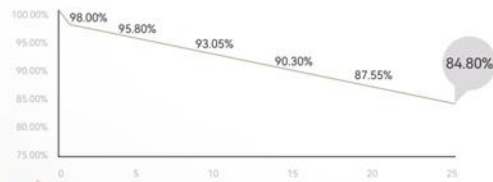
**TW540~565MAP**  
**M10-144-H**

**PRODUCT FEATURES**

-  High Power Output  
Low LCOE
-  Maximum Power  
565W\*
-  High Reliability
-  Low LID

**POWER WARRANTY**

1st year <2% 0.55% power degradation per year from 2 to 25 years

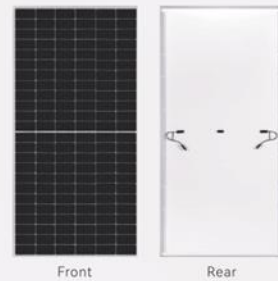


**12** 12-year warranty for materials

**25** 25-year warranty for linear power output

**MANAGEMENT SYSTEM AND PRODUCT CERTIFICATION**

- ISO45001: 2018/Occupational Health and Safety Management System
- ISO14001: 2015/Environment Management System
- ISO9001: 2015/Quality Management System



Front

Rear





**Electrical Characteristics (STC)**

Module type: TW\*\*\*MAP-144-H

Maximum power: Pmax (W)	540	545	550	555	560	565
Open circuit voltage: Voc (V)	49.51	49.71	49.91	50.11	50.31	50.51
Short circuit current: Isc (A)	13.84	13.88	13.92	13.96	14.00	14.04
Voltage at maximum power point: Vmp (V)	40.85	41.05	41.25	41.45	41.65	41.85
Current at maximum power point: Imp (A)	13.22	13.28	13.33	13.39	13.45	13.51
Module efficiency: η (%)	20.9	21.1	21.3	21.5	21.7	21.9

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass1.5, Measuring tolerance: ±3%

**Electrical Characteristics (NMOT)**

Maximum power: Pmax (W)	408.6	412.4	416.2	420.0	423.8	426.9
Open circuit voltage: Voc (V)	46.96	47.18	47.40	47.62	47.85	48.07
Short circuit current: Isc (A)	10.92	10.94	10.97	10.99	11.02	11.05
Voltage at maximum power point: Vmp (V)	39.01	39.28	39.55	39.82	40.09	40.31
Current at maximum power point: Imp (A)	10.47	10.50	10.52	10.55	10.57	10.59

NMOT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20 °C, Air Mass1.5, Wind Speed 1m/s

**Mechanical Parameters**

Cells	P-TPC
Orientation	144 (6X24)
Size	2278±2X1134±2X35mm
Weight	27.8kg
Glass	3.2mm AR coated heat strengthened glass
Backsheet	White
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Junction Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0mm <sup>2</sup> , Positive: 280mm, Negative: 280mm, length can be customized
Connector	MC4 Compatible or MC4 original
Wind/Snow Load	2400Pa/5400Pa
Packaging	31 pcs per pallet, 620 pcs per 40HC

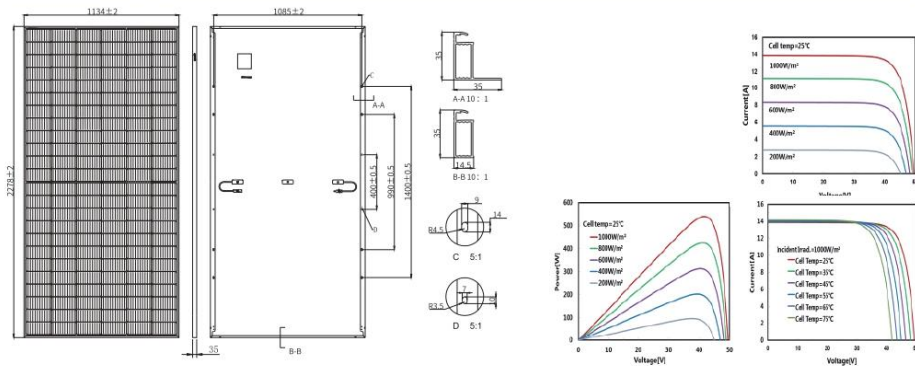
**Operating Parameters**

Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC
Maximum Series Fuse Rating	25A
Power Output Tolerance	0~+5W

**Temperature Ratings**

Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34%/°C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27%/°C
Temperature Coefficient (Isc)	+0.045%/°C
NMOT	45±2°C

**Drawings (Unit: mm)**



Email: sales@tongwei.com Web: www.tongwei.com.cn Add: 888 Changning Avenue, High-tech Zone, Hefei City, Anhui Province

With technological progress and product updates, there may be deviations between the technical parameters of Tongwei's module products and the technical parameters contained in this specification, and Tongwei Solar has the right to adjust the technical parameters at any time without notifying the customer, the final interpretation of the technical specification is vested in Tongwei Solar.

**ANEXO C. INVERSOR GROWATT MIN 9000 TL-X**

Ficha de datos	MIN 7000TL-X(E)	MIN 8000TL-X(E)	MIN 9000TL-X	MIN 10000TL-X
<b>Datos de entrada (CD)</b>				
Máxima potencia PV recomendada	12000W	12000W	13500W	15000W
Máximo voltaje CD	600V			
Voltaje de arranque	100V			
Voltaje nominal	360V			
Rango de voltaje de MPPT	60-550V			
Número de MPPTs	2		3	
Cables por MPPT	1/2		1/1/2	
Máxima corriente por MPPT	13.5A/27A		13.5A/13.5A/27A	
Corriente de corto circuito por MPPT	16.9A/33.8A		16.9A/16.9A/33.8A	
<b>Salida (CA)</b>				
Potencia nominal CA	7000W	8000W	9000W	10000W
Potencia aparente máxima	7000VA	8000VA	9000VA	10000VA
Voltaje nominal CA (Rango*)	Predefinido: 240V fase dividida, opcional: 208V & 240V monofásico, 183-228@208V 211-264@240V			
Frecuencia de red CA (Rango*)	50/60 Hz (45-65Hz/59.5-60.5Hz)			
Corriente máxima de salida	33.5A	38.3A	43A	45.5A
Factor de potencia nominal /ajustable	> .99 / +0.8 ... -0.8			
Distorsión armónica total	<3%			
Tipo de conexión CA	Monofásico			
<b>Eficiencia</b>				
Máxima eficiencia			98.1%	
Eficiencia europea	97.3%		97.6%	
Eficiencia del MPPT			99.5%	
<b>Dispositivos de protección</b>				
Protección de polaridad Inversa CD	Si			
Interruptor CD	Si			
Protección contra sobretensión CA/CD	Clase II / Clase II			
Protección de corto circuito CA	Si			
Protección contra sobretensión AC	Si			
Monitoreo de falla a tierra	Si			
Monitoreo de red	Si			
Protección anti-isla	Si			
Monitoreo de corriente residual	Si			
AFCI	Si			
<b>Datos generales</b>				
Dimensiones	425/387/180mm			
Peso	18.2kg			
Rango de temperatura de operación	- 25 °C ... +60 °C			
Autoconsumo (noche)	< 1W			
Topología	Sin transformador			
Enfriamiento	Convección natural			
Grado de protección	IP66			
Humedad relativa	0-100%			
Altitud	4000m			
Conexión DC	H4/MC4(Opcional)			
Conexión AC	Conector Glándula / Terminal OT			
Pantalla	OLED+LED/WIFI+APP			
Comunicación: Rs485 / USB / WIFI / GPRS / RF/LAN	Si/Si/Opc/Opc/Opc/Opc			
Garantía: 5 años / 10 años	Si/Opc			
CE, IEC 62116, IEC 61727, IEC62109, INMETRO, AS4777, UL1741				

## ANEXO D. CORREO EMPRESA INFUCOP DE ANGOL

13/12/24, 2:12

Roundcube Webmail :: Re: Corización Sistem Fotovoltaico

### Re: Corización Sistem Fotovoltaico


**De** <venta@infucop.cl>  
**Destinatario** <proveedores@pastelerico.cl>  
**Fecha** 2024-11-16 10:29

El 2024-11-15 18:30, [proveedores@pastelerico.cl](mailto:proveedores@pastelerico.cl) escribió:

El 2024-11-13 15:15, [venta@infucop.cl](mailto:venta@infucop.cl) escribió:

El 2024-11-12 15:21, [proveedores@pastelerico.cl](mailto:proveedores@pastelerico.cl) escribió:

El 2024-11-11 10:21, [venta@infucop.cl](mailto:venta@infucop.cl) escribió:

El 2024-11-08 07:27, [proveedores@pastelerico.cl](mailto:proveedores@pastelerico.cl) escribió:

Estimad@,

Junto con saludar y esperando que se encuentre bien, solicito 2 cotizaciones para un sistema fotovoltaico llave en mano instalado capitán pastene, además de una cotización para el mantenimiento anual de esta planta. Las características a continuación

Sistema conectado a la red (NET BILLING) de 11KW de potencia, monofásico 220V, sin banco de baterías, montado en techo de casa de madera y cubierta de zinc (28° inclinación), orientación noreste 20°, tarifa instalada BT3 frontel

El proyecto debe ser llave en mano incluidos costos de puesta en marcha e inscripción en la SEC junto con toda la documentación necesaria.

quedo atento a su pronta respuesta y dispuesto a aportar con cualquier información adicional de ser requerida

saludos cordiales!

Buen día estimados, solicitamos fotografía de la cuenta de luz por ambos lados para tener mayor información.

Gracias.

Buenas tardes

Patricio por acá, respecto a la boleta la adjunto a continuación, sin embargo debe considerarse actualizar a tarifa bt3 220V considerando un consumo anual proyectado de 17.000 KWh para el sistema FV de acuerdo a los equipos que se planean instalar y los tiempos de uso, todo esto a desarrollarse en un inmueble nuevo por eso no se tienen los consumos en las boletas, ya que anteriormente el inmueble estaba sin ocupar, la cotización debe contener los costos detallados por favor y además también se deben incluir los costos relacionados a cambio de tarifa

quedo atento a sus comentarios

Buena tarde, le adjunto cotización solicitada, el valor puede variar con respecto a la ubicación de los paneles con respecto al norte, en ese caso podría necesitarse elaborar una estructura para estos.


estima@ acuso recibo

falto 1 cotización por el servicio de mantenimiento anual de esta planta fotovoltaica por favor especificando las tareas

quedo atento..

Estimado buen día, le comento que la cotización no se envió debido a que la mantención del sistema es casi nula, mas que nada lo que se debe hacer es que cada ciertos periodos de tiempo se limpien los paneles con un paño con agua, nada mas que eso para retirar el exceso de polvo, además, si el equipo tuviese alguna falla, la reparación va dentro de la garantía del sistema que es de 1 año a partir de la puesta en marcha. En todo caso después del año de garantía el costo de revisión o visita es de \$50.000.

ANEXO E. **TARIFAS VIGENTES FRONTEL DICIEMBRE 2024**



**Tarifas de Suministro Eléctrico - diciembre de 2024**

En conformidad con el Act. 191 del D.F.L. N°4, de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y el D.S. NºST de 2024 del Ministerio de Energía, teniendo presente lo establecido en el Decreto Nº21.667 del 2024, y la Ley Nº21.667 del 2024, todos del Ministerio de Energía, Resoluciones Nº9615 y Nº 315 de 2024, todas de la CNE. La empresa concesionaria de servicio público eléctrico de distribución que suscribe informa que desde el 01 de diciembre de 2024 inclusive, las tarifas máximas que podrán cobrar a sus clientes serán los valores que a continuación se indican y las condiciones de aplicación las del citado D.S. NºST de 2024.

Comunas Rangos (*)	Los Angeles - Aéreo		Los Saucos - Aéreo		Lota - Aéreo		Lumaco - Aéreo		
	≤ 350 kWh	> 350 kWh	≤ 350 kWh	> 350 kWh	≤ 350 kWh	> 350 kWh	≤ 350 kWh	> 350 kWh	
	\$ NETO	\$ C/IVA	\$ NETO	\$ C/IVA	\$ NETO	\$ C/IVA	\$ NETO	\$ C/IVA	
<b>Tarifa BT1 y ECOSUR (BT1.ECO) (**)</b>									
Administración del servicio (Cargo fijo mensual)	\$/mes	1.030,135	1.225,861	1.030,135	1.225,861	1.030,135	1.225,861	1.030,135	1.225,861
<b>Transporte de Electricidad</b>									
Cargo por servicio público (Evento de IVA)	\$/kWh	25,364	30,034	25,364	30,034	25,364	30,034	25,364	30,034
Cargo por uso del sistema de transmisión	\$/MWh	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
<b>Electricidad base consumida</b>									
Cargo por energía	\$/kWh	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250
Cargo por compras de potencia	\$/MWh	91,354	108,712	91,354	108,712	91,354	108,712	91,354	108,712
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 1	\$/MWh	20,373	24,244	20,373	24,244	20,373	24,244	20,373	24,244
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 2	\$/MWh	71,409	84,977	71,409	84,969	71,409	84,969	71,409	84,969
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 3	\$/MWh	71,409	84,977	71,409	84,969	71,409	84,969	71,409	84,969
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 4	\$/MWh	71,409	84,977	71,409	84,969	71,409	84,969	71,409	84,969
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 5	\$/MWh	71,409	84,977	71,409	84,969	71,409	84,969	71,409	84,969
Cargo por potencia en su componente de distribución tramo factor ETR 6	\$/MWh	71,409	84,977	71,409	84,969	71,409	84,969	71,409	84,969
<b>Tarifa TRBT (****)</b>									
Administración del servicio (Cargo fijo mensual)	\$/mes	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183
Cargo por servicio público (Evento de IVA)	\$/MWh	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784
Cargo por uso del sistema de transmisión (Transporte de Electricidad)	\$/MWh	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250
Cargo por energía	\$/kWh	91,354	108,712	91,354	108,712	91,354	108,712	91,354	108,712
Cargos por compras de potencia	\$/MWh	7,998,596	9,518,329	7,998,596	9,518,329	7,998,596	9,518,329	7,998,596	9,518,329
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 1	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 2	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,464	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 3	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,464	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 4	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,464	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 5	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,464	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución tramo factor ETR 6	\$/kW/mes	21,124,464	25,138,113	21,124,464	25,135,709	21,122,444	25,135,709	21,122,444	25,135,709
Cargo por demanda máxima de potencia suministrada, en su componente de distribución tramo factor ETR 1	\$/kW/mes	5,349,490	6,365,893	5,348,979	6,365,284	5,348,979	6,365,284	5,348,979	6,365,284
Cargo por demanda máxima de potencia suministrada, en su componente de distribución tramo factor ETR 2	\$/kW/mes	5,349,490	6,365,893	5,348,979	6,365,284	5,348,979	6,365,284	5,348,979	6,365,284

Cargo por demanda máxima de potencia suministrada, en su componente de distribución	10.385,264	12.358,464	9.941,925	11.830,890	9.941,925	11.830,890	9.941,925	11.830,890	9.941,925	11.830,890	9.941,925	11.830,890	9.941,925	11.830,890	
<b>Tarifa AT6 (****)</b>															
Administración del servicio (Cargo fijo mensual)	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	761,499	906,183	
Cargo por servicio público (Evento de IVA)	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	
Cargo por uso del sistema de transmisión (Transporte de Electricidad)	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	24,580	29,250	
Cargo por energía	83,019	98,793	83,019	98,793	83,019	98,793	83,019	98,793	83,019	98,793	83,019	98,793	83,019	98,793	
Cargo por compra de potencia	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	8,032,198	9,558,316	
Cargo por demanda máxima de potencia leída en horas de punta, en su componente de distribución	11,943,195	14,212,403	11,943,195	14,212,403	11,433,350	13,605,686	11,433,350	13,605,686	11,433,350	13,605,686	11,433,350	13,605,686	11,433,350	13,605,686	
Cargo por demanda máxima de potencia suministrada, en su componente de distribución	10,385,264	12,358,464	10,385,264	12,358,464	9,941,925	11,830,890	9,941,925	11,830,890	9,941,925	11,830,890	9,941,925	11,830,890	9,941,925	11,830,890	
Cargo por Servicio Público: incorpora un pago adicional denominado Cargo Fondo Estabilización Ley 21.472 de acuerdo al Oficio Circular SEC N°157155 y a la RE 615 de 2024 de la ONE, cuyo valor es diferenciado de acuerdo con los siguientes parámetros:															
Usuarios que registren un consumo mensual menor o igual a 350 kWh	: Evento del cargo														
Usuarios que registren un consumo mensual mayor a 350 y menor o igual a 500 kWh	: 0,892 \$/kWh														
Usuarios que registren un consumo mensual mayor a 500 y menor o igual a 1000 kWh	: 2,007 \$/kWh														
Usuarios que registren un consumo mensual superior a 1000 y menor o igual a 5000 kWh	: 2,787 \$/kWh														
Usuarios que registren un consumo mensual superior a 5000 kWh	: 3,121 \$/kWh														
Los valores indicados son exentos de IVA															
Tramo factor ETR: En conformidad con lo dispuesto en el Art. 191, segundo inciso, del D.F.L. N°4 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se aplican para tarifas residenciales los factores de Equidad Tarifaria Residencial (ETR) dependiendo de los niveles de consumo mensual registrados en el año calendario anterior, resultando en precios diferenciados según los siguientes tramos:															
Tramo factor ETR 1: Usuarios que registren un consumo promedio mensual menor o igual a 200 kWh en el año calendario anterior															
Tramo factor ETR 2: Usuarios que registren un consumo promedio mensual mayor a 200 y menor o igual a 210 kWh en el año calendario anterior															
Tramo factor ETR 3: Usuarios que registren un consumo promedio mensual mayor a 210 y menor o igual a 220 kWh en el año calendario anterior															
Tramo factor ETR 4: Usuarios que registren un consumo promedio mensual mayor a 220 y menor o igual a 230 kWh en el año calendario anterior															
Tramo factor ETR 5: Usuarios que registren un consumo promedio mensual mayor a 230 y menor o igual a 240 kWh en el año calendario anterior															
Tramo factor ETR 6: Usuarios que registren un consumo promedio mensual mayor o igual a 240 kWh en el año calendario anterior															
(*) Ley N°21.472/2022, modificada por Ley N° 21.667/2024, que establece un Mecanismo Transitorio de Protección al Cliente (MPC): Precios diferenciados por rango de consumo 12 meses móviles.															
(**) Para la Tarifa Flexible Regulada ECOSUR (BT1 ECO) no aplica el recargo por sobre el límite de invierno y la tarifa está sujeta a factibilidad técnica. Para mayores antecedentes visitar <a href="http://www.gruposasa.es">www.gruposasa.es</a>															
(***) Tarifa sujeta a instrucción por parte de SEC para definición de términos y exigencias que deben cumplir sistemas de medida de energía y potencia con resolución cada 15 minutos o inferior.															
(****) Tarifas asociadas a Sistemas de Medición, Monitoreo y Control (SMC), definidos en la Norma Técnica de Calidad y Servicio para Sistemas de Distribución y en el Anexo Técnico de Sistemas de Medición, Monitoreo y Control. Esta opción de tarifa deberá estar disponible a contar de la fecha de publicación en el Diario Oficial del decreto que fija precios de servicios no consistentes en suministros de energía, asociados a la distribución eléctrica, correspondiente al presente proceso tarifario.															
<b>Precios para valorización de inyecciones de energía - diciembre de 2024</b>															
Para efectos de la valorización de las inyecciones de energía indicadas en el artículo 149 bis del DFL N° 4 de 2006 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, la empresa concesionaria de servicio público eléctrico de distribución que suscribe, informa que los precios a contar del 01 de diciembre de 2024 son los que a continuación se indican. Asimismo, de conformidad a lo establecido en el artículo 149 quinquies, estos valores no se encuentran afectados a IVA, excepto para contribuyentes del impuesto de Primera Categoría obligados a declarar su renta efectiva según contabilidad completa.															
Valor Energía inyectada para clientes en opciones tarifarias BT	Los Angeles - Aéreo			Los Sauces - Aéreo			Lota - Aéreo			Lumaco - Aéreo					
Valor Energía inyectada para clientes en opciones tarifarias AT	91,354			91,354			91,354			91,354					
Los valores indicados son netos	83,019			83,019			83,019			83,019					

