

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN
EN INVERNADERO DE ZONA RURAL
DE LA REGIÓN DE ÑUBLE, CHILE

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero de Ejecución Mecánico
de Procesos y Mantenimiento Industrial.

Alumno:

Víctor Hugo Zapata González

Profesor guía:

Guillermo Felipe Larson Muñoz

Asignatura:

Proyecto de Título

RESUMEN

KEYWORDS: SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN, AUMENTO DE PRODUCCIÓN, ESTUDIO DE PERFECTIBILIDAD.

Los problemas productivos que sufren los agricultores año a año son cada vez más graves, debido al cambio climático y la escases de recursos naturales.

Por lo que el presente proyecto tiene como objetivo diseñar una propuesta de sistema de climatización para invernaderos con el propósito de disminuir la pérdida de producción, ya que, al tener un espacio con las condiciones climáticas controladas, nos permite adecuarlas a las necesidades del producto.

En primer lugar, se realizó un Diagnóstico y metodología de evaluación, definición de los antecedentes generales, donde se presentan aspectos fundamentales para establecer, la situación actual, la proyección y en qué condiciones se realizará.

Para continuar con un método de diseño básico de un sistema de climatización, demostrando la metodología del proceso mediante un diagrama de flujo. Donde encontraremos un análisis climático de la zona, además de los factores claves para el proceso térmico y la determinación de todas las variables técnicas necesarias.

Para posteriormente analizarlo todo de forma técnica y económica, utilizando algunas herramientas como el análisis FODA, la cadena de valor y su respectivo flujo de caja para comprobar la rentabilidad del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

<u>ÍNDICE DE FIGURA</u>	6
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	7
<u>SIGLA Y SIMBOLOGÍA</u>	7
<u>INTRODUCCIÓN</u>	9
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	10
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	10
<u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	11
<u>ANTECEDENTES</u>	11
<u>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</u>	12
<u>RESTRICCIONES DEL PROYECTO</u>	12
<u>MOTIVACIÓN O JUSTIFICACIÓN</u>	12
<u>1. CAPITULO MARCO TEÓRICO</u>	13
<u>1.1 Invernadero</u>	14
<u>1.1.1 Tipos de invernaderos</u>	14
<u>1.1.2 Invernadero tipo plano:</u>	15
<u>1.1.3 Invernadero tipo túnel</u>	16
<u>1.1.4 Invernadero Tipo Capilla o Multi capilla</u>	18
<u>1.2 Factores Climatológicos a los que se somete el Invernadero</u>	19
<u>1.2.1 Radiación y Temperatura</u>	19
<u>1.2.2 Humedad (absoluta y relativa)</u>	20
<u>1.2.3 Dióxido de carbono (CO₂)</u>	21
<u>1.3 Equipos para Manipular el Clima</u>	22
<u>1.4 Control Climático en los Invernaderos</u>	22
<u>1.5 Sistemas de Control con Energías Renovables</u>	23
<u>1.5.1 Energía solar fotovoltaica</u>	23
<u>1.6 Balance Térmico en el Invernadero</u>	26

<u>2.</u>	<u>CAPITULO DESARROLLO</u>	28
<u>2.1</u>	<u>Método de Diseño del Sistema de Climatización</u>	29
<u>2.2</u>	<u>Análisis Climatológico de la Región de Ñuble</u>	30
<u>2.2.1</u>	<u>Dimensionamiento de la región de Ñuble</u>	30
<u>2.3</u>	<u>Tiempo y Clima de la Región</u>	31
<u>2.4</u>	<u>Sistemas de Vientos</u>	32
<u>2.5</u>	<u>Distribución de Precipitaciones</u>	34
<u>2.6</u>	<u>Distribución de Temperaturas</u>	35
<u>2.7</u>	<u>Tipos de climas</u>	36
<u>2.7.1</u>	<u>Climas Per húmedos de eficacia Meso térmica</u>	37
<u>2.7.2</u>	<u>Climas Húmedos Meso térmicos</u>	37
<u>2.8</u>	<u>Áreas Agroclimáticas</u>	37
<u>2.8.1</u>	<u>Agroclima Cordillera andina</u>	37
<u>2.8.2</u>	<u>Agroclima cordillera media</u>	38
<u>2.8.3</u>	<u>Agro clima pre cordillera andina</u>	38
<u>2.8.4</u>	<u>Agroclima chillan</u>	39
<u>2.8.5</u>	<u>Agroclima cauquenes</u>	39
<u>2.8.6</u>	<u>Agroclima Constitución-Concepción</u>	40
<u>2.9</u>	<u>Condiciones Geológicas y Geomorfológicas</u>	41
<u>2.9.1</u>	<u>Cordillera de los andes</u>	41
<u>2.9.2</u>	<u>Precordillera</u>	43
<u>2.9.3</u>	<u>Depresión Intermedia</u>	44
<u>2.9.4</u>	<u>Cordillera de la Costa</u>	44
<u>2.9.5</u>	<u>Planicies Litorales</u>	45
<u>2.10</u>	<u>Características Hidrográficas</u>	46
<u>2.11</u>	<u>Suelos</u>	47
<u>2.11.1</u>	<u>Tipos de suelos</u>	48

2.12	<u>Riesgos por Fenómenos Naturales</u>	51
2.12.1	<u>La generación de incendios de la vegetación</u>	51
2.12.2	<u>Procesos de crecidas posterior desborde de ríos</u>	52
2.12.3	<u>Procesos de derrumbe de tierra</u>	52
3.	<u>Factores Claves para el Proceso Térmico</u>	53
3.1	<u>Lugar o zona donde se pretende desarrollar el proyecto</u>	53
3.2	<u>Características del Invernadero</u>	53
3.3	<u>Adaptación del Invernadero</u>	55
3.4	<u>Monitoreo de las Condiciones Climáticas de la Zona</u>	55
3.5	<u>Cálculo del Balance Térmico</u>	56
3.5.1	<u>Temperatura optima</u>	56
4.	<u>Determinación de las variables técnicas para el sistema</u>	64
4.1	<u>La selección del tipo de Calefactor</u>	65
4.1.1	<u>Calefactor para Invernadero Phoenix</u>	65
4.2	<u>Selección del Ventilador</u>	66
4.3	<u>Diseño del Sistema Fotovoltaico</u>	67
4.3.1	<u>Cálculo del consumo energético</u>	67
4.3.2	<u>Superficie disponible</u>	67
4.3.3	<u>Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico</u>	67
4.3.4	<u>Dimensionamiento del inversor</u>	69
4.3.5	<u>Dimensionamiento del banco de batería</u>	70
4.3.6	<u>Dimensionamiento del cableado eléctrico</u>	71
5.	<u>CAPITULO ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO</u>	72
5.1	<u>Cadena de Valor</u>	73
5.1.1	<u>Fabricación</u>	73
5.1.2	<u>Distribución y comercialización</u>	73
5.2	<u>Propuesta de procedimiento para la cadena de valor</u>	73

5.3	<u>Diseño de cadena de valor</u>	75
5.4	<u>Análisis FODA</u>	76
5.4.1	<u>Tabla IFAS Y EFAS</u>	77
5.4.1.1	<u>Objetivos a medio y largo plazo</u>	79
5.5	<u>Evaluación Económica</u>	80
5.5.1	<u>Horizonte del proyecto</u>	80
5.5.2	<u>Ingresos</u>	80
5.5.3	<u>Costos de producción</u>	82
5.5.4	<u>Costos de equipos para el sistema de climatización</u>	83
5.5.5	<u>Flujo de caja</u>	85
5.5.6	<u>El valor actual neto (VAN)</u>	85
5.5.7	<u>Tasa interna de retorno (TIR)</u>	86
5.5.8	<u>Periodo de recuperación</u>	86
	<u>Conclusiones</u>	87
	<u>RECOMENDACIONES</u>	87
	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	88

.

• **ÍNDICE DE FIGURA**

<i>Figura 1 "invernadero tipo plano"</i>	16
<i>Figura 2 "Invernadero tipo túnel"</i>	18
<i>Figura 3 "Invernadero tipo capilla"</i>	19
<i>Figura 4 "Esquema del proceso térmico en el invernadero "</i>	23
<i>Figura 5 "Kit básico energía solar fotovoltaica"</i>	25
<i>Figura 6 "Grafica radiación recibida"</i>	26
<i>Figura 7 "Esquema tipos de radiación"</i>	27
<i>Figura 8 "Esquema balance térmico en el invernadero"</i>	27
<i>Figura 9 "Diagrama de flujo del método de diseño del sistema de climatización"</i>	30
<i>Figura 10 "Mapa región de Ñuble"</i>	31
<i>Figura 11 "Mapa del clima de la región de Ñuble"</i>	32
<i>Figura 12 "Diagrama del sistema de vientos"</i>	33
<i>Figura 13 "Flujo de vientos superficiales"</i>	34
<i>Figura 14 "Distribución de precipitaciones"</i>	35
<i>Figura 15 "Distribución de temperaturas"</i>	36
<i>Figura 17 "Esquema subcuencas de la región"</i>	47

<i>Figura 18 “Suelos y vegetación de la región”</i>	48
<i>Figura 19 “Lugares con mayor riesgo a incendios”</i>	52
<i>Figura 20 “Foto del invernadero del proyecto”</i>	54
<i>Figura 21 “Foto desde dentro del invernadero”</i>	55
<i>Figura 22 “Representación del invernadero en INVENTOR”</i>	56
<i>Figura 24 “Calefactor para invernaderos Phoenix”</i>	66
<i>Figura 25 “Ventilador extractor industrial”</i>	67
<i>Figura 26 “Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico”</i>	68
<i>Figura 27 “Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico por la noche”</i>	69
<i>Figura 28 “Especificaciones mecánicas del panel fotovoltaico”</i>	69
<i>Figura 29 “Especificaciones de temperatura”</i>	69
<i>Figura 30 “Especificaciones y características del inversor”</i>	70
<i>Figura 31 “Especificaciones de las baterías”</i>	71
<i>Figura 32 “Tipo de cableado del sistema”</i>	72
<i>Figura 33 “Propuesta de cadena de valor del sistema fotovoltaico”</i>	75
<i>Figura 34 “Cadena de valor de la fabricación de paneles fotovoltaicos”</i>	76
<i>Figura 35 “Simulación de espacio para cosecha de tomates”</i>	81
<i>Figura 36 “Simulación de espacio para cosecha de lechugas”</i>	82
<i>Figura 37 “Formula del Valor Actual Neto”</i>	86

• **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1 “Valores térmicos en enero”</i>	33
<i>Tabla 2 “Valores térmicos en julio”</i>	34
<i>Tabla 3 Clasificación del clima de Thornthwaite</i>	34
<i>Tabla 4 “limitantes de la cordillera andina”</i>	40
<i>Tabla 5 “Limitantes precordillera”</i>	41
<i>Tabla 6 “profundidad de los suelos de Ñuble”</i>	47
<i>Tabla 7 “Drenaje de los suelos en Ñuble”</i>	48
<i>Tabla 8 “Textura de los suelos en Ñuble”</i>	48
<i>Tabla 9 “Temperaturas óptimas para los cultivos”</i>	54
<i>Tabla 10 “Conductividad térmica de diferentes tipos de cubierta”</i>	56
<i>Tabla 11 “Fórmulas para el coeficiente de convección”</i>	56
<i>Tabla 12 “Tasa de renovación de aire según la cubierta”</i>	58
<i>Tabla 13 “Valores coeficiente eólico según la superficie del invernadero”</i>	59
<i>Tabla 14 “Caída de presión dependiendo el tipo de ventana”</i>	60
<i>Tabla 15 “Conductividad térmica según el tipo de suelo”</i>	61
<i>Tabla 16 “consumo energético”</i>	65
<i>Tabla 17 “Fortalezas y oportunidades del proyecto”</i>	73
<i>Tabla 18 “Debilidades y amenazas del proyecto”</i>	73
<i>Tabla 19 “Factores externos”</i>	74
<i>Tabla 20 “Factores internos”</i>	75
<i>Tabla 21 “Calendario de precios”</i>	78
<i>Tabla 22 “Estudio de Producción Combinada”</i>	79
<i>Tabla 23 “Costos de Producción”</i>	79
<i>Tabla 24 “Costos Generales”</i>	80

• **SIGLA Y SIMBOLOGÍA**

Símbolo	Descripción	Unidades
V	Voltaje	voltio
A	Area	m ²
C _p	Calor específico del aire	
Q _{cc}	Perdida de calor atreves de la cubierta	
Q _{net}	Flujo de calor aportado por el sistema de calefacción	
Q _{ren}	Perdida de calor por ventilación	
Q _{rad}	Radiación total absorbida por el invernadero	
E	Velocidad de la evo transpiración en el invernadero	
H	Altura del invernadero	m
h	Coeficiente de la trasferencia de calor	
R _c	Rendimiento del colector solar	
q _v	Velocidad de ventilación	
t _c	Transmitencia a la radiación del materia de la cubierta	
ρ	Masa especifica de aire	
I	Radiación total recibida	
I _N	Radiación diaria	
I ₀	Radiación referencial	
T _A	Temperatura ambiente	°C
T _e	Temperatura entrada de agua	°C
T _a	Temperatura de acumulación	°C
T _{EXT}	Temperatura del aire fuera del invernadero	°C
T _{INT}	Temperatura del aire dentro del invernadero	°C
W	Relación superficie del suelo y cubierta del invernadero	
W _{EXT}	Humedad absoluta fuera del invernadero	
W _{INT}	Humedad absoluta dentro del invernadero	

• **INTRODUCCIÓN**

INDAP es un servicio descentralizado que tiene por objetivo: Promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos, con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial, su integración al proceso de desarrollo rural y optimizar al mismo tiempo el uso de los recursos productivos

Su misión es promover el desarrollo productivo, social, cultural y ambiental de los y los pequeños(as) productores(as), campesinos(as), así como también de sus organizaciones y comunidades, situándolos como pilar fundamental de la seguridad y soberanía alimentaria del país, mediante la entrega de una oferta programática integral que les permita transitar hacia procesos productivos y comerciales sostenibles, resiliente al cambio climático e inclusivos con mujeres, jóvenes y pueblos originarios.

Para ello existen programas de desarrollo local como el PRODESAL el cual consiste en aumentarlos ingresos silvoagropecuarios y de actividades conexas de los usuarios Micro productores, por venta de excedentes al mercado como complemento al ingreso total del hogar, y vinculara los usuarios con las acciones público-privadas en el ámbito de mejoramiento de las condiciones de vida. Estos programas están al tanto del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales y llevado la necesidad de solventar la demanda de alimentos, se han desarrollado técnicas alternativas como la utilización de invernaderos para mejorar la producción por metro cuadrado de área cultivada.

Pero aquí el problema, en comunas como TREHUACO que es una de las más pobres del país recibe proyectos de implementación de invernaderos, pero estos no siempre resultan rentables en términos económicos, ya que para mantenerlo produciendo se necesita mucho tiempo y trabajo, además de buenas condiciones climáticas. El problema es la producción y eso por las malas condiciones climáticas producidas por el cambio climático agresivo que estamos sufriendo durante los últimos años. Un excesivo calor en verano

que seca de manera muy rápida tierra y plantas, y una baja de temperatura en los meses de invierno que ralentiza el crecimiento del cultivo.

Por lo cual el hecho de poder controlar la temperatura, humedad y otros factores ambientales nos permiten favorecer el desarrollo de plantas fuera incluso de su periodo de cultivo habitual y así mejorar de manera exponencial la producción.

Para ello este lo que este proyecto busca es realizar el análisis técnico y económico de un sistema de climatización para invernaderos que sea suministrado por energía solar, realizando un análisis costo-beneficio.

- **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de sistema de climatización para invernaderos de los sectores rurales de la región del Maule.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio y posterior análisis de las condiciones climáticas de la zona donde se encuentra ubicado el invernadero.
- Estudiar los temas atinentes a la iniciativa que se pretende proponer en la etapa de diseño.
- Crear sistema de climatización que satisfaga la necesidad en el proceso de cultivo de alimentos
- Analizar económicamente la rentabilidad del proyecto en un plazo medio de tiempo.

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

- **ANTECEDENTES**

Los invernaderos representan un cambio estructural en la forma de cultivar y comercializar productos agrícolas

Esta tecnología abre paso a la generación de verdaderas fábricas de alimentos, que será la forma predominante de agricultura en el futuro.

Uno de los resultados más notables en la producción bajo invernadero es la alta productividad que se puede lograr en un espacio relativamente pequeño. En México, por ejemplo, es posible obtener hasta 500 toneladas de jitomate por hectárea (a) en dos ciclos.

Los invernaderos cuentan con diseños especiales y entre las ventajas más importantes para el agricultor están las siguientes: permite proteger los cultivos de contingencias climatológicas, plagas y enfermedades, además de controlar temperatura, humedad, nutrición y tiempo de riego, además son estructuras o construcciones de diversos materiales, con una cubierta relativamente traslúcida a la luz del sol, empleadas para proteger a las plantas de los efectos negativos de diversos factores y elementos climáticos.

Funcionan bajo dos principios elementales: la transformación de la energía luminosa en energía calorífica y, el movimiento ascendente del aire caliente y el movimiento descendente del aire frío. Así lo plantea Aurelio Bastida Tapia, investigador de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en un extenso estudio sobre invernaderos.

Existen diversos productos agrícolas que se pueden cultivar en invernadero, por ejemplo: Jitomate, Pimiento, Cebollín, berenjena, Lechuga, Pepino, Flores ornamentales, forraje verde hidropónico y Fresa. El investigador refiere que el invernadero se define como aquellas estructuras con cubierta transparente a los rayos solares, empleadas en la producción de plantas y cría de animales, independiente de la época y de las estaciones del año. Es una herramienta productiva de alta tecnología, en las cuales los agricultores se apoyan para obtener altos rendimientos. Los especialistas destacan que este sistema productivo es capaz de aportar cosechas fuera de la época normal en que aparecen en el mercado o se encuentran a campo abierto.

Bastida Tapia distingue dos características de invernadero: la eficiencia, idoneidad para condicionar algunos de los principales elementos del clima dentro de límites bien determinados de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo; y la funcionalidad, es decir, el conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del invernadero, tanto desde el punto técnico como económico.

- **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

-

El análisis de un sistema de climatización para un invernadero implica la evaluación detallada de los componentes y funciones del sistema que proporcionan las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas en un ambiente controlado.

El análisis comienza por identificar los requisitos de temperatura, humedad y ventilación del invernadero de cómo estos pueden variar en diferentes estaciones y condiciones climáticas. Se debe considerar la ubicación geográfica del invernadero, su orientación, tamaño, forma y tipo de cultivo.

Posteriormente se evalúa técnicamente los resultados obtenidos para elegir los componentes más adecuados para el sistema, incluyendo en este análisis la emisión de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética, buscando opciones más sostenibles y eficientes para minimizar el impacto ambiental. Para finalmente realizar un análisis de costos.

- **RESTRICCIONES DEL PROYECTO**

El proyecto se centra específicamente en la evaluación técnica y económica de la implementación de un sistema de climatización en un invernadero de la región del Maule, no se considerará la implementación física de este.

- **MOTIVACIÓN O JUSTIFICACIÓN**

El hecho de siempre vivir en el campo me mantuvo en contacto con todo lo que conlleva el proceso de plantación, cuidado y la obtención de alimentos ya sea en campo abierto o en espacios controlados como en los invernaderos. Por lo que a lo largo de los años supe lo complejo que es producir nuestro propio alimento. Ya sea por el deterioro, agotamiento de tierras o por los excesivos cambios de temperatura, los que afectan directamente los alimentos.

Por lo que el enfoque principal de este proyecto es poder controlar el espacio de cultivo para obtener las condiciones adecuadas, obteniendo como resultados alimentos saludables y lo más importante que pueda producir todo el año.

- **MARCO TEÓRICO**

- **Invernadero**

Un invernadero es una estructura de tamaño y forma variable cubierta con vidrio, plástico u otro material impermeable al agua y a la radiación infrarroja, esta última atrapándola, aumentándola y reteniendo el calor interno que promueve el crecimiento de las plantas.

Su estructura y cubierta crean un espacio cerrado en el que la temperatura, la humedad y otros factores ambientales que favorecen el cultivo de las plantas se mantengan, por tanto, su finalidad es proporcionar a los cultivos condiciones ambientales casi óptimas en diferentes etapas de su desarrollo vegetativo incluso produciendo fuera temporada normal.

Las principales ventajas de estas estructuras son: Su forma y cubierta están destinadas a obtener condiciones micro climáticas artificiales para el cultivo de plantas. En temporada baja proporcionan condiciones óptimas, alta productividad a bajo costo, En menos tiempo, sin dañar el medio ambiente, protégete de la lluvia, el granizo, las heladas, los insectos y el viento excesivo que pueden dañar los cultivos.

En los invernaderos, se produce el denominado efecto invernadero debido a que el material de cubierta transmite un amplio porcentaje de radiación solar, el techo es donde se transmite la mayor parte de la radiación solar absorbida por los sólidos que se encuentra dentro del invernadero, aumentando la temperatura del suelo, provocando que se remita energía en forma de radiación térmica que la cubierta transmite solo una pequeña parte al exterior, quedando la mayor parte de esta energía en su interior.

Las condiciones óptimas que deben tener los invernaderos son:

- Ligereza y resistencia
- Material económico y fácil de construir
- Adaptable a modificaciones

- **Tipos de invernaderos**

Los tipos de invernadero se diferencian principalmente en el diseño de su techo, el diseño de la estructura es una de las partes más importantes, ya que define en parte el potencial del invernadero porque define la entrada de radiación solar y luminosidad, que favorece la fotosíntesis de las plantas.

- Invernadero tipo plano:

Utilizado en regiones productivas con bajas precipitaciones. La estructura de estos invernaderos está constituida por dos partes bien diferenciadas: Una estructura vertical constituida por soportes rígidos perimetrales e interiores. Los pies derechos intermedios suelen estar separados aproximadamente 2 m en sentido longitudinal y 4 m en dirección transversal, aunque podemos encontrar separaciones de 2×2 y 3×4.

Los soportes perimetrales tienen una inclinación hacia el exterior de aproximadamente 30° con respecto a la vertical. El extremo superior está sujetado con vientos que sirven para tensar las cordadas de alambre de la cubierta. (Separación de 1,5 a 2 m). Tanto los apoyos exteriores como los interiores pueden estar constituidos por rollizos de pino o eucalipto y tubos de acero galvanizado. La estructura horizontal está constituida mayormente por dos mallas de alambre galvanizado superpuestas, implantadas de manera manual de forma simultánea a la construcción del invernadero y que tienen la utilidad de portar y sujetar la lámina de plástico.

Figura 1 "invernadero tipo plano"



Fuente: [Invernaderos - INVERNADERO TIPO PARRAL O ALMERIA - Invernaderos - INVERNADEROS DE PLASTICO - Fabricante de Invernaderos, HYPERLINK "https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html"](https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html) Rufepa HYPERLINK "https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html". - Proyectos - Proyectos

Los invernaderos planos poseen una altura de cubierta entre 2,15 y 3,5 m y la altura de las bandas puede oscilar entre 2 y 2,7 m. Los soportes del invernadero se apoyan en bloques tronco piramidales de hormigón colocado sobre pequeños pozos de cimentación.

Principales ventajas de los invernaderos planos:

- Economía en su construcción.
- Alta adaptabilidad a terreno.
- Mayor resistencia al viento.
- Utiliza el agua de lluvia en periodos secos.
- Tiene una gran uniformidad luminosa.

Desventajas de los invernaderos planos:

- Escaso volumen de aire y mala ventilación.

Demasiada especialización en su construcción y conservación.

- Rápido envejecimiento de la instalación.
- Nada recomendable en zonas de lluvias.
- Peligro de hundimiento por las bolsas de agua de lluvia que se crean.
- Peligro de destrucción del plástico y de su instalación por su sensibilidad al viento.
- Dificil mecanización y dificultad en las labores de cultivo.
- Poco estanco al goteo del agua de lluvia y al aire.

- Invernadero tipo túnel

Este tipo no posee paredes rectas, siendo la estructura totalmente curva desde el punto de fijación en el suelo hasta la cumbre. La forma de los arcos puede ser curva u ojival. Estructura sencilla, resistente y robusta. La unión de los arcos se realiza con crucetas bicromatadas proporcionando a la estructura la flexibilidad suficiente para garantizar la resistencia, incluso en escenarios climáticos desfavorables. Caracterizado por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica o de PVC. El uso de este tipo de invernadero se está extendiendo, por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, la resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación (estructuras prefabricadas) Con soportes de tubos de hierro galvanizado y una separación interior de 5×8 o 3×5 m. La altura máxima oscila entre 3,5 y 5 m. Las bandas laterales pueden tener alturas de 2,5 a 4 m. El ancho está comprendido entre 6 y 9 m y permiten el adosamiento de varias naves en batería. Posee una ventilación por medio de ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero. Está orientado a la producción de cultivo de porte bajo.

Figura 2 "Invernadero tipo túnel"



Fuente: [Invernaderos Túnel - IEP invernaderos \(inverelpilar.com\)](http://invernaderos.com)

Ventajas de los invernaderos tipo túnel

- Barato y sencillo.
- Mayor capacidad de control del clima.
- Permite la instalación de sistemas de climatización.
- Reduce considerablemente el problema de la condensación y el goteo del agua.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- Pocos obstáculos en su estructura.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento y facilita su accionamiento mecanizado.
- Buen reparto de la luminosidad en el interior.
- Fácil instalación y montaje.

Inconvenientes de los invernaderos tipo túnel

- Elevado coste.
- Dimensiones y Características Estándares reducidas

- No aprovecha el agua lluvia

- Invernadero Tipo Capilla o Multi capilla

Este invernadero se caracteriza por estar construido por arcos curvos semicirculares que componen su cubierta con una estructura totalmente metálica. Los invernaderos de capilla simple poseen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas.

Figura 3 “Invernadero tipo capilla”



Fuente: [Linea HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" del](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
[Tiempo HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion"](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
[Ventilacion HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion"](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
[HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" timeline HYPERLINK](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
["https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" | HYPERLINK](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
["https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" Timetoast HYPERLINK](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
["https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" HYPERLINK](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)
["https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" timelines](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion)

Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves yuxtapuestas. La ventilación es mejor comparada con los otros tipos de invernadero, debido a su

ventilación cenital en la cumbrera de los dos escalones que forma la unión de las dos naves. Sumado a que cuentan con ventilación vertical en las paredes frontales y laterales. Su construcción es más dificultosa y de mayor valor económico que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas. La ventilación es por ventanas frontales y laterales.

Ventajas Invernaderos Tipo Capilla

- Fácil construcción y conservación.
- Adaptable a la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta.
- La ventilación vertical es fácil y con la posibilidad de mecanización sencilla.
- Instalación práctica de ventanas cenitales.
- Permite la unión de varias naves en batería
- Buen reparto de la luminosidad en el interior

Desventajas

- mayores números de elementos que disminuyen la transmisión de luz solar
- elementos de soportes internos que dificultan los desplazamientos y el emplazamiento de cultivos.
- **Factores Climatológicos a los que se somete el Invernadero**

La producción agrícola bajo invernadero nos permite obtener productos de buena calidad y grandes rendimientos, en relación a los sistemas de cielo abierto. El cultivo en condiciones protegidas permite producir en diferentes estaciones del año y permite alargar los ciclos de cultivo para poder producir en las épocas más difíciles del año. Se sabe que el gran reto de tener una producción bajo invernadero es mantenerlo, pese a las exigencias del medio ambiente. El control ambiental en los invernaderos está basado en manejar de forma adecuada todos aquellos sistemas instalados en el invernadero, como calefacción, ventilación y el suministro de fertilización carbónica, para mantener los niveles adecuados de radiación, temperatura, humedad relativa y nivel de CO₂, y así conseguir la mejor respuesta del cultivo, mejorando el rendimiento, precocidad y calidad del cultivo en general.

- Radiación y Temperatura

Conocer a detalle los requerimientos de la especie cultivada es uno de los factores más importante al iniciar una producción bajo invernadero. En este sentido, la temperatura juega un papel fundamental en el adecuado desarrollo del cultivo, y en los invernaderos este factor es manejable para brindar condiciones ideales al cultivo.

En términos de temperatura se deben considerar los siguientes conceptos para tener claro nuestro margen de control.

- Temperatura mínima letal, Bajo este valor los cultivos manifiestan claros daños en su fisiología.
- Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Valores por encima o debajo respectivamente, donde los cultivos difícilmente pueden alcanzar una determinada fase (floración, fructificación, etc.)
- Temperaturas nocturnas y diurnas. Indican los valores y oscilaciones aconsejados para un correcto desarrollo de del cultivo.

El comportamiento de las plantas es el mejor indicador de los efectos de la temperatura y de los demás factores. Cada cultivo tiene particularidades y se expresa de diferente manera a las condiciones de temperatura, conociendo la fisiología y las características de cada cultivo pueden hacerse las modificaciones necesarias para generar el ambiente de mejor respuesta para el cultivo. El papel que juega la luz en la producción hortícola es indiscutible.

El principal parámetro en el balance energético de un invernadero es la temperatura exterior, que determina de forma directa las necesidades de refrigeración y calefacción. La ventilación de un invernadero puede realizarse de manera natural, a través de ventanas, llamada ventilación pasiva o estática, o bien artificialmente utilizando ventilación forzada, por medio de extractores.

En determinadas ocasiones, debido a la situación climática, resulta insuficiente la mejora de ventilación para disminuir la temperatura y se vuelve necesario incorporar sistemas de refrigeración basados en la evaporación de agua, que permiten de forma simultánea la disminución de la temperatura y aumentan la humedad en el aire.

Los invernaderos deben conectar el máximo de radiación solar durante todo el día en invierno y durante el resto del año deben aprovechar la radiación de la mañana y de la tarde, para lograr un balance térmico favorable y activar la fotosíntesis al transmitir parte del espectro visible.

Las plantas absorben radiación –de 400 a 700 nm– en sus células y la usan para la fotosíntesis, transformando gas de bióxido de carbono (CO_2) en azúcares. Por eso la radiación entre 400 a 700 nm es llamada radiación fotosintéticamente activa.

La radiación solar es la principal fuente de entrada energética al invernadero, la mayor parte es absorbida por la propia planta; un porcentaje menor lo absorbe el suelo y algo la estructura del invernadero.

- Humedad (absoluta y relativa)

La humedad relativa es de los factores principales dentro de los invernaderos, y tiene estrecha relación con la temperatura. El control de este factor es de vital importancia, ya que al igual que la temperatura, la mejor respuesta del cultivo solo puede lograrse dentro de un cierto rango de humedad y este depende de la especie cultivada.

No tener las condiciones ideales de humedad puede provocar diferentes situaciones negativas para los cultivos. La humedad relativa alta favorece la propagación de hongos, provoca enfermedades e incluso daños a las estructuras de los invernaderos; por el contrario, la humedad relativa baja disminuye el ritmo de crecimiento de las plantas (cierre de estomas y baja tasa fotosintética).

Las plantas tienen que transpirar agua para transportar nutrientes, refrigerarse y regular su crecimiento. La transpiración depende del déficit de presión de vapor (DPV). Cuando la humedad relativa es alta se afecta el intercambio gaseoso y reduce la transpiración, provocando así poca eficiencia en la absorción de nutrientes.

La humedad relativa alta también puede dificultar la polinización, puesto que el polen húmedo puede quedar pegado en los órganos masculinos.

La humedad absoluta es la cantidad total de vapor de agua contenido en un determinado volumen de aire. El vapor de agua se mide en gramos y el de aire en m³. La humedad absoluta, pues, la expondremos en gramos de vapor de agua por metro cúbico de aire.

- Dióxido de carbono (CO₂)

El CO₂ es de los “fertilizantes” más importantes para los cultivos, puesto que contiene aproximadamente un 44 % de carbono y una cantidad similar de oxígeno. El aire es la única fuente de CO₂ para las plantas y su contenido no excede el 0.04 % (400 ppm).

Se sabe que la velocidad de crecimiento de las plantas decrece abruptamente cuando la concentración mínima de CO₂ desciende por debajo de 300 ppm. La mayoría de los cultivos desarrolla y produce mejor cuando la concentración de CO₂ disponible excede de este nivel.

La fertilización carbónica hoy en día juega un papel fundamental en el incremento de rendimientos en muchas zonas productoras bajo invernadero, aunque su uso depende de muchos factores por los costos que implica.

- **Equipos para Manipular el Clima**

Ante la imposibilidad de poder modificar el clima para producir todo el año a campo abierto, se producen estas estructuras o equipos que modifican ciertos elementos del clima en un espacio controlado, entre las más importantes u ocupadas se encuentra el invernadero, los BioEspacios y las casas sombra.

- **Control Climático en los Invernaderos**

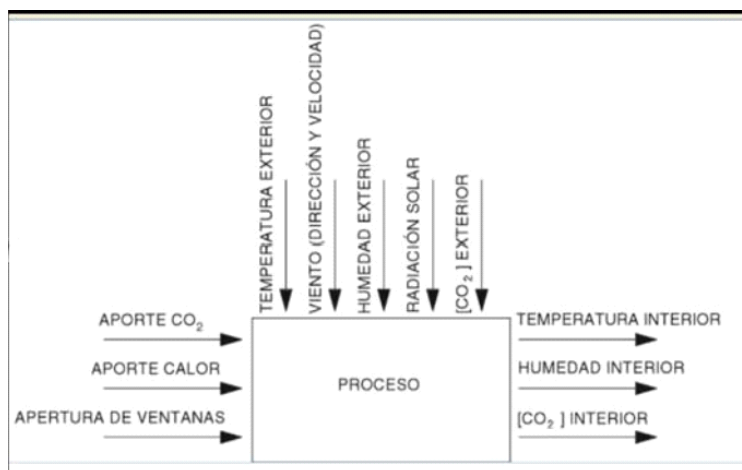
Las condiciones climáticas dentro de un invernadero varían según el tiempo y clima de la zona. Por lo que se han desarrollado herramientas para regular dichas condiciones, la regulación de un proceso en un sistema, agrupa técnicas y medios materiales que se encargan de regular las condiciones alcanzando el correcto funcionamiento del sistema

los procesos a regular son:

sistema entrada-salida: Las entradas del sistema en un invernadero son: el aporte de CO₂, el aporte de calor de calefacción y la apertura de ventanas para ventilar.

Las perturbaciones: son la temperatura exterior, la velocidad y dirección del viento exterior, la humedad exterior, la radiación y el CO₂ exterior.

Las salidas: son la temperatura interior, la humedad interior y el CO₂ interior



Fuente: Creación propia

Existen distintos métodos para generar las condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo del cultivo. En general, se utilizan sistemas de generación de calor.

- **Sistemas de Control con Energías Renovables**

La energía es la base en el problema del cambio climático, pero también fundamental para su solución. Gran cantidad de los gases de efecto invernadero que cubren la Tierra y atrapan el calor del Sol son generados debido a la producción de energía, mediante la quema de combustibles fósiles con el objetivo de generar electricidad y calor.

Los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, son responsables de más del 75 % del total de emisiones de gases globales de efecto invernadero y cerca del 90 % del total de emisiones de CO₂. Para evitar los impactos más negativos del clima, es necesario reducir las emisiones a la mitad en 2030 y alcanzar el cero neto en el año 2050.

Para ello están las fuentes de energías renovables, que se encuentran en abundancia en nuestro entorno, ya sean aportadas por el Sol, el viento, el agua, los residuos o el mismo calor de la Tierra, son renovadas por la propia naturaleza y emiten pocos contaminantes en el aire.

- **Energía solar fotovoltaica**

El efecto fotovoltaico se produce con la transformación de luz solar directa en electricidad. Este efecto se produce en dispositivos o uniones formadas por sólidos, líquidos y gases, pero es en sólido especialmente en los llamados semiconductores, donde se han observado las mayores eficiencias de conversión de potencia luminosa a potencia eléctrica. La unidad mínima de transformación en donde se realiza el efecto se llama celda solar. La electricidad que genera es del tipo directo o corriente directa. Las celdas solares se agrupan mediante conexiones en serie o en paralelo para aumentar la potencia de

generación y formar los llamados módulos fotovoltaicos, Independientemente del tipo de agrupación eléctrica entre las celdas y/o los módulos solares, a las tecnologías de transformación de luz a electricidad se les llama comúnmente generadores fotovoltaicos. Las celdas solares y los módulos fotovoltaicos son especificados y comercializados por la potencia máxima o potencia pico que pueden generar cuando sobre ellos incide una irradiación de $1,000 \text{ W/m}^2$ llamada el pico de la radiación solar.



Los paneles fotovoltaicos son usados para suministrar electricidad a cualquier aparato eléctrico tales como motores, lámparas, baterías para almacenar energía, y cualquier aparato electrodoméstico. Con este tipo de acondicionadores es posible que un sistema fotovoltaico opere en paralelo e interactúe con la red de corriente alterna convencional. El acoplamiento entre el generador fotovoltaico, el acondicionador, el sistema de almacenamiento de energía, y las cargas a energizar se les conoce con el nombre de sistema fotovoltaico.

Fuente: [Kit Solar HYPERLINK "https://listado.mercadolibre.cl/kit-solar-basico"](https://listado.mercadolibre.cl/kit-solar-basico)Basico HYPERLINK
"<https://listado.mercadolibre.cl/kit-solar-basico>" | MercadoLibre HYPERLINK
"<https://listado.mercadolibre.cl/kit-solar-basico>"📄

El componente básico de cada sistema fotovoltaico es la celda solar. En la mayoría de los casos está fabricada de silicio, un semiconductor que también se usa para diodos, transistores y chumaceras. En estas celdas solares se genera un voltaje de aproximadamente 0.5 V. La corriente liberada depende de la radiación y el área de la celda, pero generalmente se encuentra entre 0 y 10 A.

La potencia de un módulo solar se mide de acuerdo con las condiciones de prueba estándar y se define por la intensidad de luz solar, E , a una temperatura de 25 °C para el módulo.

$$E = 1000 \text{ W/m}^2$$

La capacidad del módulo solar en condiciones estándar es la potencia nominal del módulo. Se proporciona en Watt Peak (Wp), ya que describe la potencia máxima del módulo en condiciones óptimas.

El grado de eficiencia Módulo solar es la relación entre la potencia nominal eléctrica entregada referenciada y la potencia óptica incidental

$$\eta_{Modulo} = P_{STC} / P_{opt} = P_{STC} / E_{STC} \cdot A_M$$

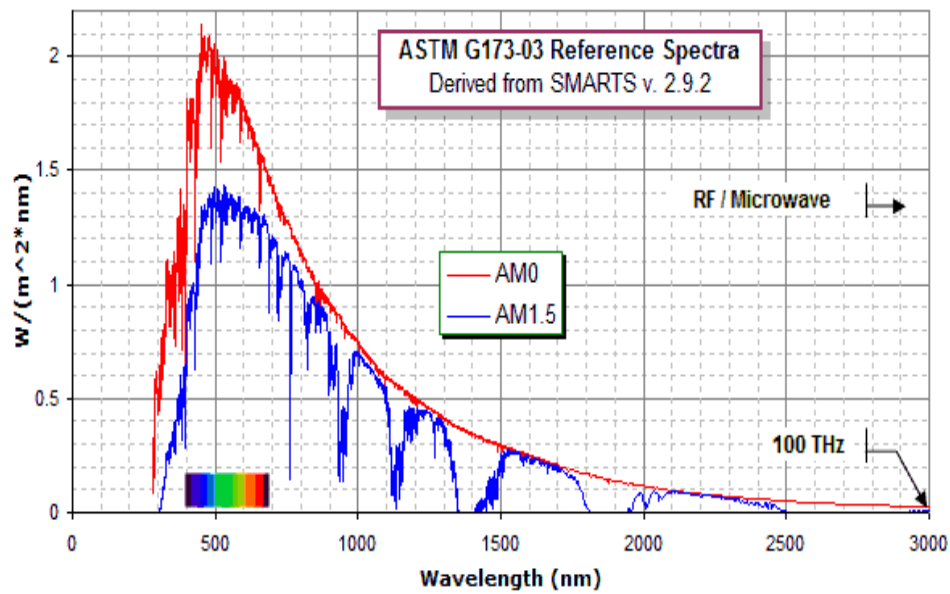
Donde A_M es el área del módulo. La constante solar es la irradiación solar extraterrestre, incidente en un plano perpendicular a la dirección de esta radiación, cuando la Tierra está a la distancia media del Sol (149.5x10⁵ km).

De acuerdo con el World Radiation Center, el valor de I_{cs} es:

$$I_{cs} = 1367 \text{ W m}^2$$

Según la Ley de radiación de Planck, la temperatura de la superficie determina el espectro de la radiación.

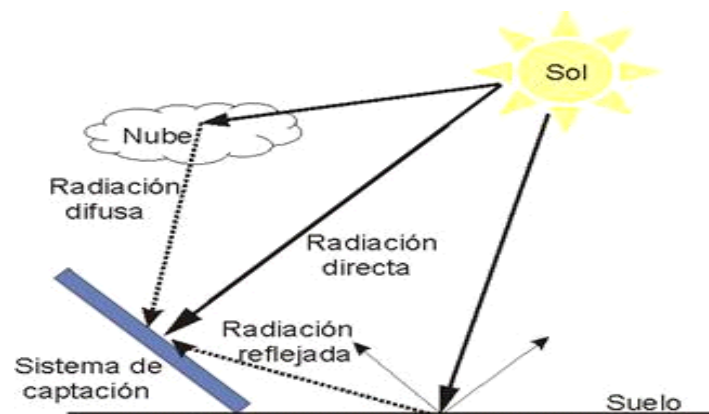
Figura 6 “Grafica radiación recibida”



Fuente: [Reference Solar Spectral Irradiance: ASTM G-173 PV Cell Operational Regions - RF Cafe](#)

La Tierra recibe solo el 61% de la llamada radiación directa. Sin embargo, debido a la dispersión de la luz en la atmósfera existe una porción adicional llamada radiación difusa o reflejada. La suma de ambos tipos de radiación se llama radiación global.

Figura 7 “Esquema tipos de radiación”



Fuente: [RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA – ARQUITECTURA EFICIENTE](#)
(pedrojhernandez.com)

- **Balance Térmico en el Invernadero**

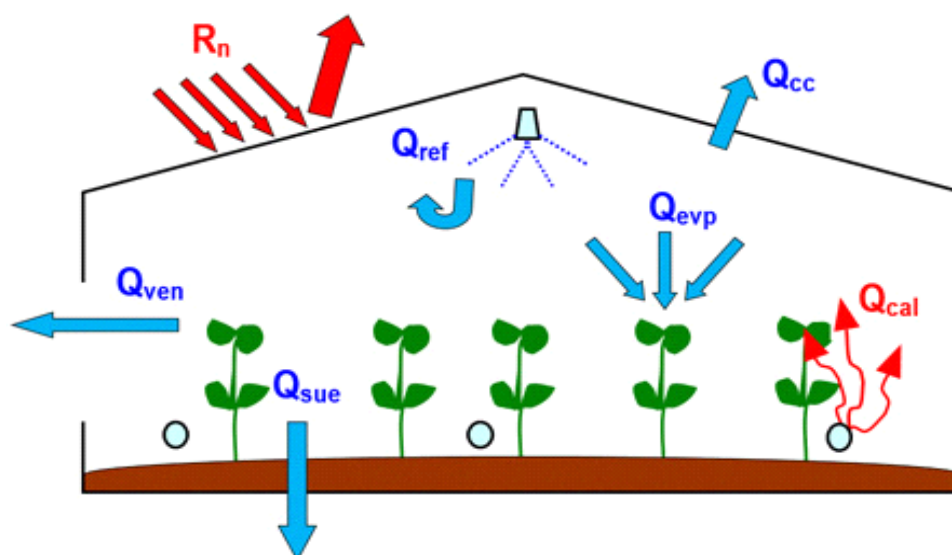
De todas las variables controlables en un invernadero, es la temperatura la más importante, en especial en regiones como Ñuble con un régimen climático complicado

El estudio de un balance térmico a un invernadero abarca un amplio estudio de diferentes pérdidas y generaciones de calor dentro del sitio de estudio

Este balance térmico se puede modelar con la siguiente ecuación.

$$Q_{net} + Q_{nec} = Q_{cc} + Q_{ren}$$

Figura 8 “Esquema balance térmico en el invernadero”



Fuente: : [Desarrollo de un modelo de simulación del microclima dentro de invernaderos mediante balance de energía - Horticultura \(interempresas.net\)](http://interempresas.net)

El flujo de calor por evapotranspiración y la pérdida de calor a través del suelo no son considerados importantes en este balance.

El calor neto por radiación puede ser descrito como:

$$Q_{net} = \tau_c(1 - r_s) \cdot Q_{rad}$$

La pérdida de calor debido a la renovación del aire interior del invernadero (ventilación e infiltración) se determina con:

$$Q_{ren} = q_v \cdot c_p \cdot \rho (T_{int} - T_{ext}).$$

En donde, q_v representa la velocidad de ventilación

$T_{int} - T_{ext}$, define la diferencia de temperatura del aire entre el interior y el exterior del invernadero.

Para el cálculo del flujo de calor perdido a través de la cubierta se empleó la ecuación

$$Q_{cc} = h \cdot w(T_{int} - T_{ext})$$

Donde, w representa la relación de las superficies de la cubierta y del piso, por lo que su valor es adimensional.

El flujo de calor que debe ser proporcionado por el sistema de calefacción ya sea a aire o agua, se definió por medio de la ecuación

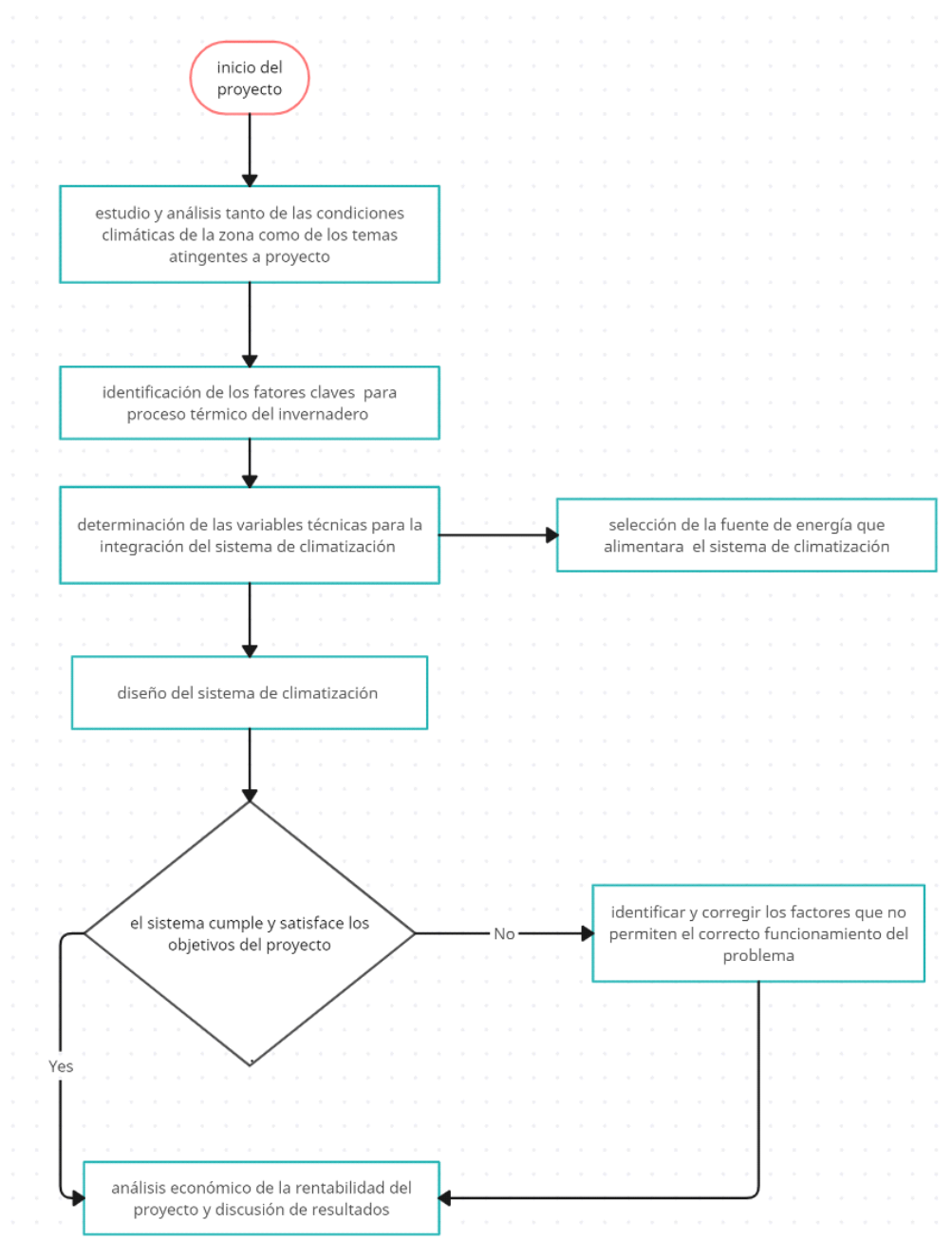
$$Q_{nec} = Q_{cc} + Q_{ren} - Q_{net}$$

- **DESARROLLO**

- **Método de Diseño del Sistema de Climatización**

Es presente proyecto se centra en controlar las condiciones climáticas de un espacio controlado, así como realizar un diseño experimental y estrategias de control. Para ello se presenta un diagrama de flujo con la metodología del proceso.

Figura 9 “Diagrama de flujo del método de diseño del sistema de climatización”.



Fuente: creación propia utilizando programa “Creately”

- **Análisis Climatológico de la Región de Ñuble**

- **Dimensionamiento de la región de Ñuble**

Ubicada en zona centro-sur de Chile, aproximadamente a 420 kilómetros al sur de Santiago, región nueva que antes perteneciente a la región del Biobío.

Figura 10 “Mapa región de Ñuble”



Fuente: [Hoy entra en vigencia la nueva Región de Ñuble: cuenta con tres provin - Gob.cl \(www.gob.cl\)](http://www.gob.cl)

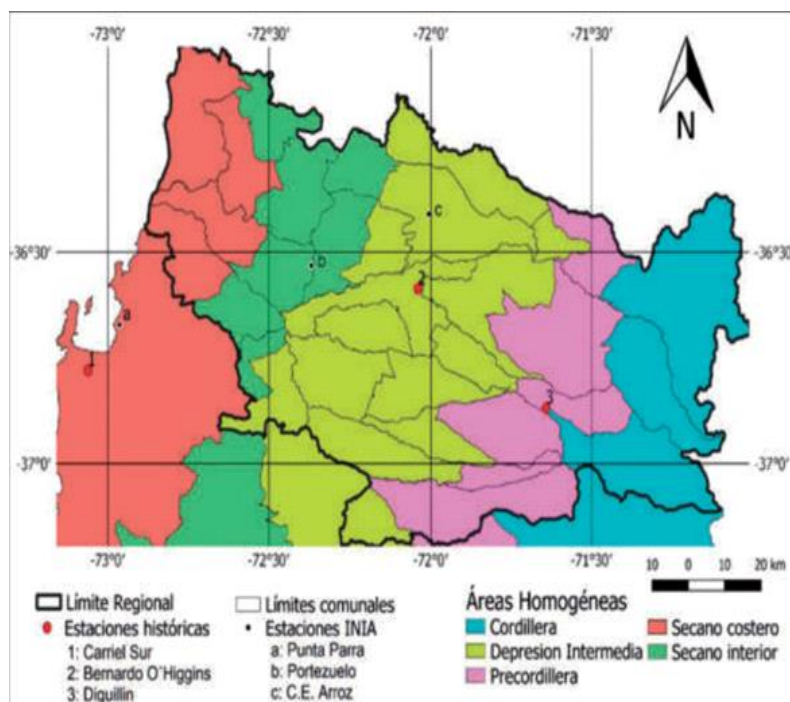
Ñuble posee una gran diversidad de paisajes (cordillera, valles, ríos, arroyos y mar), además de su riqueza en su sistema natural, que constituye en gran porcentaje de su

economía por las actividades agropecuaria, con fuerte presencia del sector agrario tradicional.

- **Tiempo y Clima de la Región**

La acción de influencia de la baja climática latitudinal está dada por la dinámica de los centros anti ciclones y ciclones que se desplazan en el océano pacífico. Por lo que se considera un territorio de climas con fluencia anti ciclones y ciclones alterados, específicamente corresponde a una variación extrema entre climas de precipitaciones y heladas invernales y periodos secos de verano.

Figura 11 “Mapa del clima de la región de Ñuble”



Fuente: [NR42040 \(inia.cl\)](http://NR42040.inia.cl)

Las condiciones climáticas anteriormente mencionadas se presentan entre los 34° y 38° latitud sur, por lo que los periodos de mal tiempo se relacionan a condiciones de inestabilidad ciclónica de invierno.

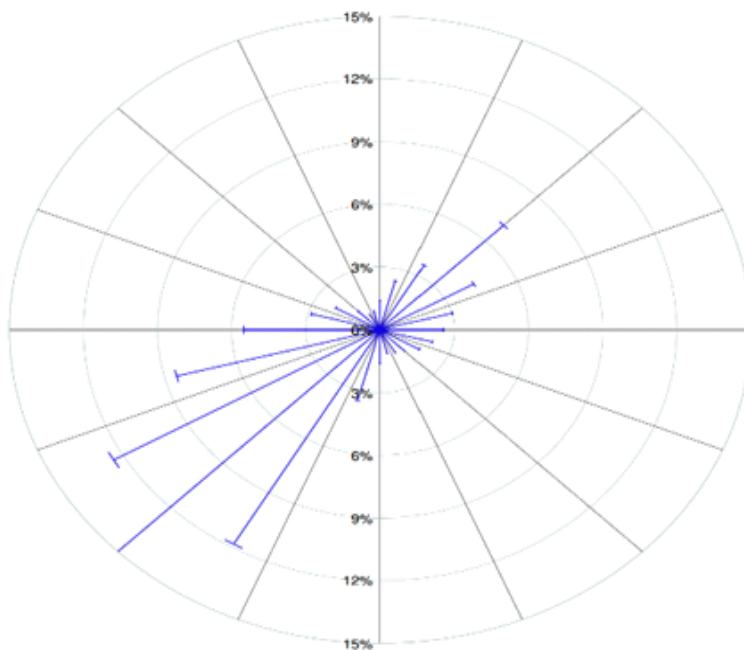
En los meses de verano se producen déficit de precipitaciones producto de la fuerte fluencia de las estables condiciones del anticiclón cálido subtropical.

Las precipitaciones más importantes ocurren en los meses de mayo a agosto siendo un 70% del total anual de precipitaciones.

Temperaturas medias anuales en la región de 13 °C, descendiendo 1 °C en sectores como Diguillín y de 2 °C a 3 °C en sectores costeros.

La cercanía al mar influye demasiado en las variaciones de amplitud térmica anual, o diferencias entre la temperatura media del mes más cálido y el más frío.

- **Sistemas de Vientos**



Enfocándonos en su dirección, los flujos de viento aparecen claramente diferenciados según la estación del año, en verano se presentan frecuencias dominantes del SUR y SUROESTE, en cambio en los meses de invierno adquieren mayor relevancia los vientos del NORTE y NOROESTE, esto se produce por las bajas presiones que se localizan en el Océano Pacífico de la zona centro-sur de Chile.

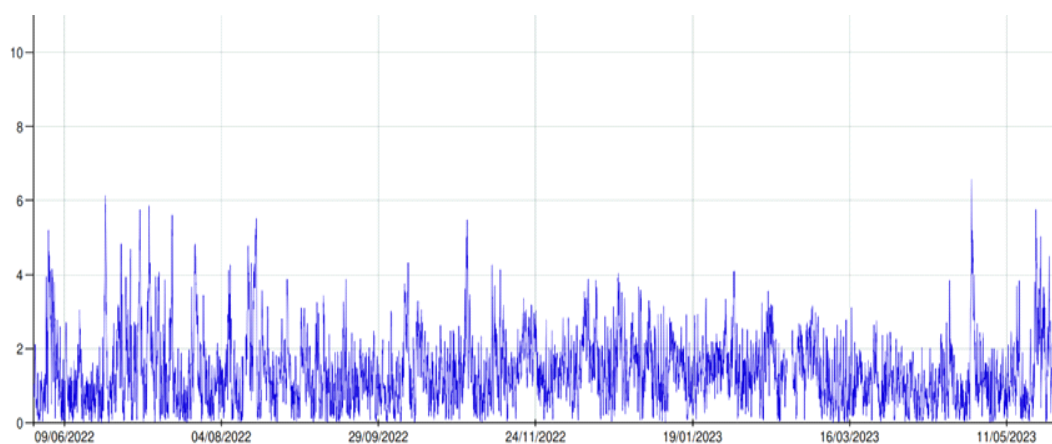
Fuente: Estación INIA, Chillán - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (mma.gob.cl)

El relieve del territorio también tiene influencia en la dirección de los flujos estacionales de los vientos de superficie, específicamente en la dinámica de la depresión intermedia, en invierno aquí dominan los vientos del NORTE y NORESTE. Sin embargo, en verano existe un desarrollo dominante del SUR y SUROESTE, como ya se indicó, proporcionado por la estabilidad de los núcleos de alta presión.

La singular disposición del relieve chileno tiende a limitar la gran presencia de vientos de superficiales de los cuadrantes NOROESTE y SURESTE, dado de que se encuentran entre la cordillera de los Andes y la cordillera de la costa.

Estas cordilleras producen una canalización de flujos que producen significativos efectos térmicos. Otro efecto orográfico derivado de las cordilleras o grandes alturas es la sombra orográfica(pluviométrica) que se genera partir de los 1.200 m en el valle.

Figura 13 “Flujo de vientos superficiales”



Fuente: [Estación INIA, Chillán - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire \(mma.gob.cl\)](http://mma.gob.cl)

Las desigualdades térmicas entre el océano y en continente producen un fenómeno conocido como brisas de mar y tierra, este fenómeno en la región es de gran importancia para el sector forestal, en específico para las plantaciones forestales debido a buena estabilidad del sector costero especialmente a partir del mediodía. Aprovechando la inclinación de donde viene el viento de la cordillera de la costa y los ejes fluviales logran penetrar un poco más al interior del país, con alta humedad y formación de abundante niebla densa en la superficie.

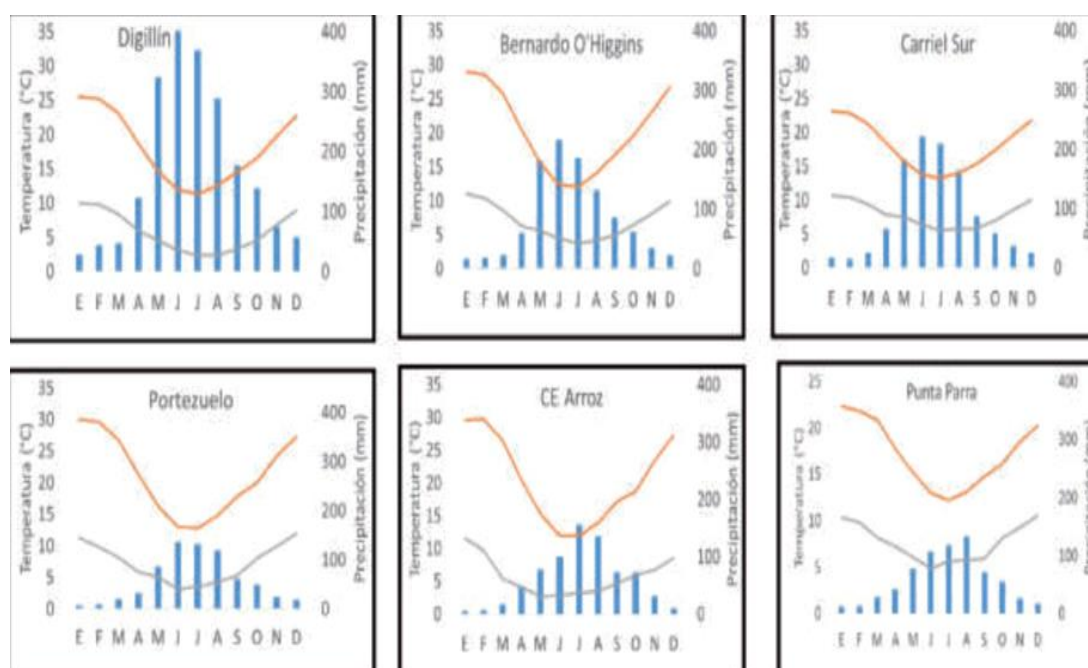
- **Distribución de Precipitaciones**

Las precipitaciones medias anuales en la vertiente andina presentan máximos de 2.000 a 2.500 mm, en cambio, en la costa se reducen a 1.200 mm, esto se explica por presentar una menor elevación y constituir la vertiente de sotavento de la cadena y recibir masas de aire con menor carga de humedad.

En el mes más húmedo del año el área andina presenta valores de pluviosidad del orden de 300 a 500 mm. En enero los valores disminuyen a 30 o 40 mm.

En julio las precipitaciones en sectores costeros son de aproximadamente 400 mm en las zonas de menor altura mientras que, en mayores elevaciones asciende a los 600 mm o más, mientras que en enero se registran cantidades muy bajas entre 40 y 50 mm.

Figura 14 “Distribución de precipitaciones”



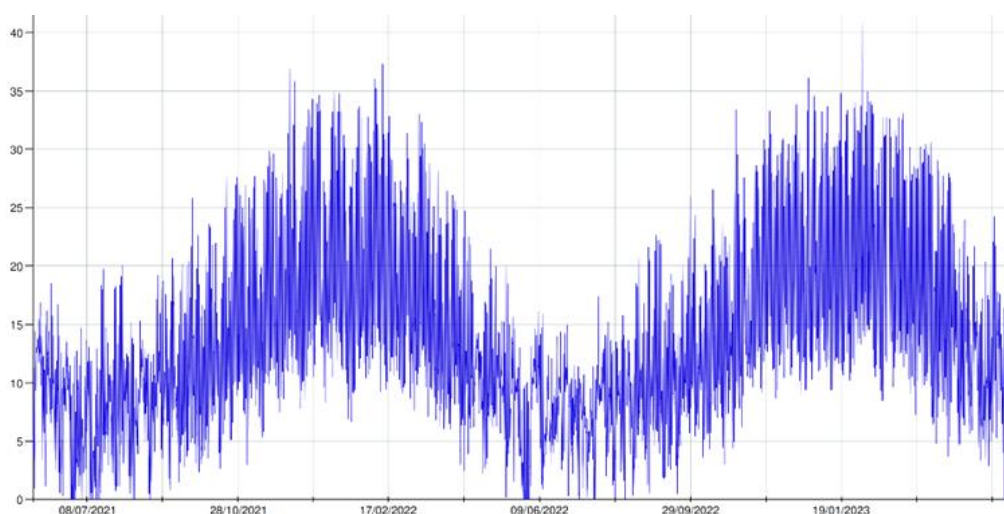
Fuente: [NR42040 \(inia.cl\)](http://nr42040.inia.cl).

Las precipitaciones están asociadas a la influencia ciclónica del Océano Pacífico, provocando condiciones de tiempo lluvioso y frío, pero igualmente con niveles de variación espacial, por lo que en el sector costero existe mayor pluviosidad que en la depresión intermedia, pero estas se incrementan por la vertiente de barlovento y el movimiento convectivo ascendente de la masa de aire, producto a la presencia de la cordillera Andina

- **Distribución de Temperaturas**

Las precipitaciones producen patrones lineales que son concordantes con la distribución espacial de las temperaturas.

Figura 15 “Distribución de temperaturas”



Fuente: [Estación INIA, Chillán - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire \(mma.gob.cl\)](http://mma.gob.cl)

Los valores térmicos medidos anuales más bajos se presentan en los sectores montañosos del este y oeste de la región siendo la temperatura de 10 °C, aumentando progresivamente hasta llegar a 13 °C.

En enero, se presentan tanto como una situación térmica favorable y temperaturas medias elevadas, siendo estas:

Tabla 1 “Valores térmicos en enero”

REGIÓN DE ÑUBLE En enero	SITUACIÓN TÉRMICA	TEMPERATURAS MEDIAS	
ZONA CENTRO Y ALREDEDORES	19 °C	28 °C	
SECTOR COSTERO	16 °C	25 °C	
SECTORES CON ALTITUD MAYOR A 200 m	15 °C	24 °C	

Las temperaturas bajas de invierno, son consecuencia de los vientos fríos que soplan las laderas del valle. En verano producto del mismo efecto, el descenso de aire caliente de la cordillera genera que la sensación térmica sea alta.

Tabla 2 “Valores térmicos en julio”

REGIÓN DE ÑUBLE En julio	SITUACIÓN TÉRMICA	TEMPERATURAS MEDIAS	
ZONA CENTRO Y ALREDEDORES	7 °C	10 °C	
SECTOR COSTERO	3 °C	7 °C	
SECTORES CON ALTITUD MAYOR A 200 m	1 °C	4 °C	

- **Tipos de climas**

Gracias al método de clasificación de Thornthwaite, se pueden dividir en dos grandes tipos climáticos: “Per húmedo de eficacia meso térmica y Húmedo meso térmico, cuyas características desde el punto de vista del índice hídrico anual, son más variables que la eficacia térmica la que presenta homogeneidad en casi todos los tipos detectados”

Tabla 3 Clasificación del clima de Thornthwaite

En función de la humedad			En función de la eficacia térmica		
Tipo de clima		Índice de humedad	Tipo de clima		ETP en cm
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B ₄	Húmedo	80 ↔ 100	B' ₄	Mesotérmico	99,7 ↔ 114
B ₃	Húmedo	60 ↔ 80	B' ₃	Mesotérmico	88,5 ↔ 99,7
B ₂	Húmedo	40 ↔ 60	B' ₂	Mesotérmico	71,2 ↔ 88,5
B ₁	Húmedo	20 ↔ 40	B' ₁	Mesotérmico	57 ↔ 71,2
C ₂	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C' ₂	Microtérmico	42,7 ↔ 57
C ₁	Subhúmedo seco	-20 ↔ 0	C' ₁	Microtérmico	28,5 ↔ 42,7
D	Semiárido	-40 ↔ -20	D'	Tundra	14,2 ↔ 28,5
E	Árido	-60 ↔ -40	E'	Hielo	< 14,2

Fuente: [Geo - HYPERLINK "https://geoconceicao.blogspot.com/2012/05/classificacao-climatica-de-thornthwaite.html"](https://geoconceicao.blogspot.com/2012/05/classificacao-climatica-de-thornthwaite.html) Conceição [HYPERLINK "https://geoconceicao.blogspot.com/2012/05/classificacao-climatica-de-thornthwaite.html"](https://geoconceicao.blogspot.com/2012/05/classificacao-climatica-de-thornthwaite.html) : CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (geoconceicao.blogspot.com)

- Climas Per húmedos de eficacia Meso térmica.

- Clima con poca o ninguna falta de agua durante el año: se manifiesta en la faja longitudinal N a S de la vertiente barlovento de la cordillera de los Andes, entre 00 y 1.200 m. Del punto de vista del balance medio anual de humedad, el sector presenta los menores déficit de toda la zona (0 a 5 cm).
- Clima con moderada falta de agua en verano: Se extiende en el área longitudinal centro oriental de la depresión central, entre 180 a 600 m. de altura. La falta de agua, cuando se produce, no supera un mes de déficit.

- Climas Húmedos Meso térmicos

- tipo climático que presenta gran deficiencia de agua en verano Se localiza en la vertiente de sotavento de la cordillera de la Costa, con un balance medio anual de humedad representativo de las áreas costeras bajas de deficiencia superior a 21 cm.
- Clima con deficiencia de agua moderada en verano Se presentan en un área de reducida extensión adyacente a la localidad de Pemuco, cuyo período de déficit se da en tres meses, con montos de 16,7 a 20 cm de agua en suelos de tipo arcillosos.
- Climas con moderadas faltas de agua en verano: Se manifiesta en el sector longitudinal centro occidental de la depresión central y se prolonga a la vertiente NE de la cordillera de la Costa

- Áreas Agroclimáticas

En la perspectiva del clima y sus potencialidades agrícolas para Ñuble, se destacan 6 distritos agroclimáticos significativos asociados al relieve del territorio.

- Agroclima Cordillera andina

- la Cordillera de Los Andes, sobre los 1.500 m de altitud.
- De uso limitado para esparcimiento y deportes de montaña.
- Presenta gran concentración de precipitaciones que superan los 2.000 mm.
- Presencia de nieve la mayor parte del año en las mayores cumbres.
- La temperatura media anual es inferior a 7 °C.
- Presencia de heladas incluso en primavera y verano.

- Agroclima cordillera media

- Corresponde al sector de la Cordillera de los Andes, ubicado entre los 600 y 1.500 m de altitud, con mayor presencia forestal, clima mediterráneo dado la concentración de precipitaciones en invierno y a un período de sequía de 2 – 3 meses en verano.
- Dependiendo de la altitud será mediterráneo fresco o frío.
- El promedio anual de la pluviometría es superior a 2.000 mm, excepto en donde cae mucha nieve mucho, donde ésta es menor.
- La temperatura media anual es menor a 12 °C.
- La suma térmica es menor de 2.500 °C día.
- El período libre de heladas varía entre 0 – 3 meses.
- El largo de la estación de crecimiento es variable, siendo en algunos lugares muy cortos (3 meses) debido a las bajas temperaturas invernales.

- Agro clima pre cordillera andina

- área ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, entre los 300 m y 600 m de altitud, con una topografía predominante de carácter ondulada, con pendientes que en muchas veces restringen el uso estos suelos.
- Según características climáticas, esta zona presenta un mediterráneo temperado.

- La pluviometría anual promedio supera los 1.400 mm, teniendo a mayor altitud valores más altos.
 - Las precipitaciones entre marzo y agosto son proporcionan entre un 69-79% del total anual, en los diferentes sitios.
 - Las precipitaciones en la pre cordillera andina presentan grandes luctuaciones interanuales.
 - La evapotranspiración entre diciembre y marzo supera los 350 mm, lo que causa un déficit hídrico es de 3-4 meses.
-
- La media de temperatura anual es entre 12,5 °C y 13,9 °C incluyendo una suma térmica que varía entre 2.737 °C y 3.321 °Cdía.
 - El período sin heladas es de 5 a 6 meses en los sitios más altos (400 m.s.n.m.).
 - La temperatura máxima del mes más cálido se encuentra entre 27 °C y 29 °C, y la mínima del mes más frío entre 2,9 °C y 4,8 °C.

- Agroclima chillan

- ubicado al sur poniente de la Depresión Intermedia (Valle Central), vecino a la Cordillera de la Costa y al secano interior.
- La precipitación anual es de 1.000-1.300 mm.
- La temperatura media anual está en el rango de 13,5-14,0 °C, la temperatura mínima del mes más frío, varía entre 3,7 y 5,0 °C, las sumas térmicas base 5 °C superiores a 3.100 °Cdía.
- El período libre de heladas es de 5-6 meses

- Agroclima cauquenes

- Se localiza en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, abarcando las Comunas de Ninhue, San Nicolás, Portezuelo, Ránquil, Quillón, el

sector poniente de las comunas de San Carlos, Chillán y Bulnes, y una parte de Coelemu.

- La precipitación promedio en diferentes localidades fluctúa entre 640 y 1.100 mm, pero con un rango de variación entre años muy amplia.
- Es el área de menor precipitación en la región por el efecto de sombra orográfica de la Cordillera de la Costa.
- El 80% del agua precipita entre marzo y agosto y solo el 15% ocurre en el período septiembre-noviembre, esto determina que el agua disponible para los cultivos en promedio dure hasta octubre.

- El índice de humedad a partir de noviembre y durante todo el verano, es menor que 0,5, lo que significa que en esta época hay un déficit hídrico.
- La temperatura anual promedio es entre 13,3 y 15,6 °C, con una amplitud térmica anual que supera los 22 °C.
- La acumulación térmica anual es de 3.500°C día.
- Las horas de frío anuales son 1.154 horas.
- Las temperaturas mínimas del mes más frío son de 4,7°C.
- La temperatura máxima del mes más cálido es de 27°C.
- El período libre de heladas varía entre 6 a 7 meses. El período de crecimiento dura 6 meses y se extiende desde mayo a octubre.

- Agroclima Constitución-Concepción

- la franja costera del territorio regional, abarcando las comunas de Cobquecura, Trehuaco y Coelemu.

- clima mediterráneo marino
- precipitación promedio anual inferior a 900 mm al norte del Itata y de 1.200-1.400 mm al sur de éste con muy bajas precipitaciones entre diciembre y febrero.
- La temperatura media anual es de 14°C y en algunas zonas solo 12 o 13°C.
- la mínima se detectó en el mes de Julio, con variación entre 5,5°C y 6,5°C.
- la máxima se alcanza en el mes de enero, fluctuando entre 23 y 24,5°C.
- La suma térmica es de 3.306 °C día a 2.600 °C día, disminuyendo al sur del territorio.
- El período libre de heladas es de aproximadamente de 9 meses en el lado Norte y de solo 4 meses al Sur.

- **Condiciones Geológicas y Geomorfológicas**

- Cordillera de los andes

Zona donde predominan las formaciones del cretácico superior- terciario inferior, con abundancia de granito y granodioritas. La cordillera andina chilena forma parte de un sistema montañoso que se extiende desde el norte de Venezuela, hasta el territorio antártico chileno, presentando diversas variaciones tanto de altura como forma por toda su longitud. Al respecto, Börgel (1983), “explica que desde un enfoque orográfico la cordillera de los Andes se presenta al sur del Ñuble con una disposición anárquica, considerando la dirección N – S que sigue desde Santiago, ya que en esta zona tiende a bifurcarse en cordones de orden transversal”.

Desde el punto de vista genérico esta zona está condicionada por factores volcánicos, siendo la actividad de estos la responsable de dar origen diversas estructuras.

- Masetas volcánicas del terciario superior: encontradas específicamente en la zona fronteriza norte. Compuestas por andesitas basálticas y rocas piro clásticas.
- Sedimentos volcánicos secundarios plegados se localizan al borde de la formación inferior, asociado a los valles glaciales de los ríos de Ñuble. Esta zona compuesta por lavas andesíticas, brechas piro clásticas y clásticas. En los sectores de mayor altura los sedimentos son parte de las formaciones “Cura – Mallín” y “Trapa – Trapa”. La primera se compone básicamente de areniscas, lutitas y tobas, siendo las areniscas de grano fino a grueso, de color pardo amarilloso, gris a gris verdoso y verde oscuro; las lutitas son tobáceas, gris oscuro y alternan con areniscas y conglomerados. Del mismo modo, la formación Trapa-Trapa, aparece como una secuencia de lavas, andesitas, rocas volcano clásticas y sedimentarias continentales. Aquí se incluyen andesitas basálticas y dacitas calco alcalinas, además de tobas y brechas localmente arenosas o conglomeráticas. Las andesitas tienen colores grises verdes y pardos rojizos.
- Rellenos volcánicos pliocuaternarios, ubicados aproximadamente entre latitud 700 y 1600 m. ubicado en los interfluvios de los ríos de Cato, Chillan y Diguillín, siendo interrumpido por la intersección inter fluvial que genero el acumulamiento de estos rellenos
- Formación Cola de zorro se lo conoce así al conjunto de volcanitas de carácter andesítico basáltico, que tiene su mejor exposición en el curso superior del río Ñuble, está muy afectada por la erosión actual y parcialmente oculta por depósitos sedimentarios de la Pre cordillera o Montaña.
- Lavas del volcán chillan, ubicadas al suroeste de los nevados de chillan, compuesta de brechas y lava volcánica de tipo andesítico basáltico de color negro a gris rojizo.
- Batolito intrusivo granítico Santa Gertrudis, formación intrusiva de carácter plutónica y discontinua, debido a que proviene de diferentes intrusivos y de distintos ciclos magmáticos, siendo una unidad informal compuesta por cuerpos graníticos, tonalitas y granodioritas, distribuidos de forma discontinua en la zona de contrafuertes occidentales de la cordillera andina, ocupando en el extremo suroriental las cumbres.

Desde el punto de vista geomorfológico la cordillera andina posee ciertas limitaciones pasa su uso potencial.

Tabla 4 “limitantes de la cordillera andina”

Limitantes	justificación
Limitante de tipo topográfico	Determinada por las fuertes pendientes y la altura sobre el nivel del mar.
Limitante de tipo climático	Debido a bajas temperaturas medias, frecuentes precipitaciones, acumulación de nieve y hielo, además de fuertes vientos, tormentas cordilleranas asociadas a periodos muy fríos y prolongados
Limitante de tipo geológico	La erupción de un volcán es un riesgo siempre presente, este produce sismos locales, lluvia de piroclastos, corrientes de lava y una fuerte contaminación atmosférica.

- Precordillera

Ubicada entre la cordillera de los andes y la depresión intermedia, abarca las zonas entre los 300 y 800 m.s.n.m. La pre cordillera posee un origen sedimentario, formado por la acumulación excesiva de sedimentos glaciales, volcánicos y fluviales. Por lo que muchos la definen como un complejo sistema de conos superpuestos, siendo los más antiguos de

origen glaciovolcánico, luego fluviovolcánico y lo más recientes de hidrocineritas. Al sur de la región los glaciares y fluvioglacial conformaron una baja serranía de lomajes redondeados principalmente compuestos de depósitos morrénicos representados por sedimentos arcillosos rojos a pardo rojizos, que contienen fragmentos de rocas angulosas. Este relieve constituye un factor importantísimo en las características únicas del paisaje. Las laderas e interfluvios de esta zona son ocupadas principalmente por la agrícola-ganadería, por sus praderas y amplios, aunque irregulares campos naturales.

Como limitantes graves para esta área geomorfológica, se destacan;

Tabla 5 "Limitantes, Precordillera"

Limitaciones	Justificación
Fuertes pendientes en los cordones montañosos precordilleranos y farellones que encajonan los valles	Limitación de áreas planas o semiplanas de los fondos de valles por el hecho de tener pendientes muy fuertes (más de 30%), dificulta su ocupación. Del mismo modo, estos sectores poseen quebradas y cursos de agua intermitentes, donde los acarreos de material son permanentes, en períodos de lluvias invernales y de deshielos primaverales.
El riesgo de derrumbes	Un factor muy importante de considerar, para evitar desastres y pérdidas de vidas humanas y de infraestructura, debido a su ubicación en la base de quebradas y conos de deyección y de derrubios. Por lo tanto, la existencia y conservación de la vegetación en las laderas es un factor de contención insustituible en la actualidad, y establecer absoluta limitación a la ocupación de las áreas de fuerte pendiente
Riesgos de aluviones y deslizamientos por socavamiento de laderas	Los cursos de agua ya sean esteros riachuelos o ríos, cuando las condiciones naturales lo permiten presentan fuertes condiciones de torrentes con fuerte velocidades de desplazamiento de agua que producen estos riegos.

- Depresión Intermedia

Estructura en forma de fosa tectónica, denominada “llano central glacio-fluvio-volcánico”, El desarrollo tectónico de esta depresión data principalmente del Plioceno, afectada por movimientos continuos que permiten observar líneas de escarpe de fallas de gran extensión en la zona de contacto con la cordillera costera. Su evidencia está suavizada por los depósitos sedimentarios posteriores pero las líneas de fallas recientes se localizan en contacto con la Pre cordillera y cordillera andina, asegurando a un más su origen tectónico como fosa de hundimiento.

En el centro de la depresión intermedia se presenta una constitución mixta y variada, con alternos remanentes de sedimentos glaciales, fluvioglaciares y tobíferos. La acción glacial que afectó este territorio fue la entrada de las lavas volcánicas que experimentaron una intensa mezcla de material y agua, que relleno masivamente de sedimentos la depresión intermedia.

- Cordillera de la Costa

Zona constituida por montañas formadas por basamento plegado y generalmente de carácter metamórfico. Desde el punto de vista de la geomorfología que define como superficies con disección alveolar, lo que provoca que su relieve sea erosionable.

Su origen está asociado a la actividad tectónica como la cordillera andina.

Su altura tiene variaciones a lo largo de su territorio, llegando en sectores a 2000 m.s.n.m.

Las cuencas internas en la cordillera de la Costa, se caracterizan por su sistema de relleno, estando drenadas por viejos sistemas fluviales, siendo excepcional encontrar en ellas material de extracción andino, ya que estas cuencas marginales reciben sedimentos de granítico Paleozoico y Cretácico, constituyendo el principal componente de la cordillera de la Costa, una topografía ondulada y fuertemente deprimida.

Geológicamente, la cordillera de la Costa se compone en su mayor parte por el “batolito de la costa”

En cuanto al metamorfismo, el instituto de investigaciones geológicas distingue dos series en la cordillera de la costa.

La serie oriental, compuesta de esquistos, gneises y metareniscas, localizada en una franja prácticamente continua de dirección NORESTE- SURESTE, de la ribera del Itata cercana a la desembocadura.

La serie de los estratos de posillas de coronel de Maule y Quirihue, unidad informal ubicada al norte de la cordillera de la costa identificada por su particular forma de afloramientos de montañas continuos compuesta por lutitas, pizarrosas y arenisca.

- Planicies Litorales

En la zona sur, tras la desembocadura del río Biobío, y contiguo al Golfo de Arauco, las Planicies Litorales alcanzan mayor amplitud anticipándose a la Cordillera de Nahuelbuta. Entre los ríos Imperial y Toltén, y desde la zona de Maullín y hasta el canal de Chacao, el límite entre las Planicies Litorales y la Cordillera de la Costa es cada vez más difuso y la primera macro forma tiende a reemplazar al cordón costero y de hecho, logra comunicarse directamente con la Depresión Intermedia.

La franja litoral posee un promedio aproximado de 1 km de ancho, es una costa de emersión constituida por una sucesión de ensenadas abiertas al noreste, con campos de dunas y ambientes estuarios cerca de grandes ríos como el Itata, el taucú y el de Cobquecura.

Los cordones litorales y dunas que se desarrollan en las pequeñas bahías formadas por el aporte de sedimentos de los ríos. Las dunas además de remodelar los cordones litorales, cubren las terrazas marinas bajas, situándose en las bahías expuestas a los vientos del sur y oeste.

- **Características Hidrográficas**

La cuenca hidrográfica con mayor relevancia en la región de Ñuble es la del río Itata, este río posee una gran red de drenajes compuesta por los ríos: ÑUBLE, CHILLAN, DIGUILLIN, PALPAL, CHOLGUAN, DAÑICALQUI, LARQUI, CATO, HUEPIL y el mismo ITATA.

La red comienza donde se forma el río Ñuble, a aproximadamente 2400 m de altura al sureste de los nevados de Chillan, dando un origen netamente andino a esta cuenca. Otro río importante en esta red de drenaje es el río de Chillan, este se origina a 2000 m de altura en la vertiente occidental de los nevados de Chillan, hasta llegar al sector El Naranjo para confluir en el río Ñuble.

Pero el principal es el río Itata que nace en la junta de los ríos Huépil y Cholgua, en el estero llamado Itatita.

El río Itata transcurre con orientación noroeste pasando por la depresión intermedia, llegando al río Ñuble, para dirigirse al oeste atravesando la cordillera de la costa, desembocando en boca Itata, Trehuaco.

Figura 17 “Esquema subcuencas de la región”

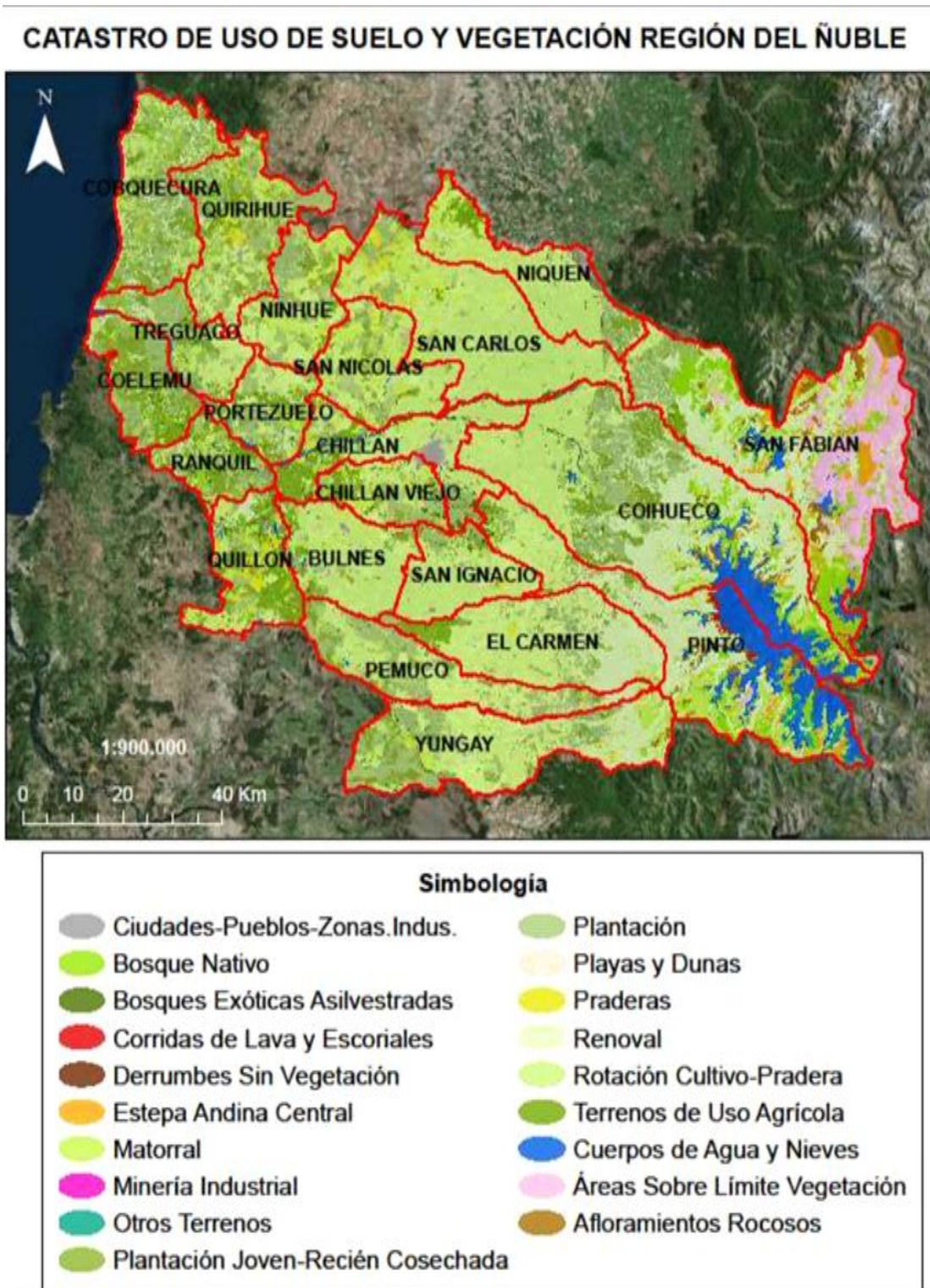


Fuente: [Microsoft Word - Ranquil_rec_nat_1 \(sitrural.cl\)](#)

- **Suelos**

En la región existe una gran diversidad de suelos estructurados de tal forma que es fácil identificarlos utilizando parámetros físicos, capacidad de uso y aptitud para usos relevantes.

Figura 18 “Suelos y vegetación de la región”



Fuente: [Microsoft Word - Ranquil_rec_nat_1 \(sit rural.cl\)](#)

• Tipos de suelos

En la región es posible identificar un total de 74 series o tipos de suelos, lo que produce diferentes estructuras y texturas, los más importantes o de mayor relevancia son:

- Serie Cobquecura: dominando el sector costero con alta presencia de dunas, esta serie se desarrolla desde la comuna de Cobquecura, extendiéndose por la comuna de Trehuaco. El suelo es sedimentario, de textura franco arcillo limosa, con un color pardo a pardo oscuro, esta descansa sobre sedimentos marinos y ocupa una posición de terraza marina de topografía suavemente ondulada, cortadas por las quebradas que bajan de la Cordillera de la Costa.
- Serie constitución: localizado en el límite del sector costero de la región en dirección a Maule. Es una formación desarrollarla a partir de rocas metamórficas, especialmente pizarras de textura arcillosa o arenosa de color pardo o rojo oscuro. Estos suelos son principalmente de aptitud forestal.
- Serie Llahuecuy: suelos planos y de gran profundidad, bien drenados de color pardo rojizo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro de textura arenosa. La permeabilidad es rápida y el escurrimiento superficial es lento con sectores de excesivo drenaje.
- Serie quillón: suelos moderadamente estratificados, excesivamente drenados que descansan sobre un substrato de gravas, piedra y arenas. De topografía casi plana a veces moderadamente ondulada con buena porosidad y escaso arraigamiento, la permeabilidad es rápida.
- Serie pocillas: se extiende desde pocillas hasta el norte de la comuna de san Nicolás, sitio que posee un substrato de roca muy meteorizada arcillosa que permite el buen desarrollo radicular en profundidad
- Serie Quella: ubicado en la posición baja de plano posicional, contextura franco arcillosa de color pardo grisáceo oscuro. Posee una estructura prismática gruesa, su topografía es generalmente plana con permeabilidad lenta y un drenaje imperfecto.
- Serie Bulnes: suelos delgados no muy profundos con un desarrollo moderado y evolucionando. Esta sobre cenizas volcánicas antiguas que descansan un sustrato fluvio-glacial alterado. Suelo con buen drenaje, con permeabilidad moderadamente lenta y escurrimiento superficial rápido.

- Serie pueblo seco: Entre los ríos Chillán y Ñuble se encuentra el cono aluvial de Chillán con buen drenaje, régimen de humedad xérico y topografía plana, ideal para el riego.
- Serie Dieguillin: entre el cono de San Ignacio y el extenso cono de piedemonte de San Carlos posee buenas aptitudes agrícolas bajo condiciones de riego. En los valles y quebradas se constituyen suelos hidromorfos favorables al desarrollo de praderas.
- Serie Chacayal: suelos ubicados principalmente en la unidad abanico de chillan, ocupando las partes más altas de la topografía, con una textura franco-limosa gracias a la mezcla granular fina y bloques sub angulares finos, ambos moderados y con buena consistencia. Además, poseen una elevada porosidad con permeabilidad rápida y escurrimiento superficial lento.
- serie Arrayán: se constituye de suelos formados sobre cenizas volcánicas depositadas sobre un substrato constituido por tobas, materiales fluviales y fluvioglaciales. Son suelos muy profundos, bien drenados, bien estructurados en superficie, aunque débiles en profundidad, con abundante porosidad asociada al buen arraigamiento. ubicando en topografía plana o casi plana, con una permeabilidad moderada y un escurrimiento superficial lento.
- serie Cato: suelos aluviales, profundos, estratificados que descansan sobre un substrato de materiales fluvioglaciales transportados por agua con presencia de una matriz arcillosa (45% de arcilla). De topografía plana, aunque un 30% de ellos se desarrolla en topografía ondulada, de drenaje imperfecto y permeabilidad lenta.
- serie Yunga: entre la Pre cordillera andina y la Depresión Intermedia, suelos formados sobre cenizas volcánicas, son recientes profundos y bien drenados. Topografías onduladas o ligeramente ondulada con pendientes no tan pronunciadas en algunos sectores. Permeabilidad moderada y escurrimiento variable según la pendiente, siendo rápido en inclinaciones mayores al 10%. Susceptible a la erosión, con pérdida de materiales de suelo alrededor de 15 a 20 cm.

De acuerdo a las propiedades físicas de los suelos de Ñuble se pueden clasificar según su:

Tabla 6 "profundidad de los suelos de Ñuble"

PROFUNDIDAD (CM)	SUPERFICIE (CM)	%
25 a 50	47.266	3,58
50 a 75	171.087	16,73
75 a 100	220.672	12,97
Mayor de 100	449.477	34,08
Menor de 25	18.882	1,43
Sin información	341.078	25,86
No corresponde	70.429	5,34
totales	1.318.894	100

Tabla 7 "Drenaje de los suelos en Ñuble"

DRENAJE	SUPERFICIE	%
Bueno	706.697	53,58
Excesivo	42.378	3,21
Imperfecto	118.019	8,95
Moderado	73.120	5,54
Muy pobre	5.605	0,43
Pobre	12.890	0,98
No corresponde	65.086	4,93
Sin información	340.078	22,37
totales	1.318.894	100

Tabla 8 "Textura de los suelos en Ñuble"

TEXTURA	SUPERFICIE	%
Muy fina	218.855	16,59
fina	297	0,02
Moderadamente fina	328.754	24,93

Media	288.851	21,90
Moderadamente gruesa	19.405	1,47
gruesa	27.458	2,08
Muy gruesa	14.561	1,10
No corresponde	68.432	5,19
Sin información	352.276	26,71
totales	1.318.894	100

- **Riesgos por Fenómenos Naturales**

Dada la naturaleza de la región se producen tres grandes tipos de riesgos asociados a condiciones asociadas

- **La generación de incendios de la vegetación.**

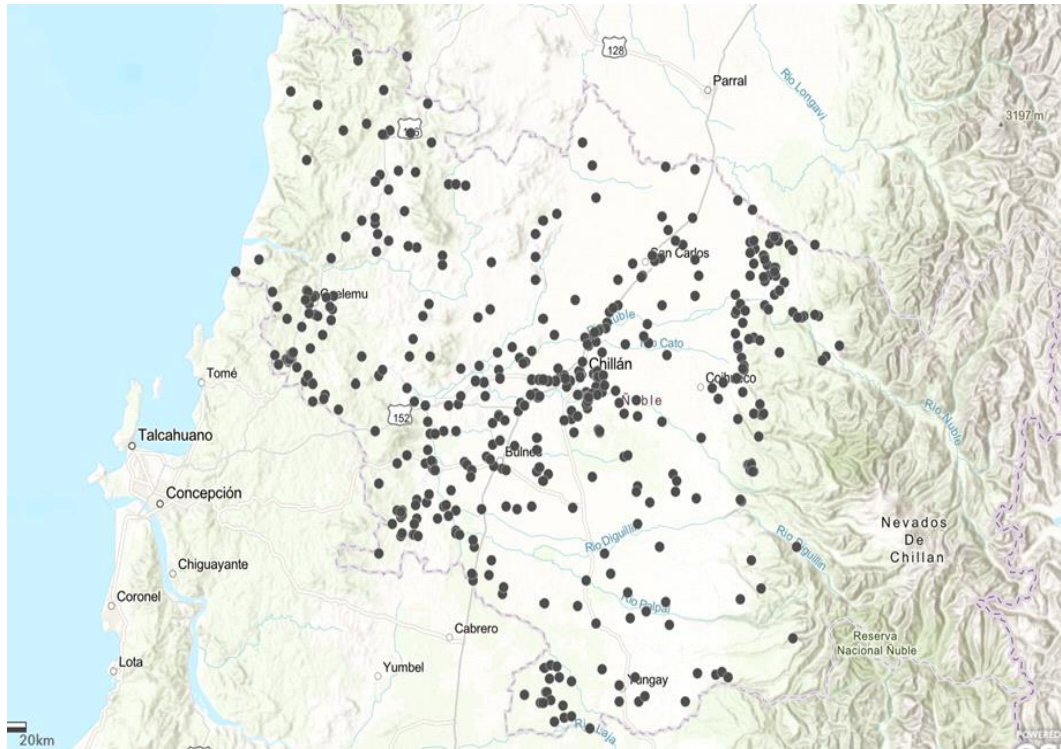
Ya que según los registros de CONAF en la región el número de incendios en el periodo 2022-2023 fue de 599 con una superficie afectada de 31475.83 m²

Y según estudios realizados se concluyó que la gran mayoría de los incendios que son generados en Chile tienen causa anti-trópica. Con esto se aplicó un modelo de estudio que permite integrar información a fin de definir especialmente las zonas con mayor potencialidad de presentar riesgos de incendios, de las cuales se destacan:

- La Cartografía de Infraestructura Comunal (caminos, líneas de 113 comunicación, cascos urbanos, etc.)
- La Cartografía de Vegetación
- La Cartografía de Cobertura Vegetal del Suelo

los resultados del proceso de integración de los distintos factores asociados a la determinación del riesgo por incendio permitieron con el siguiente mapa identificar las zonas anterior mente mencionadas

Figura 19 “Lugares con mayor riesgo a incendios”



Fuente: [ArcGIS HYPERLINK](https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=178a6cdfd7de46099d2de0edacaec885&extent=-74.3349,-37.541,-70.2782,-35.7183)

["https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=178a6cdfd7de46099d2de0edacaec885&extent=-74.3349,-37.541,-70.2782,-35.7183"](https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=178a6cdfd7de46099d2de0edacaec885&extent=-74.3349,-37.541,-70.2782,-35.7183) - Región de Ñuble.

En la presente cartografía, los niveles de riesgos asociados en primer término a la formación de vegetaciones y cuanto cubre este el suelo, pero a la vez está condicionada por las variables que determinan su amplitud ecológica, es decir clima, suelo, radiación solar, agua, nutrientes, etc.

De estas variables, la que posee mayor relevancia es la variable climática vinculada fuertemente con la altura lo que condiciona el tipo de precipitaciones (sólidas o líquidas) y las características edafológicas del suelo.

- Procesos de crecidas posterior desborde de ríos.

Según datos obtenidos, se ha determinado que las zonas que presentan mayor riesgo de inundación son los lechos de inundación esporádicos, ósea caudales excepcionales que

aumenta hasta ocupar la mayor parte del lecho de inundación esporádico. Además, se ha identificado el segundo nivel de riesgo está asociado a sectores aledaños a los cauces principales, que pueden estar a baja altura. Finalmente, se ha identificado como riesgos leves, todos los sectores que se ubican a mayor altura y que no deberían ser afectados por eventos de inundación. Bajo este análisis ha sido definido como sectores de riesgo alto: la Cuenca del río Itata y la subcuenca del río Ñuble.

- Procesos de derrumbe de tierra.

Los mayores de riesgo se presentan en sectores con pendientes pronunciadas o pendientes no tan pronunciadas, pero de suelo blando no cubiertos por vegetación. Regularmente estas zonas de mayor riesgo están asociadas con el volcanismo activo, siendo en los Nevados de Chillán una zona de alto riesgo, debido a que existen probabilidades de actividad lávica y Laharica, asociada a la presencia de nieve o hielo.

Los sectores de riesgo alto se localizan mayormente en la cordillera de la Costa y en la cordillera de los Andes donde se encuentran las mayores pendientes asociadas a baja cobertura vegetal. De igual forma, los menores niveles de riesgo se ubican en la depresión Intermedia

El riesgo sísmico siempre presente en todo el territorio de la región, especialmente en áreas de relleno artificial y natural. Pero dada la connotación de Chile como un país sísmico se califica a todo el territorio como de alto riesgo.

-

- Factores Claves para el Proceso Térmico

Para llevar a cabo el balance térmico dentro de un invernadero se consideran factores claves para un buen resultado de este.

-

- Lugar o zona donde se pretende desarrollar el proyecto

La zona en cuestión se localiza en la región de Ñuble, específicamente en sector rural de la comuna de Trehuaco.

- **Características del Invernadero**

El invernadero es modelo curvo de 4 metros de largo por 3 metros de ancho módulo de estructura con arcos de acero galvanizado de 25x0,7 mm, con cubierto de plástica tricapa reforzada con malla de 140 gramos por metro cuadrado con filtro UV una puerta de abatir con 8 ventana.

Figura 20 “Foto del invernadero del proyecto”



Fuente: Creación propia

Figura 21 “Foto desde dentro del invernadero”

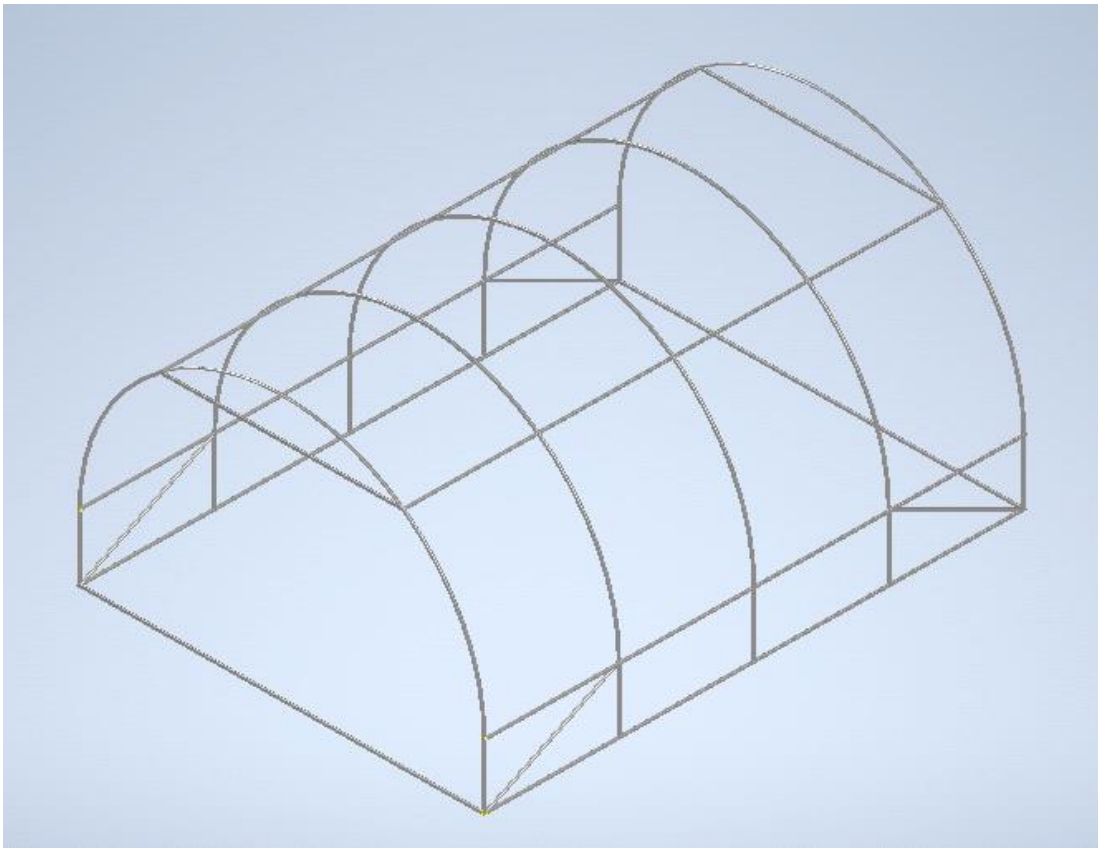


Fuente: Creación propia

- **Adaptación del Invernadero**

El primer paso revisar las condiciones físicas del invernadero para determinar si se debe realizar algún tipo de mantenimiento y si se tiene el espacio suficiente o la estructura adecuada para la instalación del sistema.

En este caso las condiciones en las que se encuentra el invernadero son buenas y estables, la única adaptación que se realiza será añadir una barra horizontal en la parte superior de ambos extremos del invernadero para tener mayor estabilidad y rigidez a la hora instalar el ventilador extractor.



Fuente: creación propia

- **Monitoreo de las Condiciones Climáticas de la Zona**

De acuerdo con el estudio realizado se determinó que la ubicación del invernadero se encuentra en un clima mediterráneo marino con precipitación promedio anual inferior a

900 mm al norte del Itata y de 1.200-1.400 mm al sur de éste con muy bajas precipitaciones entre diciembre y febrero. La temperatura media anual es de 14°C y en algunas zonas solo 12 o 13°C. la mínima se detectó en el mes de Julio, con variación entre 5,5°C y 6,5°C. La máxima se alcanza en el mes de enero, fluctuando entre 23 y 24,5°C. La suma térmica es de 3.306 °C día a 2.600 °C día, disminuyendo al sur del territorio. El período libre de heladas es de aproximadamente de 9 meses en el lado Norte y de sólo 4 meses al Sur.

- **Cálculo del Balance Térmico**

Se pretende estudiar las aplicaciones de los invernaderos destinados, fundamentalmente para mantener la temperatura mínima biológica durante el periodo invernal y conseguir de esta forma cultivos fuera de temporada.

- **Temperatura optima**

En la siguiente tabla se muestran los valores adecuados para varios cultivos hortícolas en invernaderos:

Tabla 9 “Temperaturas óptimas para los cultivos”

Especie	Temperatura Mínima letal	Temperatura Mínima biológica	Temperatura óptima		Temperatura Máxima biológica
			Noche	Día	
Tomate	-2 a 0	8-10	13-16	22-26	26-30
Pepino	0	10-13	18-20	24-28	28-32
Melón	0	12-14	18-21	24-30	30-34
Judía	0	10-14	16-18	21-28	28-35
Pimiento	-2 a 0	10-12	16-18	22-28	28-32
Berenjena	-2 a 0	9-10	15-18	22-26	30-32

Fuente: creación propia

El principal parámetro en el balance energético de un invernadero es la temperatura exterior, que determina de forma directa las necesidades de refrigeración y calefacción.

Ya que lo que nos interesa es el control de las temperaturas mínimas los principales valores de temperatura exterior a considerarse son:

- Temperatura media de las mínimas mensuales
- Temperatura mínima absoluta del año

La ecuación del balance de térmico se puede simplificar o explicar cómo la energía ganada y la energía perdida por el aire en el invernadero.

- R_n : Radiación neta.
- Q_{cli} : Energía calorífica que es necesario aportar (Q_{cal}) o eliminar (Q_{ref}) del invernadero.
- Q_{cc} : Calor perdido por conducción-convección.
- Q_{ren} : Calor sensible y latente perdido por la renovación del aire interior.
- Q_{evp} : Calor latente consumido en la evapotranspiración de las plantas y el suelo.
- Q_{sue} : Flujo de calor perdido por conducción a través del suelo.

Calor perdido por conducción-convección, Q_{cc}

En los intercambios energéticos por conducción-convección entre el interior del invernadero y el ambiente exterior, el calor que pasa por unidad de superficie de cubierta (m^2) y por unidad de tiempo (s).

Siendo:

la superficie desarrollada de la cubierta del invernadero (m^2).

la temperatura interior ($^{\circ}\text{C}$).

la temperatura exterior ($^{\circ}\text{C}$).

El coeficiente global de pérdidas de calor por conducción-convección es:

Donde:

e_c : espesor del material de cobertura (m)

λ_c : conductibilidad térmica del material de cobertura ($\text{W}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$)

h_c : coeficiente superficial de convección para el ambiente exterior del invernadero

Tabla conductividad térmica de algunos materiales de cubierta

Tabla 10 "Conductividad térmica de diferentes tipos de cubierta"

Material	($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)
Polietileno de baja densidad (PEbd)	0,45
Copolímero etileno y acetato de vinilo (EVA)	0,45
Polietileno de alta densidad (PE)	0,33
Polipropeno (PP)	0,17-0,22
Vidrio celular	0,054-0,067
Policarbonato ondulado (PC)	0,19
Polimetacrilato (PMMA)	0,19
Policloruro de vinilo (PVC)	0,16
Vidrio	0,16

Fórmulas empíricas para el coeficiente de convección exterior ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}$)

Tabla 11 "Fórmulas para el coeficiente de convección"

FORMULAS	TIPOS DE INVERNADERO
----------	----------------------

	TIPO VENLO
	TIPO TUNEL
	DE PLASTICO
	A GRAN ESCALA
	CUBIERTA DE POLIETILENO

El coeficiente superficial de convección para el ambiente interior del invernadero en función de la temperatura de la cubierta y del aire es:

Para menores o iguales a 11,1°C.

para mayores a 11,1°C.

Calor sensible y latente perdido por la renovación del aire interior (Q_{ren})

Donde:

V_{in} : volumen del invernadero (m³)

C_{pa} : calor del aire (a 0 °C es 1006,92540 J·kg⁻¹·K⁻¹)

C_{pv} : calor específico del vapor recalentado (a 0 °C es 1875,6864 J/kg·K)

X_i , X_e : humedades absolutas interiores y exteriores, respectivamente (kg/kg)

La densidad del aire es función de la temperatura y la presión:

La presión dentro del invernadero se puede considerar igual a la presión atmosférica

El calor latente de vaporización se calcula como:

La humedad absoluta de una masa de aire húmedo es función de la humedad relativa

HR: humedad relativa

La presión parcial de vapor en saturación se calcula:

Tasas de renovación de aire por infiltración a través de la estructura

Tabla 12 "Tasa de renovación de aire según la cubierta"

Tipo de cubierta	R(h ⁻¹)
Nuevas construcciones	
Láminas de pastico	0,75-1,0
Vidrio o fibra de vidrio	0,5-1,0
Construcciones antiguas	
Vidrio o fibra de vidrio	1-2
Láminas de plástico	2-4

La tasa de renovación de aire con las ventanas abiertas se puede calcular a partir del cada de ventilación natural

El caudal de aire se debe al efecto combinado de la diferencia entre la temperatura y el viento

Donde:

g : aceleración de la gravedad, $9,807 \text{ (m/s}^2\text{)}$

h_{12} : diferencia de altura entre las aperturas de ventilación lateral y cenital (m)

S_1 : superficie efectiva de ventilación lateral (m^2)

S_2 : superficie efectiva de ventilación cenital (m^2)

C_v : coeficiente adimensional del efecto del viento

Valores del coeficiente de efecto eólico

Tabla 13 "Valores coeficiente eólico según la superficie del invernadero"

C_v	Superficie del invernadero, $S_c \text{ (m}^2\text{)}$
0, 10 ^a	460 (2 módulos)
0, 14 ^b	179 (1 modulo)
0, 071 ^c	900 (túnel)
0, 13 ^d	416 (2 módulos)
0, 09 ^e	204 (4 módulos)
0, 11 ^f	38.700 (60 módulos)

El coeficiente de caída de presión (C_d) a través de una ventana con malla depende del coeficiente adimensional d pérdida de carga

El coeficiente de pérdida d carga e puede estimar como:

Donde:

L: longitud de la apertura de ventilación (m)

H: altura de la apertura de ventilación o profundidad característica (m)

α : ángulo de apertura de una ventana con alerón ($^{\circ}$)

ϕ : porosidad de la malla

para invernaderos sin mallas existen datos para distintos tipos de ventanas

Tabla 14 "Caída de presión dependiendo el tipo de ventana"

C_d	Tipo de ventana
0,6	Rectangular
0,6-0,7	cenitales
0,6-0,8	Rectangular vertical
	Alargadas

Calor latente consumido en la evapotranspiración de las plantas y el suelo (Q_{evp})

para cultivo de tomate

Siendo:

R_{sol} : la radiación solar diurna ($W \cdot m^2$)

u : la velocidad del aire en el invernadero ($m \cdot s^{-1}$)

El déficit de presión de vapor en el interior del invernadero es:

Flujo de calor perdido por conducción a través del suelo (Q_{sue})

Se precisa que un aproximado al 10 % de las pérdidas de calor en el invernadero son por el suelo.

Donde:

K_s : coeficiente de intercambio térmico a través del suelo ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

T_s : temperatura del suelo del invernadero ($^\circ C$)

p : profundidad a la que estima la diferencia de temperatura (m)

Conductividad térmica de algunos tipos de suelos (K_s)

Tabla 15 "Conductividad térmica según el tipo de suelo"

Material	K_s (W/m*K)
Arena de cuarzo	7,7
Arena de rio	4,4
Arena de granito	2,7
Grava	2,3-2,8
Tierra húmeda	2,0
Tierra seca	1,0
Lana de roca	0,038-0,048

Resultados:

- **Determinación de las variables técnicas para el sistema**

El sistema consiste en un calefactor y un ventilador para acondicionar la zona a las temperaturas adecuadas para el cultivo y será suministrado mediante energía solar.

De acuerdo con los beneficios que ofrece la utilización de la energía solar fotovoltaica para el funcionamiento del sistema, se optó por este tipo de energía considerando los siguientes aspectos:

- Cumplimiento del acondicionamiento bioclimático
- Costos de fabricación asequibles
- Accesibilidad en la adquisición de los materiales y equipos
- Herramientas para las fabricaciones disponibles.

Para la realización de los cálculos se pretende usar el método de F-CHRT el que nos permite analizar con gran exactitud el desempeño de un sistema solar térmico a baja temperatura, siendo uno de los métodos más fiables para realizar cálculos de sistemas solares térmicos.

Este método calcula el rendimiento del captor solar y utiliza datos como la demanda energética, las condiciones meteorológicas y radiación solar

- **La selección del tipo de Calefactor**

La climatización puede realizarse tanto con el método de aire caliente como el de agua o vapor de agua caliente a través de una red de tuberías.

Por lo que la elección del calefactor con aire caliente se debe principalmente a la instalación y mantenimiento sencillo, es un equipo de costos no muy elevados que utiliza resistencias de potencia para calentar, que no consumen energía en exceso y que ayudan a mantener el flujo del aire.

- **Calefactor para Invernadero Phoenix**

Figura 24 “Calefactor para invernaderos Phoenix”



Fuente: [Calefactor Phoenix para invernaderos de cristal ACD \(invernadero-de- HYPERLINK "https://invernadero-de-cristal.shop/products/calefactor-phoenix"crystal.shop HYPERLINK "https://invernadero-de-cristal.shop/products/calefactor-phoenix"\)](https://invernadero-de-cristal.shop/products/calefactor-phoenix)

Este calefactor cuenta con 3 opciones de funcionamiento y un termostato bastante exacto, haciendo de este producto perfecto para distribuir el calor equitativamente en su invernadero.

- **Selección del Ventilador**

La ventilación y la circulación es muy importante para controlar la humedad y la temperatura en un invernadero. De este modo, el uso correcto de la ventilación mecánica, o ventiladores, puede garantizar:

Una distribución de aire óptima para evitar diferencias de temperatura verticales y por lo tanto el crecimiento uniforme

Mejor manejabilidad de la humedad a nivel de planta

Una parte crucial del control del clima activo es la circulación/ventilación correcta y la elección del ventilador, basándose en su situación específica, es decir, el cultivo, área y altura del invernadero.

Por lo que para este proyecto se seleccionó un Ventilador extractor de ventilación industrial ya que posee las características o requerimientos necesarios para que logre un correcto funcionamiento dentro del invernadero, además es de fácil instalación y puede ser ventilador o un extractor según sea necesario lo que los ase muy útil para este sistema de climatización.

Figura 25 “Ventilador extractor industrial”



Fuente: [Extractor De Aire Industrial 14 Pulgadas 550w \(eshopangie.cl\)](http://eshopangie.cl)

- **Diseño del Sistema Fotovoltaico**

- Cálculo del consumo energético

En este caso de estudio este cálculo es simple ya que el sistema de climatización es simple y no posee demasiados elementos.

Tabla 16 " consumo energético"

Calefactor	2,8 (kW)
ventilador	0,55(kW)
Extra (en caso de instalar otro equipo)	1,65(kW)
total	5 (kW)

- Superficie disponible

Tras realizar una exhaustiva visita en terreno se pudo apreciar que en todos los invernaderos existe la superficie necesaria para la instalación del arreglo fotovoltaico ya que al estar en un sector rural las estructuras se encuentran en lugares amplios.

- Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico

Lo principal es seleccionar un panel fotovoltaico que esté autorizado por la superintendencia de electricidad y combustibles (SEC).

Por lo cual se indago y seleccionaron 4 paneles de policristalinos de 280W 24v, marca ANHUI SIN para abastecer la demanda de energía necesaria.

A continuación, algunas especificaciones y características de los paneles:

Figura 26 “Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico”

Electrical Specification (STC*)

Maximum Power -Pmax(W) :	270W	275W	280W	285W	290W	295W
Maximum Power Voltage-Vmp(V):	31.29	31.54	31.88	31.96	32.20	32.40
Maximum Power Current-Imp(A):	8.63	8.72	8.78	8.92	9.01	9.10
Open Circuit Voltage -Voc(V):	38.30	38.46	38.85	39.01	39.70	40.00
Short Circuit Current-Isc(A):	9.16	9.22	9.33	9.44	9.69	9.74
Module Efficiency - η_m (%):	16.60	16.90	17.21	17.52	17.83	18.13
Power Output Tolerance (W):	0+5W					

Fuente: [SN\(300W-315W HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"\)](http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf) HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"-60M (solarstore.cl)

Figura 27 “Especificaciones eléctricas del panel fotovoltaico por la noche”

Electrical Specification (NOCT*)

Maximum Power -Pmax(W) :	196.02W	200.02W	204.13W	208.14W	212.03W	215.98W
Maximum Power Voltage-Vmp(V):	28.79	28.41	28.66	28.83	28.97	29.12
Maximum Power Current-Imp(A):	6.81	7.05	7.12	7.22	7.32	7.42
Open Circuit Voltage -Voc(V):	34.98	35.37	35.68	35.98	36.29	36.65
Short Circuit Current-Isc(A):	7.27	7.34	7.38	7.45	7.52	7.59

Fuente: [SN\(300W-315W HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"\)](http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf) HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"-60M (solarstore.cl)

Figura 28 “Especificaciones mecánicas del panel fotovoltaico”

Mechanical Specifications:

Solar Cell Type:	Poly-crystalline 156.75x156.75mm
Number of Cells:	60pcs (10x6)
Module Size:	1640*992*35mm
Weight:	18kg
Glass:	High transparency self-cleaning solar glass 3.2mm
Back Sheet:	White TPT
Frame:	Silver Anodized Aluminium Alloy
Junction Box:	IP67
Number of Diodes:	3pcs
Cable:	4.0mm ² 900mm
Connector:	MC4 Compatible
Wind/Snow Load:	2400pa/5400pa

Fuente: [SN\(300W-315W HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf" \) HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"-60M \(solarstore.cl\)](http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf)

Figura 29 “Especificaciones de temperatura”

Temperature Coefficient:		Maximum Ratings
Nominal Operating Cell Temp(NOCT):	45±2°C	Operational Temperature: -40~85°C
Temperature Coefficient of ISC:	0.060%/°C	Maximum System Voltage: 1500V DC(IEC)
Temperature Coefficient of VOC:	-0.309%/°C	Maximum Series Fuse Rating: 20A
Temperature Coefficient of Pmax:	-0.39%/°C	

Fuente: [SN\(300W-315W HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf" \) HYPERLINK "http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf"-60M \(solarstore.cl\)](http://www.solarstore.cl/wp-content/uploads/2022/08/SN270W-295W%Ef%BC%89-60P.pdf)

La elección de este tipo y marca de paneles solares se debió generalmente a su precio económico y la eficiencia entregada.

- Dimensionamiento del inversor

MODEL	Expert VP 1000-12	Expert VM 1000-12	Expert VP 2000-24	Expert VM 2000-24	Expert VP 3000-24	Expert VM 3000-24	Expert VM 3000-24 Plus	Expert VP 5000-48	Expert VM 5000-48
Rated Power	1000VA/1000W		2000VA/2000W		3000VA / 3000W			5000VA / 5000W	
INPUT									
Voltage	230 VAC								
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)								
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)								
OUTPUT									
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC ± 5%								
Surge Power	2000VA		4000VA		6000VA			10000VA	
Efficiency (Peak)	90% ~ 93%								
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) ; 20 ms (For Home Appliances)								
Waveform	Pure sine wave								
BATTERY									
Battery Voltage	12 VDC		24 VDC					48 VDC	
Floating Charge Voltage	13.5 VDC		27 VDC					54 VDC	
Overcharge Protection	16 VDC		31 VDC		33 VDC			63 VDC	
SOLAR CHARGER & AC CHARGER									
Solar Charger type	PWM	MPPT	PWM	MPPT	PWM	MPPT		PWM	MPPT
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	55 VDC	102 VDC	80 VDC	102 VDC	80 VDC	102 VDC	145 VDC	105 VDC	145 VDC
Maximum PV Array Power	600 W	500 W	1200 W	1000 W	1200 W	1000 W	1500 W	2400 W	3000 W
MPP Range @ Operating Voltage	N/A	17 ~ 80 VDC	N/A	30 ~ 80 VDC	30 ~ 80 VDC	30~80 VDC	30~115 VDC	N/A	60 ~ 115 VDC
Maximum Solar Charge Current	50 A	40 A	50 A	40 A	50 A	40 A	60 A	50 A	60 A
Maximum AC Charge Current	20 A	20 A	20 A	25 A	25A	25A	60 A	60 A	60 A
Maximum Charge Current	50 A	60 A	50 A	60 A	70 A	60 A	120 A	110 A	120 A
PHYSICAL									
Dimension, D x W x H (mm)	88 x 225 x 320				100 x 285 x 334		100 x 300 x 440	100 x 300 x 440	
Net Weight (kgs)	5.0	5.1	5.5	5.5	6.3	6.5	9.5	8.5	9.7
Communication Interface	USB/RS232								
ENVIRONMENT									
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)								
Operating Temperature	-10°C to 50°C								
Storage Temperature	-15°C to 60°C								

Fuente: [Axpert-VP-VM.pdf \(solarstore.cl\)](#)

- Dimensionamiento del banco de batería

El dimensionamiento del banco de baterías depende del objetivo de este, si es como respaldo energético, como reducción de gasto energético en la red o ambas

En el presente proyecto se pretende lo último, que es tener un respaldo de energía y bajar el consumo a la red eléctrica

Por lo que para ello es que se seleccionaron 4 Baterías 120(ah) 12(V) ciclo profundo de gel marca NIMAC

Figura 31 “Especificaciones de las baterías”

 Specification	
Nominal Voltage	12V
Number of cell	6
Nominal Capacity	120Ah@10hr-rate (12.0A to 1.80V/cell @25°C) Approx
Weight	.28.5Kg
Terminal	M6,Φ=14&18
Container Material	ABS (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.
Rated Capacity	120.0Ah 10hr-rate (10.0A to 1.80V/cell @25°C)
Max. Discharge Current	500A(5sec)
Internal Resistance	Approx.3.5mΩ(Fully charged)
Operating Temp. Range	Discharge: -40 °C~60°C Charge : -20°C~50°C Storage : -40°C~60°C
Cycle Use	Charging Current: ≤20.0A Voltage:14.2V ~14.4V Temperature compensation:-30mV/°C
Standby Use	Charging Current:No limit Voltage:13.6V ~13.8V Temperature compensation:-20mV/°C
Self-Discharge	less than 1% at 25°C
Design Life	15 years (floating charge)

Fuente: [6-GFM-100J.CDR \(solarstore.cl\)](https://solarstore.cl/6-GFM-100J.CDR)

- Dimensionamiento del cableado eléctrico

En este diseño fotovoltaico se tienen dos tramos de corriente continua, desde el arreglo fotovoltaico al inversor y desde las baterías al inversor. Con un fusible como protección de seguridad para las baterías.

Para el dimensionamiento de los conductores se consideran las relaciones de caída de tensión máxima admisible y la información disponible en las tablas de intensidad de corriente que posee la norma NCh 4/2003 o la entregada por los fabricantes.

Para el cálculo de los alimentadores se toman en consideración las demandas máximas que soportaran. Entonces considerando las potencias nominales de los consumos y teniendo en cuenta el escenario más desfavorable.

Por lo cual asume que la demanda máxima ($D_{\max}$) es equivalente a la potencia (P_i), con el factor de demanda (FD) igual a 1.

Por lo que la corriente que transportará el alimentador será:

Por ultimo las canalizaciones de los alimentadores y conductores establecen por la norma NCh 4/2003 para este tipo de instalaciones de baja tensión

Debido a todo lo anterior es que se seleccionó un cableado de 25 mm² con sus respectivos terminales y set de conectores.

Figura 32 “Tipo de cableado del sistema”



- **ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO**

- **Cadena de Valor**

Dada como está la economía mundial actual realizar una cadena de valor puede ser una herramienta ideal a la hora de realizar estrategias, frente a un entorno donde se encuentra mucha variedad y con constantes cambios en el mercado. Dado que esta se basa en analizar de forma sistemática los componentes para la fabricación y distribución de los paneles fotovoltaicos

- **Fabricación**

El primer proceso de la cadena de valor de un sistema fotovoltaico corresponde a su fabricación, la cual es principal mente realizada por el extranjero siendo china el mayor productor, ya que actualmente en Chile existe solo una empresa que fabrica paneles solares.

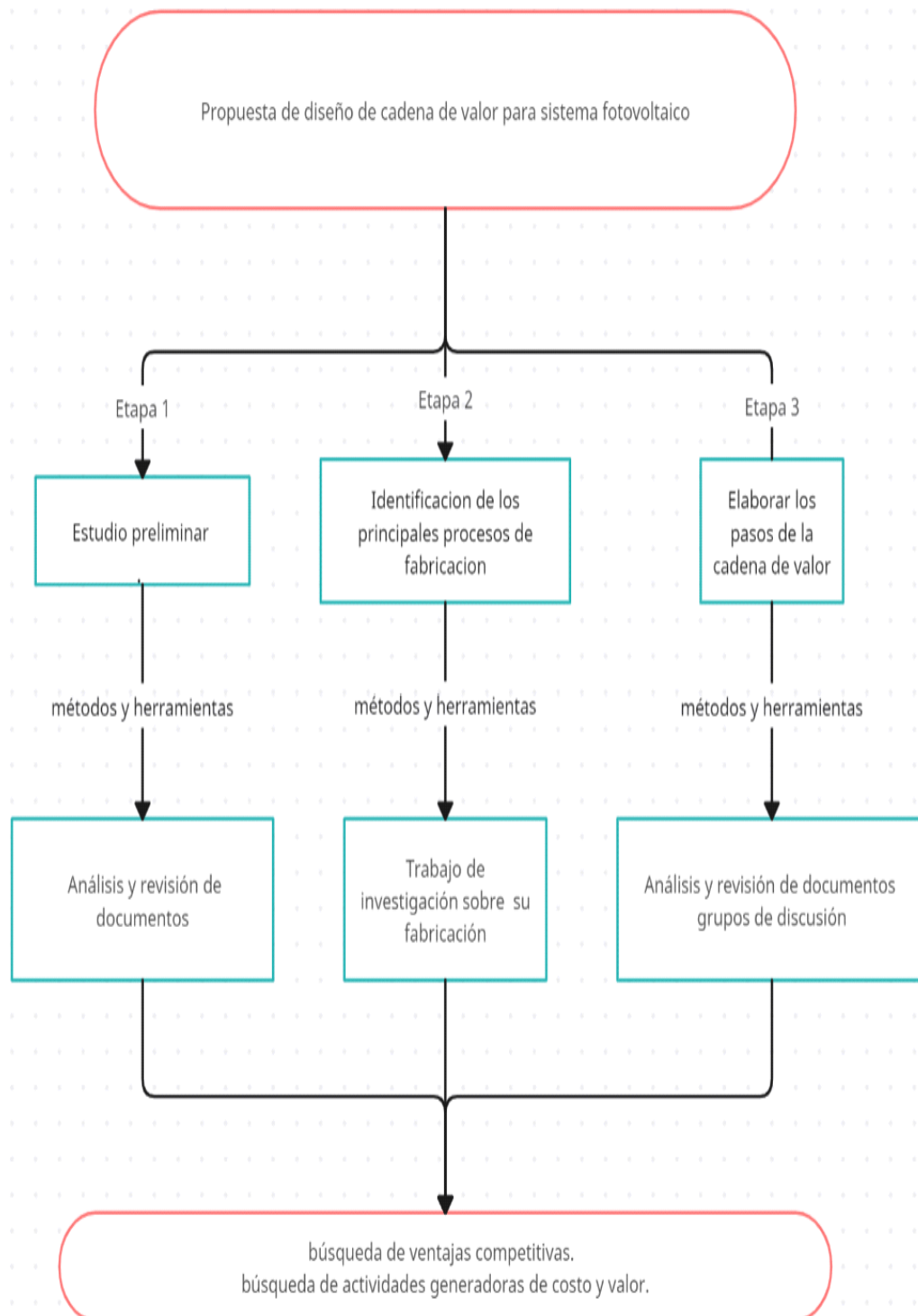
- **Distribución y comercialización**

Aunque la producción nacional muy baja la comercialización y distribución de este sector energético es muy buena

- **Propuesta de procedimiento para la cadena de valor**

La propuesta consta de tres etapas: el estudio preliminar, la identificación de los principales procesos productivos en la fabricación de paneles fotovoltaicos y el desarrollo de la secuencia de pasos. Facilitando la búsqueda de ventajas competitivas, y la búsqueda de actividades generadoras de costo y valor.

Figura 33 “Propuesta de cadena de valor del sistema fotovoltaico”



Fuente: creación propia

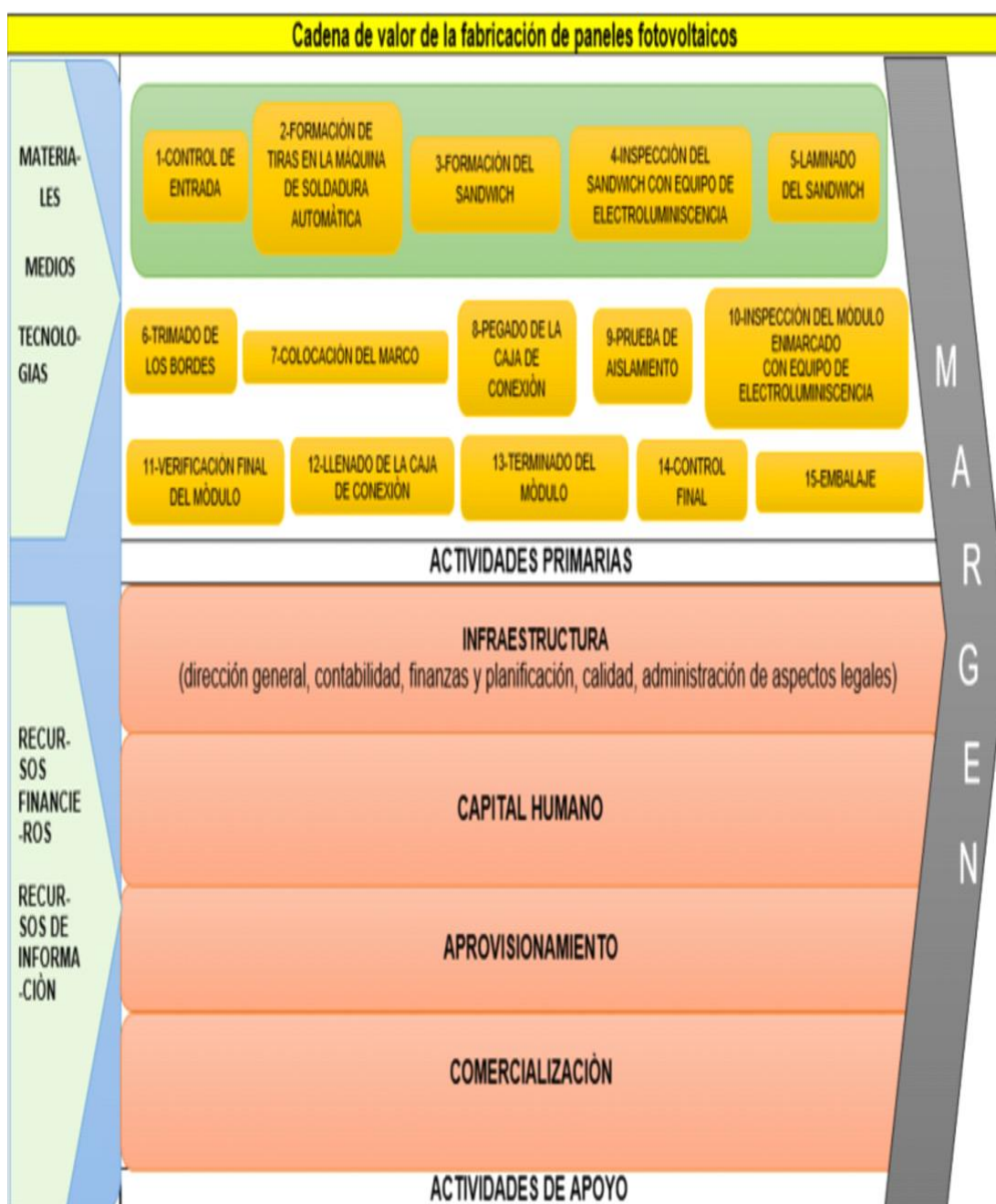
Esto es fundamental para lograr los objetivos propuestos y determinar los criterios para el plan de trabajo.

- **Diseño de cadena de valor**

La producción de paneles fotovoltaicos tiene gran importancia para la economía del país, por su contribución a la energía limpia, su uso eficiente y al cambio del estado actual de la dependencia energética de las importaciones de combustible fósil.

En este sentido, uno de los objetivos de la agenda 2030 nacional, es lograr que el 24 % del consumo energético en el país sea de fuentes renovables de energía. Sin el fortalecimiento del encadenamiento productivo, el proceso de creación de valor y las fuentes de competitividad, en la generación de energía fotovoltaica, será muy difícil lograr ese objetivo nacional

Figura 34 “Cadena de valor de la fabricación de paneles fotovoltaicos”



Fuente: <https://revistas.uns.edu.ar/eca/article/view/2654/1772>

- **Análisis FODA**

A continuaci3n, se presenta un análisis, tanto interno como externo del proyecto.

Tabla 17 "Fortalezas y oportunidades del proyecto".

Fortalezas	Oportunidades
Aprovechamiento de energías limpias	Potencial solar alto

Tecnología fotovoltaica madura, aprobada y regularizada en el país	Alza continua tanto en energía como en alimentación
Buena percepción social del proyecto	Espacio disponible
Buen y estable rendimiento	Mejoramiento de proyecto ya realizado
Mantenimiento bajo	

Tabla 18 "Debilidades y amenazas del proyecto".

Debilidades	Amenazas
Inversión inicial alta	Daños físicos a los paneles
La principal producción es del extranjero	Prolongados tiempos de espera por repuestos
Los repuestos o reparaciones son caras	El clima por la radiación que proporciona
	Aumento de costos por productos importados

• Tabla IFAS Y EFAS

Tabla 19 "Factores externos"

Tabla EFAS

<u>Factores externos</u>	<u>Ponderación</u>	<u>Calificación</u>	<u>Puntuación ponderada</u>
Oportunidades • Potencial solar • Alza continúa en del consumo de energía y del precio de esta • Buen recibimiento de este tipo de proyectos	0,3 0,2 0,2	3 2 2	0,9 0,4 0,4
Amenazas • Prolongados periodos sin stock de repuestos • Posibles daños físicos de los paneles • Falta diversificación de este tipo de proyectos a nivel nacional • Aumento de costos por productos importados	0,05 0,1 0,1 0,05	1 1 2 1	0,05 0,1 0,2 0,05
Total	1,00		2,1

La calificación ponderada indica de manera cuantitativa que tan bien responde el proyecto a los factores externos. El resultado de este indicador fue de 2,1 lo cual se considera un desempeño leve sobre la media de la industria.

Tabla 20 "Factores internos"

Tabla IFAS			
<u>Factores internos</u>	<u>Ponderación</u>	<u>Calificación</u>	<u>Puntuación ponderada</u>
Fortalezas			
• Aprovechamiento de energías limpias	0,2	3	0,6
• Tecnología fotovoltaica madura, aprobada y regularizada en el país	0,1	3	0,3
• Buena percepción social del proyecto	0,1	3	0,3
• Buen y estable rendimiento	0,2	2	0,4
• Mantenimiento bajo	0,1	2	0,2
Debilidades			
Inversión inicial alta	0,1	3	0,3
La principal producción es del extranjero	0,05	2	0,1
Los repuestos o reparaciones son caras	0,1	3	0,3
Esta industria aún está en desarrollo	0,05	1	0,05
Total	1,00		2,55

La tabla IFAS ponderada indica que tan bien se desempeña el proyecto en cuanto a sus factores internos, en este caso el indicador corresponde a 2,55 lo cual nos da un desempeño ligeramente sobre la media.

- Objetivos a medio y largo plazo

A partir de la matriz FODA y las tablas IFAS y EFAS es posibles plantear algunos objetivos a mediano y largo plazo, con el fin de determinar acciones que se puedan ayudar de alguna forma este proyecto.

A mediano plazo: Articular una planificación estructurada y eficiente con la finalidad de organizar los tiempos de trabajos. Esto nos permite realizar el proyecto de una forma más fluida, rápida y a un menor coste

A largo plazo: La materialización del proyecto debe tener el menor costo posible. El sistema debe ser duradero en el tiempo y resistente a las condiciones del tiempo, para sacar provecho de la alta inversión inicial

- **Evaluación Económica**

A continuación, se presenta un estudio sobre la factibilidad económica del invernadero, se han considerado algunas estimaciones necesarias como:

- Demanda de los productos
- Ingresos
- Costos
- Inversión

Para así poder realizar un flujo de caja neto correcto, considerando las utilidades anuales generadas con una tasa de descuento de 15% y todo estimado en un periodo de 5 años.

- **Horizonte del proyecto**

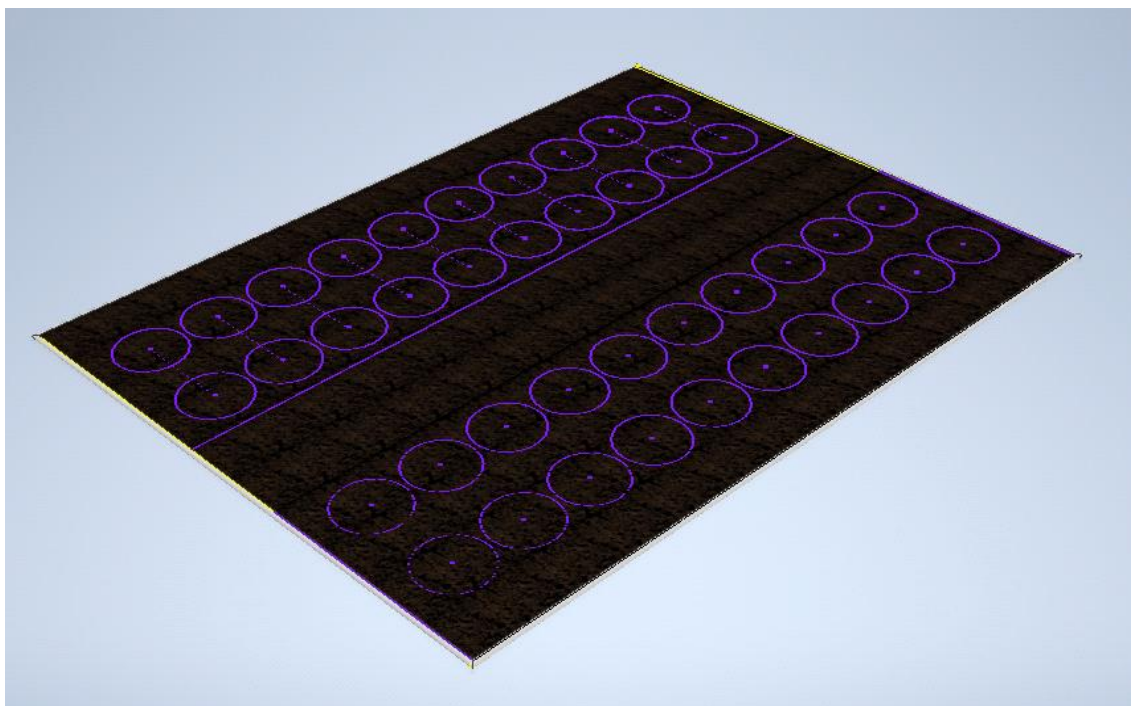
Para este proyecto se considera un horizonte de 5 años, el cual es un tiempo apropiado para evaluar la rentabilidad que puede producir y si se puede implementar a mayor escala.

- **Ingresos**

El ingreso que puede producir un invernadero esta neta mente limitado por su reducido espacio, ya que al tener más espacio mayor será la cantidad de plantas que quepan en el interior, por lo que necesitamos sacar el máximo provecho del espacio que tenemos.

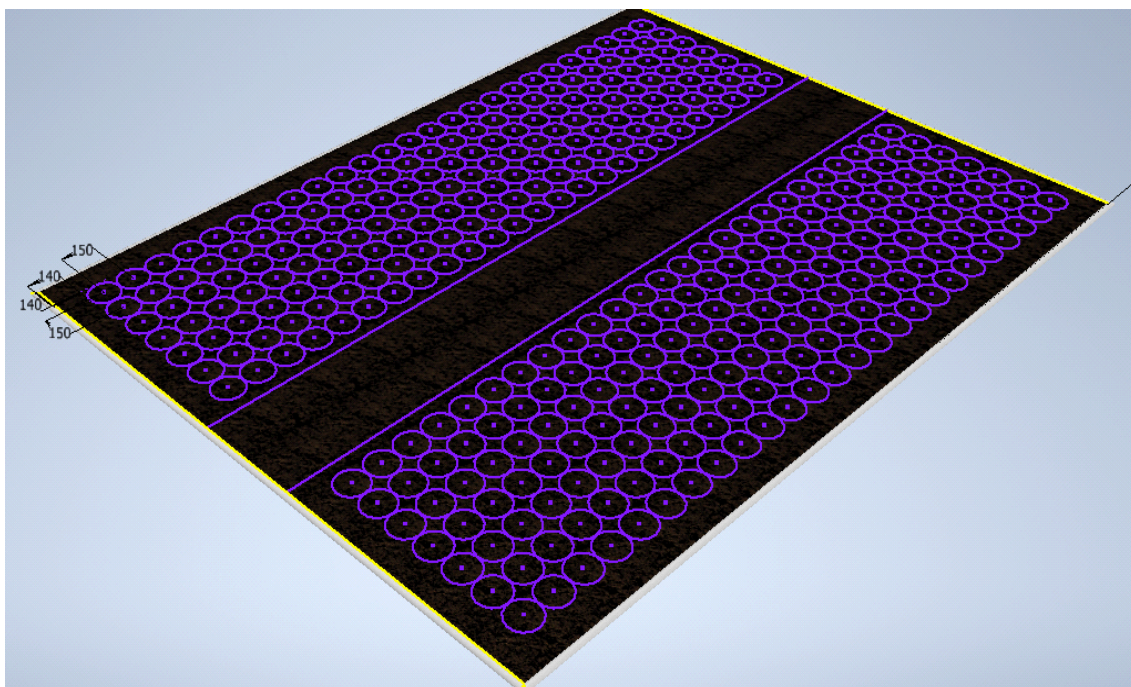
Tras haber analizado información sobre el mercado, se elaboró un estudio para poder

Figura 35 “Simulación de espacio para cosecha de tomates”



Fuente: creación propia

Figura 36 “Simulación de espacio para cosecha de lechugas”



Fuente: creación propia

El ingreso de las cosechas depende netamente de la fecha, ya que los productos están fuera de temporada o en meses con mucha demanda el precio de estos se eleva obteniendo mayores ganancias.

Tabla 21 "Calendario de precios"

CALENDARIO DE PRECIOS			\$
ENERO	LECHUGA	1 COSECHA	
FEBRERO	LECHUGA		1.000
MARZO	LECHUGA	2 COSECHA	
ABRIL	LECHUGA		1.500
MAYO	LECHUGA	3 COSECHA	
JUNIO	LECHUGA		1.500
JULIO	TOMATE	1 COSECHA	
AGOSTO	TOMATE		
SEPTIEMBRE	TOMATE		2.000
OCTUBRE	TOMATE	2 COSECHA	
NOVIEMBRE	TOMATE		
DICIEMBRE	TOMATE		1.800

Tabla 22 "Estudio de Producción Combinada"

ESTUDIO DE PRODUCCIÓN COMBINADA							
Producto	Unidad	Ciclos de Producción en el Año	Total Unidades	Ingreso Cosecha 1	Ingreso Cosecha 2	Ingreso Cosecha 3	Total, Ingresos
LECHUGA	252	3	756	252.000	378.000	378.000	1.008.000
Producto	Unidad	Ciclos de Producción en el Año	Kilos Producidos por Planta	Kilos producidos en total	Ingreso Cosecha 1	Ingreso Cosecha 1	Total, Ingresos

TOMATES	40	2	8	640	1.280.000	1.152.000	2.432.000
							3.440.000

- Costos de producción

Estos costos son necesarios para el correcto crecimiento del producto durante el año y nos permite estimar lo que gastaremos en hacer que este invernadero produzca.

Tabla 23 "Costos de Producción"

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
PLANTA DE TOMATE	PLANTA	\$ 200	80	\$ 16.000
PLANTA DE LECHUGA	PLANTA	\$ 100	756	\$ 75.600
FERTILIZANTE ORGICO	KG	\$ -	50	\$ -
PESTICIDAS	KG	\$ 25.000	1	\$ 25.000
PESA	PESA	\$ 5.000	1	\$ 5.000
BOLSAS ECOLÓGICAS	BOLSA	\$ 70	200	\$ 14.000
AGUA	M3	\$ -	3.000	\$ -
				\$ 135.600

- Costos de equipos para el sistema de climatización

Tabla 24 "Costos Generales "

NOMBRE DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD	PRECIO
Calefactor para Invernadero Phoenix	• Ventilador para evitar el ruido irritante.	1	1.098.582

	• Cadenas para colgar y soportes para mantenerlo en el suelo seguro. • Permitirá adaptarse a diferentes funciones • Tres opciones de funcionamiento: 1kW, 1.8kW y 2.8kW		
Ventilador extractor	• Ventilador axial con parrilla • Protector de seguridad de alambre de acero con recubrimiento en polvo • Diseño cuadrado • Motor de bobinado de cobre duradero • Ruido bajo • Cuerpo y cuchillas de metal. • Motor de alambre de cobre duradero	1	49.990
Kit Solar Fotovoltaico 5000w Híbrido Base	• Este sistema es capaz de generar y almacenar energía a partir de sus paneles solares fotovoltaicos. La energía producida se acumula en baterías y es convertida por el inversor a 220V AC. CONTIENE: • 4 paneles solares fotovoltaicos policristalinos de 280W 24v marca ANHUI SINE	1	1.850.000

	• 1 inversor cargador híbrido 5000w onda pura con controlador PWM • 4 baterías 120ah 12V ciclo profundo de gel marca NIMAC • 26m de cable solar en total de 6mm colores negro y rojo • 3 sets conectores MC4 simple, 1 set MC4 doble • Cableado 25mm², terminales y fusible Midi para baterías		
Invernadero	• Modelo curvo de 4 MTS de largo X 3 MTS de ancho módulo de estructura con arcos de acero galvanizado de 25x0,07 mm, con cubierto de plástica tricapa reforzada con malla de 140 gramos por metro cuadrado con filtro uv una puerta de abatir con 8 ventanas	1	238.900

Total, del proyecto incluido el costo del invernadero: 3.237.472

Total, solo del sistema de climatización: 2.998.572

- Flujo de caja

El flujo de caja, o también denominado “CASH FLOW”, es el movimiento de dinero en efectivo que entra y sale de la empresa. Esto incluye tanto los ingresos generados por las ventas, como los gastos de operación y las inversiones en activos fijos.

Tabla 25 "Flujo de Caja"

		2024	2025	2026	2027	2028
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 3.440.000	\$3.440.000	\$3.440.000	\$ 3.440.000	\$ 3.440.000
Costos		\$ - 135.600	\$ -135.600	\$ -135.600	\$ -135.600	\$ -135.600
Utilidades		\$ 3.304.400	\$3.304.400	\$3.304.400	\$ 3.304.400	\$ 3.304.400
Inversión	\$ -3.237.472					
FLUJO DE CAJA	\$ -3.237.472	\$ 3.304.400	\$3.304.400	\$3.304.400	\$ 3.304.400	\$ 3.304.400

- El valor actual neto (VAN)

El VAN, también se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

Consta de un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Dicho de una manera más sencilla, es una herramienta financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de una inversión o proyecto.

Figura 37 "Formula del Valor Actual Neto"

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + k)^t} - I_o$$

VAN = Valor Actual Neto
V_t = representa los flujos de caja en cada periodo de tiempo
I_o = valor del desembolso inicial de la inversión
n = es número de periodos considerado
k = es es tipo de interés

Fuente: [Qué es el VAN: cómo se calcula y cómo se interpreta \(mba-madrid.com\)](http://mba-madrid.com)

VAN	\$ 7.839.389
-----	--------------

Esta técnica calcula el valor presente de todos los flujos de efectivo futuros (tanto ingresos como egresos) relacionados con la inversión, descontados a una tasa de interés específica.

TD	15%
----	-----

- Tasa interna de retorno (TIR)

Es la rentabilidad que ofrece una inversión y se mide en porcentaje sobre la inversión realizada.

Se define como aquella tasa a la cual se hace cero el valor actual neto.

TIR	99%
-----	-----

- Periodo de recuperación

= Recuperación de la inversión en años

=0,97 (en menos de un año)

•

• **CONCLUSIONES**

De acuerdo con todos los aspectos mencionados en el presente proyector se pueden configurar una serie de conclusiones y recomendaciones que nos ayudan a analizar si el proyecto es factible.

Con respecto al invernadero, la elección de los materiales fue correcta ya que son de buena calidad y duraderos, además al plástico tricapa con malla es de mucha ayuda en el balance energético ya que no posee tantas pérdidas de calor como el plástico normal.

Se realizó un modelo matemático del balance de energía, mostrando el comportamiento energético del invernadero, ya que con ello es posible efectuar un análisis cuantitativo para saber la energía calorífica que es necesario aportar con el calefactor.

El uso de un sistema fotovoltaico para cubrir la demanda de energía del sistema de climatización resulta más económico en comparación a otras fuentes de energía, aunque la inversión inicial puede ser un poco elevada, estos sistemas requieren poco mantenimiento lo que es una gran ventaja respecto a otras fuentes de creación de energía y requiere de una instalación sencilla por lo que no se necesita ser experto en electricidad realizarlo.

En general el diseño de un sistema de climatización con energía solar es factible técnica y económicamente ya que cumple con los objetivos propuestos y además es respetuoso con el medio ambiente, por lo que es bien recibido y bien visto por la sociedad. Aunque este sector este aun en pañales se provee un crecimiento exponencial con el pasar de los años.

• **RECOMENDACIONES**

- Efectuar una comparación del balance térmico con otros modelos similares, es una buena idea para validar o corroborar valores ya calculados.
- Es importante realizar el estudio de cargas térmicas ya que desde un punto de vista ingenieril aportan datos e información precisa para poder elegir método y diseño más eficiente del sistema.

- La realización de este tipo de proyecto es más sencilla si se tienen mediciones reales ósea que ya exista el invernadero ya que se pueden tomar modelos y datos respaldados.
- Optimizar el diseño del sistema de climatización en función de los parámetros requeridos.
- **BIBLIOGRAFÍA**

[Invernaderos - INVERNADERO TIPO PARRAL O ALMERIA - Invernaderos - INVERNADEROS DE PLASTICO - Fabricante de Invernaderos, HYPERLINK "https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html"](https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html) Rufepa HYPERLINK "https://www.rufepa.com/invernadero/familia-productos/1/invernaderos/1/invernaderos-de-plastico/81/invernadero-tipo-parral-o-almeria.html". - Proyectos - Proyectos

[Invernaderos Túnel - IEP invernaderos \(inverelpilar.com\)](http://inverelpilar.com)

[Linea HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" del Tiempo HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion"](https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion) Ventilacion HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" timeline HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" | HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" Timetoast HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" HYPERLINK "https://www.timetoast.com/timelines/linea-del-tiempo-ventilacion" timelines

[Climatización de un invernadero: caso práctico \(solerpalau.com\)](http://solerpalau.com)

[2023 primer semestre - Google Drive](#)

[Principios básicos para el manejo climático de invernaderos | HYPERLINK "https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/%20%20principios-basicos-para-el-manejo-climatico-de-invernaderos"](https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/%20%20principios-basicos-para-el-manejo-climatico-de-invernaderos) Intagri HYPERLINK

["https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/%20%20principios-basicos-para-el-manejo-climatico-de-invernaderos"](https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/%20%20principios-basicos-para-el-manejo-climatico-de-invernaderos) S.C.

[PerezJuan_2019_GuiaDimensionamientoSistemas.pdf \(udea.edu.co\)](#)

[TODOPRODUCTIVIDAD: Cálculo del balance energético de un invernadero](#)

[Climatización de invernaderos - Revista HYPERLINK](#)

["https://mexico.infoagro.com/climatizacion-de-invernaderos/"](https://mexico.infoagro.com/climatizacion-de-invernaderos/) InfoAgro HYPERLINK

["https://mexico.infoagro.com/climatizacion-de-invernaderos/"](https://mexico.infoagro.com/climatizacion-de-invernaderos/) México

[Servicios Climáticos \(meteochile.gob.cl\)](#)

[Anual y Mensual del Tiempo - HYPERLINK "https://www.weather-atlas.com/es/chile/treguaco-clima"](#) Treguaco HYPERLINK ["https://www.weather-atlas.com/es/chile/treguaco-clima"](https://www.weather-atlas.com/es/chile/treguaco-clima), Chile (weather-atlas.com)

[Clima y Vegetación Región de Ñuble — \(bcn.cl\)](#)

[Climatización en Invernaderos | ACR Latinoamérica \(acrlatinoamerica.com\)](#)

[Cómo dimensionar paneles solares para tu proyecto \(tritec-center.cl\)](#)

[Cultivo de lechuga: Gu HYPERLINK "https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/"](#) í HYPERLINK ["https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/"](https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/) a paso a paso para un cultivo exitoso HYPERLINK ["https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/"](https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/) ✓ HYPERLINK ["https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/"](https://vida-sustentable.com/como-se-cultiva-la-lechuga/) (vida-sustentable.com)

[Cómo Cultivar Lechuga: Siembra, Riego, Fertilización, Cosecha Y Más \(deagronomia.com\)](#)

[Cultivo de TOMATE en INVERNADERO - Guía Práctica y Consejos \(ecologiaverde.com\)](#)

[Máximo rendimiento de tomate por planta: ¿Cuántos kilos puede producir? - La Casa de la Huerta \(lacasadelhuerto.es\)](#)

[Tiempo de crecimiento de la lechuga: ¿Cuánto tarda en madurar esta hortaliza? - HYPERLINK "https://www.tenhuertoencasa.com/cuanto-tarda-en-crecer-una-](#)

[lechuga/"My HYPERLINK "https://www.tenhuertoencasa.com/cuanto-tarda-en-crecer-una-lechuga/" Blog \(tenhuertoencasa.com\)](https://www.tenhuertoencasa.com/cuanto-tarda-en-crecer-una-lechuga/)

[Microsoft Word - capitulo14clasificacionclimatica.doc \(upm.es\)](#)

[4.jpg \(607×303\) \(bp.blogspot.com\)](#)

[Calefactor Phoenix para invernaderos de cristal ACD \(invernadero-de- HYPERLINK "https://invernadero-de-cristal.shop/products/calefactor-phoenix" cristal.shop HYPERLINK "https://invernadero-de-cristal.shop/products/calefactor-phoenix"\)](#)

[Extractor De Aire Industrial 14 Pulgadas 550w \(eshopangie.cl\)](#)

[Kit Solar Fotovoltaico Híbrido 5000W para generación eléctrica. \(solarstore.cl\)](#)

[El uso racional del agua en los invernaderos - HYPERLINK "https://ecomercioagrario.com/el-uso-racional-del-agua-en-los-invernaderos/"eComercio HYPERLINK "https://ecomercioagrario.com/el-uso-racional-del-agua-en-los-invernaderos/" Agrario](#)