

INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE TÍTULO

**DESARROLLO DE PROPUESTAS PARA DIMENSIONAR Y
EVALUAR SISTEMAS DE GENERACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA RIEGO TECNIFICADO**

AUTOR:

Sebastián Araya Moreira

PROFESOR GUIA:

Marco Rivera Abarca

CURICÓ – CHILE

ENERO 2023

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



UNIVERSIDAD DE TALCA
DIRECCIÓN
SISTEMA DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE TALCA
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
CAMPUS CURICO

Curicó, 2023

RESUMEN EJECUTIVO

En este informe, se desarrolla un estudio y propuestas de dimensionamiento y evaluación de sistemas de generación solar para riego tecnificado. Inicialmente el proyecto nace de la problemática de la sequía en Chile y la Región del Maule, el cambio climático, el sobredimensionamiento de los actuales sistemas de riego entregados en el país, además de la presencia de la ley 18.435, que fomenta la producción de proyectos privados de riego y drenaje, potenciando aun más el desarrollo de esta investigación.

En el diagnóstico, se descubre que la región cuenta con condiciones para la producción de energía que van desde los 4,5 a 6kWh por metro cuadrado de panel instalado en condiciones ideales. En complemento de lo anterior, se descubre que, en la región, desde el año 2020 se han incrementado el uso de las técnicas de riego hasta en un 51,4% (ODEPA, 2020). Por otro lado, mediante terrenos y reuniones con entidades gubernamentales, se logra conocer más de la problemática, definir el alcance y comenzar a idear propuestas para la solución. Más adelante se definen y desarrollan propuestas que posteriormente son simuladas y modeladas en 3D para una mejor interacción al momento de ser presentada o analizada.

Para la evaluación del proyecto, se analizan los impactos sociales, ambientales, y económicos, donde la suma de los costos relacionados con la implementación de las tres propuestas desarrolladas en el proyecto, alcanzan el valor de CLP\$6.250.906, teniendo una diferencia porcentual de aproximadamente 36 puntos en relación con el análisis de sensibilidad realizado con los actuales kits entregados por INDAP. Cada una de las propuestas cuenta con un análisis económico detallado que contempla una adjudicación de beneficios por parte del gobierno para la implementación de estos proyectos, donde se consideran valores entre el 80 y 90% para los dos primeros kits y el tercero respectivamente.

Palabras clave: Generación solar, riego tecnificado, INDAP, prototipo.

Autor

Sebastián Enrique Araya Moreira (saraya16@alumnos.ugal.cl)
Estudiante Ingeniería Civil Industrial
Facultad de Ingeniería – Campus Curicó – Universidad de Talca
Chile, Enero de 2023

*A mi madre, que nunca abandonó
A mi papá y sus tiempos
A Catita y Amelu, por enseñarme un cariño tan sincero
Y a los que desde el cielo guiaron mis pasos en todo momento.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	<i>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</i>	2
1.1	Descripción de la organización	3
1.1.1	Misión	5
1.1.2	Visión.....	5
1.1.3	Objetivos	5
1.1.4	Estructura organizacional.....	6
1.2	Lugar de aplicación	7
1.3	Problemática.....	7
1.4	Objetivos	7
1.4.1	Objetivo general	7
1.4.2	Objetivos específicos	8
1.5	Resultados tangibles esperados	8
2	<i>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA</i>	9
2.1	Marco teórico	10
2.2	Metodologías de diseño	10
2.2.1	<i>Design thinking:</i>	10
2.2.2	<i>Scrum:</i>	12
2.2.3	<i>Lean Startup:</i>	13
2.3	Parámetros importantes.....	14
2.3.1	Sequías	15
2.3.2	Tipos de radiaciones	16
2.3.3	Sector hortofrutícola	16
2.3.4	Sistemas solares fotovoltaico	18
2.3.5	Tipos de riego	20
2.4	Herramientas de análisis	21
2.4.1	<i>Brainstorming</i>	22

2.4.2	Entrevista no estructurada.....	22
2.4.3	Análisis FODA	22
2.4.4	Análisis de datos.....	23
2.4.5	Matriz Multicriterio	23
2.4.6	Método de factores ponderados.....	24
2.4.7	Mapa de empatía.....	25
2.4.8	Saturar y agrupar	26
2.4.9	Mapa mental.....	28
2.4.10	Prototipo en bruto	29
2.4.11	Prototipo	29
2.5	Metodologías para evaluación de impactos	30
2.5.1	Evaluación económica	30
2.5.2	Evaluación social.....	32
2.5.3	Evaluación ambiental y social.....	33
2.6	Marco legal en Chile.....	34
2.6.1	Ley 18.450.....	34
2.6.2	Ley 21.435.....	35
2.7	Selección de metodología	35
2.7.1	Ponderación de los criterios a utilizar.....	36
2.7.2	Evaluación de las alternativas por criterio	37
2.7.3	Elección de la metodología	38
2.8	Metodología de solución.....	38
2.8.1	Diagnostico	39
2.8.2	Aplicación de la metodología.....	39
2.8.3	Evaluación de impactos	40
3	<i>CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL</i>	42
3.1	Análisis legal.....	43
3.1.1	Ley 18.450.....	43
3.1.2	Ley 21.435.....	45

3.2	Radiación	46
3.2.1	Índices de radiación en el mundo	47
3.2.2	Índices de radiación en Chile	48
3.2.3	Índices de radiación en la séptima región	49
3.3	Sequía en Chile.....	51
3.3.1	Técnicas actuales de riego.....	52
3.4	Entrevistas semiestructuradas	54
3.5	Proyectos actuales de riego	58
3.5.1	Distribución geográfica.....	58
3.5.2	Fichas técnicas kit fotovoltaicos.....	59
3.6	Sistematización de la información	61
3.6.1	Análisis FODA	62
4	CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN, IDEACIÓN Y PROTOTIPADO	66
4.1	Definir.....	67
4.1.1	Saturar y agrupar	67
4.1.2	Mapa mental.....	69
4.1.3	Las 8P del <i>marketing</i>	70
4.1.4	Definiciones estructurales del proyecto	74
4.2	Idear.....	75
4.2.1	Lluvia de ideas.....	75
4.2.2	Prototipo en bruto	76
4.3	Prototipar.....	77
4.3.1	Selección de equipos.....	77
4.4	Prototipo.....	85
4.4.1	Primera propuesta.....	86
4.4.2	Segunda propuesta.....	90
4.4.3	Tercera propuesta	94
5	CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	96

5.1	Evaluación de impactos sociales	97
5.1.1	Generación de conciencia en el entorno	97
5.1.2	Generación de lazos de trabajo colaborativo	97
5.1.3	Generación de nuevos empleos	98
5.2	Evaluación de impactos ambientales	99
5.3	Evaluación de impactos económicos	100
5.3.1	Propuesta N° 1: Prototipo 0	100
5.3.2	Propuesta N° 2: Prototipo plus	101
5.3.3	Propuesta N°3: prototipo piloto	103
5.3.4	Análisis de sensibilidad.....	104
CONCLUSIONES		109
BIBLIOGRAFÍA		111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama Centro Tecnológico de Conversión de Energía	6
Ilustración 2: Fases de <i>Design Thinking</i>	12
Ilustración 3: Metodología <i>Scrum</i>	13
Ilustración 4: Metodología <i>Lean Startup</i>	14
Ilustración 5: Componentes de un sistema fotovoltaico <i>On Grid</i>	18
Ilustración 6: Componentes de un sistema fotovoltaico <i>Off Grid</i>	19
Ilustración 7: Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido	20
Ilustración 8: Técnica de riego presurizado	20
Ilustración 9: Técnica de riego por aspersión.....	21
Ilustración 10: Técnica de riego por goteo	21
Ilustración 11: Estructura de un mapa de empatía.....	26
Ilustración 12: Panel común de saturar y agrupar	27
Ilustración 13: Estructura de un mapa mental	28
Ilustración 14: Tipos de prototipos	29
Ilustración 15: Máximo valor UV abril 2006	48

Ilustración 16: Geografía de la radiación en Chile	49
Ilustración 17: Total de agua caída en relación del promedio y los últimos dos años.....	52
Ilustración 18: Mapa de empatía Patricio González	55
Ilustración 19: Mapa de empatía Juan De La Cruz.....	56
Ilustración 20: Mapa de empatía Cristián Marilao	57
Ilustración 21: Distribución de proyectos fotovoltaicos 2013 - 2017 en la Región del Maule	59
Ilustración 22: Resumen análisis FODA.....	65
Ilustración 23: Principales conceptos de empatizar	67
Ilustración 24: Principales conceptos de empatizar agrupados	68
Ilustración 25: Principales conceptos de empatizar agrupados y ordenados	69
Ilustración 26: Mapa mental etapa definir.....	70
Ilustración 27: Partes de las 8P del <i>marketing</i>	71
Ilustración 28: Lluvia de ideas.....	76
Ilustración 29: Conceptos del prototipo en bruto	76
Ilustración 30: Grado de cobertura solar zona rural de Parral.....	88
Ilustración 31: Energía máxima disponible por mes en la zona rural de Parral	89
Ilustración 32: Diseño del prototipo 0.....	89
Ilustración 33: Diseño prototipo plus.....	93
Ilustración 34: Diseño del prototipo piloto	95
Ilustración 35: Gráfico de comparación KIT 1 y prototipo 0.....	105
Ilustración 36: Gráfico de comparación KIT 2 y prototipo plus	106
Ilustración 37: Gráfico de comparación KIT 3 y prototipo piloto.....	106
Ilustración 38: Rango de salario bruto para analista de gestión u organización	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ponderación de criterios para la selección de la metodología	37
Tabla 2: Resumen puntajes obtenidos por cada criterio	38
Tabla 3: Selección de la metodología	38
Tabla 4: Radiación solar máxima estación Parral enero - septiembre 2022	50

Tabla 5: Radiación solar máxima estaciones del valle central interior durante enero – septiembre 2022.....	50
Tabla 6: Radiación solar máxima estaciones del valle central con influencia marina durante enero – septiembre 2022	51
Tabla 7: Resumen del aumento en el uso de técnicas de riego al sur de Chile	53
Tabla 8: Componentes kit de generación	59
Tabla 9: Componentes kit de generación solar 2.....	60
Tabla 10: Componentes kit de generación solar 3.....	60
Tabla 11: Resumen unidades de producción silvoagropecuaria, parte 1	74
Tabla 12: Resumen unidades de producción silvoagropecuaria, parte 2	75
Tabla 13: Ponderación de los criterios para la selección de equipos	78
Tabla 14: Opciones de paneles solares	79
Tabla 15: Matriz de puntaje y ponderaciones para paneles solares.....	79
Tabla 16:Opciones de baterías.....	80
Tabla 17: Matriz de puntaje y ponderaciones para baterías	80
Tabla 18:Opciones para inversores.....	81
Tabla 19: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores	81
Tabla 20:Opciones para controlador de carga.....	82
Tabla 21: Matriz de puntaje y ponderaciones para controladores de carga	82
Tabla 22: Opciones para sensor contraseco	83
Tabla 23: Matriz de puntaje y ponderaciones para sensor contraseco.....	83
Tabla 24: Ponderación de los criterios para la selección de bombas	84
Tabla 25:Opciones de bombas solares	84
Tabla 26: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas solares	84
Tabla 27: Resumen de los equipos seleccionados	85
Tabla 28: Opciones de bombas solares pequeñas.....	86
Tabla 29: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas solares pequeñas	86
Tabla 30: Opciones de inversores pequeños	87
Tabla 31: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores pequeños.....	87
Tabla 32: Resumen de equipos prototipo 0.....	90
Tabla 33: Opciones bombas solares medianas	90

Tabla 34: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas medianas.....	91
Tabla 35: Opciones inversores medianos.....	91
Tabla 36: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores medianos	92
Tabla 37: Resumen equipos prototipo plus	93
Tabla 38: Resumen equipos prototipo piloto	95
Tabla 39: Costos asociados a la implementación del prototipo 0.....	101
Tabla 40:Costos asociados a la implementación del prototipo plus	102
Tabla 41: Costos asociados a la instalación del prototipo piloto.....	103
Tabla 42: Gastos asociados al proyecto en reuniones, terreno y más	107
Tabla 43: Desglose del gasto de un analista en la ejecución del proyecto.....	108
Tabla 44: Resumen de los gastos y ahorros durante el desarrollo del proyecto	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo del puntaje para caso directo	24
Ecuación 2: Cálculo del puntaje para caso indirecto	25
Ecuación 3: Cálculo de la TREMA	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cálculos ponderación de criterios y selección de la metodología.....	117
Anexo 2: Carta Gantt del proyecto parte 1.....	118
Anexo 3: Carta Gantt del proyecto parte 2.....	118
Anexo 4: Carta Gantt del proyecto parte 3.....	119
Anexo 5: Resumen de los factores que influyen en la intensidad de la radiación UV	120
Anexo 6: Índice UV Sudamérica.....	121
Anexo 7: Índice UV Europa.....	122
Anexo 8: Índice UV África	123
Anexo 9: Índice UV Oceanía	124
Anexo 10: Ficha simulación prototipo 0.....	124
Anexo 11:Ficha simulación prototipo plus	124
Anexo 12:Ficha simulación prototipo piloto.....	125

Anexo 13: Información KIT1, INDAP	125
Anexo 14: Información KIT2, INDAP	125
Anexo 15: Información KIT3, INDAP	126
Anexo 16: Tabla de la matriz FODA	126

GLOSARIO

- **Riego tecnificado:** el riego tecnificado o tecnificación de riego se refiere al aprovechamiento eficiente del agua, a partir del uso adecuado de la tecnología (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).
- **Carozo:** parte dura y leñosa de algunas frutas carnosas, como la cereza, la aceituna o el durazno, en la que está contenida la simiente o grano (Oxford Languages, s.f.).
- **Berries:** las frutas del bosque, frutos rojos, o bayas silvestres son pequeñas frutas comestibles correspondiente a bayas, dentro de las cuales destacan frutillas, frambuesas, arándanos, moras, morones entre otros (Oxford Languages, s.f.).
- **Marketing:** conjunto de técnicas y estudios que tienen como objeto mejorar la comercialización de un producto o servicio (Oxford Languages, s.f.).
- **UV:** se denomina radiación ultravioleta o radiación UV a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 100 nm y los 400 nm (Oxford Languages, s.f.).
- **Prototipo:** un prototipo se puede referir a cualquier tipo de máquina en pruebas, o un objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo (Oxford Languages, s.f.).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad cada vez se tratan y hablan temas como el cambio climático, la preservación del medio ambiente, el uso de energías no convencionales y el cuidado del agua, Chile es un país vulnerable ante estos conceptos, ya que, se producen alteraciones en la vida cotidiana de las personas, las que muchas veces pueden llegar a ser irreversibles.

El proyecto que se desarrolla en este informe cuanta con cinco capítulos, y busca dar solución a la problemática del sobredimensionamiento, el aumento de los costos y el mal uso de agua en los actuales proyectos de generación solar ya implementados, todo esto en complemento de las variables climáticas como la sequía y niveles de radiación.

En primera instancia, se presenta la organización que respalda este estudio, el lugar de aplicación, descripción de la problemática, objetivos y resultados esperados tangibles entre otros. De esa manera, se da paso a la presentación del marco teórico y metodológico bajo el cual se realizará el proyecto, para luego dar paso a al desarrollo de un amplio y exhaustivo estudio a modo de diagnóstico, donde se analiza el mercado nacional hortofrutícola, el nivel de sequía, precipitaciones, los niveles de radiación tanto nacionales como internacionales. También se presentan y analizan los actuales sistemas de generación de energía solar para riego tecnificado que son suministrados por entidades gubernamentales.

En términos de desarrollo, presenta en el cuarto capítulo, la definición, ideación y prototipados de las nuevas propuestas de generación solar, ya dimensionadas con sus respectivos equipos, las cuales buscan finalmente ser evaluadas mediante estudios ambientales, buscando conocer si la implementación del proyecto genera impactos adversos para el medio ambiente y la sociedad. Finalmente, mediante un análisis económico, se desglosa cada una de las propuestas de manera detallada para conocer los gastos asociados a la implementación, para finalmente pasar a un análisis de sensibilidad el cual busca conocer el nivel de ahorro que generarán las propuestas en relación con las actuales. Y el costo que se podría haber generado si el proyecto no era considerado como un proyecto de memoria.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo, se describirá el lugar de aplicación donde se plantea el desarrollo de la problemática. Además, se definen tanto el objetivo general como específicos, una presentación de la organización y se indica cuáles serán los resultados esperados al finalizar el proyecto.

1.1 Descripción de la organización

El Centro Tecnológico de Conversión de Energía, dependiente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca, es un centro tecnológico destinado al desarrollo e investigación en la conversión y generación de energías. Para lograr su cometido cuenta con una amplia cantidad de profesionales, investigadores y colaboradores, lo que le ha entregado el mérito de convertirse en un referente nacional e internacional y un líder de opinión en temas relacionados con modelos de negocio de generación de energía.

Uno de los objetivos fundamentales del CTCE es convertirse en un espacio académico donde investigadores puedan colaborar entre sí, además de juntar esfuerzos con otros centros de investigación y empresas para afrontar los problemas con una perspectiva local, pero apuntando a una proyección global. Actualmente el CTCE cuenta con un equipo de trabajo conformado por distintos profesionales y académicos de la Universidad de Talca y otras universidades nacionales y extranjeras de gran prestigio internacional.

El centro actualmente lleva a cabo siete líneas de investigación principales, las cuales son presentadas a continuación.

- **Electrónica de potencia:** se abordan diferentes temáticas tales como el diseño, armado y control digital de convertidores de potencia, así como también el uso de estos equipos para diferentes aplicaciones industriales que requieren el adaptar o transformar la energía eléctrica (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).
- **Energías renovables:** se incluyen todas las energías que provienen de fuentes consideradas inagotables y que se caracterizan porque en su transformación y aprovechamiento no se consumen a escala humana, ya sea por su cantidad disponible o porque son capaces de regenerarse. Entre los temas que se desarrollan en esta línea están la conversión de energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica a energía eléctrica, entre otras (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).
- **Adaptación y desarrollo de materiales y tecnologías asociadas a energía:** se busca analizar los materiales y tecnologías asociadas a energía disponibles nacionalmente,

además de estudiar y acondicionar estos materiales y tecnologías a la realidad nacional, considerando los conceptos de remanufactura y economía circular (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).

- **Sistemas inteligentes en energía:** convergen la inteligencia artificial, internet de las cosas, sistemas de optimización, ciencias de datos, redes inteligentes entre otros, para el desarrollo de soluciones holísticas a problemas en el área de la energía, en particular en los desafíos y oportunidades (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).
- **Agua, energía y alimentos:** se trabaja de manera interdisciplinaria y utilizando de la forma más eficiente posible las capacidades de diseño de circuitos eléctricos y programación de microcontroladores, junto con el uso de tecnologías aplicadas a energías renovables para abordar los desafíos de la percepción remota, teledetección, la agricultura de precisión, el control integrado en vides, agro climatología, el aumento de la eficiencia en el riego, estudios de variabilidad espacial y cambio climático (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).
- **Minería sustentable:** se considera la necesidad de enfocar la producción minera, uno de los principales recursos en Chile, hacia nuevos horizontes, innovando y desarrollando tecnologías que permitan hacer los procesos mineros más amigables con el medio ambiente, contribuyendo a nuevos usos del cobre, a una minería verde, y al mismo tiempo aumentar la eficiencia en la exploración minera, la operación y planificación, el procesamiento y concentración (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).
- **Impacto social, económico y ambiental:** se realizan estudios de evaluación de impacto social, económico y ambiental a los diferentes prototipos y/o servicios desarrollados por el Centro, con el fin de asegurar un desarrollo tecnológico sostenible como un sistema global (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).

1.1.1 Misión

Desarrollar investigación colaborativa en el ámbito de la conversión y generación de energías y electrónica de potencia, destinada a contribuir al avance del desarrollo económico nacional, desde una óptica regional utilizando herramientas globales, a través del desarrollo y adaptación de nuevas tecnologías para la conversión de energías (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).

1.1.2 Visión

Ser un referente a nivel nacional e internacional en el desarrollo de investigación en conversión y generación de energías, así como también, líder de opinión en temas asociados a políticas públicas y modelos de negocio en temas relacionados con generación de energías e interconexión de sistemas distribuidos, así como también contribuir tecnológicamente a iniciativas que promuevan la descarbonización de la matriz energética y la producción de hidrogeno verde (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).

1.1.3 Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo fundamental y principal del Centro Tecnológico de Conversión de Energía.

- **Objetivo fundamental:** convertirse en un espacio académico donde puedan encontrarse investigadores con el propósito de alinear esfuerzos, para aumentar el impacto de la investigación en indicadores relevantes para la academia, la economía nacional y la empresa, estrechando los vínculos con otros centros de investigación y de modo cooperativo, con la comunidad, las empresas para afrontar los problemas desde la perspectiva local, pero con una proyección global (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022).

Para dar cumplimiento a lo anterior, se necesita de los siguientes objetivos específicos del centro.

- Identificar líneas prioritarias de investigación para generar publicaciones de alto impacto que lo posicione como uno de los más relevantes a nivel nacional.

- Generar una red de trabajo nacional e internacional con actores del sector público, privado y académicos que permita convertir al Centro en un referente de I+D+i en el ámbito de la energía.
- Identificar y abordar oportunidades de innovación.
- Formar capital humano avanzado en temas de conversión de energías y electrónica de potencia para enfrentar los desafíos actuales en temas energéticos.
- Difundir a la comunidad los resultados del trabajo desarrollado.

1.1.4 Estructura organizacional

La estructura organizacional del Centro corresponde a un orden jerárquico el cual se caracteriza por tener una cadena de mando clara, liderada por el director del centro el señor Marco Rivera Abarca.

El director es apoyado por un consejo asesor, que actualmente está compuesto por seis profesionales del sector privado, publico y académicos. Por otro lado, el primer grupo de trabajo está conformado por 23 investigadores y jefes de línea, el cual corresponde a la Unidad de Investigación, Innovación y Desarrollo Estratégico. La segunda es la Unidad de Gerencia de Vinculación, Administración y Servicios siendo integrada por siete personas. A continuación, en la Ilustración 1, se puede apreciar de manera resumida lo expuesto anteriormente.

Ilustración 1: Organigrama Centro Tecnológico de Conversión de Energía



Fuente: Elaboración propia en base a (Centro tecnológico de conversión de energía, 2022)

1.2 Lugar de aplicación

En proyecto desarrollado en este informe actualmente no tiene un lugar específico de aplicación, ya que, inicialmente está pesando como una investigación y no como un proyecto de memoria a ser desarrollado en una determinada área de una empresa o lugar. Sin embargo, el estudio a realizar está pensado para ser profundizado y posiblemente puesto en marcha en la zona centro sur del país, específicamente en la séptima región del Maule.

1.3 Problemática

La ausencia de lluvias durante los últimos años, han generado una sequía que acumula más de catorce años con déficit de agua en el país y la región, según Patricio González “durante este año la región necesitaría precipitaciones por sobre los 700 mm y al menos unos tres o cuatro metros de nieve en la cordillera para sostener y levantar el déficit acumulado” (González, 2022). Por otro lado, la Ley 18.450 tiene como objeto fomentar el desarrollo de proyectos privados de riego y drenaje en Chile, integrales de uso múltiple, cuyo costo supere las 30.000UF con un tope máximo de 250.000UF, sin embargo, la mayoría de los sistemas actuales implementados de riego están sobredimensionados, lo cual provoca un aumento significativo de los costos y también una generación importante de dióxido de carbono.

1.4 Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos que se requiere cumplir para dar una solución a la problemática planteada.

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar propuestas para el dimensionamiento y evaluación de sistemas solar fotovoltaico para riego tecnificado con la ayuda de metodologías de diseño.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la ley existente que fomenta el desarrollo de proyectos privados de riego y drenaje en Chile, para conocer la factibilidad de una posible adjudicación de beneficios.
- Evaluar y analizar proyectos implementados con el fin de identificar las causas del sobredimensionamiento de éstos.
- Desarrollar una propuesta que permita dimensionar y evaluar técnica, económica, social y ambientalmente, sistemas de generación solar fotovoltaica para riego tecnificado con el fin de reducir costos y emisiones de CO₂.

1.5 Resultados tangibles esperados

Al finalizar el proyecto, se esperar contar con los siguientes resultados tangibles.

- Revisión y registro de las variables técnicas y normativas relacionadas con la factibilidad del proyecto.
- Propuesta que dimensiona y evalúa los sistemas fotovoltaicos de riego tecnificado.
- Informe de memoria con el estudio ambiental, social y económico.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

En el presente capítulo, se presentará el marco teórico que será utilizado para obtener una solución al problema planteado en la sección anterior. Para esto, se presenta la metodología a utilizar, estrategias de administración y parámetros para las diferentes evaluaciones a realizar en el proyecto.

2.1 Marco teórico

Con la finalidad de entregar un soporte teórico al tema estudiado, se llevará a cabo un análisis de las herramientas que pueden ser utilizadas en cada una de las posibles metodologías ágiles de diseño, también se presenta y estrategias de administración que ayudan a conocer el entorno de la problemática, finalmente, se entregarán y detallarán las herramientas para las evaluaciones técnicas, económicas, social y ambiental.

2.2 Metodologías de diseño

A continuación, se presentan y describen tres metodologías que podrían cumplir con los requisitos para ayudar al proyecto cumpliendo con los objetivos planteados en capítulos anteriores.

2.2.1 *Design thinking:*

Design Thinking, en español, pensamiento de diseño, es una metodología o proceso que permite o facilita la solución de problemas, el diseño y desarrollo de productos y servicios de todo tipo y sectores económicos, utilizando para ello equipos altamente motivados, y la innovación y creatividad como motores o mantras (ITMadrid, 2020).

Esta metodología, puede ser aplicada en prácticamente cualquier sector, con o sin fines de lucro, público o privado, digital o análogo. A continuación, se presentan algunos ejemplos de donde es aplicada la metodología.

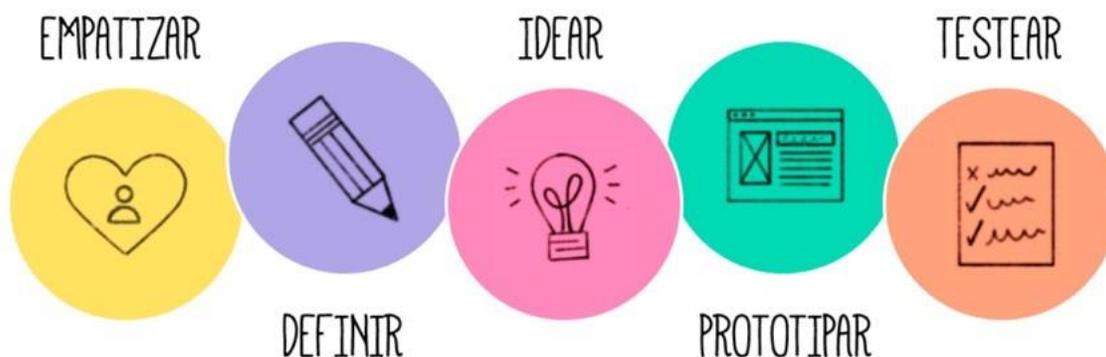
- Resolución de problemas.
- Diseñar y desarrollar productos o servicios.
- Rediseñar procesos de negocios.
- Emprender y crear empresas.

El pensamiento de diseño tiene una serie de pasos que deben ser realizados para que esta metodología sea aplicada con éxito, dichos pasos son presentados y descritos a continuación.

- **Empatizar:** el primer paso para la aplicación de la metodología es entender a los clientes y/o usuarios potenciales. Durante esta etapa se deben realizar investigaciones, conocer las necesidades y hábitos del público objetivo, para poder definir de mejor manera el problema. Finalmente, cabe mencionar que es importante estudiar y conocer el entorno para identificar posibles dificultados que se experimentan.
- **Definir:** cuando la información ya está recolectada, se puede continuar con la segunda etapa, que consiste en filtrar todos los datos importantes, generando conclusiones que orientarán el trabajo y definirán el problema.
- **Idear:** una vez el problema está definido, se deben idear soluciones por medio de técnicas como la lluvia de ideas, luego son analizadas las diferentes opciones de solución para seleccionar el mejor enfoque de cada una. Finalmente, se realizan conclusiones que conduzcan a la selección de posibles soluciones. Es necesario estimular el pensamiento divergente y convergente.
- **Prototipar:** durante esta etapa, las ideas seleccionadas anteriormente se transforman en prototipos que ayudan a la comprensión visual de las soluciones. En este proceso se podrá ver la factibilidad de las propuestas y afinar detalles.
- **Testear o probar:** finalmente, se deben realizar pruebas de los prototipos. De esta manera se verá la eficiencia de la solución propuesta, además de comentarios obtenidos por medio de la interacción de las personas con el producto o servicio que ayudarán a conocer aciertos y errores.

A continuación, en la Ilustración 2, se pueden apreciar de manera visual las distintas etapas descritas en los puntos anteriores.

Ilustración 2: Fases de *Design Thinking*



Fuente: Extraído de (MentorDay, 2019)

2.2.2 Scrum:

Scrum es una metodología de trabajo ágil que tiene como principal finalidad la entrega de valor en periodos pequeños de tiempo usando tres pilares fundamentales como la transparencia, inspección y adaptación (Miguel Ángel, 2020). Dichos ejes son descritos a continuación.

- **Transparencia:** los implicados deben tener conocimiento de cómo y que ocurre en el proyecto, de esta manera poder obtener una visión global del proyecto.
- **Inspección:** los miembros del equipo deben inspeccionar el progreso para detectar posibles problemas y hacer un trabajo más fluido entregando una funcionalidad más autoorganizada.
- **Adaptación:** el equipo se ajusta cuando hay algo que cambiar para conseguir los objetivos planteados, siendo esta la clave para conseguir resultados exitosos en proyectos complejos. La adaptación, innovación, complejidad y flexibilidad son fundamentales.

Una de las principales características de esta metodología es que no se realiza una entrega final del proyecto, sino que se realizan entregas parciales en bloques temporales cortos y periódicos con una duración entre dos y cuatro semanas. A continuación, en la Ilustración 3, se puede apreciar una gráfica de la metodología señalada.

Ilustración 3: Metodología Scrum

Metodología SCRUM



Fuente: Extraído de (Calvo, 2018)

2.2.3 Lean Startup:

Lean startup, es una metodología diseñada para el desarrollo de negocios y productos. Lo que distingue a este método de otros, es que está enfocado a acortar los ciclos de desarrollo de los productos, al adoptar una combinación de experimentación, lanzamiento de productos iterativos y aprendizaje validado, de esta manera se busca reducir los recursos invertidos en la fase de aprendizaje y testeado de la idea, para poder invertir más recursos cuando el conocimiento y las probabilidades de éxito sean mayores (Fernández, 2020).

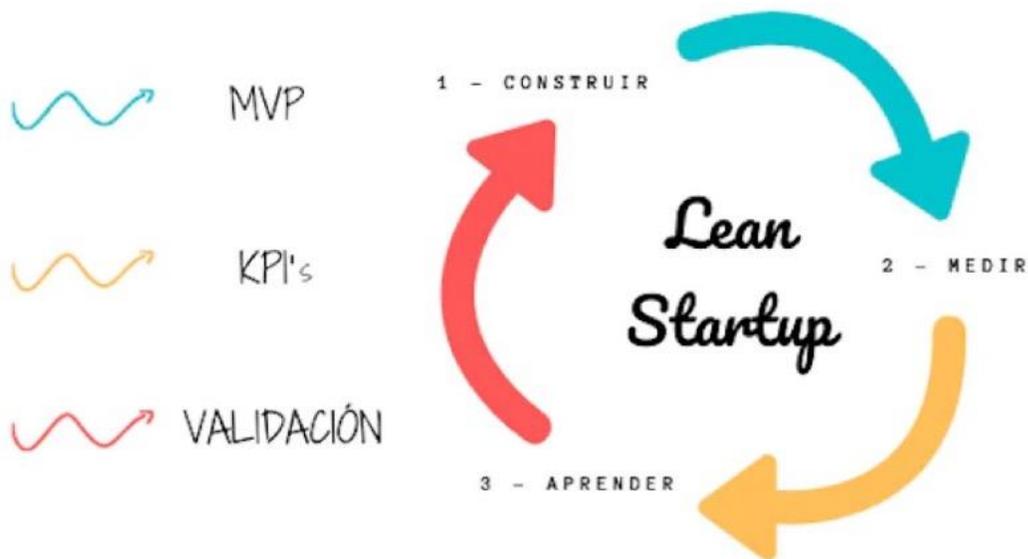
A continuación, se presentan y describen los pasos que tiene esta metodología para alcanzar el éxito en su aplicación.

- **Plantear una hipótesis:** en esta etapa se explica por qué se estaría dispuesto a pagar por la oferta, ya que, en esta instancia se encuentra gran parte del problema que se debe resolver, se debe identificar si es lo suficientemente importante para invertir en crear la solución.
- **Validar hipótesis:** etapa en la cual se puede crear un producto o servicio con las mínimas características para comprobar si es lo que se necesita hacer. En esta etapa se presentan una validación por parte los clientes o usuarios debido a los primeros usos del producto o servicio.

- **Medir la hipótesis:** para conocer y medir las métricas a implementar se deben identificar los pasos a seguir y cuantas veces se recurrió a cada uno. Una vez son identificados los pasos críticos, se deben buscar indicadores claves de desempeño (KPI), los cuales contribuirán a medir la eficacia de la propuesta.
- **Generar un aprendizaje valido:** realizar ajustes y cambios en el producto o servicio, mercado y proveedores, entre otros, de esta manera se busca aprender sobre el entorno al que está dirigido el producto.
- **Repetir el ciclo:** cuando los pasos anteriores ya están en marcha, se procesa a identificar las oportunidades de mejora que pueden ser aplicadas al producto o servicio.

Finalmente, se presenta en la Ilustración 4, un resumen gráfico de metodología presentada anteriormente.

Ilustración 4: Metodología *Lean Startup*



Fuente: Extraído de (Appvizer, 2020)

2.3 Parámetros importantes

En el siguiente punto, se presentan y detallan algunos de los principales parámetros que se verán involucrados en evaluación y análisis durante el transcurso del proyecto.

2.3.1 Sequías

La sequía es una anomalía transitoria que se caracteriza por la escasez temporal de agua, en comparación con el suministro normal, en un período de tiempo dado (una estación, un año, o varios años). Es un fenómeno recurrente del clima y depende del suministro y la demanda de la sociedad y el medio ambiente. Las sequías difieren según la magnitud, duración, intensidad, ecosistemas y actividades del ser humano (Valdivielso, 2022).

Las causas de una sequía involucran factores naturales y antropogénicos. Normalmente, la causa principal de toda sequía es la escasez de precipitaciones pluviales o sequía meteorológica, lo que deriva en una insuficiencia de recursos hídricos los cuales son necesarios para abastecer la demanda existente (Valdivielso, 2022). A continuación, se señalan los distintos tipos de sequía.

- **Sequía meteorológica:** se produce cuando existe una escasez continua de precipitaciones pluviales, es decir, problemas meteorológicos (Valdivielso, 2022).
- **Sequía hidrológica:** se produce cuando los cursos de agua o los volúmenes embalsados se encuentran por debajo de lo normal durante un plazo temporal dado. Puede demorarse o no presentarse si las lluvias retornan al poco tiempo (Valdivielso, 2022).
- **Sequía agrícola o hidroedáfica:** es el déficit de humedad en la zona radicular necesaria las necesidades de los cultivos. Es difícil de definir, ya que, cada cultivo requiere una cantidad de agua diferente y específica (Valdivielso, 2022).
- **Sequía socioeconómica:** es la afección de la escasez de agua sobre las personas y las actividades económicas. La creciente presión de la actividad humana hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, destacando las pérdidas económicas crecientes (Valdivielso, 2022).

La sequía siempre ha sido una amenaza para la supervivencia de la humanidad, provocando migraciones masivas, hambrunas y guerras. Actualmente, la sequía sigue afectando a la población mundial y se considera el fenómeno que más afecta a al ser humano. Puede traer consecuencias de diferente índole como, impactos económicos, en la agricultura, ganadería,

gestión del líquido, generación de energía, impactos sociales, desempleo, conflictos de salud, problemas en el turismo, entre otros muchos.

2.3.2 Tipos de radiaciones

La radiación es la energía que emite el sol a través de ondas magnéticas que producen energía renovable, las cuales son absorbidas por los sistemas fotovoltaicos para producir energía eléctrica y amigable con el ambiente. Existen miles de características de la radiación solar, pero la más relevante es que viaja desde la fuente donde se producen, es decir el sol, hasta la tierra sin necesidad de algún medio para llegar, pero a pesar de que se dirige en todas direcciones de la tierra no llegan con la misma intensidad a todas partes, sino que viaja en forma de campana (Solarama, 2019). En el camino que recorre la radiación solar hacia la tierra, experimenta múltiples alteraciones que modifica la manera en cómo esta energía llega, algunas de estas modificaciones se presentan a continuación.

- **Radiación directa:** es la radiación que llega directamente del sol, sin haber incidido con nada por el camino, es decir, sin sufrir desviaciones ni cambios de dirección. Dicho tipo de radiación es la que produce sombra, siendo el tipo de radiación predominante en un día soleado (Solarama, 2019).
- **Radiación difusa:** es la radiación que llega después de haber incidido con cualquier elemento presente en la atmosfera como polvo, nubes, contaminantes, etc. Como consecuencia del cruce de la luz solar con alguno de los cuerpos antes mencionados se produce el cambio de dirección. Es el tipo de radiación predominante en los días nublados o parcialmente nublados (Solarama, 2019).
- **Radiación reflejada:** es la radiación reflejada por la superficie de la tierra, es importante en las zonas de nieve, con agua como mares y presas o cualquier parte donde la reflexión sea importante (Solarama, 2019).
- **Radiación global:** es la sumatoria de la radiación directa y difusa (Solarama, 2019).

2.3.3 Sector hortofrutícola

La cadena hortofrutícola comprende desde la producción de bienes de origen agropecuario como frutas frescas, vegetales y granos, hasta la transformación industrial de bienes como

jugos, enlatados, mermeladas, compotas, pulpas y salsas (DNP Colombia, s.f.). A continuación, se presentan los principales tipos de producción que se pueden encontrar en el lugar de aplicación del proyecto en base a información de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

- **Frutas frescas y procesadas:** el sector productivo de frutas en Chile tiene un reconocimiento a nivel mundial. Es el principal país productor y exportador de frutas del hemisferio sur, líder en exportación de cerezas, uvas, arándanos y nueces en el sector frutas frescas y frutos secos, y en procesados, lidera en envío de manzana, uva y ciruela deshidratada. Chile es además un actor reconocido en la industria mundial por producir y exportar más de 50 diferentes especies frutales, y es considerado un proveedor de categoría mundial por su fiabilidad y cumplimiento de la inocuidad alimentaria en base a la normativa internacional (ODEPA, s.f.).
- **Hortalizas frescas y procesadas:** por otro lado, el sector hortícola tiene gran importancia para el país: se encuentra en todas regiones con cerca de 34.000 explotaciones, de las cuales casi el 65% son superficies agrícolas menor a 5 hectáreas, lo que indica que este sector está compuesto por gran cantidad de pequeños productores (Censo agropecuario 2007). De acuerdo con las estimaciones del INE, la superficie hortícola nacional alcanzó casi 70 mil hectáreas el año 2014 y el 84% se encuentra entre las regiones de Coquimbo y del Maule. Las hortalizas con mayor superficie cultivada son el choclo, la lechuga y el tomate para consumo fresco, con participaciones de 14%, 10% y 7%, respectivamente (ODEPA, s.f.).
- **Semilleros, bulbos y viveros:** la superficie nacional de semilleros es de aproximadamente 45 mil hectáreas, distribuidas principalmente en las regiones del Maule (44%). El principal destino de la producción de semillas es el mercado externo y la principal semilla exportada es la de maíz (ODEPA, s.f.).
- **Cereales:** la superficie cultivada con cereales es de aproximadamente 576 mil hectáreas (temporada 2018/19), de las cuales un 48% corresponde a trigo, un 17% a maíz y un 16% a avena. Los demás cereales tienen participaciones inferiores a 8%. El 75% de las siembras de trigo y el 82% de las de avena se concentran en las regiones

de Ñuble, Biobío y Araucanía. El maíz se siembra principalmente en las regiones de O'Higgins y el Maule, que reúnen el 72% de la superficie (ODEPA, s.f.).

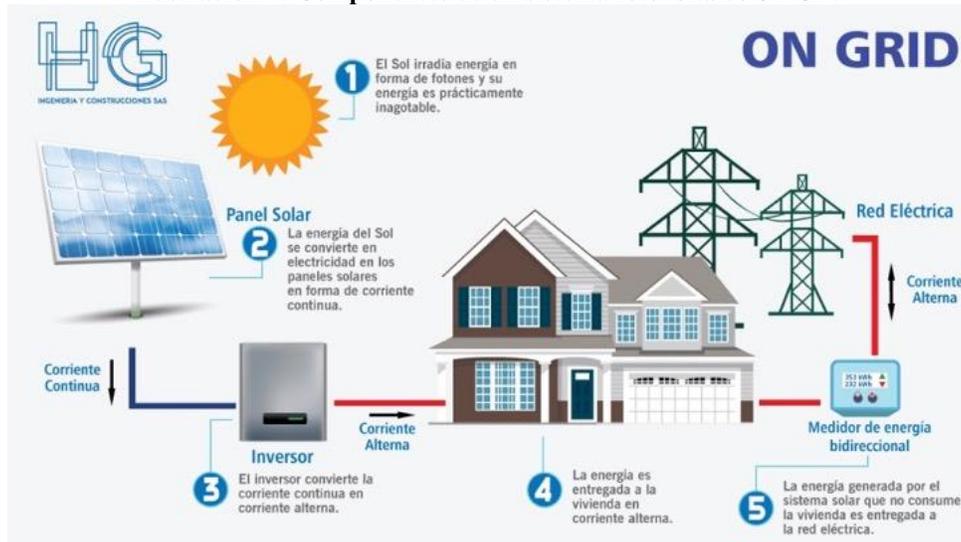
2.3.4 Sistemas solares fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un grupo de dispositivos que trabajan conjuntamente para transformar la energía solar en energía eléctrica utilizable. Dicho de otra forma, es un medio de generar energía eléctrica transformando la radiación solar con el uso de celdas fotovoltaicas (Tesla Energy, s.f.). Para estos sistemas existen tres tipos, donde cada uno presenta diferentes características según el lugar y para que se desea utilizar. A continuación, se presentan y describen cada uno de estos tipos de sistemas.

- **Sistema fotovoltaico *On Grid*:** este tipo de sistemas utiliza paneles solares e inversores que están montados sobre la red eléctrica existente que está aportando a su producción. Ambos sistemas están conectados a la red y no necesitan de baterías, ya que, se utiliza la red en los momentos que los paneles no están conectados.

Por otro lado, este tipo de configuraciones no aporta electricidad durante una interrupción del servicio eléctrico. Esto quiere decir que los sistemas no funcionan ante un corte de energía, ya que aportan electricidad en sintonía con la red eléctrica preestablecida (Red Kopora, 2020). A continuación, en la Ilustración 5, se presentan los componentes necesarios para un sistema fotovoltaico *On Grid*.

Ilustración 5: Componentes de un sistema fotovoltaico *On Grid*



Fuente: Extraído de (Red Kopora, 2020)

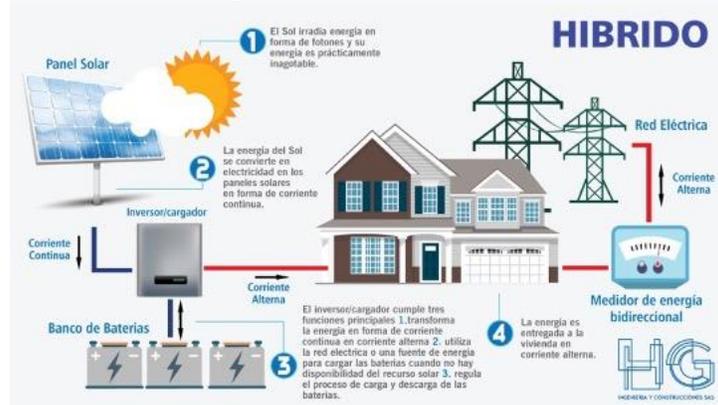
- **Sistema fotovoltaico *Off Grid*:** estos sistemas son completamente independientes y se utilizan a menudo en áreas aisladas sin acceso a la red o donde sea un completa independencia. Al estar completamente aislados requieren acumular la energía para ser utilizada en los momentos que no hay sol, como horarios nocturnos o días muy nublados (Red Kopora, 2020). En la Ilustración 6, se presenta los componentes necesarios para un sistema fotovoltaico *Off Grid*.
- **Híbridos:** estos sistemas reúnen los mejor de los dos sistemas presentados anteriormente, incorporando baterías y pudiendo funcionar como *Off Grid*, sin embargo, aprovechando la red eléctrica en el caso que las baterías o los paneles no sean suficientes. Además, ante un excedente en la producción eléctrica de los paneles puede ser volcado a la red eléctrica existente para que sea aprovechado por otros usuarios (Red Kopora, 2020). A continuación, se presenta en la Ilustración 7, los principales componentes del sistema fotovoltaico híbrido.

Ilustración 6: Componentes de un sistema fotovoltaico *Off Grid*



Fuente: Extraído de (Red Kopora, 2020)

Ilustración 7: Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido



Fuente: Extraído de (Red Kopora, 2020)

2.3.5 Tipos de riego

- **Presurizado:** en todo sistema presurizado, el agua, que es conducida por tuberías, se encuentra con una cierta presión, llegando directamente a la planta o a las plantas. Con el riego presurizado se evitan las pérdidas por infiltración en la conducción y distribución, logrando de esa manera que quede más agua disponible para la planta. Igualmente se debe tener conocimiento de las láminas de riego que se aplicarán según las necesidades de riego del cultivo (Demin, 2014). A continuación, en la Ilustración 8, se presenta una visualización grafica de la técnica de riego presentada anteriormente.

Ilustración 8: Técnica de riego presurizado



Fuente: Extraído de (Demin, 2014)

- **Aspersión:** el riego por aspersión permite aplicar el agua en forma de lluvia sobre la planta. El agua es conducida por tuberías a presión y al llegar al aspersor el chorro se rompe en muchas gotas que caen sobre el suelo. Es un método de riego que sirve en casos en que el viento no es importante ya que puede causar muchas pérdidas, además

debe considerarse que el agua, al cubrir gran parte del suelo, se producen muchas pérdidas por evaporación. Es un sistema que utiliza mucha energía eléctrica por necesitar una elevada presión para su funcionamiento (Demin, 2014). A continuación, se presenta un ejemplo de la técnica de aspersión en la Ilustración 9.

Ilustración 9: Técnica de riego por aspersión



Fuente: Extraído de (Demin, 2014)

- **Goteo:** este método de riego consiste en la aplicación de agua en forma de gotas de manera continua en un lugar próximo a la planta, mojando solo parte del volumen de suelo (30% del suelo). Es un riego de alta frecuencia donde se debe reponer el agua que la planta consumió uno o dos días atrás. En este método, en el suelo se forma un bulbo húmedo debajo de cada goteo donde la planta desarrolla una mayor cantidad de raíces (Demin, 2014). En la Ilustración 10, se puede apreciar el funcionamiento de la técnica de riego por goteo.

Ilustración 10: Técnica de riego por goteo



Fuente: Extraído de (Demin, 2014)

2.4 Herramientas de análisis

A continuación, se detallan algunas de las herramientas que serán utilizadas para los análisis que tengan lugar en el desarrollo del proyecto.

2.4.1 *Brainstorming*

La lluvia de ideas o *brainstorming*, es una técnica no estructurada para grupos de trabajo, donde se buscan soluciones a diversas situaciones mediante la generación de ideas espontáneas, relajadas y horizontales. La lluvia de ideas permite encontrarte con nuevos puntos de vista, analizar la causa del problema y proponer diferentes soluciones fomentando la creatividad (Licari, 2021).

2.4.2 **Entrevista no estructurada**

También llamadas entrevistas de profundidad, las entrevistas no estructuradas suelen describirse como conversaciones mantenidas con un propósito en mente: recopilar datos sobre el estudio de investigación. Estas entrevistas tienen un menor número de preguntas ya que se inclinan más hacia una conversación normal, pero con un tema implícito (QuestionPro, 2022).

2.4.3 **Análisis FODA**

La matriz de análisis FODA es una herramienta muy valiosa para cualquier negocio, en tanto que da la pauta para conocer lo que se está haciendo bien y todo aquello que representa un reto actual o potencial (Pursell, 2020). El FODA se divide en dos partes, el análisis interno y análisis externo, los cuales son descritos a continuación.

- **Análisis interno:** en el diagnóstico interno se analizan las fortalezas y debilidades considerando la estructura empresarial, la operatividad, la dirección y los aspectos financieros que influyen en el funcionamiento. En este caso, las fortalezas son las características positivas de la empresa que sirven como inspiración o modelo a seguir. Son elementos diferenciadores y que hacen que la compañía se destaque del resto. En cambio, las debilidades son elementos negativos o puntos bajos de la empresa que pueden afectar el cumplimiento de objetivos y dificultan la llegada de los resultados esperados (Pursell, 2020).
- **Análisis externo:** en el diagnóstico externo se analizan diferentes condiciones en las que su buen desarrollo no depende necesariamente de la empresa. Pueden presentarse

como amenazas u oportunidades, dependiendo del impacto que tengan en su operación. Algunos ejemplos podrían ser los factores sociales, ambientales, políticos o legales. Las amenazas son aspectos negativos que afectan a la empresa y requieren un plan estratégico para prevenirse o aminorar su efecto. Las oportunidades son las situaciones o elementos positivos del entorno que se deben aprovechar, ya que de ello depende atraer mayores inversiones o beneficios para su futuro y crecimiento (Pursell, 2020).

2.4.4 Análisis de datos

Este análisis tiene relación con las fuentes donde es posible obtener datos, ya sea de forma directa o indirecta, sin embargo, para fines de este proyecto, la mayor parte de los datos serán extraídos de fuentes indirectas, pasando por entidades agrícolas relacionadas con el rubro, entidades gubernamentales y aquellos ligados con la energía solar fotovoltaica.

2.4.5 Matriz Multicriterio

La matriz de priorización o matriz multicriterio es una herramienta verbal que se utiliza para evaluar distintas opciones puntuándolas respecto a criterios de interés para un problema, de manera que se intenta objetivar la elección (AEC, 2019).

Para elaborar y utilizar la matriz de priorización se deben seguir rigurosamente los pasos que son presentados a continuación.

- Primer paso: elaborar una lista con las opciones del problema que se desea calificar.
- Segundo paso: Escoger los criterios.
- Tercer paso: diseñar la matriz señalando las opciones y criterios
- Cuarto paso: establecer un conjunto de normas para evaluar las diferentes opciones de la manera más objetiva posible.
- Quinto paso: otorgar a cada opción un valor, resultado de operar las calificaciones de cada criterio.
- Sexto paso: valorar los resultados obtenidos.

2.4.6 Método de factores ponderados

Para la elección de alternativas que se puedan presentar a lo largo del proyecto, se utilizara el método de los factores ponderados, el cual consiste en realizar un análisis cuantitativo o cualitativo, en el que se comparan entre sí diferentes alternativas para determinar aquella que cumple de mejor manera con las características necesarias para la elección en cuestión que se consideren necesarias para brindar solución a la problemática planteada (García - Álvarez, s.f.).

A continuación, se presentan los pasos para el funcionamiento del método presentado anteriormente.

- Primero, se determinan e investigan las posibles alternativas que entren en la elección y que cumplan con las condiciones que se necesiten ser cubiertas.
- Segundo, se establece una escala para poder evaluar los criterios asignados para la selección.
- Tercero, se realiza una matriz con los criterios y escala asociada para analizar cuál alternativa tiene mayor relevancia.
- Cuarto, se realizan los respectivos análisis para cada alternativa propuesta.
- Finalmente, se selecciona la alternativa que tenga una mayor ponderación dentro de la matriz propuesta.

Por otro lado, para los cálculos de los puntajes asociados a cada uno de los criterios asignados para la selección de la alternativa, dichos puntajes se desprenden de la Ecuación 1 y Ecuación 2, donde se presenta el caso directo e indirecto respectivamente.

Ecuación 1: Cálculo del puntaje para caso directo

$$\text{Calificación del criterio } i = \frac{\text{Puntuación del criterio } i}{\text{Puntuación máxima criterio } i} \times 7$$

Fuente: Elaboración propia en base a (Varas, 2021)

Ecuación 2: Cálculo del puntaje para caso indirecto

$$\text{Calificación del criterio } i = \frac{\text{Puntuación mínima criterio } i}{\text{Puntuación del criterio } i} \times 7$$

Fuente: Elaboración propia en base a (Varas, 2021)

2.4.7 Mapa de empatía

El mapa de empatía es una herramienta que permite caracterizar al segmento de clientes de un proyecto. Para ello lo que se busca es ponerse en el lugar del cliente, de forma de comprender realmente cuáles sus preferencias y necesidades. Para crear un mapa de empatía se requiere de definir la idea de negocio y el segmento de cliente, donde en caso de que exista más de uno se debe elaborar nuevos mapas.

Además, para conocer mejor al cliente se debe de responder a las siguientes interrogantes:

- **¿Qué siente y piensa?:** donde se intenta conocer cómo se siente, cuáles son sus preocupaciones y aspiraciones del cliente tanto con su vida personal como con el entorno.
- **¿Qué ve?:** se refiere a cómo el cliente percibe el mundo tanto personal como externo, por ejemplo “el cliente ve que se encuentra en buena forma” o “el cliente ve o percibe que la atención de un local es deficiente”.
- **¿Qué oye?:** corresponde a los pensamientos y opiniones que recibe el cliente tanto de otras personas como el entorno, y como se siente ante ello.
- **¿Qué dice y qué hace?:** tal y como se indica se refiere a qué actividades realiza el cliente, y respecto a que cosas gusta comentar con otros.
- **¿Qué esfuerzos, miedos, frustraciones y obstáculos tiene?:** corresponde a todas aquellas actividades que requieren, como se afirmó, un esfuerzo por parte del cliente, ya sea porque no le gustan o porque le cuestan, no obstante, quiere o debe cumplirlas.

- **¿Cuáles son sus deseos y necesidades?:** se refiere a cuáles son sus motivaciones para continuar, cómo obtiene sus deseos y cómo supera sus problemas y satisface sus necesidades.

En la Ilustración 11, se presenta un modelo de un mapa de empatía.



Fuente: Extraído de (Innokabi, 2016)

2.4.8 Saturar y agrupar

Saturar y agrupar es una herramienta utilizada en la fase de definición en un proceso de *Design Thinking*. Su finalidad, sobre todo, es ayudar a organizar la información de forma visual, y contar con ella de un modo accesible. Un buen número de *post its*, una pared, paciencia y capacidad de síntesis serán buenos aliados principales para sacar provecho de esta técnica. El trabajo con esta herramienta pasa por tres fases diferenciadas, también puede ser utilizada en distintos escenarios

El proceso de saturación y agrupación de la información pasa por tres fases diferenciadas, que son las siguientes:

- **Volcado de información (saturar):** en ella, se translada a *post its* la información recogida en la fase de empatía, y los pegamos en una pared. Es muy importante que las frases que escribamos en los *post its* estén construidas con sujeto y predicado. El objetivo es que sean oraciones autoexplicativas y no den lugar a ambigüedades. De

esa forma, si dejas el trabajo y vuelves a retomarlo al día siguiente, sabrás a qué te referías cuando escribiste en cada *post it*.

- **Organización de la información:** en esta fase, se organizan los *post its*, siendo agrupados por afinidad. El objetivo es ser específico, huyendo de categorías muy abiertas, como lo bueno y lo malo. El tiempo con el que se cuente y la experiencia en la herramienta determinará el nivel de exhaustividad que se pueda conseguir. Se debe tener en consideración que, si se es muy genérico, probablemente se este profundizando poco en el contenido de los *post its*.
- **Síntesis:** una vez agrupados los *post its*, se comienza a definir con una frase cada uno de los grupos. El objetivo, nada sencillo, es el de profundizar y reflexionar sobre qué hay detrás de la información contenida en cada grupo de *post its*. Al finalizar con lo anterior, se obtienen hallazgos, que son información especialmente relevante para el usuario y con los que se puede establecer un nuevo reto más concreto y alineado con lo que el usuario siente o piensa.

A continuación, en la Ilustración 12, se presenta una estructura de un panel comúnmente utilizado para el desarrollo de esta técnica.

Ilustración 12: Panel común de saturar y agrupar



Fuente: Extraído de (Design Thinking España, s.f.)

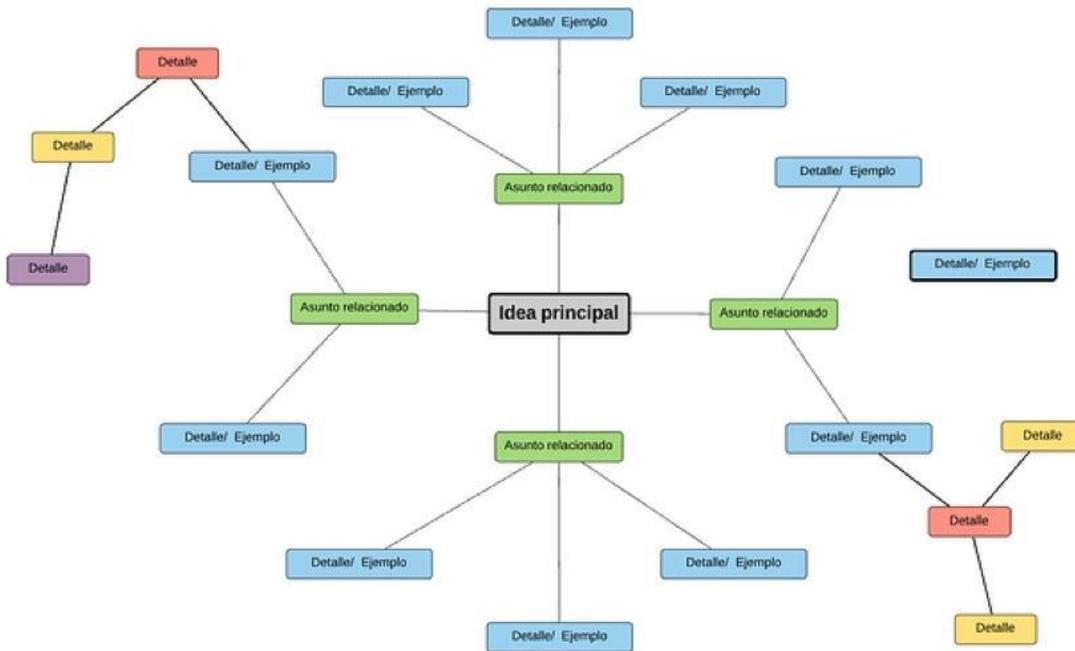
2.4.9 Mapa mental

El mapa mental es una herramienta de estudio que facilita el aprendizaje, permite visualizar ideas en forma de esquemas, es decir, de un concepto se desprenden otros relacionados con el tema principal.

Esta técnica fue desarrollada por el experto en educación inglés, Tony Buzan, con el objetivo de sintetizar la información a la mínima expresión posible. De esa manera se evita la redundancia y se jerarquizan y conectan las ideas clave. Además, fomenta el uso de la creatividad para plasmar de una manera gráfica y dinámica los pensamientos derivados de un tema central (Indoamericano, 2021).

Dentro de las principales funciones destaca la síntesis de conceptos e ideas, enfocado firmemente en filtrar si es que se tiene grandes cantidades de información. A continuación, en la Ilustración 13, se presenta un ejemplo clásico de la estructura general de un mapa mental.

Ilustración 13: Estructura de un mapa mental



Fuente: Extraído de (Asana, 2022)

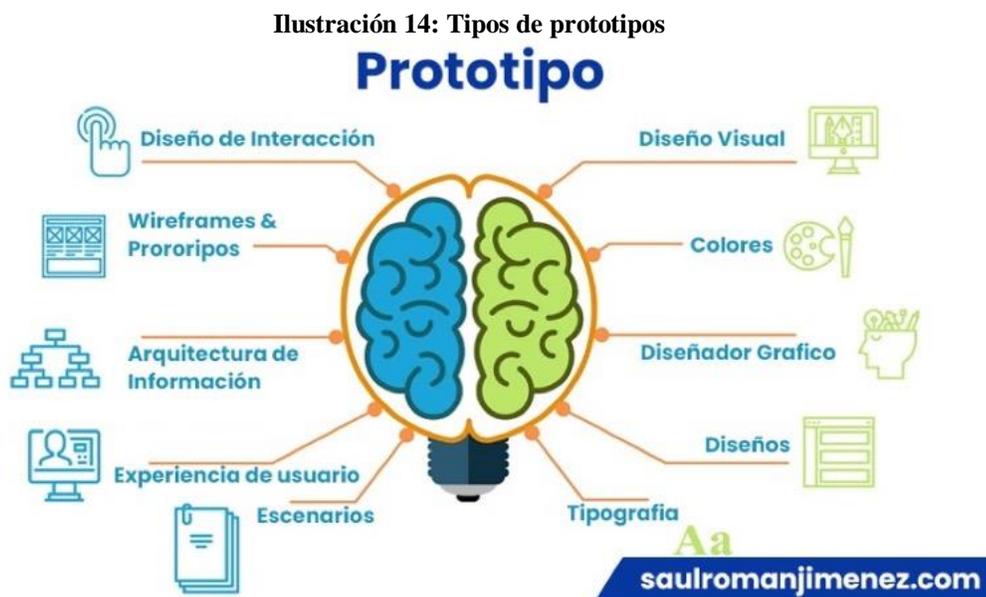
2.4.10 Prototipo en bruto

El prototipado en bruto implica acompañar la explicación de una idea con el desarrollo de prototipos rápidos según las definiciones que se alcancen en base al trabajo conseguido en las etapas previas. Esta técnica, ayuda a mejorar la interacción del equipo y a llegar a definiciones más concisas de las ideas a desarrollar. El principal objetivo de aplicar este método es agilizar la definición de ideas o posibles soluciones. (Design Thinking, s.f.)

2.4.11 Prototipo

Un prototipo es una representación aparente pero concreta de parte o la totalidad de una idea de negocio o sobre un producto o servicio. Un prototipo es un primer acercamiento un servicio de cartón/piedra, una simulación, una estandarización, etc. Se incorporan los elementos básicos para que sea funcional, que se pueda incluso llegar a probar, y que responda a una serie de preguntas sobre la viabilidad empresarial de la idea y sobre su modo de implementación. La realización de prototipos es el acto de hacer una idea más tangible, es pasar de la abstracción a una representación física de la realidad, aunque sea muy sencilla. Este trabajo sirve para validar la viabilidad del concepto de producto/servicio que tenemos.

A continuación, en la Ilustración 14, se presenta una infografía que contiene algunos de los tipos de prototipos que se pueden desarrollar.



Fuente: Extraído de (Jiménez, s.f.)

2.5 Metodologías para evaluación de impactos

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto (Castro, 2019).

A continuación, se presentan los principales métodos de evaluación de proyectos que serán utilizados para conocer la factibilidad del proyecto.

2.5.1 Evaluación económica

La evaluación económica de proyectos consiste en identificar y cuantificar el aporte verdadero del valor del proyecto, con la finalidad de tomar mejores y más fáciles decisiones sobre la inversión que involucra la puesta en marcha del proyecto. Para realizar estas evaluaciones, se utilizan distintos métodos o índices de los flujos de caja como, por ejemplo, el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el periodo de inversión (PRI), entre otros. Por último, la evaluación económica finaliza con un análisis de sensibilidad de los parámetros más relevantes.

Para determinar la conveniencia de llevar a cabo la propuesta finalmente establecida como resultado o solución de un proyecto, es necesario verificar el impacto económico, calculando su costo de implementación, mantención y ahorro mensual. A continuación, se presentan diversas herramientas para el análisis de impacto económico.

- **Impactos económicos:** los estudios de impacto económico sirven para medir la repercusión y los beneficios de inversiones en infraestructuras, organización de eventos, así como de cualquier otra actividad susceptible de generar un impacto socioeconómico, incluyendo cambios legislativos y regulatorios (Cañizares, s.f.).
- **Análisis beneficio - costo:** representa la relación global entre los costos y beneficios durante un período determinado. En esencia, se trata del beneficio propuesto total en efectivo dividido por los costos totales propuestos en efectivo. Si la relación de

beneficio-costo es mayor a uno, significa que los beneficios superan a los costos (MacNeil, 2022).

- **Análisis de sensibilidad:** el análisis de sensibilidad es una técnica que estudia el impacto que tienen sobre una variable dependiente de un modelo financiero las variaciones en una de las variables independientes que lo conforman Explicado de forma sencilla, lo que hacemos es observar cómo afecta un aumento o una disminución en el valor de un factor sobre el resultado final en un análisis financiero. La finalidad del análisis de sensibilidad consiste en mejorar la calidad de la información para que el inversor tenga una herramienta adicional para decidir si invierte o no en el proyecto (Rus, 2020).
- **Flujo de caja:** el flujo de caja es un reporte financiero que sirve para diferenciar los egresos de los ingresos de dinero en un período determinado. En este sentido, hay ciertos términos que son útiles para saber interpretar los resultados de este. Para empezar, cuando se habla de flujo neto nos referimos a la diferencia entre egresos e ingresos en el período que está siendo objeto de estudio. Existen tres tipos de flujo de caja que son presentados a continuación.
 - **Flujo de caja financiero:** se define como la circulación de efectivo que muestra las entradas y salidas de capital de una empresa fruto de su actividad económica. Está relacionado con las operaciones estrictamente monetarias de la compañía (Vázquez, 2015).
 - **Flujo de caja de operaciones:** el flujo de caja operativo representa el efectivo que generan las actividades operativas principales de la empresa se centra en el dinero entrante o saliente de las operaciones del negocio (Vázquez, 2015).
 - **Flujo de caja de inversión:** es el dinero que se ha ingresado o gastado por el uso de un producto que otorgará un beneficio futuro. Un buen ejemplo puede ser la adquisición de un equipo en particular (Vázquez, 2015).

Para llevar a cabo esta herramienta en cualquiera de sus formas anteriormente presentadas, es necesario considerar los siguientes parámetros.

- **Impuestos:** dicho impuesto de categoría se aplica sobre la base de las utilidades percibidas o devengadas en el caso de empresas que declaren su renta efectiva determinada mediante contabilidad completa, simplificada, planillas o contratos. La excepción la constituyen los contribuyentes de los sectores agrícolas, mineros y transportes, que pueden tributar a base de la renta presunta (SII, 2019).
- **Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA):** tasa de retorno mínima aceptada o TREMA aplicada al flujo de caja permite cubrir los costos de operación, inversión inicial y los impuestos asociados al proyecto (Riquelme, 2020). Para la obtención de este valor, se utiliza la EC, considerando la inflación actual (índice inflacionario) y la prima de riesgo a nivel país (PRM).

Ecuación 3: Cálculo de la TREMA

$$Trema = \text{Índice inflacionario} + PRM + (\text{Índice inflacionario} \times PRM)$$

Fuente: Elaboración propia en base a (Riquelme, 2020)

- **Depreciación:** corresponde al menor valor que tiene un bien producto de su uso o desgaste (SII, 2019).

2.5.2 Evaluación social

Es un proceso para medir la habilidad de un negocio de generar ganancias, pero también de crear valor para sus clientes, empleados, comunidad y el medio ambiente (Universidad del Zulia, 2018). Se trata del resultado o la consecuencia de una determinada acción en una comunidad, para este caso, la implementación del proyecto podría generar un grado significativo de aportes positivos en la sociedad.

- **Generación de conciencia en el entorno:** la conciencia ambiental es una filosofía de vida que se preocupa por el medio ambiente y lo protege con el fin de conservarlo y de garantizar su equilibrio presente y futuro. La mejor forma de crear conciencia ambiental en tu entorno es a través de hábitos que demuestren su valor como el reciclaje de los residuos tanto domiciliarios como industriales, el uso de nuevas tecnologías para generar energías no convencionales poco contaminantes, plantar árboles, optimizar el uso de agua, las fuentes de energía, entre otros. Nada genera más

impacto en las personas que ven en la práctica los beneficios del cuidado del medioambiente.

2.5.3 Evaluación ambiental y social

Se define impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto, o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

- **Contaminación del agua:** este tipo de contaminación sucede cuando las industrias usan el agua para lavar sus productos en la fabricación. Entonces acarrea sustancias tóxicas como ácidos, metales pesados, sales y restos de materiales en descomposición. El agua es lanzada por grandes tubos a ríos, lagos o mares como un líquido contaminado (Nuestra esfera, 2014). El impacto lo recibe directamente la flora y fauna acuática, sobre todo los peces más pequeños, ya que, no tienen la suficiente resistencia para aguantar los agentes tóxicos, mientras que los peces más grandes son más resistentes a estos compuestos que llegan al agua y, en vez de morir, los acumulan en sus cuerpos, por ende, cuando se consumen estos peces como alimento, estos desechos industriales son ingerido por las personas.
- **Contaminación por gases:** la actividad industrial produce la emisión de una gran cantidad de gases contaminantes a la atmosfera en principal medida el dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono entre otros. Estos gases son los responsables de la calidad del aire que respiramos. Una concentración elevada de gases contaminantes puede producir enfermedades respiratorias e incluso la muerte de seres vivos de la zona.
- **Contaminación acústica:** el ruido es un sonido desagradable que se ha ido acrecentando con el desarrollo de la humanidad, la tecnología de la industria en general y de la urbanización. Este es uno de los contaminantes del medio ambiente que se presenta con mayor problema para la salud del hombre y los animales. El ruido

afecta a los seres vivos a través de toda la vida. Existen variados indicios de perjuicio al feto cuando las madres han estado expuestas a altos niveles de ruidos industriales o a otros ruidos ambientales excesivos durante el periodo de embarazo. En la infancia y juventud, los jóvenes expuestos a altos niveles de ruido pueden experimentar dificultad en aprender, o mala salud. En la edad avanzada las personas suelen tener dificultad en conciliar el sueño y descansar (Ferrerías, s.f.).

- **Contaminación visual:** la contaminación visual se define como todo aquello que afecta o perturba la visualización de una determinada zona o rompe la estética del paisaje. También se puede llamar contaminación visual a la acción de usar abusivamente algunos materiales que alteran la estética del paisaje, tanto la rural como urbana creando una excesiva estimulación visual muy simultánea, invasiva y agresiva (Juste, 2022).

2.6 Marco legal en Chile

Según la Real Academia Española, una ley se define como un recepto dictado por la autoridad competente, en que se manda o prohíbe algo en consonancia con la justicia y para el bien de los gobernados (RAE, s.f.). Actualmente en Chile existe más de 373 mil normas de diversa jerarquía, de las cuales aproximadamente 344 mil corresponden a textos originales, mientras que las restantes a normas con versiones. En este apartado, se presentan dos leyes que están directamente relacionadas con el proyecto, en primer lugar, la regulación del riego y drenaje junto a las principales regulaciones de concurso para la adjudicación de los recursos. Finalmente, la última modificación del código de usos de aguas, presentado en abril del 2022.

2.6.1 Ley 18.450

El Estado, por intermedio de la Comisión Nacional de Riego, bonificará el costo de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje, así como de proyectos integrales de riego o drenaje que incorporen el concepto de uso multipropósito; inversiones en equipos y elementos de riego mecánico o de generación; y, en general, toda obra de puesta en riego u otros usos asociados directamente a las obras bonificadas, habilitación y conexión, cuyos proyectos sean seleccionados y aprobados en la forma que se establece en esta ley (BCN, 2021). La bonificación del Estado a que se refiere esta ley se aplicará de la siguiente manera:

- Los pequeños productores agrícolas a quienes la ley orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario defina como tales tendrán derecho a una bonificación máxima del 90% (BCN, 2021).
- Los postulantes de una superficie de riego hasta 40 hectáreas ponderadas podrán postular a una bonificación máxima de 80% (BCN, 2021).
- A los postulantes de una superficie de riego ponderada de más de 40 hectáreas se les aplicará una bonificación máxima de 70% (BCN, 2021).

2.6.2 Ley 21.435

Artículo 5, las aguas, en cualquiera de sus estados, son bienes nacionales de uso público. En consecuencia, su dominio y uso pertenece a todos los habitantes de la nación. En función del interés público se constituirán derechos de aprovechamiento sobre las aguas, los que podrán ser limitados en su ejercicio, de conformidad con las disposiciones de este Código.

Las aguas cumplen diversas funciones, principalmente las de subsistencia, que incluyen el uso para el consumo humano, el saneamiento y el uso doméstico de subsistencia; las de preservación ecosistémica, y las productivas.

Se entenderá por usos domésticos de subsistencia, el aprovechamiento que una persona o una familia hace del agua que ella misma extrae, con el fin de utilizarla para satisfacer sus necesidades de bebida, aseo personal, la bebida de sus animales y cultivo de productos hortofrutícolas indispensables para su subsistencia.

2.7 Selección de metodología

La metodología es la ciencia o técnica que se utiliza para realizar una indagación de manera eficaz y conseguir los resultados deseados, con ella se obtiene la estrategia a seguir en el proceso de investigación (DELSOL, 2021). Hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos previamente establecidos al inicio de una investigación o proyecto.

A continuación, se presentan y describen los criterios cualitativos más influyentes para la selección de la metodología.

- **Adaptabilidad:** corresponde a la opción de ajuste que va a tener la metodología seleccionada respecto a poder desarrollar los problemas o cambios que pueden surgir dentro de la realización del proyecto. Por lo tanto, entre más adaptable o flexible sea la metodología, se le asignará un mejor puntaje, siendo una relación directamente proporcional.
- **Versatilidad:** se requiere que la metodología pueda ser aplicada en cualquier situación que sea requerida, en cualquier zona o lugar de la región, en un sinnúmero de cultivos sin mayores objeciones ni grandes inconvenientes, por lo cual, a mayor versatilidad mayor será el puntaje que obtendrá.
- **Simplicidad:** para que una nueva propuesta que este pensada para dar solución a una problemática nacional y mundial sea aceptada de la mejor manera por aquellas personas que se verán relacionados constantemente, la metodología debe entregar una propuesta simple y de uso fácil, para no generar problemas de entendimiento de la información, provocando conflictos, es importante mencionar que en la mayoría de los casos, los agricultores no poseen un conocimiento técnico elevado ni se encuentran muy relacionados con la tecnología, por lo tanto, la simplicidad ira directamente relacionada con el puntaje que obtenga, es decir, tiene una relación directamente proporcional, entre más simple mayor puntaje obtendrá la metodología.

2.7.1 Ponderación de los criterios a utilizar

En base a los criterios presentados, se realiza una matriz multicriterio, ya que, son *ítems* cualitativos que no pueden obtener un puntaje o calificación de manera clara y el resultado podría tener un grado de imparcialidad. Como resultado del análisis, se obtiene que el factor más relevante es la simplicidad, la cual piensa directamente en la relación que se pueda generar entre la propuesta y quienes finalmente la podrían llegar a utilizar. A continuación, en la Tabla 1, se presentan las comparaciones y ponderaciones finales de cada criterio. Es importante destacar que, para el desarrollo de esta parte, donde se busca tener un mejor avance de la investigación, se trabajó con la ayuda de un ingeniero civil industrial, el señor Maximiliano Contreras, el cual brinda apoyo con sus conocimientos aprendidos, los cuales buscan resolver ciertos conflictos relacionados con la imparcialidad en estos temas. La simplicidad quedó seleccionada como el criterio más relevante con un 52% de la

ponderación, del mismo modo se distingue que la versatilidad y adaptabilidad quedaron en segundo y tercer lugar con un 29% y 19% respectivamente. En el Anexo 1, se puede apreciar el cálculo detallado de cada una de estas ponderaciones.

Tabla 1: Ponderación de criterios para la selección de la metodología

Criterios	Adaptabilidad	Versatilidad	Simplicidad	Total	Ponderación
Adaptabilidad	-	3	1	4	19%
Versatilidad	4	-	2	6	29%
Simplicidad	6	5	-	11	52%
Total				21	100%

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por el profesional

2.7.2 Evaluación de las alternativas por criterio

En función de los criterios presentados anteriormente, acompañados de sus respectivas ponderaciones se busca determinar la importancia relativa de estos en las posibles metodologías que son candidatas para dar solución a la problemática. Para el desarrollo de este apartado, se trabaja con el mismo profesional de la sección anterior. A continuación, se presenta el análisis de cada una de ellas.

- **Adaptabilidad:** se analizó la capacidad de cambios y ajustes, que se puedan aplicar de manera rápida e incluso sobre la marcha, pensando en posibles imprevistos de última hora que podrían afectar el desarrollo de la propuesta. Este criterio se evaluó de una manera directamente proporcional, es decir, a mayor adaptabilidad, mejor puntaje. En base a lo anterior, tal como se puede apreciar en la Tabla 2, la metodología que presenta un mayor nivel de adaptabilidad es *Design Thinking* un 7, *scrum* y *lean startup* quedan más atrás con un 3,8 y 2,5 respectivamente.
- **Versatilidad:** para poder analizar este punto se buscó como requerimiento la capacidad de una fácil adaptación que presenten las propuestas en relación con la aplicabilidad en diferentes zonas geográficas y tipos de cultivos. Este factor, presenta una relación directamente proporcional, ya que, a mayor versatilidad mayor puntaje. En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis de este criterio, donde también es posible apreciar que la metodología que más se adapta es *Design Thinking* con una nota final de 7, *scrum* con un 3,9 y *lean startup* 5,4.

- **Simplicidad:** para poder evaluar este criterio se analiza la facilidad que entrega al usuario para la comprensión, uso y funcionamiento tanto de la metodología como la propuesta resultante, evitado un gran esfuerzo para el destinatario final. En este caso, también se considera una relación directamente proporcional. La mejor metodología para este criterio fue *Scrum* con una nota 7, seguida de *Design Thinking* con 5,4 y *lean startup* con 3,9. En la Tabla 2, se aprecia lo mencionado anteriormente.

Tabla 2: Resumen puntajes obtenidos por cada criterio

Criterio	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>
Adaptabilidad	7	3,8	2,5
Versatilidad	7	3,9	5,4
Simplicidad	5,4	7	3,9

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por el profesional

2.7.3 Elección de la metodología

A partir de la ponderación, los criterios y calificaciones de evaluación mencionados anteriormente la metodología seleccionada fue *Design thinking* con una ponderación final de 6,2. Como se puede apreciar, es una metodología que se adapta y es más versátil que las otras dos propuestas, en simplicidad ocupa el segundo lugar, sin embargo, sigue siendo una de las metodologías más simples y completas que existen. A continuación, se presentan en la Tabla 3, los resultados resumidos de los cálculos anteriores y la calificación final de cada metodología que finalmente decanta por la más completa de las presentadas.

Tabla 3: Selección de la metodología

Criterios	Importancia	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>
Adaptabilidad	19%	7	3,8	2,5
Versatilidad	29%	7	3,9	5,4
Simplicidad	52%	5,4	7	3,9
Nota final		6,2	5,3	4,1

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por el profesional

2.8 Metodología de solución

En relación con lo presentado en el apartado 2.7 Selección de metodología, se presenta la carta Gantt del proyecto donde es posible observar que la duración aproximada del proyecto es de 81 días, donde en primer lugar se realiza un diagnóstico actual de los principales actores

y parámetros que están involucrados en el proyecto, abordando principalmente el análisis de las normativas legales. Por otro lado, se encuentra la aplicación de la metodología *Design Thinking* con el desarrollo de la propuesta, finalizando con una etapa complementaria de evoluciones económicas, ambientales y sociales. La carta Gantt completa y detallada puede ser apreciada desde el Anexo 2 hasta el Anexo 4.

2.8.1 Diagnóstico

A continuación, se presenta y describe brevemente la primera etapa del proyecto, la cual está relacionada directamente con el conocimiento y recopilación de información de los puntos más importantes que están involucrados con el proyecto.

- **Diagnóstico de la situación actual:** en esta primera etapa, se busca analizar y conocer las leyes que están vinculadas con el proyecto, saber acerca de los posibles vacíos legales que estas puedan tener, en especial con la ley de drenaje, el alcance y las condiciones del concurso para la posterior adjudicación de los recursos. Por otro lado, con el código de agua, analizar la importancia del uso de este vital líquido y como podría afectar al proyecto la ley que actualmente rige al país. Para continuar con el desarrollo del diagnóstico, se realizarán comparaciones sobre las condiciones de sequía y radiación que presenta el país, especialmente en la séptima región. Finalmente se buscará recopilar información y poder comparar los actuales sistemas de riego y tecnología solar fotovoltaica de Chile y el mundo.

2.8.2 Aplicación de la metodología

- **Empatizar:** el termino empatizar se relaciona con la descubrir la verdadera necesidad o problemática a la cual se busca dar solución, se busca obtener información de diferentes fuentes por medio de herramientas que se estime conveniente, crear lazos de trabajo y entrevistas no estructuradas. y en base a lo anterior comenzar a definir el problema comenzando a encaminar el siguiente paso.
- **Definir:** al definir el problema, se debe generar reuniones de trabajo con expertos relacionados con las actividades agrícolas y también con la generación de energía solar con la finalidad de abordar previamente posibles soluciones, sin embargo, se

debe definir de manera concreta la problemática y por sobre todo el alcance del proyecto. ideas sobre una posible solución que cumpla con los requerimientos previamente establecidos dentro del problema en la etapa anterior. Para generar las ideas de solución, se proponen herramientas como la lluvia de ideas, foros con expertos.

- **Idear:** antes de realizar la elección de la solución, se deben generar ideas sobre una posible solución que cumpla con los requerimientos previamente establecidos dentro del problema en la etapa anterior. Para generar las ideas de solución, se proponen herramientas como la lluvia de ideas, foros con expertos, evaluar que ésta concuerde con todas las necesidades planteadas, buscando dar cumplimiento de una vez a este conjunto, considerando siempre una propuesta realista. Es importante destacar que, en esta etapa es sugerido por expertos realizar estudios de viabilidad e inversiones, sin embargo, estos serán realizados en profundidad en la última etapa del proyecto, la cual entregará robustez y consistencia al proyecto.
- **Prototipar:** cuando se toma la decisión anterior, se propone la creación de un prototipo de formato libre, siempre pensando en respetar los objetivos de la problemática, considerando que es una muestra preliminar de la propuesta final, la cual puede estar sometida a cambios si son detectados errores.
- **Evaluar:** se realizan pruebas de aceptación, si es necesario se realizan correcciones para posteriormente volver a realizar las pruebas correspondientes hasta que sea considerado que la creación es apta, entrega beneficios y solución según lo planteado en la definición de la problemática y sus objetivos. Esta etapa de la metodología será ampliamente estudiada y cubierta por las diferentes evaluaciones de impactos que se presentaron anteriormente.

2.8.3 Evaluación de impactos

Como ya fue mencionado, se realizará una etapa complementaria al quinto paso que contempla la metodología *Design Thinking* En la evaluación de impactos, se propone la realización de una evaluación económica, a través de un análisis beneficio – costo, sensibilidad y el correspondiente ahorro, así como también un análisis ambiental, que busca

dimensionar la reducción de las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera y el ahorro que puede generar el buen uso de las aguas para el riego, finalmente, se propone un análisis de los impactos sociales que este proyecto puede generar, específicamente en la concientización de la sociedad en general y en particular del sector agrícola o rural que podría llegar a estar más relacionado con el proyecto.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se presentarán las diferentes situaciones a las cuales se verá enfrentado el proyecto durante su periodo de estudio y evaluación, entregando análisis de la normativa actual de uso de agua, de consumo de energético, dimensionamiento y las condiciones ambientales que el país y la región presentan para conocer si la ejecución de la propuesta puede llegar a ser factible en una primera instancia.

3.1 Análisis legal

Durante del desarrollo de este apartado, se presentan dos leyes que están involucradas directamente con el avance del proyecto, la ley 18.450 y 21.435, que están relacionadas con la implementación de proyectos tanto de riego como de drenaje y el uso de aguas, respectivamente.

3.1.1 Ley 18.450

La ley 18.450 aprueba normas para el fomento de la inversión privado en obras de riego y drenaje, fue promulgada el 22 de octubre de 1985.y publicada como ley de la república ocho días más tarde; siendo modificada por última vez el 22 de diciembre de 2021.

La ley menciona que el Estado, por medio de actores secundarios bonificará costos de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje, así como también los proyectos integrables del mismo ámbito que incorporen el concepto de multipropósito. Dicho concepto abarca la inversión en equipos y elementos de riego mecánico o generación y en general toda obra de puesta de riego, habilitación y conexión siempre y cuando los proyectos sean aprobados en la forma que establece esta ley.

En relación con las bonificaciones acordadas cubren hasta un máximo del 90% en el caso de los pequeños productores quienes son definidos de tal forma por la ley orgánica del instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Por otro lado, todos aquellos productores que no sean considerados dentro de esta última ley mencionada, se les clasifica dentro de un máximo de posesión en hectáreas, hasta 40 hectáreas, el proyecto cubre máximo 80% y superando el límite de tierras ponderadas, se proyecta una bonificación que no debería superar el 70%. Se estima que hasta un dos por ciento de los recursos anuales disponibles son destinados para las bonificaciones irán en beneficio de los grandes productores que superen las 200 hectáreas ponderadas.

La comisión nacional de riego es la encargada de asignar a INDAP los recursos para prefinanciar el monto de la bonificación asignada, los costos de los estudios del proyecto y la construcción o rehabilitación de las obras.

La selección de los proyectos concursantes será por medio de un puntaje ponderado relacionado con el cumplimiento de ciertos criterios como el costo total de la ejecución del proyecto, la superficie de nuevo riego o mejoras cuando el proyecto lo requiera, la superficie de los suelos improductivos por su mal drenaje que incorpore el proyecto, entre otros relacionados con el costo total del proyecto y costo por hectárea que podrían definir un beneficiario en caso de ocurrir empate.

La Comisión Nacional de Riego es el ente encargado de la determinación de las bases y hacer el respectivo llamado a concurso, recepción y revisión de los antecedentes, admisión y selección de los proyectos y todo aquello que sea contemplado en un proceso de asignación de beneficios en general. La orden de pago es realizada solo cuando las obras se encuentran con inspección y recepción favorable en términos reglamentarios. Dicha bonificación no contempla renta para los beneficiarios y sus sucesores. El proyecto podría participar en otros concursos establecidos en textos legales, sin embargo, el beneficio no puede exceder el 95% del costo total de las mismas.

En relación con posibles sanciones y devoluciones en primer lugar se establece que si se presenta un cambio en el uso de suelo de los predios beneficiados, se deberá restituir la bonificación percibida deduciendo en forma proporcional el tiempo de permanencia efectiva de las obras beneficiadas, igual situación será aplicada a los agricultores que eliminen o cambien el cultivo para los cuales se asignó el subsidio, también está relacionado con el cambio o enajenación de los bienes adquiridos antes que concluya un plazo de diez años. Para aquellos que con el propósito de acogerse a la bonificación proporcionen antecedentes falsos o adulterados, serán sancionados con presidio menor en su grado medio a máximo, es decir, de los 541 días hasta tres años y un día.

Finalmente, y según lo presentado, es posible extraer de la ley que el proyecto cumpliría con las condiciones que se establecen para ser beneficiado con una bonificación pensando en una posible aplicación en esta zona u otra, sin embargo, se deben realizar estudios pertinentes que lleven a conocer y entender que tipo de cultivos podrían tener una proyección que trabaje de forma paralela con la vida útil de los equipos y un rendimiento en términos de la producción las plantas.

3.1.2 Ley 21.435

La ley 21.435 reforma el código de aguas promulgado inicialmente en octubre de 1981, dicha ley es la tercera versión siendo publicada y promulgada por última vez en abril de 2022.

Dentro de estos textos legales se hace referencia a que el agua en cualquiera de sus estados es un bien nacional de uso público y que el derecho al agua potable y saneamiento es un derecho humano esencial e irrenunciable que es garantizado por el Estado de Chile.

Por otro lado, se contempla como uso doméstico el aprovechamiento de una persona o familia sobre el agua con la finalidad que sea utilizada para satisfacer las necesidades de bebida, aseo personal, bebida de animales y cultivo de productos hortofrutícolas.

El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso temporal de ellas, dicho periodo de tiempo equivale a 30 años. De la misma forma, se regula la construcción de sistemas de drenaje en las zonas que existan tuberías identificadas por el Ministerio del Medio Ambiente en su inventario nacional. También las zonas de restricción y prohibición son publicadas en el sitio *web* y diario oficial para el conocimiento público durante los primeros quince días de cada mes o el primer día hábil siguiente según corresponda.

La Dirección General de Aguas, es la encargada de evaluar los proyectos de obras hidráulicas que sean sometidas bajo su consideración, se encarga de analizar técnicamente los antecedentes presentados, teniendo la posibilidad de solicitar más información si se estima conveniente.

En términos del caudal, si es necesario desviar el cauce natural de las aguas para su aprovechamiento, no se podrá devolver un caudal menor teniendo en consideración las mermas por evaporación e infiltración, tomando en cuenta la distancia recorrida desde el punto de desvío hasta el reintegro al cauce natural. En relación con lo anterior, si se requiere una construcción de un embalse, este no puede tener una capacidad superior a los 50 mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de cinco metros de altura. Finalmente, cualquier infracción a este código, será penado por en el tribunal de letras correspondientes, siendo las

multas fijadas por el juez de turno en unidades tributarias mensuales y presidios si corresponde a la gravedad de la falta cometida.

3.2 Radiación

Los índices de radiación solar dependen de diferentes factores que se pueden encontrar en diferentes geografías a lo largo del planeta. A continuación, se presentan y describen algunos de los factores más relevantes que están directamente relacionados con la intensidad de la radiación UV.

- **Altura del sol:** cuanto más alto este el sol, mayor serán los índices de radiación que se perciban en un determinado instante de tiempo. Según lo anterior, la intensidad dependerá de la hora del día y la época del año. Fuera de las zonas tropicales, el *peak* de radiación se consigue alrededor del mediodía durante los meses de verano.
- **Latitud:** está directamente relacionado con la distancia que exista entre el punto en cuestión y la línea del Ecuador, es decir, a mayor cercanía con el ecuador, más intensa será la radiación.
- **Nubosidad:** la mayor intensidad de la radiación se consigue cuando no existen nubes, sin embargo, se pueden conseguir elevados niveles de intensidad dependiendo de la densidad que las nubes presenten. La dispersión producida por las nubes puede producir el mismo efecto de reflexión por diferentes superficies, lo cual aumenta los niveles de radiación.
- **Altitud:** a mayor altitud la atmosfera es más delgada, por lo tanto, absorbe una menor proporción de radiación UV. Con cada 1000 metros de incremento en la altitud, se estima que la intensidad de la radiación aumente entre un 10 a 12%.
- **Ozono:** el ozono, es un gas que está presente naturalmente en la atmosfera, absorbe parte de la radiación UV que podría alcanzar la superficie terrestre. La concentración de ozono varía a lo largo del año e incluso del día.
- **Reflexión por el suelo:** diferentes tipos de superficies reflejan o dispersan la radiación UV en diversa medida; la nieve reciente puede reflejar hasta un 80% de la

radiación UV, la arena seca de la playa, alrededor de un 15%, y la espuma del agua del mar, alrededor de un 25%.

En el Anexo 5, se resume de manera grafica como interactúan todos los factores descritos anteriormente en conjunto con datos que ayudan a una mejor comprensión de lo expuesto.

3.2.1 Índices de radiación en el mundo

Los rayos del sol no indican igual en todo el planeta, en algunas partes del mundo son mucho más intensos y las personas deben extremar los cuidados con la finalidad de resguardar la salud.

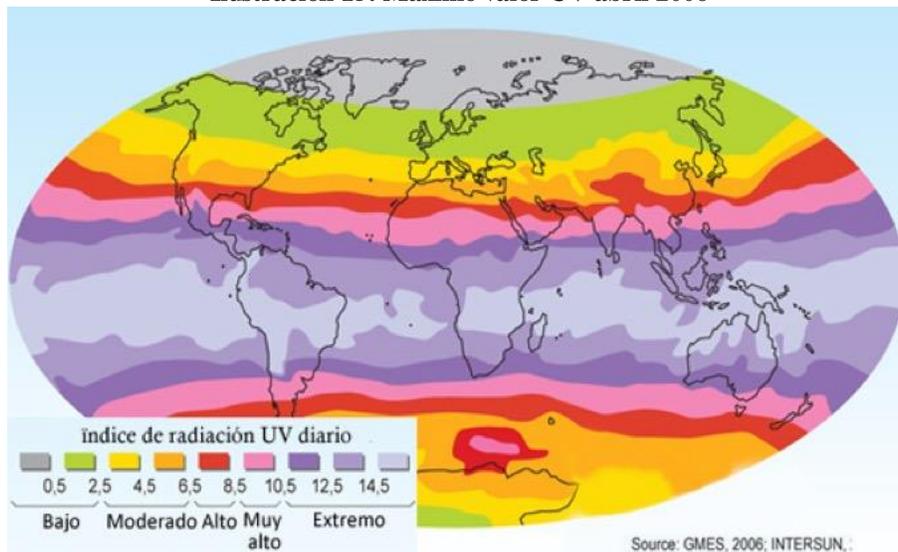
Hay un lugar que ocupa el primer puesto en el *ranking* de registros más elevados de radiación ultravioleta: los Andes bolivianos, a 2.400 metros de la línea ecuatorial. En el año 2003 se midieron niveles de récord de un índice 43 (Rodríguez, 2019). Teniendo en cuenta que un índice de 11 es considerado extremo, se habla de valores muy perjudiciales para la vida terrestre y acuática. Lo normal es que en la zona se registren índices alrededor de 26, pero este pico de 43 fue debido a otros factores como una disminución del ozono por las tormentas y los incendios forestales, y una llamarada solar que tuvo lugar dos semanas antes de este registro.

Por otro lado, pero también en América, el sur de Perú alcanza índices UV históricos de hasta 20 puntos, seguido de Argentina y Chile. Que esta amplia zona del continente sudamericano ocupe este puesto en el *ranking* mundial responde a varios factores. Uno de los principales es la contaminación ambiental, que ocasiona que cada año en el país andino se pierda una media de un 1% de la capa de ozono, gas que disipa y filtra la mayor parte de la radiación ultravioleta. El cambio climático, y sus consecuentes sequías, propicia la falta de nubosidad y como resultado una mayor incidencia del sol. También la altitud es una causa determinante. Cuanto mayor altura, menos recorrido deben hacer los rayos UV para atravesar la atmósfera y llegar a la superficie terrestre. Si en base a lo anterior se agrega la cercanía de Perú al ecuador, donde el Sol está más en perpendicular con la Tierra, se obtiene una combinación que hace que este sea uno de los lugares con mayor radiación solar del mundo.

En la Ilustración 15, se presenta un máximo valor UV a nivel global en un día particular en 2006, que entrega indicios del comportamiento que presenta la radiación UV a lo largo del plante desde ese momento hasta la actualidad. El estudio que fue realizado por *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). Actualmente dicho proyecto es conocido como Programa Copérnico, en honor al reconocido astrónomo del siglo XV (Agencia Espacial Europea, s.f.).

Finalmente, desde el Anexo 6 hasta el Anexo 9, se presentan cuatro mapas que muestran los últimos índices UV registrados en Sudamérica, Europa, África y Oceanía con la finalidad de conocer el comportamiento en diferentes zonas geográficas del planeta, donde se puede apreciar a simple vista que el cuarteto presenta condiciones diferentes en relación con los niveles de redición UV que se perciben, ya que, las partes de continentes presentadas están pasando por un periodo de cambio estacional.

Ilustración 15: Máximo valor UV abril 2006



Fuente: Extraído de (GMES, 2006)

3.2.2 Índices de radiación en Chile

Chile se ha convertido en uno de los países más atractivos para la obtención de energía proveniente de la radiación solar, ya que, su extensa geográfica territorial, presenta extremos y llamativos cambios, donde en el Norte, principalmente desatacan el desierto de Atacama y las zonas de alrededor. A pesar de que la zona Norte tiene la mayor incidencia solar, la zona centro y sur también son muy factibles para la generación de energía solar fotovoltaica.

En base a lo comentado anteriormente, se extraen datos y referencias de la plataforma del Ministerio de Energía denominada Explorador Solar, la cual contiene gran cantidad de información detallada de las condiciones meteorológicas de distintos lugares de forma rápida y sencilla. A continuación, en la Ilustración 16, se presenta un mapa de Chile con los niveles de incidencia solar y una escala de ascenso que permite conocer el nivel de radiación por medio de los colores presentados.

Ilustración 16: Geografía de la radiación en Chile



Fuente: Extraído de (Explorador Solar, 2022)

3.2.3 Índices de radiación en la séptima región

Como fue presentado anteriormente el país posee grandes condiciones y cualidades que favorecen la producción de energía solar fotovoltaica. En el preciso caso de la región del Maule, si bien no cuenta con la intensidad ni las condiciones de las regiones del norte de Chile, se reúnen condiciones necesarias para la producción de energía a una escala menor pero constante. A continuación, en la Tabla 4, se presenta el índice de radiación solar máxima

captada durante todo lo que va del 2022 en la estación de monitoreo de Parral, específicamente en el sector denominado como macrozona de la precordillera.

Tabla 4: Radiación solar máxima estación Parral enero - septiembre 2022

Mes	Radiación solar máxima mensual (w/m ²)
Enero	1.279
Febrero	1.012
Marzo	1.008
Abril	862
Mayo	654
Junio	690,6
Julio	635,6
Agosto	836,9
Septiembre	1.198,1
Total	7.996,2

Fuente: Elaboración propia en base a (Agroclima, 2022)

Por otro lado, la zona denominada como valle central interior, está compuesta por doce estaciones de monitoreo comprendidas desde Teno norte hasta Yervas Buenas. En la Tabla 5, se presenta un resumen de las mediciones captadas en las estaciones mencionadas anteriormente.

Tabla 5: Radiación solar máxima estaciones del valle central interior durante enero – septiembre 2022

Mes	Radiación solar máxima mensual (w/m ²)
Enero	14.110,4
Febrero	12.311
Marzo	12.337,6
Abril	9.959,7
Mayo	8.018,1
Junio	7.432,3
Julio	7.925,4
Agosto	9.673
Septiembre	11.754,9
Total	93.522,4

Fuente: Elaboración propia en base a (Agroclima, 2022)

Finalmente, la zona denominada como valle central con influencia marina, está compuesta por cinco estaciones de monitoreo ubicadas en la comuna de Cauquenes en diferentes puntos repartidos por la comuna. A continuación, en la Tabla 6, se presenta un resumen de las mediciones captadas en las estaciones mencionadas anteriormente.

Tabla 6: Radiación solar máxima estaciones del valle central con influencia marina durante enero – septiembre 2022

Mes	Radiación solar máxima mensual (w/m ²)
Enero	5.450
Febrero	5.001
Marzo	4.280
Abril	3.732
Mayo	2.913
Junio	2.592
Julio	2.696
Agosto	3.245
Septiembre	4.226
Total	34.135

Fuente: Elaboración propia en base a (Agroclima, 2022)

Como se puede observar, los índices de radiación durante los meses de otoño e invierno sufren una disminución que no supera el 45% en relación con el mes de enero. De la misma manera, se aprecia un alza sostenida en las capturas de radiación máxima, lo cual está directamente relacionada con los cambios de estación y las condiciones climáticas que comienzan a mejorar de cara a la llegada del verano, lo cual genera una factibilidad relacionada con la posibilidad de generar y proporcionar energía solar fotovoltaica en campos y predios agrícolas de la región.

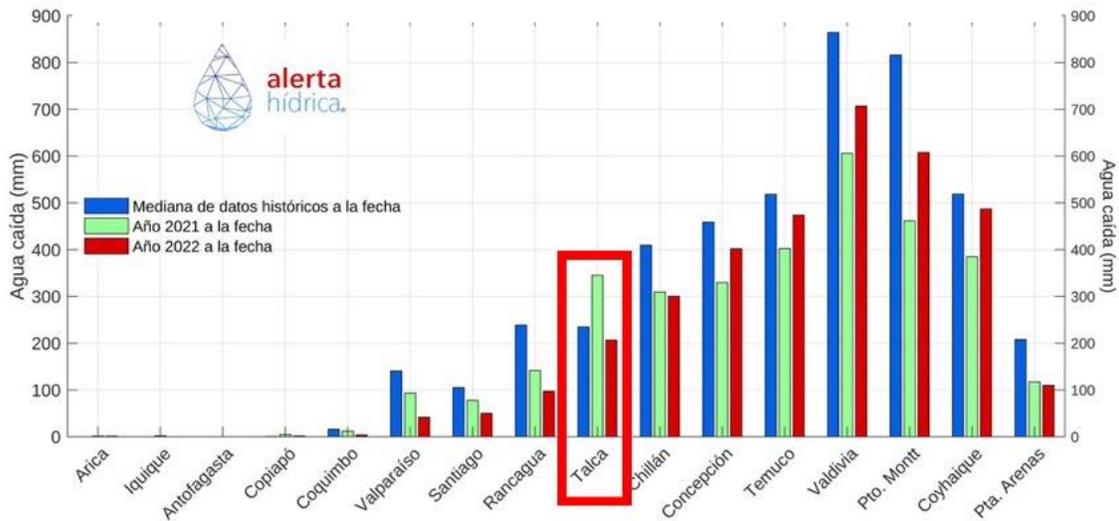
3.3 Sequía en Chile

Se ha denominado mega sequía al fenómeno que afecta principalmente a la zona central del país, por su amplitud geográfica, abarcando desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Los Ríos, por su permanencia en el tiempo, contando desde el año 2010 aproximadamente, y por su intensidad en el déficit de precipitaciones con un promedio entre el 20 al 40 por ciento de agua caída anual, respecto del registro histórico.

Los factores que explicarían esta disminución en las precipitaciones tienen que ver con condiciones climáticas globales atmosféricas y oceánicas. El cambio climático, debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, que ha generado un aumento en las temperaturas del planeta, y la prevalencia de condiciones de circulación atmosférica y oceánicas que hace que las altas presiones del Océano Pacífico impidan que los sistemas frontales avancen hacia el continente y no alcancen a llegar a la zona central de Chile.

En la Ilustración 17, se presenta una comparativa de las precipitaciones caídas en algunas de las ciudades más importantes del país durante los años 2022 y 2021 a la fecha con el promedio de estas que fue elaborado en base a información de la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Es importante mencionar que solo uno de los registros presentados supera el promedio de precipitaciones, el cual corresponde a la ciudad de Talca y se registró durante el 2021. El resto de las estadísticas presentadas se encuentra bajo el promedio esperado, lo cual evidencia más aun la mega sequía que vive Chile y la región durante los últimos años.

Ilustración 17: Total de agua caída en relación del promedio y los últimos dos años



Fuente: Extraído de (Alerta Hídrica, 2022) en base a (DMC, 2022) y (DGA, 2022)

3.3.1 Técnicas actuales de riego

La región del Maule es una de las zonas del país que es ampliamente reconocida por la presencia de una gran variedad de cultivos, sin embargo, la agricultura es un oficio que es preservador por gente mayor, que en la mayoría de los casos no posee conocimientos amplios relacionas con la amplia cantidad de factores que están presentes en el cultivo; es por esto, que se mantienen técnicas muy antiguas tanto de riego como de cultivo, que actualmente comienzan a quedar obsoletas, ya que, la irrupción de nuevas tecnologías aplicadas en la producción de frutas y verduras está comenzando a tomar un terreno importante. La llegada de las nuevas técnicas de riego, así como también la generación de fuentes de energía para alimentar dichos sistemas, son pensadas para afrontar principalmente la situación climática

que se vive en el Chile y el mundo, donde destaca la sequía, el aumento de las temperaturas y los eventos climáticos extremos que cada vez se presentan con mayor frecuencia.

En relación con las técnicas de riego, existen tres tipos que presentan una mayor eficiencia siendo también los más utilizados. En primer lugar, se encuentra el riego por goteo, el cual puede ser resumido como un conjunto de tubos interconectados que disponen de pequeños orificios justo al pie de la planta. Como ventaja, se instala de forma muy sencilla y es un sistema bastante flexible que ahorra muchas preocupaciones. La base de su eficacia radica en que como el agua entra en contacto directo con las raíces, no se evapora o infiltra, por lo que tampoco se desperdicia (Almagromur, 2019). Por otro lado, el riego por aspersión es uno de los sistemas de riego más eficientes y también importantes. Está compuesto por una serie de tuberías y aspersores que actúan generando una lluvia localizada muy beneficiosa para los cultivos porque es muy similar a la forma en la que las plantas obtendrían el agua de manera natural, donde por medio de una válvula se puede controlar el caudal y la presión que de requiera para el riego. Es interesante destacar, también, que existen varios tipos de sistemas de riego por aspersión, los estacionarios que son los más usados, los móviles y los de microaspersión que consigue que el agua caiga sobre el terreno en forma de lluvia muy fina (Almagromur, 2019).

A continuación, en la Tabla 7, se presenta el aumento de las técnicas de riego utilizadas en diferentes zonas del país durante el año 2019, las cuales para la región del Maule representa un aumento de 14.871 hectáreas (ODEPA, 2020).

Tabla 7: Resumen del aumento en el uso de técnicas de riego al sur de Chile

Región	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Maule	51,4%	24,9%
Ñuble	58,8%	12,5%
Biobío	80,1%	17%
La Araucanía	88%	8%
Los Ríos	78,5%	18,6%
Los Lagos	95,3%	4,7%
Aysén	78,1%	20,9

Fuente: Elaboración propia en base a (ODEPA, 2020)

3.4 Entrevistas semiestructuradas

Como era parte de la planificación del proyecto, a través de las gestiones del director del CTCE, es posible participar en reuniones con un consultor, ingeniero agrónomo y productor con más de quince años de experiencia en el sector agrícola el señor Patricio González. Él consultor gestiona visitas al terreno de un agricultor, Don Juan De La Cruz, productor de la comuna de Parral, específicamente del sector el Catillo, el cual se dedica principalmente a la producción de *berries* orgánicos. El agricultor ya cuenta con un sistema de generación solar con riego tecnificado, de esta manera se puede ver en primera persona la implementación, funcionamiento y fallas en el sistema.

Por otro lado, con la misma ayuda y gestiones por parte del Centro Tecnológico de Conversión de Energía, se consigue una reunión con el director regional de riego, perteneciente al INDAP, el señor Cristián Marilao, el mismo que entrega nuevos puntos de vista que van en complemento de las experiencias vividas en terreno anteriormente.

A partir de lo anterior, en base a las experiencias vividas se desprenden tres mapas de empatías, los cuales ayudan a comprender y empatizar más con las inquietudes planteadas por las personas tratando de ayudar a encontrar soluciones que cumplan con las necesidades de los involucrados.

En primer lugar, él señor Patricio González, desde sus años de experiencia, presenta grandes ideas para generar aportes en el sector agrícola de Parral, constantemente está en movimiento buscando avanzar para ayudar a su gente, sin embargo, comenta que siempre la ayuda es poca, ya sea por parte del sector público, instituciones gubernamentales y los privados, estos últimos principalmente no están interesados en ayudar a los pequeños y medianos productores, ya que, los ven como una amenaza a contra sus productos por la calidad que presentan. De la misma manera, en el sector privado, por la gran cantidad de recursos que se encuentran a disposición del sector, existe una amplia variedad de proyectos ya implementados, funcionando y con grandes resultados, donde también está presente la posibilidad de innovar en nuevas tecnologías e ideas, ya que, una perdida no es tan significativa como en el caso de la menor agricultura. Sus principales objetivos es poder implementar nuevas tecnologías de riego y generación de energía renovables en diferentes

sectores y sobre todo en aquellos que se encuentran alejados de los tendidos eléctricos, para así aportar al crecimiento del sector agrícola de la comuna y la región, por lo mismo constantemente está realizando pruebas en terreno hasta donde lo permitan los recursos para mitigar falencias en los sistemas.

A continuación, en la Ilustración 18, se presenta el mapa de empatía que resume gran parte de lo expresado anteriormente. El mapa cuenta con las preguntas e interrogantes que son respondidas en cada uno de los sectores que se visualizan en la figura.

Ilustración 18: Mapa de empatía Patricio González



Fuente: Elaboración propia en base a (González, 2022)

Del mismo modo, tal como fue mencionado anteriormente, Juan De La Cruz entrega sus experiencias vividas respecto a la implementación del sistema y el funcionamiento, presentando inquietudes, ventajas y desventajas del proyecto.

En primer lugar, el productor menciona que el actual sistema funciona, que cumple la función entrega y permite regar dos cuarteles de cuatro mil y tres mil metros cuadrados, los cuales actualmente son regados tres veces por semana en un tiempo relativo de dos a tres

horas según corresponda y se relacione con las condiciones climáticas y de suelo que se presenten al momento de realizar el riego.

Uno de los principales puntos de conflicto que presenta el proyecto, es la poca preparación que reciben los beneficiarios, lo cual deriva incluso en una mala manipulación generando daños a los sistemas. De la misma manera, cuando se presentan fallas en el funcionamiento, los programas que entregan los beneficios actualmente no contemplan un programa de asistencia técnica ni respuestas a preguntas frecuentes, dejando a la deriva en muchas situaciones a los dueños de los predios con los problemas técnicos pequeños y más aún con los de alta complejidad. El problema de los proyectos radica principalmente en este último punto, ya que, la implementación de un manual técnico estándar o sesiones de inducción a las tecnologías de generación fotovoltaicas podrían solucionar los problemas frecuentes leves sin la necesidad de recibir en terreno una visita técnica, dejando este tipo de instancia para las situaciones graves siendo necesario.

A continuación, en la Ilustración 19, es posible apreciar el mapa de empatía que deriva de la visita técnica al predio de Juan De La Cruz.

Ilustración 19: Mapa de empatía Juan De La Cruz



Fuente: Elaboración propia en base a (De La Cruz, 2022)

Finalmente, en modalidad *online* se realiza el tercer acercamiento, esta vez con Cristián Marilao, director regional de riego, el cual menciona lo ya comentado en los casos anteriores principalmente con los tecnicismos, problemas en la implementación, funcionamiento, la inexistencia de un sistema para la ayuda y resolución de problemas en ninguno de los programas, sin embargo, menciona que el programa de entrega de kits fotovoltaicos comenzó en el año 2013 y que actualmente sigue su progreso, generando satisfacción en los beneficiarios, donde hasta el día de hoy destacan proyectos instalados en los inicios del programa.

Por otro lado, como miembro de INDAP, está relacionado con los llamados a concurso y las participaciones constantes en la toma de decisiones para decantar por la mejor elección de un proyecto evaluando principalmente el cumplimiento de los requisitos solicitados para la adjudicación.

En la Ilustración 20, se presenta el mapa de empatía que resume la gratificante reunión con Cristián, Karol y Marco.



Fuente: Elaboración propia en base a (Marilao, 2022)

3.5 Proyectos actuales de riego

En el siguiente punto, se desglosará información entregada directamente por personal de INDAP, la cual fue debidamente adjudicada por los canales públicos que el gobierno establece.

En primer lugar, se presenta la distribución y concentración de los proyectos ya implementados en la región, para finalizar con un resumen de los sistemas de riego que son entregados a los productores.

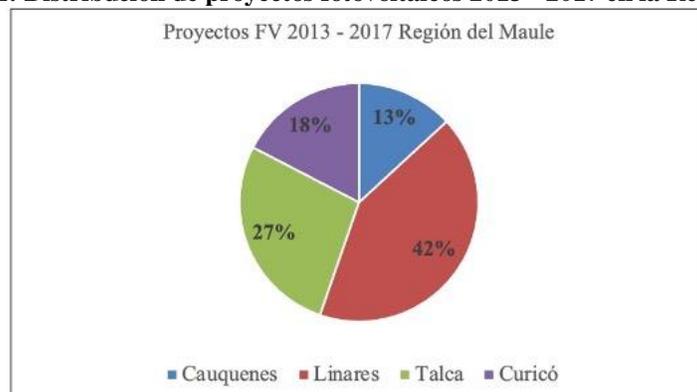
3.5.1 Distribución geográfica

Uno de los resultados más importantes que se derivaron de la reunión con personal de INDAP, específicamente con el director regional de riego y en complemento con la ley N°20.285 de transparencia de la función política y acceso a la información, por medio de esta, se solicitó referencias de los proyectos implementados en la región desde el año 2013.

Por medio de los tramites realizados, se recibe una plantilla con datos desde el año 2013 a 2017, en la cual destacan los proyectos de generación solar para riego tecnificado de todas y cada una de las comunas de la región. Para generar una mejor comprensión de la información, se realizó un filtro y orden de los datos entregados, los cuales pueden ser apreciados en la Ilustración 21.

En base a la información presentada en el gráfico, se distingue a simple vista que la gran cantidad de proyectos en funcionamiento, históricamente están concentrados principalmente en la parte sur de la región, destacando principalmente la provincia de Linares con un total de 199 proyectos, lo cual representa el 42% del total de proyectos registrados. Está zona de la región se dedica principalmente al cultivo de cereales y frutos rojos. En segundo lugar, la provincia de Talca cuenta con 129 proyectos en funcionamiento hasta 2017. Es importante mencionar que actualmente, existen proyectos implementados a lo largo y ancho de toda la región, en algunas partes en menor medida, sin embargo, según lo comentado por el personal de INDAP, la difusión, innovación e implementación de proyectos solares fotovoltaicos para riego presenta un crecimiento exponencial.

Ilustración 21: Distribución de proyectos fotovoltaicos 2013 - 2017 en la Región del Maule



Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, Registro proyectos solares región del Maule, 2022)

3.5.2 Fichas técnicas kit fotovoltaicos

En relación con los actuales sistemas de generación solar que son implementados en la región, se destacan tres versiones, que están diferenciados en primera instancia por la cantidad de energía que pueden generar, lo cual condiciona directamente la cantidad de agua que pueden distribuir a los respectivos cultivos. A continuación, se presentan las tres versiones que actualmente se encuentran en ejercicio.

- **Kit de generación solar 1:** el primer kit, es el más pequeño de los que actualmente se distribuyen, tiene la capacidad de mover un caudal desde los 0,5 hasta un máximo de 1,3m³/hora, lo cual se traduce aproximadamente en un flujo de agua de 9 mil litros por día. Por otro lado, se tiene presente una altura de elevación variable entre 10 a 40mca o metro de columna de agua. A continuación, en la Tabla 8, se presenta un resumen de los componentes y cantidades que forman este primer sistema.

Tabla 8: Componentes kit de generación

Componentes	Cantidad
Motor ECDRIVE 200-HR	1
Controlador PS200	1
Cabezal HR-07	1
Panel 230Wp	1
Estructura de soportes	1
Sensor de protección en seco	1
Conector MC4	2
Camisa de refrigeración	0 o 1

Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022)

- **Kit de generación solar 2:** el segundo conjunto, es más grande el anterior, donde las diferencias se encuentran en el motor, controlador cabezal y la cantidad misma de paneles instalados. Presenta una capacidad para mover un caudal de 2 hasta un máximo de 2,45m³/hora, lo cual se equivale aproximadamente a 17 mil litros por día. Por otro lado, se tiene presente una altura de elevación variable entre 30 a 50 metro de columna de agua. A continuación, en la Tabla 9, se presenta un resumen de los componentes y cantidades que forman este sistema.

Tabla 9: Componentes kit de generación solar 2

Componentes	Cantidad
Motor ECDRIVE 1200-HR	1
Controlador PS1800	1
Cabezal HR-23	1
Panel 230Wp	3
Estructura de soportes	1
Sensor de protección en seco	1
Conector MC4	3
Camisa de refrigeración	0 o 1

Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022)

- **Kit de generación solar 3:** finalmente, el ultimo conjunto de generación solar cuenta con la mayor cantidad de componentes, diferenciándose en los modelos de los componentes principales y la cantidad de paneles. En relación con el caudal que mueve, oscila entre 3 a 4,7m³/hora. En relación con el movimiento de agua, la altura de elevación variable varia entre los 35 a 50mca. A continuación, en la Tabla 10, se presenta un resumen de los componentes y cantidades que forman este sistema.

Tabla 10: Componentes kit de generación solar 3

Componentes	Cantidad
Motor ECDRIVE 1200-C	1
Controlador PS1800	1
Cabezal CSJ5-12	1
Panel 230Wp	6
Estructura de soportes	1
Sensor de protección en seco	1
Conector MC4	6
Conector paralelo MC4	
Camisa de refrigeración	0 o 1
Breaker 15^a	1

Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022)

3.6 Sistematización de la información

Finalmente, a modo de síntesis general del apartado de diagnóstico, se puede decir que, según las condiciones entregadas tanto por la ley N°18.435 como la N°21.435, que tiene relación con el código de uso de aguas. En términos legales, el proyecto es factible ante una posible adjudicación de beneficios por parte de algunos de los concursos que realizan las entidades gubernamentales, lo cual vendría directamente en ayuda de los productores.

En relación con la producción solar, según las fuentes revisadas, que son instrumentos públicos y gubernamentales, la región presenta muy buenas condiciones para la producción de energía, donde se estima en promedio de 4,5 a 6kWh por metro cuadrado de panel solar instalado. De la misma manera, según los estudios realizados, la región cuenta con un alto déficit de agua, producto de la sequía, alza de temperaturas, el cambio climático, entre otros. Sin embargo, en los sectores relevantes para una posible implementación del proyecto, aun se mantienen buenos niveles de reservas de agua, manteniendo ríos y canales caudales provechosos para el uso agrícola.

Con la ayuda de los nuevos avances tecnológicos, en compañía de las necesidades permanentes de ir a la vanguardia en diferentes ámbitos, desde 1959 con la implementación del primer sistema de riego tecnificado, se han conseguido grandes avances. Chile no es la excepción, como fue presentado en el apartado 3.3.1 existe un crecimiento exponencial y sostenido en gran parte de las regiones del país, especialmente en Los Lagos donde el riego por goteo es la técnica que mayor crecimiento porcentual a presentado. Por otro lado, la región del Maule es la zona donde los sistemas de microaspersión han experimentado un mayor crecimiento, lo cual entrega buenas sensaciones en relación con la implementación de un proyecto que potencie el mejor uso de las aguas.

Finalmente, en relación con las experiencias vividas en terreno, se desprenden importantes conclusiones de las inquietudes e incertidumbres que cada uno de los actores entrego en su momento. Los tres coinciden en la necesidad de avanzar en un trabajo colaborativo con ayuda de las casas de estudio por medio de sus investigaciones y el trabajo complementario de las entidades gubernamentales, los cuales manejan términos técnicos e información relevante relacionada con las necesidades que se deben cubrir, así como también

de los filtros y pruebas que deben tener los postulantes para una posterior adjudicación de beneficios. En relación con el productor, en primera persona según sus experiencias, cree que es una buena herramienta de trabajo, que funciona y cumple con los requerimientos mínimos que necesita, sin embargo, existen complicaciones en el proceso como el vaciado del pozo, las bajas en la entrega de energía por parte del sistema a la bomba, condiciones climáticas incontrolables como el paso de una nube por el sol, que dificultan la continuidad del proceso. Se puede evidenciar en terreno que las principales causas del sobredimensionamiento de los actuales proyectos es el desconocimiento generalizado, ya que, un productor, tiene la facilidad de postular a cualquier kit de generación solar que el estime conveniente y necesario, sin tener un estudio previo de las condiciones del suelo, cultivo, factibilidad de generación solar, etc. Esta responsabilidad recae también en el personal elaborador de las actuales propuestas por parte de las entidades gubernamentales, los cuales son encargados de dar inicio al proyecto según corresponda en relación con la adjudicación de los beneficios si se estima conveniente. Por otro lado, el productor menciona directamente que el ha realizado modificaciones al modelo entregado en pro de un traslado a su vivienda particular en el periodo de invierno, cuando estima no necesaria la presencia de los equipo en el terreno, por ser un periodo de inactividad en relación con las actividades de riego y cultivo, dicho movimiento podría generar daños en los equipos debido a una mala manipulación.

3.6.1 Análisis FODA

El análisis FODA es utilizado para evaluar factores internos (Fortalezas y Debilidades) como factores externos (Oportunidades y Amenazas), este análisis fue utilizado agrupando temas de importancia con el proyecto como el sector frutícola, las condiciones que la región presenta para la generación solar, así como también las nuevas y actuales técnicas de riego, considerando como variables todas aquellas que estén bajo o fuera del alcance de las entidades relacionadas con el proyecto, como los productores, entidades gubernamentales e incluso desde el punto de vista de la gestación del proyecto.

3.6.1.1 Fortalezas

Una de las principales fortalezas que presenta el proyecto y la concepción del mismo, es la versatilidad que este presenta en relación con el sector donde se desee aplicar el proyecto, así

como también con el tipo de cultivo que se desee complementar con riego tecnificado y generación de energía solar renovable.

Otro aspecto importante está relacionado con el dimensionamiento que el proyecto contenga, ya que, se espera generar una propuesta efectiva en relación con el objetivo específico de la disminución de los costos.

También es importante destacar que el proyecto tiene una vida útil aproximada de 15 a 20 años, según la información entregada por los proveedores y también por experiencia de expertos, lo cual indica que el sistema está preparado para un periodo alto de uso.

3.6.1.2 Oportunidades

Una de las principales oportunidades radica en el fomento del uso de nuevas energías por parte del gobierno regional y central, la entrega de beneficios y la necesidad de reducir las emisiones a la atmósfera, entrega un beneficio para el proyecto. Este punto está relacionado también en complemento del uso de nuevas técnicas de riego, manejando nuevos conocimientos y mejores trabajos que optimizan el uso de agua en los cultivos.

Por otro lado, las condiciones de que la región presenta conducen a un camino sostenible para el fomento e instalación de placas solares.

De este mismo modo, según la tradición y corroborado con la ayuda de los estudios realizados, es posible ver que la región es una de las principales productoras y exportadoras de frutas de ciclo largo y carozos, lo cual es un buen indicio por la compatibilidad que presentan tanto el tiempo de duración del cultivo como la vida útil de una planta solar.

3.6.1.3 Debilidades

Una de las principales debilidades del proyecto está directamente relacionada con la falta de conocimiento por parte de los usuarios directos, que en este caso están individualizados como los productores, ya que, el poco entendimiento técnico, podría afectar el rendimiento, así como también reducir el tiempo de vida útil del proyecto especialmente en las baterías, equipo que regularmente es el de mayor valor. De la misma manera, se debe tener en consideración los saberes por parte del agricultor en relación con el suministro de agua a los

cultivos, cantidad y el tiempo, ya que, estos registros deben estar regulados por el tipo de planta, el tipo de suelo y también las condiciones climáticas del lugar. Una debilidad más relacionada con el sector comercial es el bajo poder de publicidad que tiene el productor, ya que, no presenta la facultad de ofrecer su producto y negociar por la venta y una mejor distribución, la baja presencia de recursos físicos y digitales imposibilitan un correcto manejo de negociación y distribución, lo implica conformarse con pocas opciones.

3.6.1.4 Amenazas

Las amenazas están siempre presentes en cualquier tipo de proyecto, sin embargo, para efectos de este proyecto, son total y completamente inciertas. Una de las principales amenazas latentes es el constante cambio climático, en el extremo caso se podría quedar la zona sin agua para ejecutar el riego, generando pérdidas incalculables tanto en la producción como por concepto de instalación de la planta solar. Por otro lado, también relacionado con el sector medio ambiente, se encuentra la presencia de plagas que pueden atacar los cultivos y reducir considerablemente los niveles de producción.

Otra importante amenaza radica en el incumplimiento de los plazos por parte de los productores, razón que se escapa totalmente de las manos de los productores e incluso de los mismos suministradores, ya que, desde los inicios de la pandemia del COVID -19, los tiempos de entrega de los productos exportados se han visto modificados y muchas doblados, lo cual provocaría un retraso en la producción e incluso en la puesta en marcha del proyecto por la ausencia de los equipos o componentes esenciales para dar inicio.

Finalmente, otra importante variable a tener en consideración es la posible crisis económica que podría vivir el país el 2023, lo cual implicaría una recesión, afectando no solo el sector frutícola, sino que gran parte del sector económicos del país, lo cual llevaría por parte de los consumidores a una priorización de los gastos en elementos esenciales.

3.6.1.5 Resumen análisis FODA

En la Ilustración 22 **Error! Reference source not found.**, se presenta un resumen de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que actualmente presenta el proyecto, las cuales fueron desarrolladas y fundamentadas en el apartado anterior.

Ilustración 22: Resumen análisis FODA



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4: DEFINICIÓN, IDEACIÓN Y PROTOTIPADO

En el siguiente capítulo, se trabajarán tres de las cinco etapas de la metodología seleccionada, con la finalidad de acercar el proyecto a unas de sus fases finales. De la misma manera con todo el amplio estudio realizado en el diagnóstico, se trabaja con esa información para pulir ideas y nuevos conceptos.

4.1 Definir

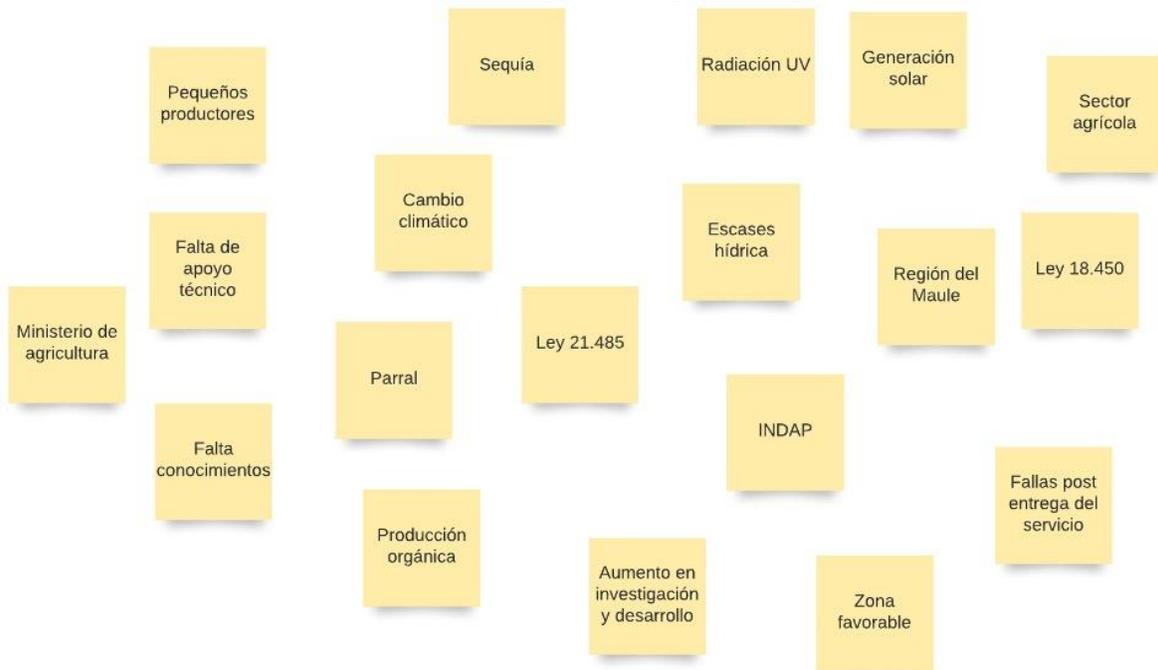
En base la información presentada en el capítulo anterior, se comienza a desarrollar la segunda etapa de la metodología la cual corresponde a la definición del problema por medio de la disposición de la información para posteriormente poder llegar a conclusiones y síntesis de la situación. A continuación, se desarrollan tres herramientas altamente recomendadas y utilizadas para la segunda etapa del pensamiento de diseño.

4.1.1 Saturar y agrupar

Saturar y agrupar es una de las tantas técnicas y herramientas que pueden ser aplicadas en las diferentes etapas de la metodología de diseño.

En base a lo trabajado y presentado en el CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL, a continuación, en la Ilustración 23, se presentan los principales conceptos extraídos de la etapa anterior para cribar la información e identificar de mejor manera posibles revelaciones claves para ajustar las soluciones a las necesidades reales.

Ilustración 23: Principales conceptos de empatizar



Fuente: Elaboración propia

Cuando la totalidad de los conceptos son captados y presentados de manera gráfica simulando los *post-it*, se comienza a crear distintos grupos por temas, para así poder identificar por cada uno aquellas revelaciones, patrones y necesidades significativas que podrían desencadenar en el desarrollo de ideas innovadoras. En primera instancia se pueden destacar cinco grandes grupos que están conformados por todos los conceptos. En la Ilustración 24, puede ser apreciado con mayor profundidad.

Ilustración 24: Principales conceptos de empatizar agrupados

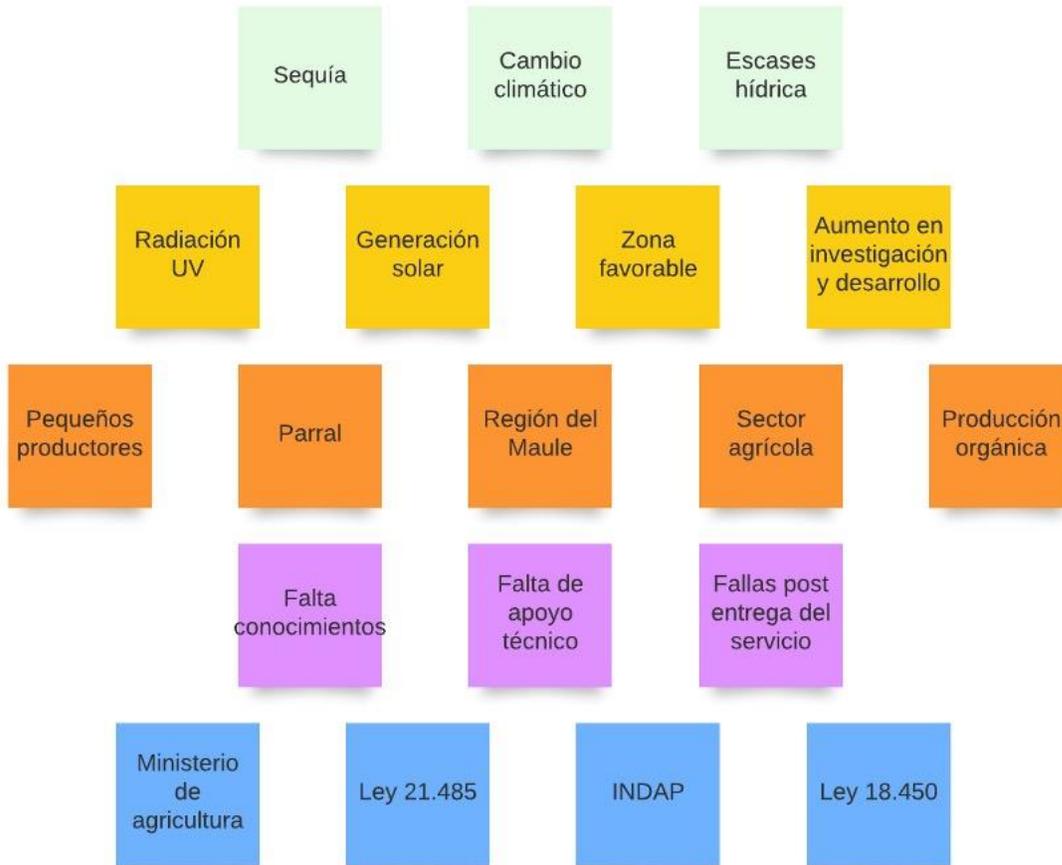


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realiza un orden significativo de los conceptos que apoya a una mejor comprensión de los temas y grupos, del cual se desprenden conclusiones y conceptos relevantes como los problemas climáticos, las condiciones de la región y la zona para la generación solar complementado con los avances tecnológicos actuales, donde en base a esto se desprenden oportunidades de apoyos económicos y estudios para la entrega de conocimiento a los productores involucrados con la implementación de los proyectos, teniendo siempre en cuenta posibles amenazas como el desconocimiento técnico, problemas frecuentes menores que podrían generar grandes conflictos, fallas en la entrega del servicio complementario posterior a la instalación del sistema, entre otros. Es desde este punto donde se piensa que se podrían generar las principales mejoras, arreglos y complementos, así como

también en el dimensionamiento del kit solar y el riego tecnificado según el predio y cultivo. Todo lo anterior, puede ser observado en la Ilustración 25.

Ilustración 25: Principales conceptos de empatizar agrupados y ordenados



Fuente: Elaboración propia

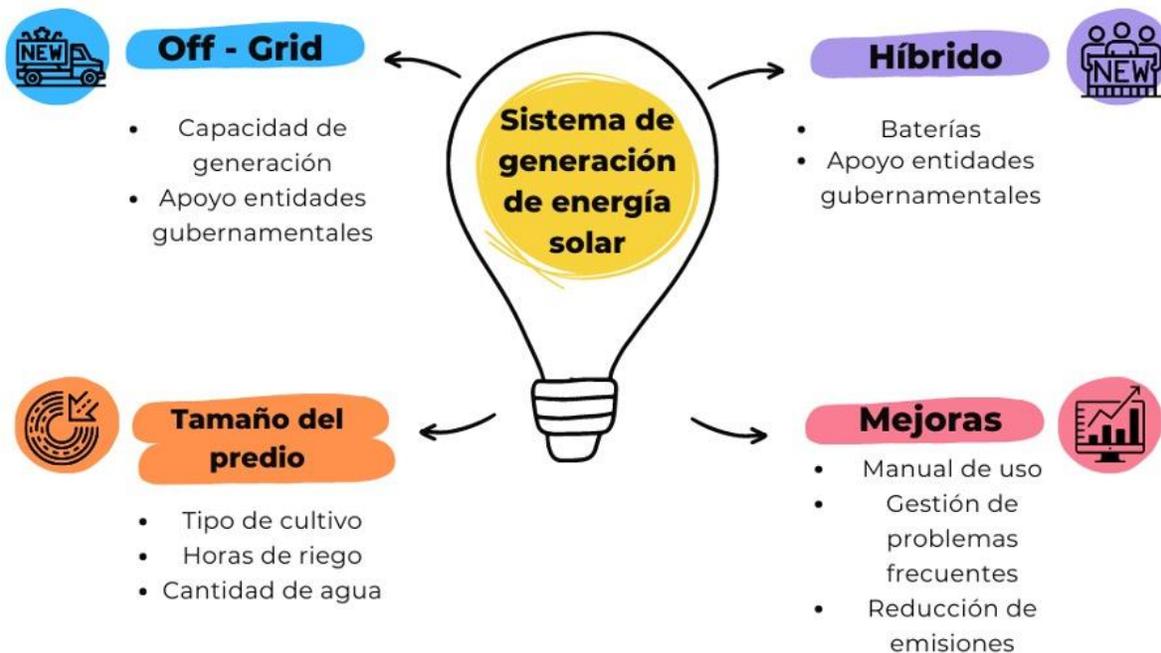
4.1.2 Mapa mental

Un mapa mental es una herramienta que sirve para ayudar al desarrollo de un pensamiento o idea y sus posibles conexiones con otros. Favorece la fluidez de ideas, ya que, la mano y la mente trabajan a la par, apoyándose esta última por el desarrollo del conjunto visual.

Para hacer un mapa mental, en primer lugar, es necesario identificar un tema principal que debe ser posicionado en el centro del mapa. En segundo lugar, se procede a insertar conceptos concretos de forma ramificada que se conectan al tema principal, creando una estructura mediante líneas, imágenes, iconos, etc. El uso de un mapa mental presenta

múltiples beneficios, como el fomento de la creatividad, orden de los pensamientos e ideas y una recolección profunda de la información. A continuación, en la Ilustración 26, se presenta el mapa mental que deriva de los conceptos más importantes mencionados en este y el anterior capítulo, donde el tema principal es un sistema de generación de energía solar, decantando en los tipos de sistemas, tanto *off-grid* como híbrido, siendo complementado con las restricciones que presenta el predio, tipo de cultivo y todo lo relacionado con el riego del mismo, finalizando con una idea secundaria de mejoras, donde es contemplado todo aquello que iría en ayuda del progreso de los actuales y futuros sistemas de generación de energía solar.

Ilustración 26: Mapa mental etapa definir
Mapa Mental



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Las 8P del marketing

En complemento de las herramientas presentadas anteriormente, a continuación, desarrollan las 8P, parte fundamental que ayudará a la definición de todo el conjunto de elementos que el proyecto contempla. El uso de esta herramienta ayuda a realizar un análisis completo, siendo muy útil al momento de la realización o replanteamiento una propuesta de valor o

concepto de marca. En la Ilustración 27, se aprecian los componentes que posteriormente serán desarrollados.

Ilustración 27: Partes de las 8P del marketing



Fuente: Extraído de (Rosgaby, 2021)

A continuación, se describen las 8P del *marketing*

- **Producto:** en este primer punto, el conjunto de elementos que componen el proyecto desde la planta de energía solar fotovoltaica con sus múltiples componentes e incluso el sistema y configuración de riego tecnificado, son calificados como el producto, el cual viene en ayuda de las problemáticas expuestas en el desarrollo del informe, como la optimización del uso de agua, el aprovechamiento de los recursos naturales para la generación de energía limpia y sustentable en lugares apartados, donde el tendido y conexiones eléctricas no llegan. Por otro lado, el aporte en innovación con este sistema ayuda a la disminución en la generación de dióxido de carbono a la atmósfera,

ayudando a los productores que trabajan con productos orgánicos, complementando su trabajo con tecnología que facilitan sus labores durante el proceso de producción.

- **Precio:** este punto es sumamente relevante en todos y cada uno de los proyectos que están en gestación tanto en el sector público como privado. Actualmente el precio de la energía eléctrica continua en un alza sostenida por diferentes factores nacionales e internaciones, lo cual obliga a la búsqueda de nuevas fuentes de energía no convencionales y a bajo costo. Sin embargo, en este caso, la implementación de plantas de generación solar pensadas en los productores y sus necesidades necesita una inversión monetaria que en muchos casos puede ser resultar importante para la persona. Por otro lado, dependiendo del sistema instalado si contiene baterías, las cuales podrían representar un nuevo gasto en un periodo de dos o tres años, dependiendo directamente del uso que se le entregue. De esta forma, se necesita una buena propagación de la información para que los interesados puedan postular a los proyectos y adjudicarse los beneficios, los cuales pueden cubrir hasta un 95% del total de un proyecto según los diferentes programas que el gobierno por medio de INDAP y el Ministerio de Agricultura entrega para el fomento e innovación en la producción agrícola nacional.
- **Promoción:** para esta etapa, se necesita una activa y constante participación de los principales entes involucrados en los proyectos, principalmente de aquellos que tienen un vínculo directo con el proceso de concurso para la entrega de los beneficios, la entrega de la información debe ser completa, sencilla, simple. Por otro lado, el contenido de esta información debe estar pensando en la captura de aquellos que no confíen directamente en el sistema por diferentes razones, tratando de impulsar y potenciar la difusión de los proyectos de generación solar para riego tecnificado.
- **Plaza:** para la construcción de este punto, es importante tener en consideración que el proyecto no será vendido como un producto, sin embargo, para ser contextualizado, se necesita generar un concepto de presentación, logística y variedad. La plaza o el lugar propio donde se concentrará la información, deben ser aquellos lugares que frecuenten constantemente las personas de interés, lo cual indica que deben centros

de capacitación, oficinas públicas, lugares dedicados a la comercialización de fertilizantes, semillas, maquinas entre otros.

- **Personas:** en relación con el personal involucrado para la puesta en marcha del proyecto desde cero, se necesita contar con profesionales altamente capacitados para generar un resultado final exitoso, provocando de paso una satisfacción en el beneficiario, lo cual provoca de paso una cadena de sucesos secundarios, como la difusión de palabra de la experiencia, recomendaciones, sugerencias del proceso, entre otras. Una parte fundamental del proceso debe ser en la recta final, ya que, se necesita entregar información del uso y funcionamiento del sistema al nuevo usuario, además, tiempo posterior a la implementación, se debe contar con personal calificado y dispuesto a la resolución de dudas y problemas de última hora que se puedan ocasionar en los usuarios, todos provocados por desconocimiento de conceptos técnicos.
- **Procesos:** el proceso completo se proyecta contener tres etapas, las cuales contemplan el proceso de postulación a los beneficios, el cual se genera claramente de una necesidad u oportunidad para aplicar un proyecto de estas características. Por otro lado, el dimensionamiento y construcción de la planta solar donde sea solicitado y finalmente un servicio complementario final, como que tal como fue mencionado anteriormente ira en ayuda de los usuarios tiempo después de la puesta en marcha del proyecto en sus predios, para generar un mayor nivel de satisfacción en todo lo relacionado con el proyecto, además de nuevos y mejores conocimientos técnicos, buscando minimizar fallas en los sistemas ocasionadas principalmente por malas manipulaciones.
- **Presencia:** para el desarrollo correcto de este punto, se debe tener en cuenta las condiciones resultantes que tiene el producto final, en este caso cuando el proyecto es entregado para el uso, debe tener calidad en todos los componentes, instalaciones prolijas, buen terminado en general, que cumpla con las necesidades previamente establecidas y que principalmente entregue confianza y sea gráficamente para el usuario.

- **Productividad:** este concepto está directamente relacionado con el cumplimiento de los objetivos en un tiempo específico, garantizar calidad en todos los procesos que se encuentran involucrados en la ideación y concepción del proyecto. De la misma manera, para generar un avance es necesario la producción de indicadores que propongan nuevas metas relacionadas con la cantidad de proyectos, calidad, satisfacción de los beneficiados, rendimiento, etc.

4.1.4 Definiciones estructurales del proyecto

Para la definición de un lugar específico para la aplicación del proyecto, se deben considerar varios factores tanto técnicos, legales e incluso económicos, sin embargo, para este caso teniendo en cuenta que el proyecto representa un gasto y avance para los productores, se debe apuntar a los cultivos de ciclos largos, específicamente los frutales, como arándanos, moras, cerezas frambuesas, nueces, almendras, pistachos, entre otros. Otra de las características importantes que deben presentar es que, el cultivo al ser denominado como de ciclo largo, no es extraído, lo cual podría perjudicar el riego tecnificado. En este último caso, la implementación de la planta solar no tendría mayor influencia, sin embargo, se debe considerar el trabajo en instalar y retirar el sistema de riego aplicado en el lugar.

En relación con el tamaño del predio al que se puede aplicar el proyecto, se debe tener en consideración que se mide el tamaño del predio en unidad económica de producción silvoagropecuaria (UPA), bajo gestión única por una persona productora con una superficie igual o mayor a dos hectáreas y/o que registró ventas en el año agrícola 2020/2021. Según el censo agropecuario del año 2022., actualmente existen 17.400 UPA de los cuales 5.856 registran en la categoría de frutales. (INE, 2022). En la Tabla 11 y Tabla 12, se puede apreciar la distribución nacional de las unidades de producción agrarias.

Tabla 11: Resumen unidades de producción silvoagropecuaria, parte 1

Zona	Total UPA	UPA Frutales	hectareas frutales
Arica y Parinacota	1.267	116	565
Región de Tarapacá	835	139	277
Región de Antofagasta	722	130	96
Región de Atacama	1.352	740	8.126
Región de Coquimbo	6.929	2.493	26.319

Fuente: Elaboración propia en base a (INE, 2022)

Tabla 12: Resumen unidades de producción silvoagropecuaria, parte 2

Zona	Total UPA	UPA Frutales	hectareas frutales
Región de Valparaíso	5.484	2.247	45.364
Región Metropolitana	5.530	1.822	58.018
Región de O'Higgins	9.130	2.739	92.548
Región del Maule	17.400	5.856	87.755
Región de Ñuble	12.171	2.966	18.487
Región del Biobío	12.448	620	9.925
Región de La Araucanía	36.552	1.141	15.969
Región de Los Ríos	8.749	242	6.298
Región de Los Lagos	18.343	181	4.726
Región de Aysén	1.968	44	332
Región de Magallanes	583	5	6
Total Nacional	139.463	21.481	374.809

Fuente: Elaboración propia en base a (INE, 2022)

4.2 Idear

Esta etapa corresponde a la tercera fase del desarrollo de la metodología, aquí comienza una de las partes más didácticas y entretenidas del proceso, es necesario idear y crear un sinnúmero de soluciones prácticas, creativas e innovadoras basadas en las necesidades previamente establecidas. Para ello, se siguen una serie de técnicas de pensamiento divergente y resolución de problemas a través de la creatividad. Del mismo modo es importante generar una amplia gama de ideas de solución con la finalidad de generar calidad por medio de la cantidad.

A continuación, se presentan y desarrollas algunas de las técnicas más utilizadas en esta etapa, las cuales también complementan de mejor manera la idea del proyecto.

4.2.1 Lluvia de ideas

El *brainstorming* o lluvia de ideas, es una técnica que permite crear ideas y construir sobre las mismas aprovechando la inteligencia individual y colectiva. Esta técnica se muestra muy útil cuando existe una necesidad fehaciente de encontrar una solución, se debe producir una cantidad grande de ideas, conseguir una mayor integración de conceptos para generar unas posibles oportunidades para mejora. Un evento conlleva una suma de factores muy elevada por eso para no perder de vista ninguno de esos factores y poder generar ideas u opciones

impactantes la lluvia de ideas se muestra como una herramienta ideal cuando se tiene la obligación principalmente de diseñar una solución.

A continuación, en la Ilustración 28, se presentan alguno de las ideas más importantes surgidas hasta este punto del proyecto, las cuales buscan ir en respuesta de la problemática.

Ilustración 28: Lluvia de ideas

BRAINSTORMING

¿Qué y cómo mejorar?

1	Planta solar eficiente híbrida
2	Entrega de un manual de usuario dinámico
3	Dimensionamiento del proyecto según la variabilidad del sector y cultivo
4	Manejo técnico de todas las personas relacionadas con el proyecto
5	Copas para el almacenamiento de agua
6	Estudio de las condiciones del futuro lugar de aplicación
7	Mejoras en el uso de las baterías

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Prototipo en bruto

El prototipado en bruto implica generar una explicación de una idea muy general con el desarrollo de prototipos rápidos que puedan ser modificables en instancias posteriores. De esta manera, se mejora la iteración de las partes y se concluyen definiciones más concisas de la idea final a desarrollar.

A continuación, en la Ilustración 29, se presentan las principales partes que componen una planta solar en conjunto con el sistema de riego tecnificado que abastecerá.

Ilustración 29: Conceptos del prototipo en bruto

PROTOTIPO EN BRUTO

1	Paneles solares
2	Inversor
3	Cargador
4	Baterías
5	Medidor de energía
6	Bomba
7	Mangas
8	Líneas
9	Filtros
10	Conexiones generales

Fuente: Elaboración propia

4.3 Prototipar

Prototipar o prototipado, es la cuarta etapa de la metodología donde se busca que las ideas sean llevadas a una fase previa, donde se permite conocer, fallar incluso, pero a un bajo costo mientras se aprende tanto de los errores como del *feedback* del usuario. El prototipo representa lo contrario a un producto terminado previo a su salida al mercado, es decir, no es necesario que tenga todas las funcionalidades que se aspira llegar, estas se van incorporando a medida que el usuario las demanda o cuando se tiene pruebas que resultarán importantes para él.

En este apartado del capítulo se desarrollarán los puntos necesarios para desarrollar las posibles ideas de solución.

4.3.1 Selección de equipos

Antes de comenzar a la realización y propuesta de diseño los prototipos, realiza una selección de los principales equipos involucrados en la construcción del sistema de generación solar. Estos equipos en primera instancia ayudarán a la construcción de un prototipo piloto, a partir del cual se desprenderán las restantes propuestas de diseño.

4.3.1.1 Criterios de selección

Los diferentes criterios de selección serán definidos para cada uno de los equipos que sean necesarios para conformar las diferentes propuestas de solución. Entre los principales criterios y más importantes, destacan la garantía, precio y vida útil, los cuales coincidan para ser aplicados en los diferentes equipos a seleccionar. Finalmente, es muy importante mencionar que, para la selección de cada uno de los equipos involucrados en los respectivos conjuntos, se debe considerar que sean de una muy buena calidad, cotizando proveedores reconocidos y bien recomendados.

A continuación, se presentan y describen los criterios que se utilizarán para la selección respectiva de los equipos.

- **Vida útil:** se busca que la vida útil de los equipos sea la mayor posible, lo cual ayuda también en la durabilidad y la confianza que el proyecto entrega para los beneficiados. En este caso, es un criterio que se obtendrá una calificación por el caso directo.
- **Precio:** este criterio, hace referencia al desembolso de dinero total que se realizará por la compra del o los equipos, dependerá directamente si se necesita de uno o varios para cubrir la necesidad definida anteriormente. Entre menor sea el valor total, mayor será la valoración, ya que, reducir costos siempre es relevante en cualquier proyecto, entregando calificaciones para este criterio mediante el caso indirecto.
- **Garantía:** se busca que los equipos, con las mantenciones programadas, se mantengan operativos todo el tiempo, por lo que se prefiere que el equipo tenga garantía de largo tiempo en caso de algún imprevisto de fábrica. Para definir las calificaciones en este ámbito, se aplicará el caso directo.

En relación con la definición de la importancia de cada criterio, a continuación, en la Tabla 13, se puede ver la ponderación definitiva que se obtuvo para cada uno a partir de los respectivos análisis realizados.

Tabla 13: Ponderación de los criterios para la selección de equipos

Criterios	Vida útil	Precio	Garantía	Total	Ponderación
Vida útil	-	2	3	5	23%
Precio	5	-	5	10	48%
Garantía	4	2	-	6	29%
Total				21	100%

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por un profesional

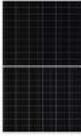
4.3.1.2 Paneles

Los paneles son componentes encargados de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico. Están hechos principalmente por semiconductores (silicio) monocristalinos o policristalinos. Los de mejor precio y mayor disponibilidad en el mercado son estos últimos.

A continuación, se presentan las características de los paneles candidatos para la elección en la Tabla 14. Todos los equipos cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con uno de cada tipo, la cantidad necesaria para implementar en el sistema deberá

ser definida cuando se tenga más información de las necesidades específicas que tenga el predio, como tamaño, el tipo de cultivo, etc.

Tabla 14: Opciones de paneles solares

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	Silicon power ROHS	Europa Warehouse	Yangtze
Imagen			
Vida útil (años)	15	25	25
Costo de adquisición unitario (USD\$)	145	230	109
Garantía (años)	2	3	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del o los paneles se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 15.

Tabla 15: Matriz de puntaje y ponderaciones para paneles solares

Crterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	4,2	7	7
Precio	48%	5,3	3,3	7
Garantía	29%	4,7	7	2,3
Total	100%	4,9	5,2	5,6

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15, se observa en negrita, que la alternativa número tres, modelo yangtze es la que presenta mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 5,6.

4.3.1.3 Baterías

La energía eléctrica de los paneles, una vez regulada va a las baterías. Estas almacenan la electricidad para que puede ser usada en otro momento, su comercialización es basada en la capacidad de almacenar energía.

A continuación, se presentan las características de las baterías candidatas para la elección en la Tabla 16. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo, la cantidad necesaria para implementar en el sistema

deberá ser definida cuando se tenga más información de las necesidades específicas que tenga el predio, como tamaño, el tipo de cultivo, etc.

Tabla 16: Opciones de baterías

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	Litio lifepo4	Lipower V6	Hot Li Ion Solar
Imagen			
Vida útil (ciclos)	3500	200	2000
Costo de adquisición unitario (USD\$)	430	498	475
Garantía (años)	2	3	2

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección de la batería se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 17.

Tabla 17: Matriz de puntaje y ponderaciones para baterías

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	7	4	4
Precio	48%	7	6	6,3
Garantía	29%	4,7	7	4,7
Total	100%	6,3	5,8	5,3

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17, se observa en negrita, que la alternativa número uno, modelo litio lifepo4 es la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,3.

4.3.1.4 Inversores

Este componente convierte la corriente continua y bajo voltaje proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en un tomacorriente convencional. Se puede prescindir de este componente cuando los equipos a conectar puedan ser alimentados por corriente directa, como es el caso de algunos tipos de iluminación, motores y equipos diseñados para trabajar con energía solar.

A continuación, se presentan las características de los inversores candidatos para la elección en la Tabla 18. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 18: Opciones para inversores

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	Sinusoidal-03	Renergy	Techfine Smart
Imagen			
Vida útil (años)	10	7	6
Costo de adquisición unitario (USD\$)	310	168	158
Garantía (años)	3	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del inversor se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 19.

Tabla 19: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	24%	7	4,9	4,2
Precio	48%	3,6	6,6	7
Garantía	29%	7	2,3	2,3
Total	100%	5,4	5	5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19, se observa en negrita, que la alternativa número uno, modelo sinusoidal-03, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 5,4.

4.3.1.5 Controlador de carga

Este componente del sistema, es el encargado de administrar de forma eficiente la energía hacia las baterías prolongando su vida útil, protegiendo el sistema de sobrecarga y sobre-descargas cuidando también la duración del resto de los equipos involucrados.

A continuación, se presentan las características de los inversores candidatos para la elección en la Tabla 20. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 20: Opciones para controlador de carga

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	Victory MPPT	EPEVER 10420AN	SRNE
Imagen			
Vida útil (años)	4	5	4
Costo de adquisición unitario (USD\$)	250	294	215
Garantía (años)	1	2	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del controlador de carga se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 21.

Tabla 21: Matriz de puntaje y ponderaciones para controladores de carga

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	5,6	7	5,6
Precio	48%	6	5,1	7
Garantía	29%	3,5	7	3,5
Total	100%	5,2	6,1	5,7

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21, se observa en negrita, que la alternativa número dos, modelo EPEVER 10420AN, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,1.

4.3.1.6 Sensor contraseco

El sensor contraseco protege la bomba ante el arranque en seco, no permitiendo que la bomba trabaje sin agua. El flotador en el interior del tubo transparente señala falta o presencia de agua en la carcasa de la bomba, alargando la vida útil de la bomba, mejorando el rendimiento de la misma.

A continuación, se presentan las características de los sensores contraseco candidatos para la elección en la Tabla 22. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del sensor contraseco se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 23.

Tabla 22: Opciones para sensor contraseco

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	E2K-L13MC1	CM M12	SRNE
Imagen			
Vida útil (años)	4	5	4
Costo de adquisición unitario (USD\$)	156	108	131
Garantía (años)	2	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Wiautomation, 2022), (Aicos, s.f.)

Tabla 23: Matriz de puntaje y ponderaciones para sensor contraseco

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	5,6	7	5,6
Precio	48%	4,8	7	5,8
Garantía	29%	7	3,5	3,5
Total	100%	5,6	6	5,1

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23, se observa en negrita, que la alternativa número dos, modelo CM M12, obtiene mayor puntaje de ponderación entre las alternativas comparadas, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,0.

4.3.1.7 Bomba

Para la selección de este último equipo, se requiere la implementación de un nuevo criterio específico para este caso, el caudal, el cual hace referencia a la cantidad de agua que es capaz de hacer fluir o levantar la bomba. El criterio mencionado anteriormente, es definido a continuación.

- **Caudal:** es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto por unidad de tiempo, es decir, la capacidad que tiene la bomba para suministrar el agua donde sea requerida. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. La nueva tabla de importancia de criterios para este equipo puede ser apreciada en la Tabla 24.

Las bombas de agua solares son máquinas que funcionan a través de un motor eléctrico cuya energía procede de células fotovoltaicas dispuestas en paneles solares y que captan la energía luminosa del sol.

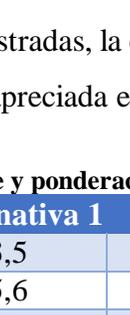
A continuación, se presentan las características de las bombas candidatas para la elección en la Tabla 25. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 24: Ponderación de los criterios para la selección de bombas

Criterios	Caudal	Precio	Garantía	Total	Ponderación
Caudal	-	1	2	3	15%
Precio	6	-	5	11	52%
Garantía	5	2	-	7	33%
Total				21	100%

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por un profesional

Tabla 25: Opciones de bombas solares

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	PS2-1800	C-SJ5-12	PS2-600 C
Imagen			
Caudal (m3/h)	3	4,5	6
Costo de adquisición unitario (USD\$)	180	143	210
Garantía (años)	2	2	1

Elaboración propia en base a (Codesolar, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección de la bomba se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 26.

Tabla 26: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas solares

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Caudal	15%	3,5	5,3	7
Precio	52%	5,6	7	4,8
Garantía	33%	7	7	3,5
Total	100%	5,7	6,7	4,7

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 26, se observa en negrita, que la alternativa número dos, modelo C-SJ5-12, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,7.

4.3.1.8 Resumen de los equipos seleccionados

Una vez finalizado el proceso previo de selección, en la Tabla 27, se presenta un resumen de los equipos junto a su respectivo costo.

Tabla 27: Resumen de los equipos seleccionados

Equipo	Modelo	Precio (USD\$)
Paneles	Yangtze	109
Baterías	Litio lifepo4	430
Inversor	Sinusoidal	310
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	294
Sensor contraseco	CM M12	108
Bomba	C-SJ5-12	143
Total		1.394

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Como se puede observar, de manera tentativa, el valor de inversión para la compra de equipos equivale a USD\$1.394, es decir, aproximadamente CLP\$1.225.057, valor calculado con un precio del dólar según el Banco Central para la segunda semana de Diciembre de 2022 de CLP\$878,58 (Banco Central, 2022).

4.4 Prototipo

En base a los equipos que fueron seleccionados en el apartado anterior, se comienza con el desarrollo de cada una de las propuestas finales que serán presentadas para dar solución al sobredimensionamiento de los actuales sistemas de riego que son distribuidos en la región y el país. Para los prototipos restantes, cuyos equipos no coinciden con las características del sistema, se realizan selecciones específicas de equipos en cada uno de los casos según corresponda.

4.4.1 Primera propuesta

En relación con la selección de equipos, se presenta la primera propuesta, es un simple diseño de una planta de generación solar, la cual esta compuesta principalmente por dos paneles, una estructura de sujeción para los equipos, una bomba, inversor, entre otros.

4.4.1.1 Bomba pequeña

Las bombas de agua solares son máquinas que funcionan a través de un motor eléctrico cuya energía procede de células fotovoltaicas dispuestas en paneles solares y que captan la energía luminosa del sol.

A continuación, se presentan las características de las bombas solares candidatas para la elección en la Tabla 28. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 28: Opciones de bombas solares pequeñas

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	ATY2	4JDC9	4JDC14
Imagen			
Caudal (m3/h)	4	6	8
Costo de adquisición unitario (USD\$)	99	125	131
Garantía (años)	2	2	1

Elaboración propia en base a (Codesolar, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección de la bomba de agua se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 29.

Tabla 29: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas solares pequeñas

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Caudal	15%	3,5	4,4	7
Precio	52%	7	5,5	5,3
Garantía	33%	7	3,5	3,5
Total	100%	6,5	4,7	5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 29, se observa en negrita, que la alternativa número uno, modelo ATY2, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,5.

4.4.1.2 Inversor pequeño

Este componente convierte la corriente continua y bajo voltaje proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en un tomacorriente convencional, tal como fue seleccionado en primera instancia para el prototipo piloto.

A continuación, se presentan las características de los inversores candidatos para la elección en la Tabla 30. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 30: Opciones de inversores pequeños

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	HGX	HMS 3K	SRNE
Imagen			
Vida útil (años)	15	10	15
Costo de adquisición unitario (USD\$)	219	152	148
Garantía (años)	2	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del inversor se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 31.

Tabla 31: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores pequeños

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	5,6	4,7	7
Precio	48%	4,7	6,8	7
Garantía	29%	7	3,5	3,5
Total	100%	5,6	5,4	6

Fuente: Elaboración propia

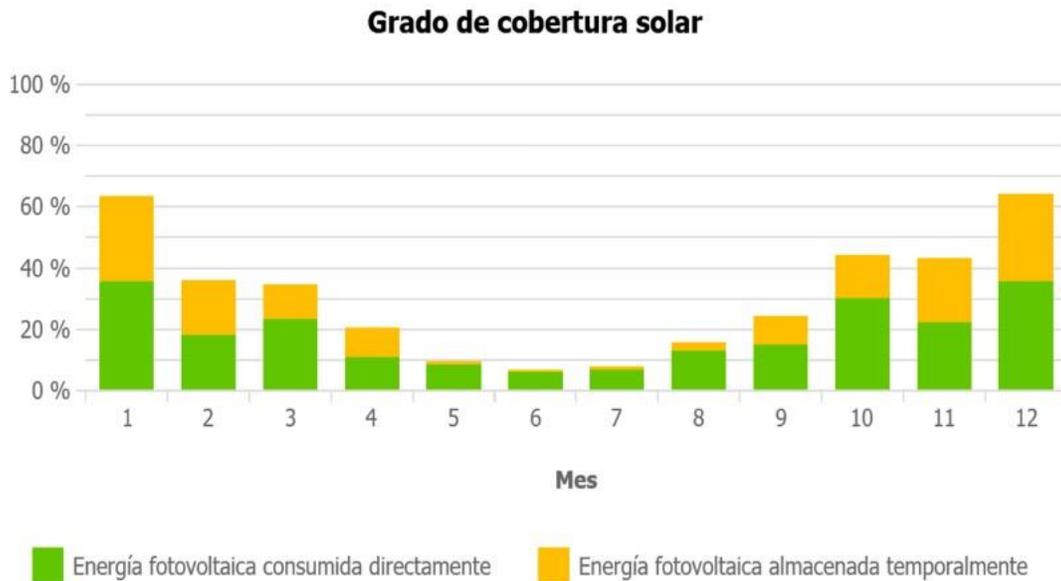
En la Tabla 31, se observa en negrita, que la alternativa número uno, modelo HGX, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 5,6.

4.4.1.3 Propuesta N° 1: Prototipo 0

En relación con la realización del prototipo, en primera instancia por medio de la utilización del diseñador web *Sunny Design*, se tuvo un acercamiento provechoso a la primera propuesta, cuyas principales características, tanto del sistema como de la zona donde se simula el prototipo, las cuales se presentan y describen a continuación.

En primer lugar, el diseño entrega una comparación entre la energía almacenada temporalmente y la consumida de manera inmediata por el sistema, esta información, puede ser apreciada de manera gráfica en la Ilustración 30.

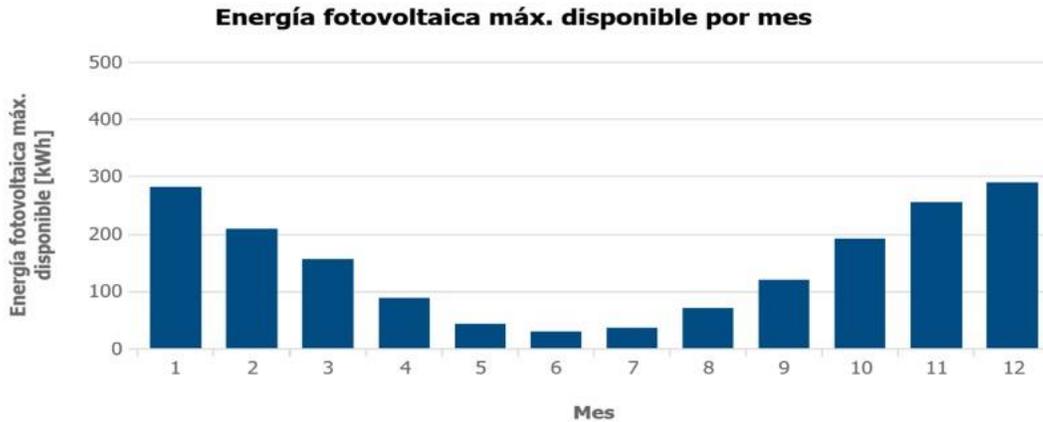
Ilustración 30: Grado de cobertura solar zona rural de Parral



Fuente: Elaboración propia en base a (Sunny Desing, 2022)

De la misma manera, en la Ilustración 31, se aprecia lo analizado en apartados anteriores, que hace relación con la cantidad de energía disponible según el mes, donde como era conocido que, durante los meses de invierno, se tenía una baja considerable, siendo sostenida desde enero a agosto, donde nuevamente comienza de manera sostenida y prolongada a levantar la generación solar.

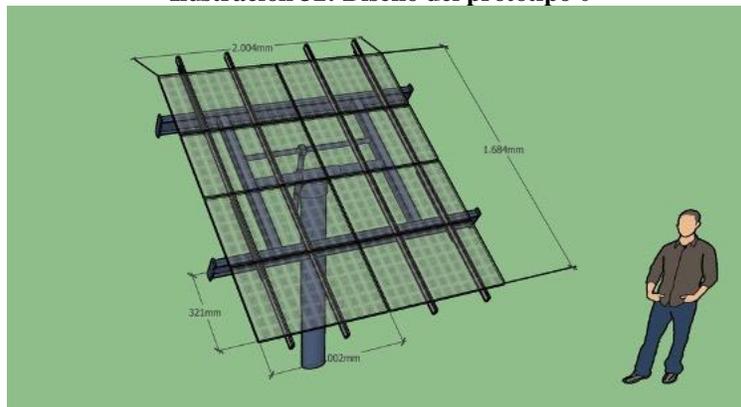
Ilustración 31: Energía máxima disponible por mes en la zona rural de Parral



Fuente: Elaboración propia en base a (Sunny Desing, 2022)

Por otro lado, en el Anexo 10, se presenta un resumen general del proyecto, donde es posible observar, que se proyecta un consumo de 126kWh en el mes, teniendo en promedio la necesidad de generar como mínimo 4,5kWh día, valor que claramente se encuentra dentro de las estimaciones realizadas en apartados anteriores, los cuales fueron proyectados por medio del *software* que entregan resultados según las condiciones que la región presenta. La bomba de agua asociada al sistema tiene la capacidad de mover 4m³ por hora y una capacidad de levantar el liquido hasta 65 metros, lo cual implica que su mejor rendimiento se verá reflejado en predios o cuarteles entre los 2.500 y 3000m² que presenten *berries* o carozos con un promedio de más de 1.900 plantas por cuartel. Finalmente, se presenta un esquema en la Ilustración 32, con los paneles con una inclinación de 28° y un acimut de -18°, los cuales entregan las condiciones optimas para un mejor aprovechamiento de la radiación solar para cuando este se encuentre en el punto máximo.

Ilustración 32: Diseño del prototipo 0



Fuente: Elaboración propia en base a (Sketchup, 2022)

Según lo presentado en la ilustración anterior, se presenta en la Tabla 32 resumen con los equipos que están involucrados en el desarrollo de esta propuesta.

Tabla 32: Resumen de equipos prototipo 0

Equipo	Modelo	Cantidad
Paneles	Yangtze	2
Baterías	Litio lifepo4	1
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1
Bomba	ATY2	1
Inversor	HPS 3K-24	1
Sensor contraseco	CM M12	1
Estructura	-	1
Cables	-	n

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

4.4.2 Segunda propuesta

Continuando con el desarrollo de las propuestas de generación solar para ser aplicadas al riego tecnificado, se presenta y desarrolla la segunda, la cual necesita la elección de equipos alternativos a los ya seleccionados para cumplir con las características específicas del sistema.

4.4.2.1 Bomba mediana

Para la construcción de la segunda propuesta, se debe seleccionar un equipo diferente que cumpla con las condiciones necesarias para un correcto funcionamiento del sistema.

Tabla 33: Opciones bombas solares medianas

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo		4JDC6	4JDC14
Imagen			
Caudal (m3/h)	5	6	8
Costo de adquisición unitario (USD\$)	98	115	131
Garantía (años)	1	2	1

Elaboración propia en base a (Codesolar, 2022)

En la Tabla 33, se presentaron las características de las bombas solares candidatas para la elección. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección de la bomba de agua se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 34.

Tabla 34: Matriz de puntaje y ponderaciones para bombas medianas

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Caudal	15%	4,4	5,3	7
Precio	52%	7	6	5,2
Garantía	33%	3,5	7	3,5
Total	100%	5,5	6,2	4,9

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 34, se observa en negrita, que la alternativa número dos, modelo 4JDC6, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,2.

4.4.2.2 Inversor mediano

De la misma manera se necesita realizar la elección de un nuevo inversor para que vaya en complemento directo con las características y tamaño del sistema, el cual es seleccionado en este apartado. A continuación, se presentan las características de los inversores candidatos para la elección en la Tabla 35. Todas las alternativas cumplen con la necesidad requerida, por lo que se trabaja con una de cada tipo.

Tabla 35: Opciones inversores medianos

Características	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Equipo	HPS 5K-24	LA SCMK	APIFX221020-1
Imagen			
Vida útil (años)	15	15	10
Costo de adquisición unitario (USD\$)	270	318	255
Garantía (años)	2	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

Teniendo en cuenta las características mostradas, la elección del inversor se realiza mediante la matriz de ponderación, que puede ser apreciada en la Tabla 36.

Tabla 36: Matriz de puntaje y ponderaciones para inversores medianos

Criterios	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vida útil	23%	7	7	4,7
Precio	48%	6,6	5,6	7
Garantía	29%	7	3,5	3,5
Total	100%	6,8	5,3	5,5

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se observa en negrita, que la alternativa número uno, modelo HPS5K24, la que obtiene mayor puntaje de ponderación, por lo tanto, el equipo es seleccionado con una nota final de 6,8.

4.4.2.3 Propuesta N°2: prototipo plus

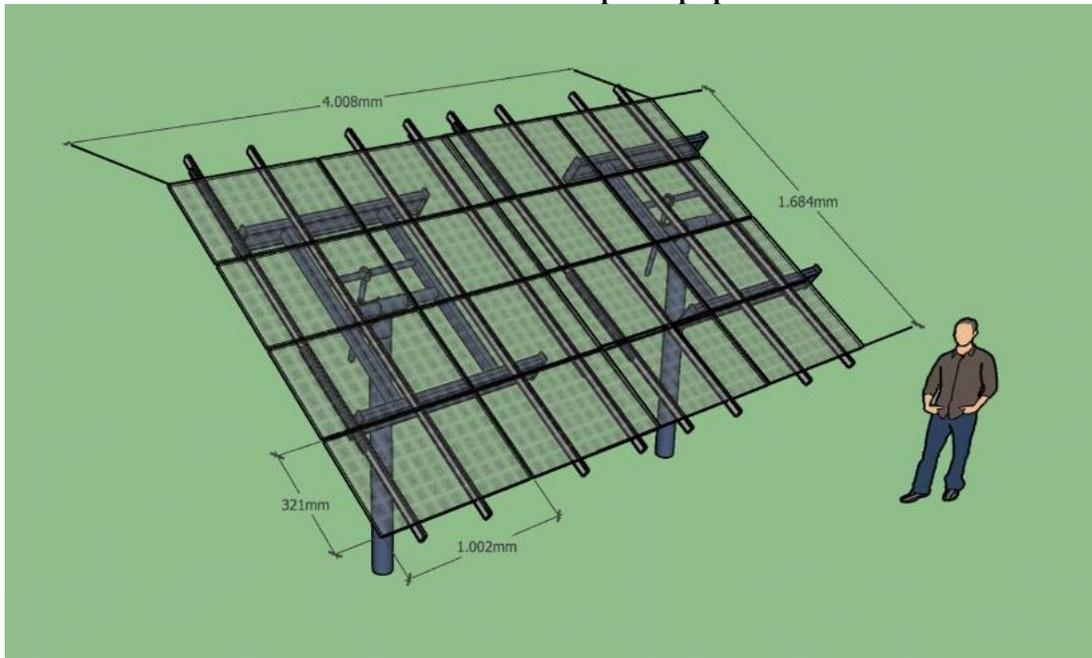
Para la realización del segundo prototipo, con la utilización del diseñador web *Sunny Design*, se tuvo un acercamiento, cuyas principales características que posee la zona para la generación solar se pueden observar en la Ilustración 30 e Ilustración 31 el nivel de cobertura solar y la energía máxima disponible por mes respectivamente.

Por otro lado, en el Anexo 11 , se presenta un resumen general del proyecto, donde es posible observar, que se proyecta un consumo de 256kWh en el mes, teniendo en promedio la necesidad de generar como mínimo 9,12kWh en el día, valor que claramente se encuentra dentro de las estimaciones realizadas en apartados anteriores, los cuales fueron proyectados por medio de *software* que entregan resultados según las condiciones que la región presenta en relación con el uso del sistema de seis horas. La bomba de agua asociada al sistema tiene la capacidad de mover 6.000 litros por hora y una capacidad de levantar el liquido hasta 100 metros, lo cual implica que su mejor rendimiento se verá reflejado en predios o cuarteles entre los 4.500 y 5.500m² que presenten *berries* o carozos con un promedio de más de 4.000 plantas por cuartel. Finalmente, se presenta un esquema en la Ilustración 33, con los paneles con una inclinación de 28° y un acimut de -18°, los cuales entregan las condiciones optimas para un mejor aprovechamiento de la radiación solar para cuando este se encuentre en el punto máximo. Este sistema está compuesto por cuatro paneles, dos estructuras respectivas

para la sujeción correcta, las respectivas baterías y la bomba, la cual tiene una capacidad de mover $6m^3$ por hora, pudiendo levantar el agua de incluso una profundidad máxima de 100m.

Para finalizar, en la Tabla 37, se presenta un resumen de todos los equipos involucrados en la propuesta del segundo prototipo de generación solar.

Ilustración 33: Diseño prototipo plus



Fuente: Elaboración propia en base a (Sketchup, 2022)

Tabla 37: Resumen equipos prototipo plus

Equipo	Modelo	Cantidad
Paneles	Yangtze	4
Baterías	Litio lifepo4	2
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1
Bomba	4JDC6	1
Inversor	HPS 5K-24	1
Sensor contraseco	CM M12	1
Estructura	-	1
Cables	-	n

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

4.4.3 Tercera propuesta

A continuación, se presenta y describe la tercera propuesta de generación solar, donde la totalidad de los equipos que componen este sistema fueron seleccionados inicialmente en el apartado 4.3.1 Selección de equipos.

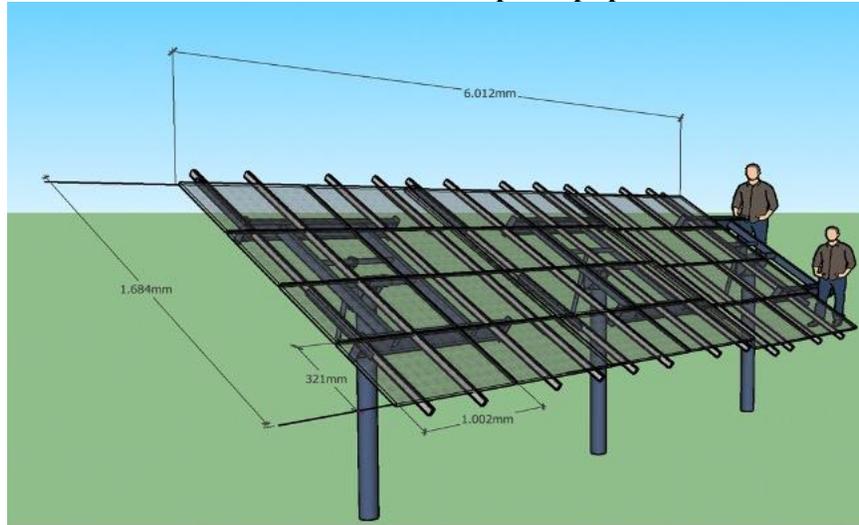
4.4.3.1 Propuesta N° 3: Prototipo piloto

Para la realización del prototipo, se utiliza el diseñador web *Sunny Design*, donde se tuvo un acercamiento provechoso a la propuesta más grane de generación solar.

En relación con este prototipo, se tienen en consideración las mismas condiciones presentadas anteriormente en relación con las características de generación solar de la región, las cuales presentan el grado de cobertura solar y la presencia de energía máxima, las cuales pueden volver a ser revisadas en la Ilustración 30 e Ilustración 31.

Continuando con el desarrollo del prototipo piloto, en el Anexo 12, se presenta un resumen general del proyecto, donde es posible observar, que se proyecta un consumo de 370kWh al mes con un funcionamiento de seis horas de riego, teniendo en promedio la necesidad de generar como mínimo un total de 13,2kWh al día, el mismo valor que claramente se encuentra dentro de las estimaciones realizadas en apartados anteriores, los cuales fueron proyectados por medio de *softwares* que entregan resultados según las condiciones que la región presenta. La bomba de agua asociada al sistema tiene la capacidad de mover 9m³ por hora y una capacidad de levantar el liquido hasta 130 metros, lo cual implica que su mejor rendimiento se verá reflejado en predios o cuarteles entre los 6.000 y 8.000m² que presenten *berries* o carozos con un promedio de más de 6.300 plantas por cuartel. Finalmente, se presenta un esquema en la Ilustración 34, con los paneles con una inclinación de 28° y un acimut de -18°, los cuales entregan las condiciones optimas para un mejor aprovechamiento de la radiación solar para cuando este se encuentre en el punto máximo. Para este proyecto, se contemplan seis paneles, tres baterías, tres estructuras dobles, una bomba entre otros.

Ilustración 34: Diseño del prototipo piloto



Fuente: Elaboración propia en base a (Sketchup, 2022)

De la misma manera, en la Tabla 38, se presenta un resumen de todos los equipos involucrados en el prototipo piloto.

Tabla 38: Resumen equipos prototipo piloto

Equipo	Modelo	Cantidad
Paneles	Yangtze	6
Baterías	Litio lifepo4	3
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1
Bomba	C-SJ5-12	1
Inversor	Sinusoidal-03	1
Sensor contraseco	CM M12	1
Estructura	-	1
Cables	-	n

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022)

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En el siguiente capítulo, se desarrolla la quinta y última etapa de la metodología Design thinking, donde se busca conocer acerca de los principales impactos del proyecto. En esta oportunidad, se analizarán tres tipos diferentes de impactos, los cuales son social, ambiental y económicos.

5.1 Evaluación de impactos sociales

La evaluación de los impactos sociales, es un proceso para medir la habilidad de un negocio de generar ganancias, pero también de crear valor para sus clientes, empleados, comunidad y el medio ambiente (Impact, 2021). Se trata del resultado o la consecuencia de una determinada acción en una comunidad, para este caso, la implementación de plantas solares en predios agrícolas con riego tecnificado.

A continuación, se presentarán los impactos sociales que se generarán con el proyecto.

5.1.1 Generación de conciencia en el entorno

Con la instalación e implementación de una planta solar en un determinado predio agrícola, de manera directa se busca obtener los resultados esperados con la producción de energía limpia para el riego tecnificado, sin embargo, de manera indirecta se pretende generar conciencia en el entorno y específicamente en las personas del sector donde se implementen los proyectos. Chile tiene un enorme potencial, más de 1.865.000 MW de energía eólica, solar e hidroeléctrica, además de probablemente 2.000 MW o más de energía geotérmica y otros 2.000 MW de biomasa se pueden generar en el país (Ministerio de Energía, s.f.). Actualmente, por primera vez Chile da un paso firme en materia de generación energética, ya que, las energías no convencionales superan la que es producida con carbón, lo cual produce un pronóstico en el cierre de termoeléctricas para el 2030 (El Mostrador Cultura, 2022). De esta manera con la ayuda de la masificación de nuevas técnicas de producción de energía a pequeña escala, el impacto en la sociedad potencia la proliferación del cuidado del medio ambiente, avanzando en materia de sustentabilidad tanto a nivel local como nacional.

5.1.2 Generación de lazos de trabajo colaborativo

En base al estudio de este proyecto, tal como fue evidenciado en los primeros apartados de la aplicación de la metodología, se espera contar con una activa participación de los entes gubernamentales a nivel regional, especialmente de INDAP. De la misma forma, con las nuevas formas de investigación, los avances tecnológicos y la necesidad de generar producción de energía sustentables, las casas de estudio juegan un papel fundamental para

habilitar un camino de trabajo colaborativo robusto. Finalmente, los beneficiados directos, en este caso, productores o dueños de los terrenos, los cuales en primera instancia cuentan con una necesidad abierta, que se complementa con los años de experiencia en el sector agrícola. En base a los tres principales actores, se puede generar un trabajo colaborativo importante, que provoque avances e innovaciones en el rubro.

5.1.3 Generación de nuevos empleos

Al realizar la implementación del proyecto, se deduce inmediatamente que se deberán generar nuevos puestos de trabajo, ya que, este tipo de sistemas de generación de energía deben ser puestos en marcha por personal capacitado. La cantidad específica de personas para la instalación de una planta solar puede ser variable entre tres o cinco integrantes por equipo de trabajo, dependiendo de diversos factores, como el tamaño, el lugar de aplicación y todo aquello que podría conllevar dificultades por las adversidades del terreno.

Al realizar la implementación de la planta, se instalan equipos y existen actividades que requieren de personal capacitado para su correcto funcionamiento, por lo cual se debe considerar la contratación de personal importante, que estén involucrados durante todo el proceso, algunos de los principales puestos de trabajo son descritos y presentados a continuación.

- **Cargos de administración:** son los responsables de gestionar todas las operaciones asociadas a la implementación del sistema de generación solar, su trabajo está relacionado directamente en labores de oficina, ser el vínculo directo entre los beneficiados y los entes encargados de la entrega de los mismos, así como también todos los relacionados en el proyecto.
- **Cargos técnicos:** son los encargados de dar vida a la planta, deben realizar la puesta en marcha de todo el sistema. De la misma manera deben interactuar con el productor o beneficiario, para entregar un primer acercamiento acerca del funcionamiento del sistema si no se conoce la forma de uso.

- **Cargos de operaciones:** para la puesta en marcha, en muchas instancias se necesitará de un trabajo previo, como la preparación del terreno, carga, descargar de materiales, entre otros factores representativos de cada uno de los casos que se presenten.

5.2 Evaluación de impactos ambientales

Se define impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto, o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)

A continuación, se presentan y describen los principales impactos ambientales que están relacionados con la puesta en marcha del prototipo piloto.

- **Contaminación visual:** la contaminación visual se define como todo aquello que afecta o perturba la visualización de una determinada zona o rompe la estética del paisaje. En este punto, la irrupción de una planta de generación en un determinado predio agrícola podría generar un impacto visual significativo, sin embargo, todo dependerá del tamaño que tendrá el diseño puesto en marcha, el cual debería tener una altura aproximada de 1,065m con los respectivos 30° de inclinación para la producción de energía, lo cual se traduce en un volumen aproximado de la planta de 1,007m³ por cada panel que componga el sistema.
- **Contaminación acústica:** el ruido es un sonido desagradable que se ha ido acrecentando con el desarrollo de la humanidad, la tecnología de la industria en general y de la urbanización. La intensidad de los sonidos se mide en unidades llamadas decibeles. Cualquier sonido continuo y repetitivo de 85 decibeles o más alto puede dañarle la salud (CDC, 2019). La producción de energía solar no emite un sonido significativo que puede repercutir en la salud del oído humano, sin embargo, la extracción de agua generada por la bomba alcanza en promedio los 20dB, lo cual no es considerado peligroso, ya que, bajo los 45 es considerado normal o moderado,

y sobre 55dB ya es considerado como peligroso, haciendo el llamado a no estar un prolongado tiempo con ese sonido.

- **Contaminación por gases:** la actividad industrial produce la emisión de una gran cantidad de gases contaminantes a la atmosfera en principal medida el dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono entre otros. En relación con la contaminación por producción de energía, se estima que aproximadamente se generan 319g de dióxido de carbono por cada kWh producido, lo cual, en un promedio de 4,5kWh con un tiempo de producción aproximado de 8 horas en invierno y más de 12 en verano, las emisiones de CO₂ se verían reducidas en 2.552g de CO₂ y 3.828g e CO₂ respectivamente.
- **Durabilidad en el medio ambiente:** la implementación de estos proyectos, son a largo plazo, es decir, más de diez años, donde incluso, la vida útil proyectada por los productores de las piezas supera los quince años. Para este caso específico, una planta solar, bien propuesta y con sus respectivas mantenciones preventivas y correctivas, podría durar mucho más del tiempo esperando, superando con creces la duración de sus componentes más longevos.

5.3 Evaluación de impactos económicos

En este punto, se presenta el gasto asociado a la implementación de cada uno de los prototipos presentados en el apartado 4.4 Prototipo, donde se desglosan los costos de equipos, mano de obra para la instalación, cableado e incluso la estructura que permite mantener las condiciones necesarias para la generación solar.

5.3.1 Propuesta N° 1: Prototipo 0

En la Tabla 39, se presentan los valores de los equipos y materiales necesarios para la implementación del primer sistema solar, donde el equipo de mayor valor corresponde a la batería que necesita el sistema, para poder almacenar la energía y que sea utilizada posteriormente. Este equipo representa aproximadamente un 30% del total de la inversión.

Por otro lado, en relación con el cableado, se utiliza solo un valor de referencia, ya que, el sistema de generación podría estar cercano al lugar de extracción de agua, así como

también alejado, lo cual implicaría incurrir en un gasto mayor, haciendo de paso que el valor total sea un poco menor al real.

El valor total de instalación del sistema es cercano a CLP\$1.315.000, valor que contempla la presencia de mano de obra, los materiales necesarios para producción de la estructura y los respectivos equipos que conforman el sistema.

Tabla 39: Costos asociados a la implementación del prototipo 0

Equipo	Modelo	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio total (USD)
Paneles	Yangtze	2	\$109	\$218
Baterías	Litio lifepo4	1	\$430	\$430
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1	\$294	\$294
Bomba	ATY2	1	\$99	\$99
Inversor	HPS 3K-24	1	\$140	\$140
Sensor contraseco	CM M12	1	\$108,4	\$108,4
Estructura	-	2	\$38,4	\$38,4
Cables	Metro	40	\$1,54	61,6
Instalación	-	3	\$35,6	\$106,8
Total USD				\$1.496,1
Total CLP				\$1.314.482

Fuente: Elaboración propia en base a((Alibaba, 2022), (Tu Salario, 2023))

La implementación de un sistema como el desarrollado en el prototipo 0, representa una inversión significativa para un productor pequeño, sin embargo, para estos la presencia de los concursos y la adjudicación de beneficios hasta el 90% del total representa una ayuda considerable, ya que, con dicho porcentaje el gasto asociado al productor representaría una cifra aproximada de CLP\$131.448.

5.3.2 Propuesta N° 2: Prototipo plus

En la Tabla 40, se presentan los valores de los equipos y materiales necesarios para la implementación del segundo sistema solar, donde el equipo de mayor valor nuevamente corresponde a las baterías que necesita el sistema, para poder almacenar la energía y que sea utilizada posteriormente. Debido a la presencia de cuatro paneles, según las condiciones que

el sistema presenta, es que se necesita contar con una batería más en relación con el prototipo anterior, lo cual aumenta los costos en un 17,8%.

En relación con el cableado, para este sistema, se utiliza solo un valor de referencia, ya que, el sistema de generación podría estar cercano al lugar de extracción de agua, así como también alejado, lo cual implicaría incurrir en un gasto mayor, haciendo de paso que el valor total sea un poco menor al real. También, se realiza un aumento en el valor de los metros debido a la presencia de dos nuevos paneles.

El valor aproximado asociado a la implementación del prototipo plus es de CLP\$2.112.000, siendo contemplados para el calcular este total, los valores de los equipos, construcción de la estructura de sujeción, mano de obra, entre otros.

Tabla 40: Costos asociados a la implementación del prototipo plus

Equipo	Modelo	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio total (USD)
Paneles	Yangtze	4	\$109	\$436
Baterías	Litio lifepo4	2	\$430	\$860
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1	\$294	\$294
Bomba	4JDC6	1	\$115	\$115
Inversor	HPS 5K-24	1	\$270	\$270
Sensor contraseco	CM M12	1	\$108,4	\$108,4
Estructura	-	1	\$76,8	\$76,8
Cables	-	50	\$2	\$100
Instalación	-	4	\$36	\$144
Total USD				\$2.404,1
Total CLP				\$2.112.219

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022), (Tu Salario, 2023))

La implementación de un sistema como el desarrollado en el prototipo plus, representa una inversión significativa para un productor considerado como pequeño/mediano, sin embargo, para estos la presencia de los concursos y la adjudicación de beneficios hasta el 90% del total representa una ayuda considerable, ya que, con dicho porcentaje el gasto asociado al productor representaría una cifra aproximada de CLP\$211.222. Dicho valor, para un

productor con varios cuarteles, donde se busque aplicar este beneficio, podría ser considerado como un gasto menor.

5.3.3 Propuesta N°3: prototipo piloto

En la Tabla 41, se presentan los valores de los equipos y materiales necesarios para la implementación del tercer y último sistema solar, donde el equipo de mayor valor nuevamente corresponde a las baterías que necesita el sistema, para poder almacenar la energía y que sea utilizada posteriormente. Debido a la presencia de seis paneles, según las condiciones que el sistema presenta, es que se necesita contar con una batería más en relación con el prototipo anterior, las baterías en este caso, representa un total del 40% del total de la inversión en el proyecto.

En relación con el cableado, se aplica la misma lógica que en los dos prototipos anteriores.

El valor aproximado de inversión para dar inicio al proyecto es de CLP\$2.824.000, donde para calcular el valor, fueron considerados equipo, mano de obra, estructura, entre otros.

Tabla 41: Costos asociados a la instalación del prototipo piloto

Equipo	Modelo	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio total (USD)
Paneles	Yangtze	6	\$109	\$654
Baterías	Litio lifepo4	3	\$430	\$1.290
Controlador de carga	EPEVER 10420AN	1	\$294	\$294
Bomba	C-SJ5-12	1	\$143	\$143
Inversor	Sinusoidal-03	1	\$310	\$310
Sensor contraseco	CM M12	1	\$108,4	\$108,4
Estructura	-	1	\$115,2	\$115,2
Cableado	-	60	\$2	\$120
Instalación	-	5	\$36	\$180
Total USD				\$3.214,5
Total CLP				\$2.824.206

Fuente: Elaboración propia en base a (Alibaba, 2022), (Tu Salario, 2023))

La implementación de un sistema como el desarrollado en el prototipo piloto, representa una inversión significativa para un productor considerado como pequeño, por lo cual esta pensando para un agricultor con mayor área de cultivo e ingresos. Para estos la presencia de los concursos y la adjudicación de beneficios hasta el 80% del total representa una ayuda considerable, ya que, con dicho porcentaje el gasto asociado al productor representaría una cifra aproximada de CLP\$564.841. Dicho valor, para un productor de tamaño medio a grande donde se aplique el prototipo, podría ser considerado como un gasto menor, donde la mayor inversión es representada nuevamente por la presencia de baterías.

5.3.4 Análisis de sensibilidad

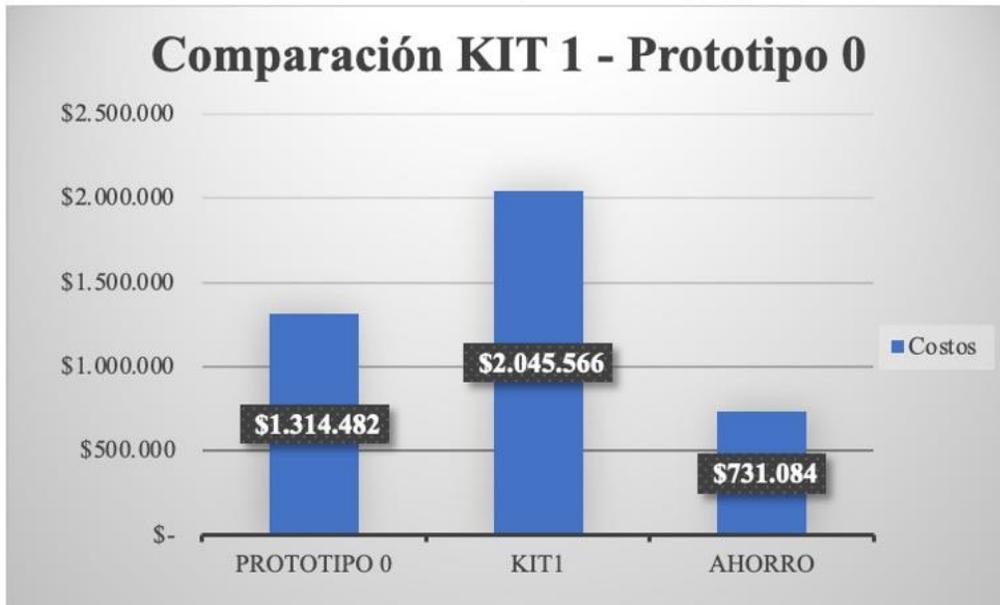
A continuación, se desarrolla una comparación relativa entre los gastos asociados a la implementación de los proyectos propuestos en este informe y los proyectos que actualmente son entregados por INDAP.

5.3.4.1 Kit 1 vs prototipo 0

Según la información entregada por INDAP, el gasto asociado solo en la compra de equipos para el KIT1 donde destacan paneles, inversor, sensor contraseco, estructura y bomba asciende al monto de CLP\$2.045.566. Tal como fue presentado en el apartado 5.3.1, el costo del prototipo 0 es de CLP\$1.314.482, lo cual en comparación con el actual sistema de generación solar suministrado por INDAP, se incurre en un ahorro del 36% del total relacionado con la implementación del KIT1, lo cual se traduce en CLP\$731.084, tal como puede ser apreciado en la Ilustración 35.

Por otro lado, es necesario mencionar, que la propuesta realizada en este informe contempla gastos de implementación como es la mano de obra de los técnicos y trabajadores necesarios para la instalación del sistema según la complejidad que estos tengan, por lo cual, según lo entregado por INDAP, que puede ser apreciado en el Anexo 13, no se consideran gastos como implementación del sistema y cableado, lo cual podría aumentar la cifra del ahorro en este análisis.

Ilustración 35: Gráfico de comparación KIT 1 y prototipo 0



Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022), (Alibaba, 2022) (Tu Salario, 2023)

5.3.4.2 Kit 2 vs prototipo plus

De la misma manera, el gasto asociado solo en la compra de equipos para el KIT2, donde destacan paneles, inversor, sensor contraseco, estructura y bomba asciende al monto de CLP\$2.458.510. Tal como fue presentado en el apartado 5.3.2, el costo del prototipo plus es de CLP\$2.112.219, lo cual en comparación con el actual sistema de generación solar suministrado por INDAP, se incurre en un ahorro del 14% del total relacionado con el gasto en implementación del KIT2, lo cual se traduce en CLP\$346.291, tal como puede ser apreciado en la Ilustración 36.

Por otro lado, es necesario mencionar, que la propuesta realizada como segundo prototipo, contempla gastos de implementación tales como la mano de obra de los técnicos y trabajadores necesarios para la instalación del sistema según la complejidad que estos tengan, por lo cual, según lo entregado por INDAP, que puede ser apreciado en el Anexo 14, no se consideran gastos como implementación del sistema y cableado, lo cual podría aumentar la cifra del ahorro en este análisis.

Ilustración 36: Gráfico de comparación KIT 2 y prototipo plus

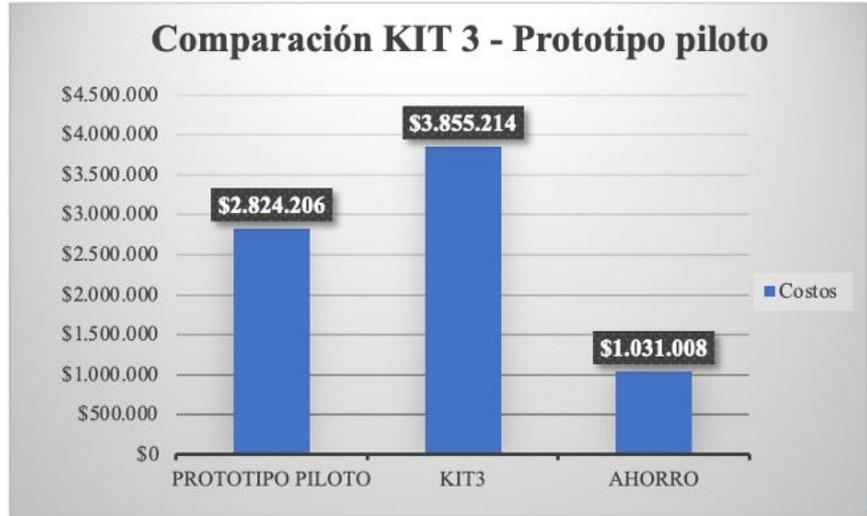


Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022), (Alibaba, 2022) (Tu Salario, 2023)

5.3.4.3 Kit 3 vs prototipo piloto

Finalmente, el gasto asociado solo en la compra de equipos para el KIT3, donde destacan paneles, inversor, sensor contraseco, estructura y bomba asciende al monto de CLP\$3.855.214. Tal como fue presentado en el apartado 5.3.3, el costo del prototipo piloto es de CLP\$2.824.206, lo cual en comparación con el actual sistema de generación solar suministrado por INDAP, se incurre en un ahorro del 27% del total relacionado con el gasto de implementación del KIT3, lo cual se traduce en CLP1.031.008, tal como puede ser apreciado en la Ilustración 37.

Ilustración 37: Gráfico de comparación KIT 3 y prototipo piloto



Fuente: Elaboración propia en base a (INDAP, 2022), (Alibaba, 2022) (Tu Salario, 2023)

5.3.4.4 Ahorro en investigación

En relación con el trabajo realizado desde agosto a diciembre, las reuniones en conjunto para conocer el avance del proyecto, así como también para definir parámetros y directrices del informe, se presenta la Tabla 42, la cual contiene el detalle del costo aproximado por hora de los profesionales guías del proyecto, así como también el gasto en visitas a terreno, *software* y el memorista.

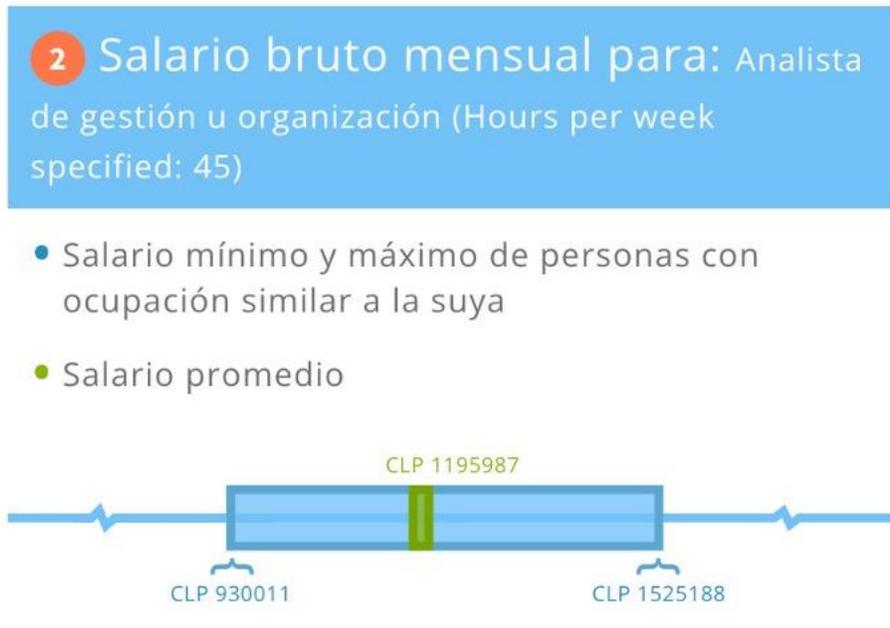
Tabla 42: Gastos asociados al proyecto en reuniones, terreno y más

Cargo	Costo por hora	Cantidad	Total
Profesor guía	\$15.094	10	\$150.938
Profesor co-guía	\$12.497	12	\$149.964
Terreno	\$39.600	1	\$39.600
Alumno memorista	\$0	405	\$0
Software	\$0	4	\$0
Total			\$340.501

Fuente: Elaboración propia en base a (Tu Salario, 2023)

A continuación, en la Ilustración 38, se presenta el rango salarial de un analista de gestión u organización extraído del portal Tu Salario (Tu Salario, 2023), donde se consideran 45 horas laborales a la semana, nueve horas de trabajo, buscando estimar el tiempo promedio utilizado durante la investigación, ejecución y desarrollo del proyecto.

Ilustración 38: Rango de salario bruto para analista de gestión u organización



Fuente: Extraído de (Tu Salario, 2023)

Como se puede observar, el sueldo promedio radica en los CLP\$1.195.987, donde figuran tanto como mínimo y máximo CLP\$930.011 y CLP\$1.525.188 respectivamente. La planificación del proyecto presentada en la carta gannt que puede ser revisada en el Anexo 2, contempla un total de 81 días de ejecución, con un trabajo promedio de cinco horas diarias, se necesitaría 405 horas para la finalización. De la misma manera, el analista con la experiencia y un trabajo mayor en horas diarias podría realizar la tarea en 2,25 meses, es decir, 45 días hábiles, de este punto, se extra el total de sueldo tentativo que se debería pagar por concepto de sueldo para un analista titulado que podría ser el encargado del desarrollo del proyecto, cuyo sueldo es aproximadamente de CLP\$2.700.000. El detalle de esta acción puede ser apreciado en la Tabla 43.

Tabla 43: Desglose del gasto de un analista en la ejecución del proyecto

Cargo	Costo por mes	Cantidad	Total
Analista	\$1.195.987	2,25	\$2.690.971
Total			\$2.690.971

Fuente: Elaboración propia en base a (Tu Salario, 2023)

En base a lo anterior, se presenta en la Tabla 44, el resumen de los gastos y ahorros resultantes del proyecto. Como se puede apreciar, el CTCE incurre en un ahorro de CLP\$2.350.469 pesos, los cuales resultan netamente del sueldo que el analista podría cobrar por el desarrollo de la investigación.

Tabla 44: Resumen de los gastos y ahorros durante el desarrollo del proyecto

Item	Costo
Gastos reuniones y terrenos	\$340.501
Analista	\$2.690.971
Alumno memorista	\$0
Software	\$0
Total	\$2.350.469

Fuente: Elaboración propia en base a (Tu Salario, 2023)

CONCLUSIONES

El desarrollo de las propuestas del proyecto discutido, consistió en la ideación, desarrollo y evaluación de tres propuestas diferentes de generación solar con la finalidad de ser utilizadas en complemento con un sistema de riego tecnificado. El proyecto paso por varias etapas desde un diagnostico de la situación actual, donde se abordaron temas como el cambio climático, la sequía e incluso temas legales vinculados con el proyecto, hasta finalizar con una evaluación de impactos económicos, sociales y ambientales, pasando por el desarrollo y definición de la problemática, ideación de posibles soluciones y la construcción de prototipos que representan cada una de las propuestas desarrolladas para la memoria.

Dentro del diagnostico se puedo apreciar las favorables condiciones que la región presenta para la generación de energía solar, especialmente en la zona rural y en gran medida la urbana de Parral, lo cual puedo ser apreciado en primera persona por medio de las visitas a terreno. De la misma manera, el estudio de la sequía y las actuales condiciones climáticas de la zona, son consideradas como preocupantes, lo cual hace un llamado a continuar con la búsqueda y desarrollo de nuevas alternativas para un mejor uso de los recursos naturales no renovables.

En el desarrollo más directo del proyecto, por medio del extenso análisis realizado en el diagnostico, se logran definir grandes puntos suman gran importancia, como la gran cantidad de exportaciones que la región realiza de frutas, siendo a nivel nacional un gran representante de este sector, lo cual llevo a la realización de un estudio más extenso para definir los tipos de cultivos más específicos para los cuales estarían pensados lo prototipos de generación solar diseñados.

De esta manera, con el apoyo de diseñadores web como *Sunny Design* y el modelador 3D *sketchup*, se puedo lograr un primer acercamiento en primera instancia a como podrían quedar definidos cada uno de los sistemas de generación solar presentados, siendo la forma presentada no la definitiva.

Finalmente, en el desarrollo de los impactos, se pudo comprobar que las propuestas, no presentan impactos negativos significativos en ninguno de los casos, siendo el más adverso encontrado, el impacto visual que podrían llegar a generar para los habitantes del sector donde se ubiquen los paneles y sus componentes. Los impactos sociales, son los más significativos, ya que, la ejecución del proyecto generaría desde nuevos puestos de trabajo, pasando por la concientización de la comunidad y contribuyendo a la construcción de nuevos lazos de trabajos colaborativo entre diferentes entidades publicas y privadas como el gobierno regional, casas de estudio y privados que deseen implementar algún proyecto de esta envergadura en sus terrenos. Por otro lado, en el ámbito económico, las propuestas presentadas como prototipos al ser comparadas con las ya distribuidas por INDAP, son sumamente económicas, implicando una diferencia de hasta un 36% en relación con el precio entregado en las fichas técnicas (ver Anexo 15). De la misma manera, el desarrollo de este proyecto como un estudio de memoria, significo un ahorro tanto para el Centro Tecnológico de Conversión de Energía como para cualquier otra entidad que hubiese querido realizar esta investigación, teniendo un significativo ahorro por concepto de sueldo para el analista o encargado de realizar el estudio.

Teniendo en consideración lo anterior y en base al cumplimiento de los objetivos específicos, se logró cumplir con el objetivo general, concluyendo que el proyecto de desarrollo de propuestas para dimensionar y evaluar sistemas de generación solar fotovoltaica para riego tecnificado, es factible en todas las áreas estudiadas en el informe.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro tecnológico de conversión de energía. (2022). Obtenido de http://www.ctce.utralca.cl/?page_id=418
- González, P. (Febrero de 2022). Obtenido de <https://www.utralca.cl/noticias/advierten-que-sequia-en-el-maule-alcanzara-niveles-criticos-en-2022/>
- ITMadrid. (2020). Obtenido de <https://www.itmadrid.com/que-es-y-para-que-sirve-design-thinking/>
- MentorDay. (2019). Obtenido de <https://mentorday.es/notas-prensa/design-thinking/>
- Fernández, H. (2020).
- Appvizer. (2020). Obtenido de <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/metodologia-lean-startup>
- Miguel Ángel, D. D. (2020). Obtenido de <https://www.waemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>
- CoWorking. (2022). Obtenido de <https://coworkingfy.com/metodologia-scrum/>
- Licari, S. (Noviembre de 2021). Obtenido de <https://blog.hubspot.es/marketing/tecnicas-lluvia-de-ideas-creativas>
- QuestionPro. (2022). Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/entrevista-estructurada-y-no-estructurada/>
- Solarama. (2019). Obtenido de <https://solarama.mx/blog/tipos-de-radiacion-solar/>
- DNP Colombia. (s.f.). Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/desarrollo%20empresarial/hortofruticola.pdf>
- ODEPA. (s.f.). Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/rubros/frutas-frescas-y-procesadas>
- ODEPA. (s.f.). Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/rubros/hortalizas-frescas-y-procesadas>
- ODEPA. (s.f.). Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/rubros/semillas-bulbos-y-viveros>
- ODEPA. (s.f.). Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/rubros/cereales>
- Tesla Energy. (s.f.). Obtenido de https://teslaenergy.cl/sistemas-fotovoltaicos/#Que_es_un_sistema_fotovoltaico

- Red Kopora.* (2020). Obtenido de <https://redkopora.com/energia-renovable/que-es-un-panel-solar-fotovoltaico/>
- Demin, P. (2014). Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manej_o_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- BCN. (2021). Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29855&idVersion=2021-12-22&idParte=8390471>
- Explorador Solar. (2022). Obtenido de <https://solar.minenergia.cl/exploracion>.
- Valdivielso, A. (2022). Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-sequia>
- Castro. (2019). Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4012/04Lag104de09.pdf>
- Cañizares, E. (s.f.). Obtenido de <https://www.pwc.es/es/sector-publico/assets/brochure-estudios-impacto-economico.pdf>
- MacNeil, C. (2022). Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>
- Rus, E. (2020). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-de-sensibilidad.html>
- Vázquez, R. (2015). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja-financiero.html>
- Riquelme, M. (2020). Obtenido de <https://www.webyempresas.com/tasa-de-retorno-minima/>
- SII. (2019). Obtenido de https://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm#:~:text=E1%20Impuesto%20de%20Primera%20Categor%C3%ADa,%20mineras%20servicios%20etc.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018).
- Juste, I. (Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-visual-causas-consecuencias-y-soluciones-32.html>
- Ferreras, F. J. (s.f.). Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos98/contaminacion-ambiental-ruido/contaminacion-ambiental-ruido>
- Universidad del Zulia. (2018). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29055767013/html/index.html>.

- Calvo, D. (2018). Obtenido de <https://www.diegocalvo.es/metodologia-scrum-metodologia-agil/>
- AEC. (2019). *Asociación Española para la Calidad*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/matriz-de-priorizacion>
- Álvarez, G. (2019). Obtenido de https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf.
- García - Álvarez. (s.f.). Obtenido de https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf
- Varas, F. (2021).
- RAE. (s.f.). Obtenido de <https://www.rae.es/>
- DELSOL. (2021). Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/metodologia/>
- OMS. (s.f.). Obtenido de índice UV solar mundial: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf>
- Rodríguez, M. (2019). Obtenido de <https://www.tiempo.com/noticias/ciencia/donde-se-registran-los-niveles-mas-altos-de-radiacion-ultravioleta.html>
- Agencia Espacial Europea. (s.f.). Obtenido de https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/El_programa_Copernico
- GMES. (2006). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/variacion-espacio-temporal-de-la-radiacion-ultravioleta>
- WO España. (2022). Obtenido de <https://www.woespana.es/weather/maps/forecastmaps?LANG=es&UP=0&R=0&MORE=1&DAY=2&MAPS=ugin&CONT=euro&LAND=euro&TOFD=tag>
- Agroclima. (2022). Obtenido de <http://www.agroclima.cl/informesregionales/radiacion.aspx?idreg=7>
- Alerta Hídrica. (2022).
- DGA. (2022).
- DMC. (2022).
- Almagromur. (2019). Obtenido de <https://www.grupoalmagromur.es/los-sistemas-riego-mas-eficientes/>

- ODEPA. (2020). Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/noticias/agro-en-la-prensa/el-riego-por-goteo-es-el-sistema-mas-utilizado-por-los-productores-de-frutas#:~:text=haga%20CLICK%20AQU%C3%8D.-,El%20riego%20por%20goteo%20es%20el%20sistema%20m%C3%A1s%20utilizado%20por,en%>
- González, P. (14 de Octubre de 2022). Parral, Cauquenes, Maule.
- De La Cruz, J. (14 de 10 de 2022). Parral, Cauquenes, Chile.
- Marilao, C. (10 de 2022). Curicó, Chile.
- INDAP. (03 de Noviembre de 2022). Registro proyectos solares región del Maule. Molina, Maule, Chile.
- Aldia. (2022). Obtenido de <https://www.aldia.unah.edu.pe/la-flor-de-servicio/#:~:text=Flor%20de%20Servicio%20%2D%20ALDIA%20UNAH>
- Rosgaby. (2021). Obtenido de <https://branch.com.co/marketing-digital/8ps-del-marketing-que-son-para-que-sirven-y-como-construirlas/>
- Impact. (2021).
- Ministerio de Energía. (s.f.). Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/cristhian_santana.pdf
- El Mostrador Cultura. (2022). Obtenido de <https://www.elmostrador.cl/destacado/2022/10/25/chile-da-un-paso-firme-en-sustentabilidad-por-primera-vez-generacion-de-energias-renovables-superan-a-la-de-carbon/>
- INDAP. (16 de Noviembre de 2022). Obtenido de Kit solares
- INE. (2022). Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>
- Alibaba. (2022). Obtenido de https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&tab=all&SearchText=Paneles+solares
- Codesolar. (2022). Obtenido de <https://www.codesolar.org/Energia-Solar/Energias-Renovables/Lorentz-PS-600-C-Bomba-Solar.html>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018).

- CDC. (2019). Obtenido de https://www.cdc.gov/nceh/hearing_loss/toolkit/world_hearing_loss_day_es.html
- Banco Central. (11 de 12 de 2022). Obtenido de <https://www.bcentral.cl/inicio>
- Innokabi. (2016). Obtenido de <https://innokabi.com/mapa-de-empatia-zoom-en-tu-segmento-de-cliente/>
- Design Thinking España. (s.f.). Obtenido de <https://xn--designthinkingespaad4b.com/saturar-y-agrupar#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20saturar%20y%20agrupar,ella%20de%20un%20modo%20accesible.>
- Asana. (2022). Obtenido de <https://asana.com/es/resources/what-is-mindmap>
- Indoamericano. (2021). Obtenido de <https://blog.indo.edu.mx/que-es-mapa-menta-caracteristicas-como-hacerlo>
- Design Thinking. (s.f.). Obtenido de <https://www.designthinking.es/inicio/herramienta.php?id=22&fase=idea>
- Jiménez, S. R. (s.f.). Obtenido de <https://saulromanjimenez.com/que-prototipo-sirve-ejemplos/>
- Wiautomation. (2022). Obtenido de https://cl.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/XSAV12801L10?gclid=Cj0KCQiAtbqdBhDvARIsAGYnXBNoEA6wx7cJQztGt1F4RcigNt9CJUWfalrt0S8L2aSy0116kyiW268aAowKEALw_wcB
- Aicos. (s.f.). Obtenido de [https://www.eicos.com/sensor-contrasseco/#:~:text=El%20sensor%20Contrasseco%20protege%20la,\) %20o%20in directo%20\(derivaci%C3%B3n\).](https://www.eicos.com/sensor-contrasseco/#:~:text=El%20sensor%20Contrasseco%20protege%20la,) %20o%20in directo%20(derivaci%C3%B3n).)
- Sketchup. (2022). Obtenido de <https://www.sketchup.com/es>
- Sunny Desing. (11 de 12 de 2022). Obtenido de <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/Home>
- [https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/.](https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/) (2023). *Tu salario.*
- salario, T. (2023). [https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/.](https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/)
- Tu Salario. (2023). [https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/.](https://tusalario.org/chile/salario/Comparatusalario#/)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/y-tu-conoces-los-beneficios-del-riego>

ANEXOS

Anexo 1: Cálculos ponderación de criterios y selección de la metodología

Criterios de la metodología					
Criterios	Adaptabilidad	Versatilidad	Simplicidad	Total	Ponderación
Adaptabilidad	-	3	1	4	19%
Versatilidad	4	-	2	6	29%
Simplicidad	6	5	-	11	52%
Total				21	1

Adaptabilidad					
Criterios	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>	Total	Puntaje
<i>Design thinking</i>	-	5	6	11	7,0
<i>Scrum</i>	2	-	4	6	3,8
<i>Lean Startup</i>	1	3	-	4	2,5

Versatilidad					
Criterios	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>	Total	Puntaje
<i>Design thinking</i>	-	5	4	9	7
<i>Scrum</i>	2	-	3	5	3,9
<i>Lean Startup</i>	3	4	-	7	5,4

Simplicidad					
Criterios	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>	Total	Puntaje
<i>Design thinking</i>	-	3	4	7	5,4
<i>Scrum</i>	4	-	5	9	7
<i>Lean Startup</i>	3	2	-	5	3,9

Selección de la metodología					
Criterio	Importancia	<i>Design thinking</i>	<i>Scrum</i>	<i>Lean Startup</i>	
Adaptabilidad	19%	7	3,8	2,5	
Versatilidad	29%	7	3,9	5,4	
Simplicidad	52%	5,4	7	3,9	
Nota final		6,2	5,5	4,1	

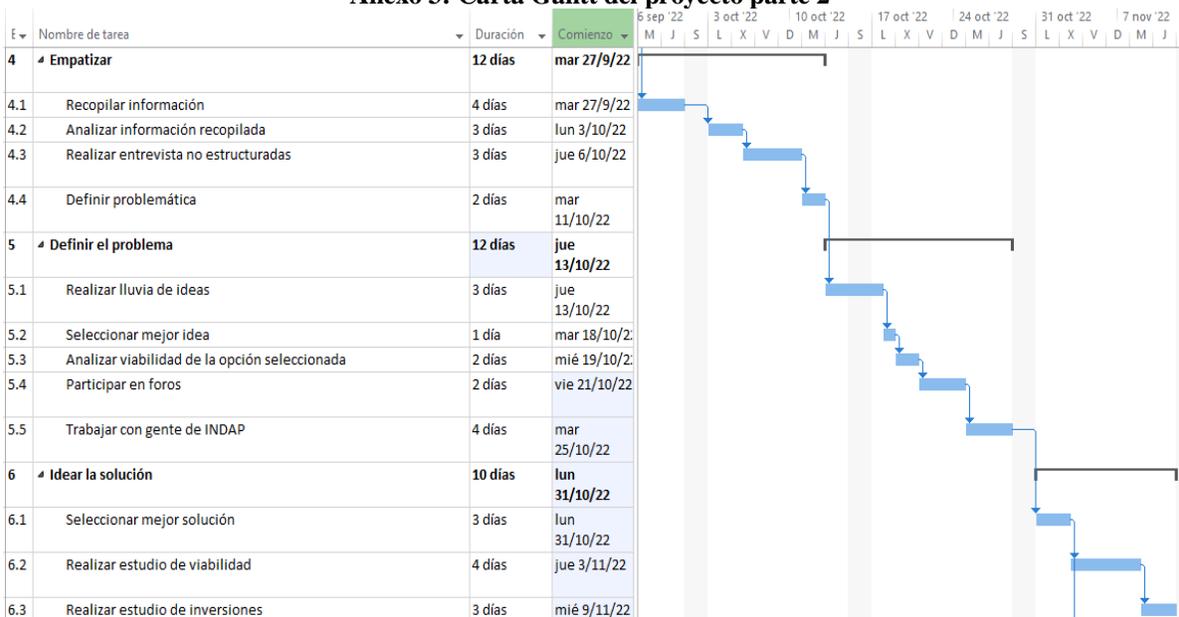
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Carta Gantt del proyecto parte 1



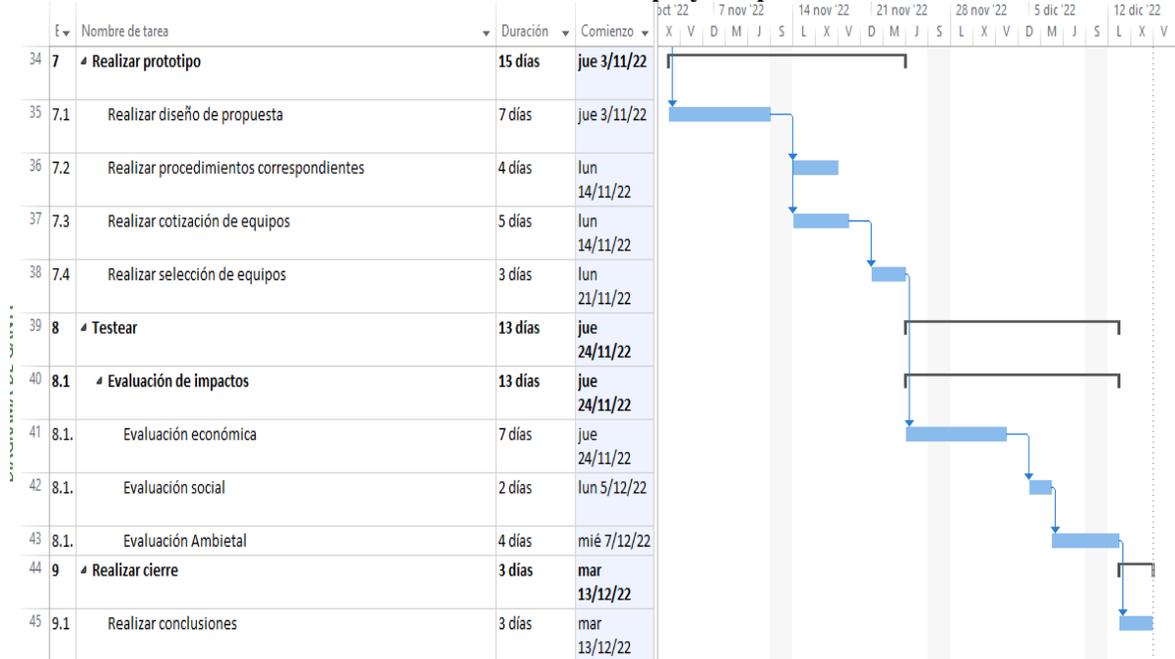
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Carta Gantt del proyecto parte 2



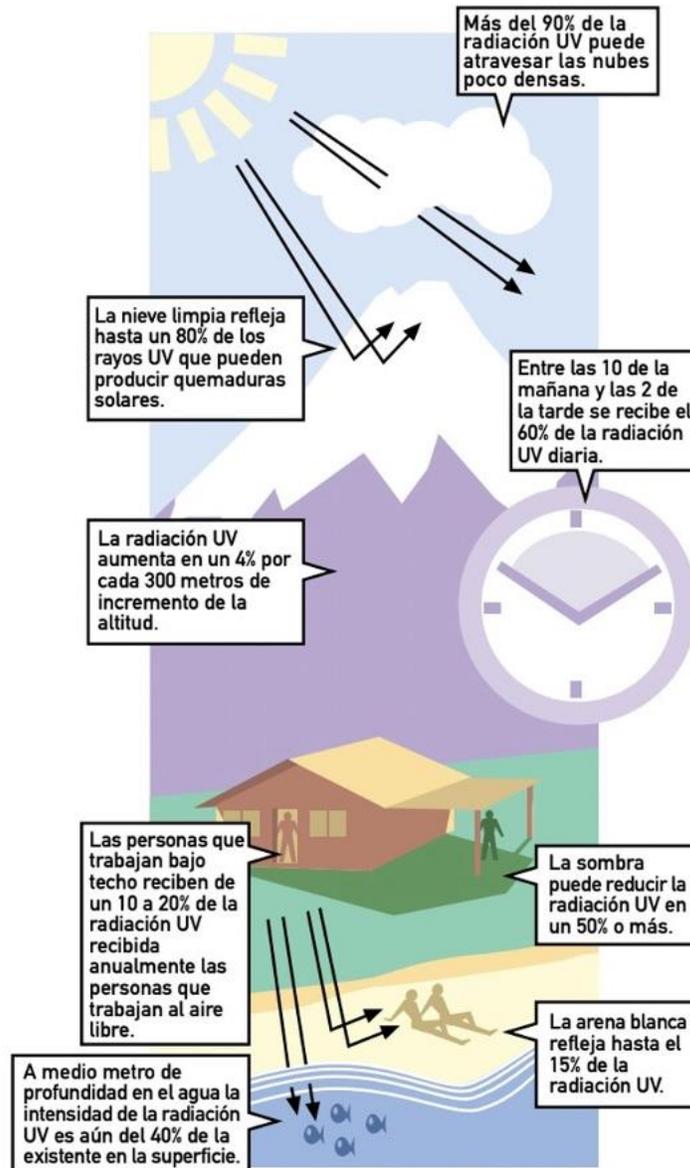
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Carta Gantt del proyecto parte 3



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Resumen de los factores que influyen en la intensidad de la radiación UV



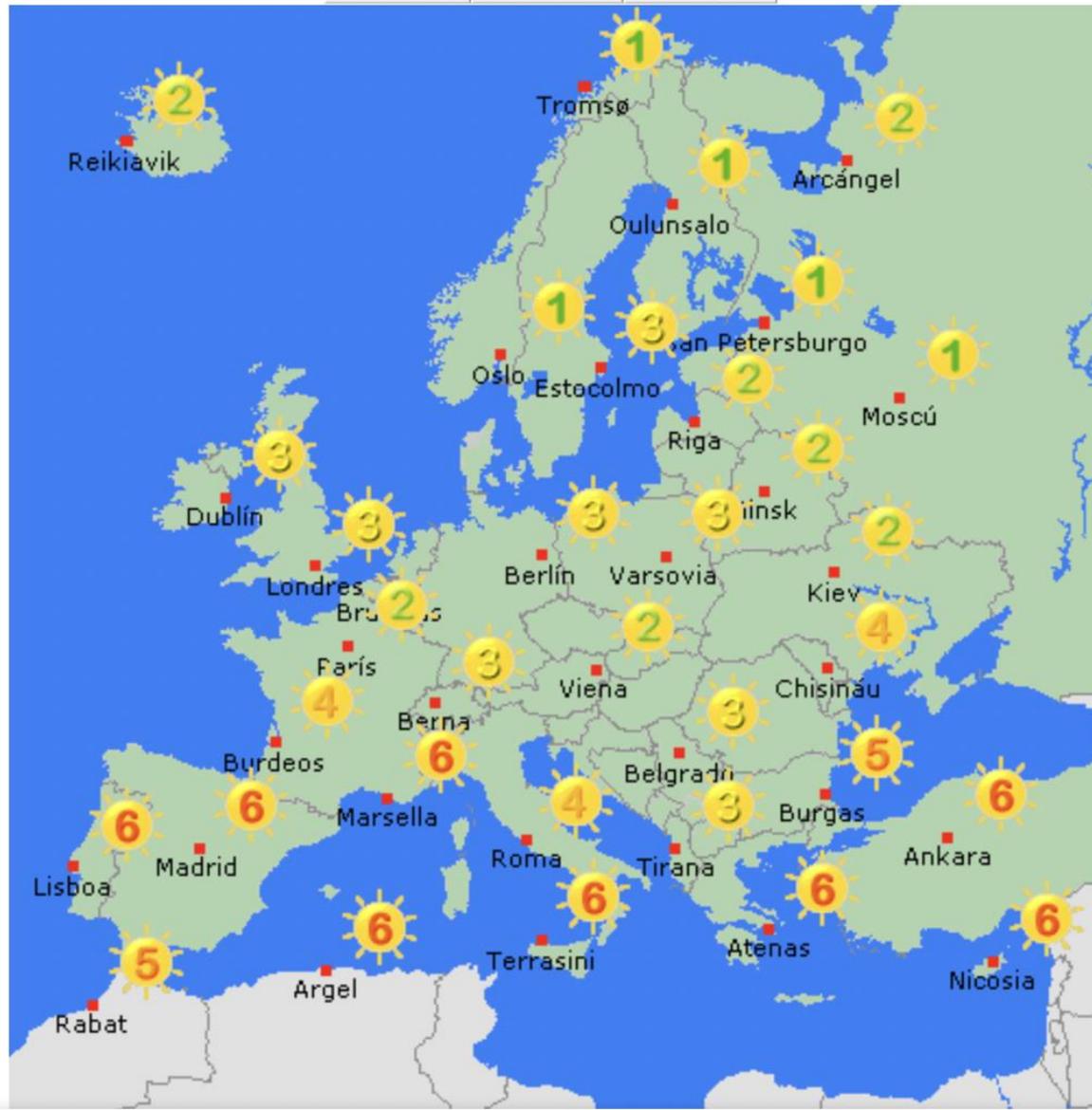
Fuente: extraído de (OMS, s.f.)

Anexo 6: Índice UV Sudamérica



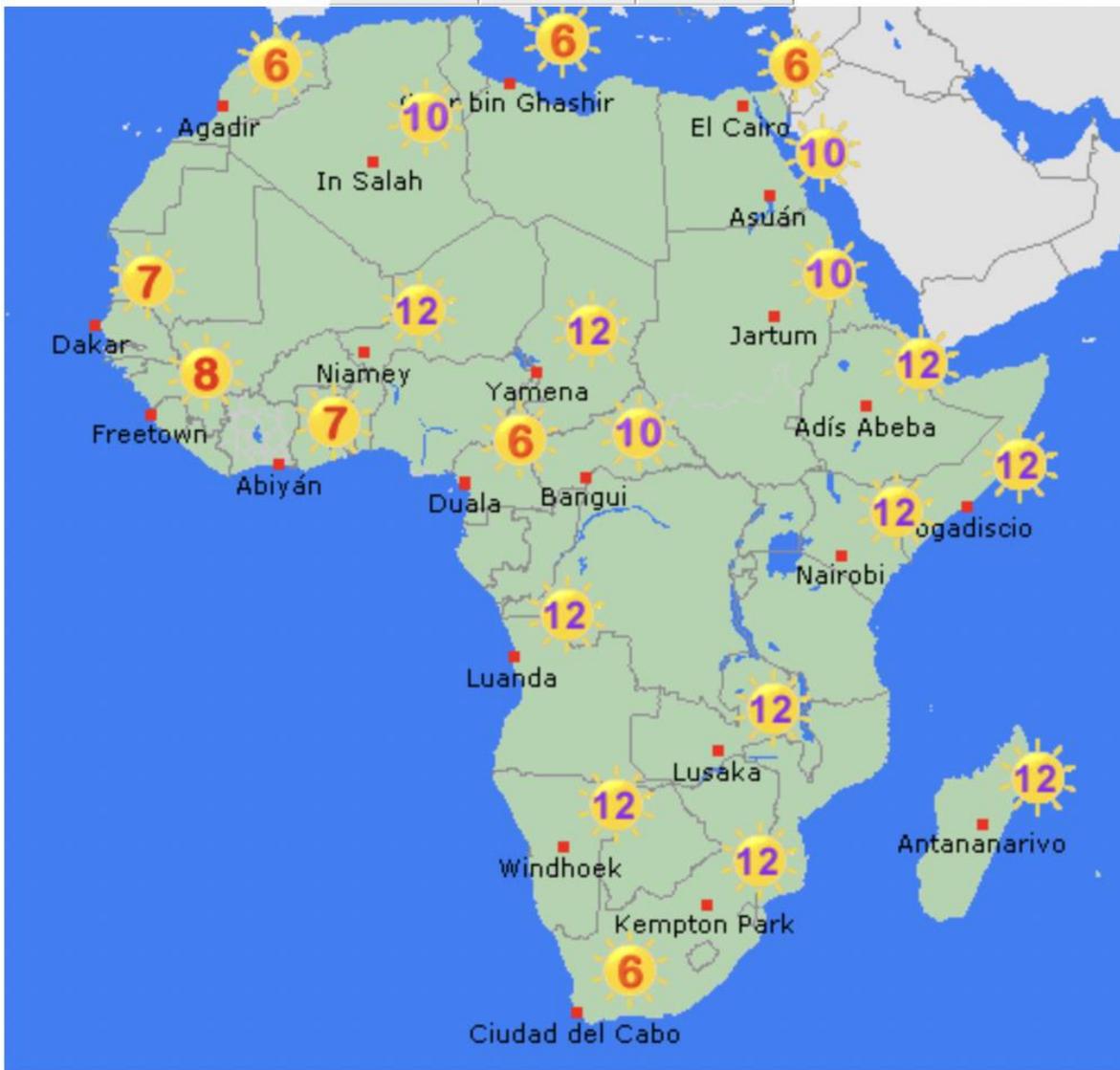
Fuente: extraído de (WO España, 2022)

Anexo 7: Índice UV Europa



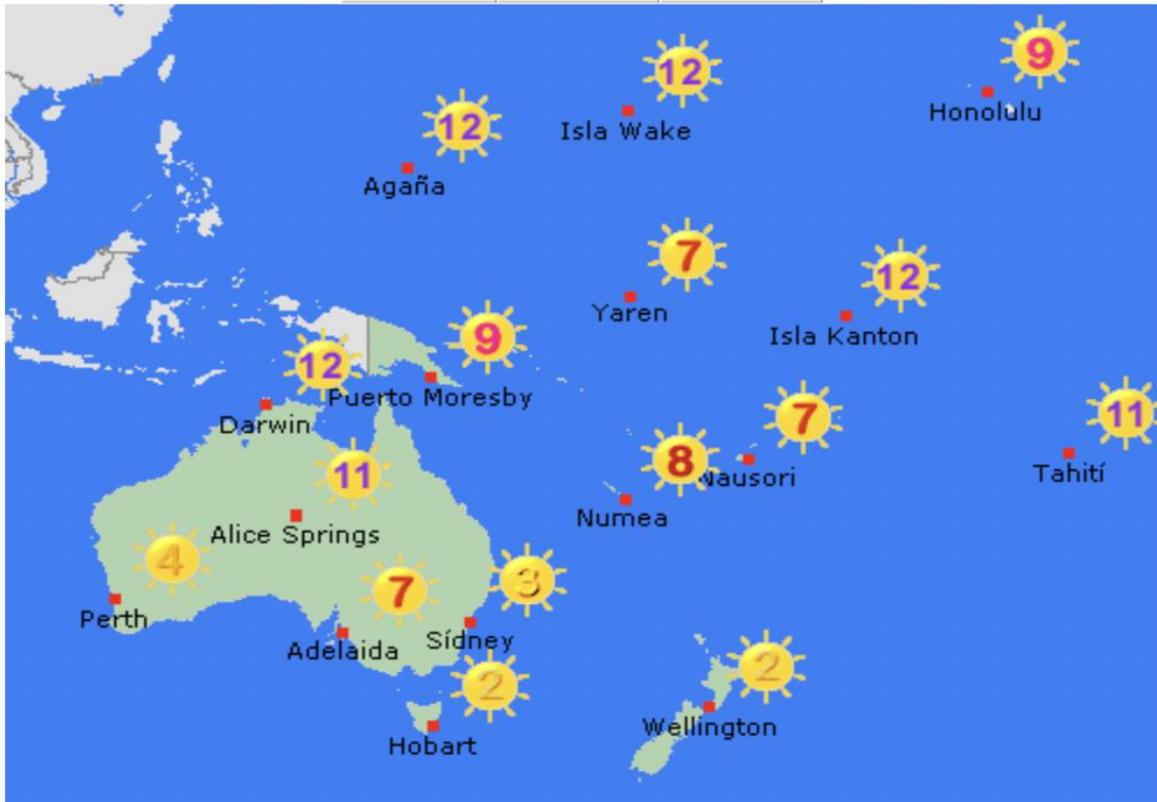
Fuente: extraído de (WO España, 2022)

Anexo 8: Índice UV África



Fuente: extraído de (WO España, 2022)

Anexo 9: Índice UV Oceanía



Fuente: extraído de (WO España, 2022)

Anexo 10: Ficha simulación prototipo 0

	Nº de equipos	Potencia (Watts)	Tiempo de uso diario	KW/h día	KW/h mes
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="750"/>	<input type="text" value="6"/>	4.5	126
				Total de watts Hora por día:	4.5

Watts totales - (Carga máxima) 750 Kilowatts hora por mes 126 kWh/Mes

Fuente: Extraído de (Sunny Desing, 2022)

Anexo 11: Ficha simulación prototipo plus

	Nº de equipos	Potencia (Watts)	Tiempo de uso diario	KW/h día	KW/h mes
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1520"/>	<input type="text" value="6"/>	9.12	255.36
				Total de watts Hora por día:	9.12

Watts totales - (Carga máxima) 1520 Kilowatts hora por mes 255 kWh/Mes

Fuente: Extraído de (Sunny Desing, 2022)

Anexo 12: Ficha simulación prototipo piloto

	Nº de equipos	Potencia (Watts)	Tiempo de uso diario	KW/h día	KW/h mes
a	1	2200	6	13.2	369.6
				Total de watts Hora por día:	13.2

Watts totales - (Carga máxima) 2200 Kilowatts hora por mes 370 kWh/Mes

Fuente: Extraído de (Sunny Desing, 2022)

Anexo 13: Información KIT1, INDAP

\$ 2.045.566

LORENTZ

9.000 lts/diá

KIT 1: Q entre 0.5 m³/h y 1.3 m³/h, H: 10 a mca A 40 m.c.e.
 PS - 200 HR - 07

0.14 M³/seg → 0.36 M³/seg

Componente	Cantidad
Motor: ECDRIVE 200-HR	1
Controlador PS200	1
Cabezal HR-07	1
Panel 230Wp	1
Estructura de Soporte	1
Sensor de Protección en Seco	1
Conector MCA	2
Camisa de Refrigeración	0 o 1

Fuente: (INDAP, 2022)

Anexo 14: Información KIT2, INDAP

\$ 2.458.510

LORENTZ

17.000 lts/diá

KIT 2: Q entre 2 m³/h y 2.45 m³/h, H: 30 a 50 mca

0.56 M³/seg → 0.68 M³/seg

Pendientes = Altura por cada Rueda.

Componente	Cantidad
Motor: ECDRIVE 1200-HR	1
Controlador PS1800	1
Cabezal HR-23	1
Panel 230Wp	3
Estructura de Soporte	1
Sensor de Protección en Seco	1
Conector MCA	3
Camisa de Refrigeración	0 o 1

Fuente: (INDAP, 2022)

Anexo 15: Información KIT3, INDAP

\$ 3.855,214.

LORENTZ

Unidad = Caudal por peso de Altura.

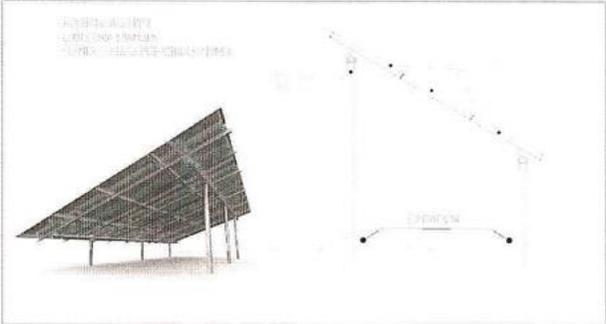
KIT 3: Q entre 3 m³/h y 4.7 m³/h, H: 35' a 50' mca

0,83 lts/seg
cabezal centrifugo

4,34 lts/seg

33.000 lts/día.

Componente	Cantidad
Motor ECDRI/VE 1200-C	1
Controlador PS1800	1
Cabezal C-SJS-12	1
Panel 230Wp	6 //
Estructura de Soporte	1
Sensor de Protección en Seco	1
Conector MC4	6
Conector Paralelo MC4	6
Camisa de Refrigeración	0 o 1
Breaker 15A	1



Fuente: (INDAP, 2022)

Anexo 16: Tabla de la matriz FODA

FODA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Lo que hace bien la empresa. • Cualidades que diferencian de la competencia. • Recursos y elementos internos como la experiencia. • Bienes tangibles como propiedades, inversiones o tecnologías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos que la empresa carece. • Aspectos que la competencia hace mejor. • Recursos limitados. • Propuesta de venta poco clara.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Mercados desatendidos. • Pocos competidores en la industria o área. • Necesidad inmediata por los servicios o productos. • Cobertura de los medios de comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos competidores. • Cambios fiscales, ambientales o legales. • Mala cobertura de los medios de comunicación. • Cambios de actitud de los clientes hacia la marca.

Fuente: Extraído de (Pursell, 2020)