

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA
MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TECHO VERDE LIVIANO EN
REMODELACIÓN DE TECHUMBRE RESIDENCIAL**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de INGENIERO CONSTRUCTOR
LICENCIADO EN INGENIERIA

Alumna:

Srta. Marly Stephany Mideliz Barraza Poblete.

Profesor Guía:

Sr. Marco Antonio Howes Herrera.

2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad técnica-económica para la implementación de un sistema de techo verde liviano en remodelación de techumbre residencial.

Nombre del candidato(a): Marly Stephany Mideliz Barraza Poblete.

Carrera / Grado: ingeniería en construcción con licenciatura en ingeniería.

Campus: Viña Del Mar Departamento: Construcción y prevención de riesgos.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Marco Antonio Howes Herrera, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

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

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

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

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

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

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

4.- FIRMAS

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

Fecha: 12 enero 2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 12 enero 2026

Firma:

RESUMEN

KEYWORDS: CUBIERTAS VERDES LIVIANAS; GESTION DE AGUAS LLUVIAS; CONSTRUCCION SUSTENTABLE; EFICIENCIA HIDRICA; CONFORT TERMICO.

El presente estudio corresponde a un análisis de prefactibilidad técnica y económica orientado a la implementación de una empresa dedicada a la remodelación de techumbres residenciales, mediante la implementación de cubiertas verdes livianas, como una alternativa sustentable aplicable a viviendas unifamiliares existentes en la región de Valparaíso. La propuesta surge como respuesta a la necesidad de mejorar el desempeño energético de la vivienda, aumentar el confort término interior y optimizar la gestión de aguas lluvias, promoviendo soluciones constructivas responsables con el medio ambiente y viable en el contexto constructivo local.

Para el desarrollo del proyecto se realiza un análisis integral que considera los aspectos técnicos económicos del mercado necesarios para evaluar su viabilidad. En primer lugar, se estudian las características generales del sistema de cubiertas verdes y su aplicabilidad, junto con un análisis orientado a identificar su demanda potencial y su proyección en la región. Posteriormente, se desarrolla la evaluación técnica del proyecto, abordando el diseño constructivo, los materiales requeridos, los criterios de instalación y mantenimiento, así como el cumplimiento de la normativa vigente y el sistema operativo de la empresa.

Finalmente, se efectúa la evaluación económica y financiera, considerando la inversión inicial, costos de producción y operación, y las alternativas de financiamiento. Para ello, se elaboran flujos de caja bajo distintos escenarios de financiamiento, 25%, 50% Y 70%. Los cuales son analizados mediante indicadores financieros como el valor actual neto VAN, la tasa interna de retorno TIR y el periodo de recuperación de la inversión PRI, permitiendo determinar la rentabilidad y comparar las distintas alternativas de financiamiento.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la implementación de una empresa dedicada a la instalación de cubiertas verdes livianas resulta técnica y económicamente viable, constituyendo como una oportunidad de desarrollo para el sector de la construcción sustentable y la solución replicable para el mejoramiento de viviendas existentes en la región de Valparaíso.

INDICE

RESUMEN..... 2

ÍNDICE DE GRÁFICOS..... 6

ÍNDICE DE TABLAS..... 7

INTRODUCCIÓN 8

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO..... 9

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO 10

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO..... 10

1.1.1. OBJETIVO GENERAL 10

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 10

1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO 11

1.3. ANÁLISIS FODA..... 11

1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO 12

1.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 13

1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO VS CON PROYECTO 18

1.7. ESTUDIO DE MERCADO 19

1.7.1. DETERMINACION DE PRODUCTO O SERVICIO, INSUMOS Y SUB-PRODUCTOS 19

1.7.2. AREA DE ESTUDIO..... 20

1.7.3. ANALISIS DE LA DEMANDA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LA AFECTAN 20

1.7.4. ANALISIS DE LA OFERTA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LA AFECTAN 25

1.7.5. DETERMINACION DEL PRECIO 25

1.7.6. SISTEMA DE COMERCIALIZACION..... 26

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO 28

2.1. ESTUDIO TÉCNICO 29

2.1.1. DESCRIPION Y SELECCIÓN DE PROCESOS 29

2.1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES..... 31

2.1.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (FLOR SHETT) 32

2.1.4. DIAGRAMA DE LAY OUT 33

2.1.5. BALANCE DE MASA Y ENERGIA..... 34

2.1.6. SELECCIÓN DE EQUIPOS 35

2.2. ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES..... 37

2.2.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL..... 39

2.2.2. PERSONAL, CARGOS Y PERFILES 40

2.2.3. MARCO LEGAL 43

2.2.4. IMPACTO MEDIO AMBIENTAL (DECLARACION O ESTUDIO)..... 44

2.3. DISEÑO DE PLANTA 45

2.3.1. DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS 45

2.3.2. DISEÑO DE SISTEMA DE POTENCIAS 46

2.3.3. DISEÑO DE OBRAS CIVILES 47

2.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO 47

2.4.1. EETT O BASES ADMINISTRATIVAS 50

2.4.2. CALCULOS OBTENIDOS 53

2.4.3. INFORMES TECNICOS 55

CAPITULO 3: EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO 57

3.1. ANTECEDENTES FINANCIEROS 58

3.1.1. FUENTES DE FINANCIAMIENTO 58

3.1.2. COSTO DE FINANCIAMIENTO (TASA Y AMORTIZACIÓN) 59

3.1.3. VAN, TIR y PRI 60

3.1.4. TASA DE DESUENTO Y HORIZONTE DEL PROYECTO 62

3.1.5. INVERSIONES 62

3.1.6. CUADRO DE REINVERSIONES..... 69

3.1.7. COSTOS 69

3.2. FLUJOS DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN 73

3.2.1. FLUJO DE CAJA PURO 73

3.2.2. FLUJO DE CAJA CON 25% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO 75

3.2.3. FLUJO DE CAJA CON 50% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO 76

3.2.4. FLUJO DE CAJA CON 75% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO 77

3.2.5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PRECIO 78

Fuente: Elaboración propia en base a variación de costos reflejado en VAN..... 80

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81

BIBLIOGRAFÍA..... 82

ANEXO A: SENSIBILIZACIÓN..... 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización del proyecto..... 14

Figura 1-2. Localización de primera opción, bodega..... 15

Figura 1-3. Localización de segunda opción, local..... 15

Figura 1-4. Localización de oficina tercera opción..... 16

Figura 1-5. Estructura de cubierta verde 20

Figura 1-6. Análisis de mercado construcción sustentable 22

Figura 2-1. Diagrama de bloques para trabajos de una empresa 31

Figura 2-2. Diagrama de Flujo 32

Figura 2-3. Diagrama Lay Out Bodega y Oficina 33

Figura 2-4. Organigrama 39

Figura 2-5. Diseño de planta 45

Figura 2-6. Funcionamiento sistema de cubierta verde..... 48

Figura 2-7. Componentes de la cubierta verde..... 49

Figura 2-8. Funcionamiento sistema riego por goteo..... 50

Figura 2-9. Mayor precipitación en la comuna de Quillota. 53

Figura 2-10. Altura Tuberías..... 54

Figura 3-1. Vida útil SH 71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Proyección de crecimiento Desarrollo Sustentable..... 23

Gráfico 1-2. Evolución de metros instalados 23

Gráfico 3-1. Variación Ingresos 78

Gráfico 3-2. Variación de costos..... 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tabla comparativa local de arriendo..... 17

Tabla 1-2. Crecimiento del Mercado Chileno 21

Tabla 1-3. Ventas por año estimadas 25

Tabla 1-4. Determinación del Precio 26

Tabla 2-1. Balance de masas y energía 34

Tabla 2-2. Listado Herramientas y Maquinarias 36

Tabla 2-3. Listado Equipos y Muebles..... 36

Tabla 2-4. Listado de materiales 37

Tabla 2-5. Listado Cargos y Perfiles Personal 41

Tabla 2-6. Listado Turnos Personal 42

Tabla 2-7. Potencia Estimada por Proyecto 47

Tabla 2-8. Especificación técnica Electrobomba 55

Tabla 3-1. Inversión Inicial 58

Tabla 3-2. Tabla de Financiamiento del 25%..... 59

Tabla 3-3. Tabla de Financiamiento del 50%..... 59

Tabla 3-4. Tabla de Financiamiento del 75%..... 60

Tabla 3-5. VAN..... 61

Tabla 3-6. TIR..... 61

Tabla 3-7. Tasa de descuento 62

Tabla 3-8. Inversión de Tangibles..... 64

Tabla 3-9. Inversión puesta en marcha..... 65

Tabla 3-10. Costos servicios 65

Tabla 3-11. Costos de Producción..... 66

Tabla 3-12. Costos Sueldos del Personal Fijo 67

Tabla 3-13. Capital de trabajo 68

Tabla 3-14. Inversiones Intangibles 69

Tabla 3-15. Costos Fijos..... 69

Tabla 3-16. Costos Directos 69

Tabla 3-17. Costos de producción..... 70

Tabla 3-18. Costos Anuales Producción 70

Tabla 3-19. Imprevisto 70

Tabla 3-20. Gastos administrativos 71

Tabla 3-21. Depreciación de activos 72

Tabla 3-22. Resumen flujo de Caja..... 73

Tabla 3-23. Flujo de caja PURO 74

Tabla 3-24. Flujo de caja con 25% de financiamiento 75

Tabla 3-25. Flujo de caja con 50% de financiamiento 76

Tabla 3-26. Flujo de caja con un financiamiento del 75% 77

Tabla 3-27. Porcentaje de variación de ingresos..... 79

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un estudio de prefactibilidad técnica y económica para la implementación de cubiertas verdes livianas en la comuna de Quillota, considerando las condiciones climáticas, constructivas y ambientales del entorno local. La investigación tiene como finalidad ofrecer un servicio que diseñe, instale y se encargue de su mantenimiento, estableciendo los parámetros técnicos necesarios para su correcta implementación, junto con los costos asociados a cada etapa de proceso.

Hoy en día el desarrollo sustentable es uno de los pilares fundamentales en la construcción, impulsado por el creciente interés en la eficiencia energética y el uso de recursos naturales. Sin embargo, su implementación en Chile aun es incipiente en comparación con otros países desarrollados, lo que representa una oportunidad concreta para la creación de nuevos modelos constructivos basados en la sostenibilidad y la innovación.

Las cubiertas verdes livianas se presentan como una alternativa técnica y sustentable, para mejorar las condiciones climáticas térmicas y estéticas de las edificaciones, además de contribuir la mitigación del efecto de isla de calor, la absorción de CO₂ y la gestión eficiente de aguas lluvias. Estos sistemas vegetales de bajo peso estructural pueden adaptarse a distintos tipos de edificaciones, especialmente en zonas urbanas donde su espacio es limitado. Su aplicación ha demostrado diversos beneficios económicos a largo plazo, asociados al ahorro energético y al incremento del valor inmobiliario.

Por otro lado, Chile enfrenta una crisis hídrica, y la comuna de Quillota no es la excepción. Su demanda anual estimada alcanza los 6390 millones de m³, equivalente al 1,7% del total nacional, con reducciones progresivas en los caudales de sus principales ríos. En este contexto, la implementación de cubiertas verdes con sistemas de riego autónomo alimentados por la captación de aguas lluvias cobra relevancia como una estrategia eficiente para reducir la dependencia de fuentes externas, aportando simultáneamente beneficios técnicos ambientales y económicos.

Este proyecto propone optimizar el uso de espacio de las edificaciones mediante la implementación de cubiertas verdes, integrando criterios de eficiencia, sostenibilidad y aprovechamiento de recursos naturales. La propuesta busca reducir el consumo de agua potable y los costos energéticos asociados al confort térmico, promoviendo un uso más eficiente de los recursos. Además, las cubiertas verdes ofrecen beneficios como la mayor durabilidad de los materiales de techumbre, el aprovechamiento productivo del gasto en calefacción, climatización y mantenimiento, contribuyendo así a una gestión más sustentable.

Asimismo, las cubiertas verdes aportan ventajas complementarias como una mejor aislación acústica, mayor valor estético y aprovechamiento productivo del espacio, permitiendo incluso el cultivo de especies vegetales de bajo mantenimiento. En este sentido, el trabajo busca entregar fundamentos que orienten la toma de decisiones respecto al diseño, tipo de vegetación y características constructivas más adecuadas, asegurando que el sistema propuesto se adapte de manera óptima a las condiciones locales y a los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente informe tiene como proyecto realizar un estudio de prefactibilidad técnica económica para la creación de una empresa especializada en la instalación de cubiertas verdes para viviendas con techumbre estructural.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como finalidad la creación de una empresa dedicada a la instalación de cubiertas verdes en viviendas residenciales, en la comuna de Quillota. El proyecto busca evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental, promoviendo el uso de infraestructura verde como alternativa sustentable que mejora la eficiencia térmica de la edificación, reduce el consumo energético y contribuye al desarrollo sostenible.

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es desarrollar un estudio técnico de prefactibilidad técnico económico para la creación de una empresa dedicada a la instalación de cubiertas verdes livianas de la comuna de Quillota, incorporando sistemas de riego autónomo y estrategias de sostenibilidad ambiental.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la localización más adecuada para la instalación y desarrollo de la empresa.
- Elaborar un estudio económico que permita evaluar la oferta y demanda del producto en el mercado.
- Realizar un catastro de las empresas existentes que ofrecen servicios similares en la zona de estudio.
- Desarrollar una memoria de cálculo utilizando herramientas financieras, con el fin de evaluar la factibilidad del proyecto.
- Establecer los costos de operación e inversión necesarios para la puesta en marcha de la empresa.
- Analizar la sensibilidad del proyecto respecto a variaciones en costos y precios, identificando posibles riesgos y oportunidades.

1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO

El Crecimiento acelerado de las ciudades ha reducido de manera significativa los espacios de áreas verdes al aire libre, intensificando problemas ambientales como el efecto “isla de calor”, la contaminación atmosférica y la saturación de sistemas de drenaje. Estos fenómenos se agravan por las altas temperaturas extremas que se han vuelto más frecuentes en varias regiones del país. En este contexto, los techos verdes emergen como una estrategia clave de construcción sustentable, integrando vegetación en techumbre para mitigar dichos efectos y aportar múltiples beneficios, ambientales y funcionales.

En 2025, el gobierno chileno lanzó el anteproyecto de la estrategia nacional de ciudades verdes, impulsado por el Ministerio de Viviendas y Urbanismo, El Ministerio del Medio Ambiente y la FAO, que contempla metas hasta 2050. Esta estrategia incluye explícitamente la promoción de infraestructura verde como parques, jardines, techos verdes, huertos y bosques urbanos. El Minvu también ha impulsado la Norma técnica Nacional de Techos Verdes, Norma 3626, elaborada en conjunto con el instituto nacional de normalización, que define requerimientos técnicos mínimos de diseño, construcción y operaciones para asegurar su calidad y durabilidad de estos sistemas.

Los techos verdes no solo permiten regular la temperatura urbana, disminuyen la temperatura superficial y la transferencia de calor al interior de los edificios, sino que ayudan a estabilizar las temperaturas interiores, reduciendo la demanda energética para calefacción o climatización. Esto se vuelve cada vez más relevante dado el aumento de eventos de calor extremo en distintas zonas del país.

Además, contribuyen a la captura de CO₂ y a la mejora de la calidad del aire mediante vegetación que incide en la reducción de material particulado. También favorecen la retención de aguas lluvias, lo que atempera la velocidad de escorrentía y reduce los riesgos de sobrecarga de alcantarillado.

Desde el punto de vista estructural, los techos verdes prolongan la vida útil de las cubiertas al protegerlas de radiaciones UV, cambios térmicos extremos y desgaste climático, incluso ofreciendo a la vez aislamiento acústico.

1.3. ANÁLISIS FODA

A continuación, se presentan los aspectos analizados de acuerdo con la información de la empresa, reconociendo fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Esta herramienta nos permite ampliar nuestro punto de vista para enfrentar y mejorar el enfoque de la empresa y visualizar la competencia existente en el mercado.

Fortalezas:

- Beneficios ambientales, como reducción de CO₂, retención de aguas lluvias y regulación térmica.
- Poseer un servicio innovador en el mercado inmobiliario.
- Aumento del valor de la propiedad y atractivo para clientes conscientes del medio ambiente.

- Equipos de última generación y gran eficiencia.
- Especialización en el rubro en instalación y mantenimiento de cubiertas verdes.
- Posibilidad de uso productivo, huertos urbanos y espacios con biodiversidad.

Oportunidades:

- Alza en conciencia social con respecto al medio ambiental.
- Ahorro en climatización, reduciendo los costos de la luz.
- Durabilidad de los materiales, protegiendo y prolongando vida útil.
- Fomentar el desarrollo de empresas especializadas, con oportunidades de inversión y empleo en el sector.
- Necesidad de mantenimiento especializado y monitoreado.

Debilidades

- Calidad del sustrato en Chile, se deben realizar mejoras para el crecimiento de las plantas.
- Ser rentable a medio plazo.
- Como es una empresa nueva, no se cuenta con el prestigio necesario para ser reconocible dentro del mercado.
- Poca aplicabilidad en techos existentes.

Amenazas

- Falta de interés de empresas inmobiliarias por altos costos de implementación.
- Competencia con otros sistemas de eficiencia energética más económicos.
- Clima inestable que requieren adaptación específica del sistema.

1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO

Para determinar el tamaño del proyecto será necesario realizar un estudio socioeconómico con el objetivo de establecer su demanda, a base de estudios de mercado y observaciones del área de intervención. Un factor determinante será la cantidad de precipitación, la cual dependerá de la ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto.

Para su capacidad de producción se calculó una venta promedio que permite proyectar un ingreso estimado por metro cuadrado, considerando el desarrollo de un proyecto prototipo. Además, la capacitación adecuada de los operadores y supervisores es esencial para definir con precisión los tiempos de ejecución de cada proyecto.

Los costos asociados al sistema de cubiertas verdes son bastante elevados por el poco interés de las empresas chilenas en invertir en sistemas de esta índole. Sin embargo, se estima que con las nuevas políticas que fomentarán la instalación de techos verdes y, sumados al aumento de la demanda en la implementación de esta tecnología, los precios costos disminuirán en gran medida con el paso del tiempo.

La empresa se clasifica como pequeña empresa, de acuerdo con la definición establecida por el Servicio de Impuestos Internos (SII), la cual considera este segmento a aquellas organizaciones con ventas anuales superiores a 2.401 UF y hasta 25.000 UF.

En este caso, la empresa es bastante pequeña, prestando servicios de implementación y mantención de techos verdes en la comuna de Quillota, contando con un equipo de trabajo reducido, de 7 personas, el trabajo es relativamente liviano y debe desarrollarse en un punto específico dentro de la planificación de la construcción en la vivienda, lo que permite cubrir de manera eficiente la demanda local y regional

El tamaño de la empresa es coherente con su capacidad operativa, orientada principalmente a proyectos residenciales, su cobertura se centra en Quillota y sus alrededores, lo que favorece un modelo de gestión cercano y adaptable a las necesidades del cliente

Actualmente en la comuna de Quillota y sus alrededores, el mercado de techos verdes es emergente y en expansión. Aunque no existen cifras exactas sobre la cantidad de empresas dedicadas exclusivamente en esta actividad, se puede observar un creciente interés en soluciones sostenibles y ecológicas.

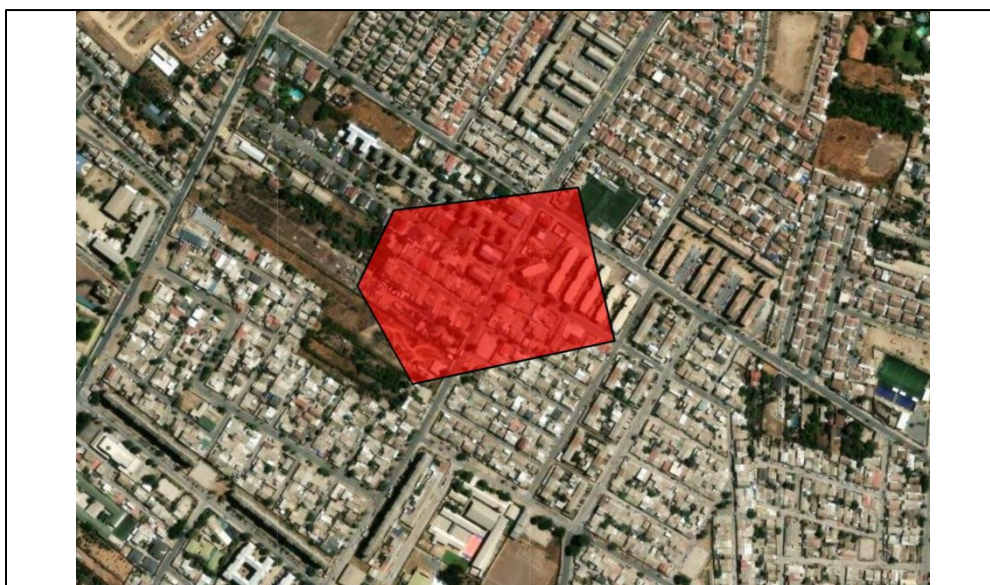
1.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

En primera instancia el proyecto se realizará en la comuna de Quillota, región de Valparaíso.

Se eligió el sector por su fácil acceso a la red vial principal y por el crecimiento urbano e inmobiliario sostenido que ha experimentado en los últimos años. El plan regular comunal permite construcciones más flexibles que en otras zonas, y existen diferentes tipos de terrenos con un valor determinado por metro cuadrado, debido a su ubicación y accesibilidad, lo que resulta favorable para proyectos de techos verdes.

Por otro lado, se determinará como cliente objetivo a los hogares del sector Rosa de los vientos, los cuales corresponden a un conjunto habitacional compuesto por viviendas de tipología social, de uno y dos pisos, con superficies construidas que fluctúan entre 45 y 65 m². Para este proyecto, se adopta como vivienda tipo una casa de 53 m² construidos, con una superficie de techumbre útil aproximada de 45 m², compatible para la implementación de cubiertas verdes en sus techumbres.

Un aspecto clave al momento de definir la ubicación de la empresa es la proximidad a las fuentes de abastecimiento. Mientras menores sean las distancias, se optimizan los tiempos y se reducen los costos asociados al transporte. Asimismo, esta condición permite responder de manera más ágil y eficiente a los requerimientos del mandante.



Fuente: <https://maps.app.goo.gl/i5R4CzkSdXPQoqLp8>

Figura 1-1. Localización del proyecto

Para determinar la ubicación de la empresa se consideran 3 opciones, las cuales serán comparadas según su costo de arriendo, cercanía con futuros proveedores y no menos importante, su distancia con el sector “Rosa de los Vientos”.

Como primera opción se analizó una bodega ubicada en el sector de San Pedro de Quillota, específicamente en F-62 número 3963. Este terreno tiene un arriendo mensual de \$2.000.000 y una superficie de 800 m², de los cuales 200 m² son techados y 600 m² de espacio.

Además, cuenta con dos baños, tres estacionamientos e instalaciones completas de agua potable, electricidad y sistemas de alarma, Los gastos comunes ascienden a \$100.000 mensuales.

Respecto al uso proyectado del terreno, se propone subarrendar los 600 m² exterior, dividiéndola en cuatro secciones de 150 m². Cada una será arrendada en un valor de \$350.000 mensuales, lo que permitirá generar un ingreso estimado de \$1.400.000 mensuales. Esta estrategia busca reducir los costos fijos de arriendo, y optimizar los espacios disponibles que no se utilizaran por la empresa.



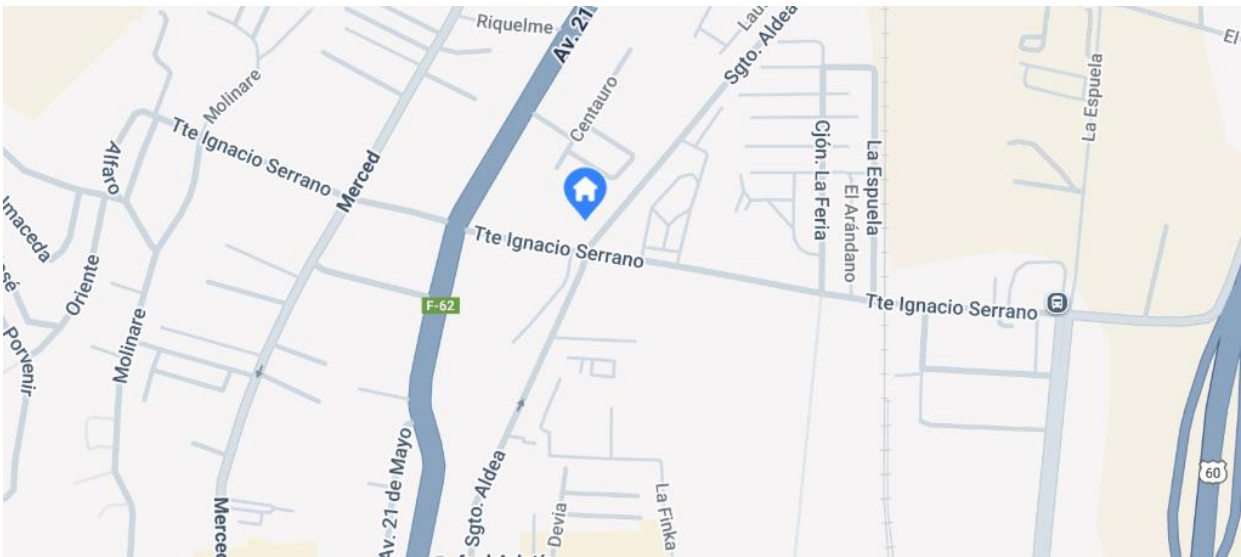
Fuente: <https://maps.app.goo.gl/VynUoJWcoLbi16sT6>

Figura 1-2. Localización de primera opción, bodega

Como segunda opción se considera un local comercial ubicado en calle Serrano número 410, en el centro de la comuna Quillota. Cuenta con una superficie de 45 m2 construidos y con baño privado.

Tiene un arriendo mensual de \$300.000, que incluye las instalaciones básicas completas, agua potable y electricidad.

Se establece un cobro fijo de agua de \$10.000 mensual a partir del segundo mes de arriendo.

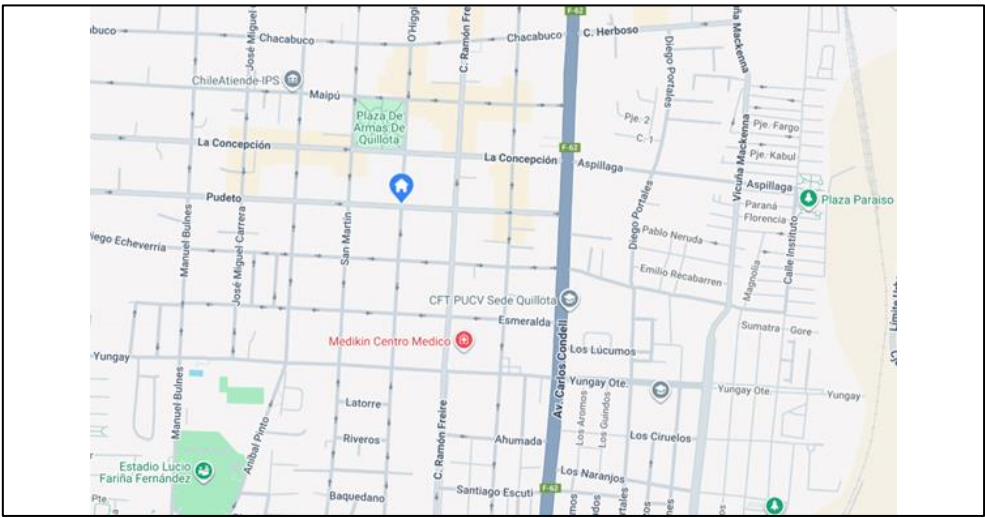


Fuente: Elaboración Propia en base a ubicación del proyecto

Figura 1-3. Localización de segunda opción, local

Como tercera alternativa se evaluó una oficina ubicada en calle Pudeto, esquina con calle O'Higgins, en la comuna de Quillota. Posee una superficie de 19,5 m² y cuenta con un baño además de servicios básicos completos, agua potable, alcantarillado y suministros eléctricos.

El arriendo mensual es de \$380.000, se deben incluir gastos comunes por un monto de \$15.000 mensuales.



Fuente: Elaboración Propia en base a ubicación del proyecto

Figura 1-4. Localización de oficina tercera opción

Al analizar las tres alternativas de localización, se observa que cada una presenta ventajas y limitaciones según su superficie (m²), costos y condiciones de infraestructura.

La bodega ubicada en San Pedro de Quillota ofrece una amplia superficie total de 800 m² y la posibilidad de subarrendar 600 m² de área exterior, lo que permitiría ingresos adicionales. Sin embargo, esta opción implica un alto costo de arriendo inicial y el riesgo de no concretar los subarriendos de manera inmediata, lo que podría afectar la estabilidad financiera en la etapa inicial del proyecto.

La oficina, en comparación presenta un costo intermedio y servicios básicos completos, aunque cuenta con una superficie mucho más reducida y un valor mensual elevado de arriendo, en comparación a otras opciones.

En cambio, el local comercial, ubicado en pleno centro de Quillota, se considera la alternativa más conveniente al ofrecer un bajo costo de arriendo mensual, una ubicación estratégica y condiciones adecuadas para iniciar inmediatamente.

Criterio	Opción 1: Bodega	Opción 2: Local comercial	Opción 3: Oficina
Superficie total (m2)	800 m2, 200 techados, 600 exterior.	45 m2 contruidos	19,5 m2 contruidos
Costo arriendo mensual	\$2.000.0000	\$300.000	\$380.000
Gastos comunes	\$100.000	\$10.000 desde el segundo mes.	\$15.000
Ventajas	Amplia superficie disponible. Posibilidad de subarrendar 600 m2. A mediano plazo, posibilidad de implementar un área de subproducción o prefabricación, reduciendo dependencia de proveedores externos.	Bajo costo de arriendo. Ubicación estratégica. Condiciones listas para iniciar inmediatamente.	Ubicación central. Instalaciones completas. Ambiente profesional.
Desventajas	Alto costo inicial. Riesgo de no concretar los subarriendos de inmediato.	Espacio reducido Limitado para almacenamiento.	Superficie pequeña. Costo alto por m2.

Fuente: Elaboración en base a ubicación del proyecto

Tabla 1-1. Tabla comparativa local de arriendo

1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO VS CON PROYECTO

Actualmente la comuna de Quillota presenta un crecimiento en el ámbito inmobiliario y urbano, por su ubicación estratégica, conectando con ciudades como Viña del Mar, Valparaíso y Santiago a través de la ruta 60-CH y el troncal sur. Desarrollando un aumento en la demanda de nuevas viviendas y proyectos de remodelación, especialmente en sectores residenciales de la ciudad.

Hoy en día, en Quillota no existe una empresa dedicada a la implementación de cubiertas o techos verdes livianos en viviendas. Un posible competidor indirecto sería las constructoras e inmobiliarias que han comenzado a integrar elementos de sustentabilidad en sus proyectos, la mayoría se ha orientado principalmente en la energía solar, eficiencia térmica tradicional y la utilización de materiales de bajo impacto ambiental, sin abordar la instalación de sistemas de vegetación en techumbres.

La intención principal de este proyecto es proponer y evaluar la implementación de un sistema de techo verde liviano en remodelaciones residenciales, que contribuya al aumento de áreas verdes urbanas en Quillota, mejore la eficiencia térmica de las viviendas y genere instancias de auto cultivo a pequeña escala.

El mercado local aún no está lo suficientemente capacitado para ofrecer este tipo de soluciones, por lo que la oportunidad se orienta hacia un modelo de servicio especializado, enfocado en una instalación eficiente, segura y de alta calidad técnica. Incorporando tecnologías innovadoras con el fin de diferenciarse y posicionarse como una alternativa novedosa en la región interior de Valparaíso.

1.7. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado tiene como propósito fundamental detectar y analizar las oportunidades de negocio asociadas a la implementación de sistemas de techos verdes livianos y remodelaciones residenciales. Para ello se considera esencial examinar deficiencias existentes en la oferta actual, lo que permitirá reconocer áreas de demanda que todavía no han sido cubiertas por las empresas que actualmente ofrecen este tipo de servicios en la región de Valparaíso, específicamente en la comuna de Quillota.

1.7.1. DETERMINACION DE PRODUCTO O SERVICIO, INSUMOS Y SUB-PRODUCTOS

El producto consiste en una solución innovadora de techumbre ecológica, diseñada específicamente para funcionar como una superficie vegetal ligera en espacios habitacionales. Está cubierta estará protegida frente a la exposición solar y a la humedad, garantizando la durabilidad de los materiales y el correcto funcionamiento del sistema.

Esta propuesta incorpora un mecanismo de captación de aguas lluvias, las cuales serán almacenadas en un estanque para posteriormente ser distribuidas mediante electrobomba, formando un sistema de riego autónomo y eficiente. Con este diseño se genera una cubierta verde autosustentable sin incrementar los costos de agua para el cliente.

El Objetivo principal es aportar a la creación de nuevas áreas verdes en entornos urbanos, ayudando a reducir la escasez hídrica y generando conciencia sobre la importancia de estrategias de sostenibilidad en la vida cotidiana, aportando beneficios como regulación térmica, absorción de agua y una mayor integración estética al entorno.

El servicio incluirá una asesoría técnica, sobre su correcta implementación, instalación completa, capacitación respecto al cuidado de la cubierta y su mantención orientada a maximizar su vida útil.

Se estudiarán estrategias con empresas inmobiliarias de la región de Valparaíso, con el propósito de incorporar este tipo de soluciones en nuevas edificaciones, para seguir fomentando y adaptándose a construcciones sustentables.

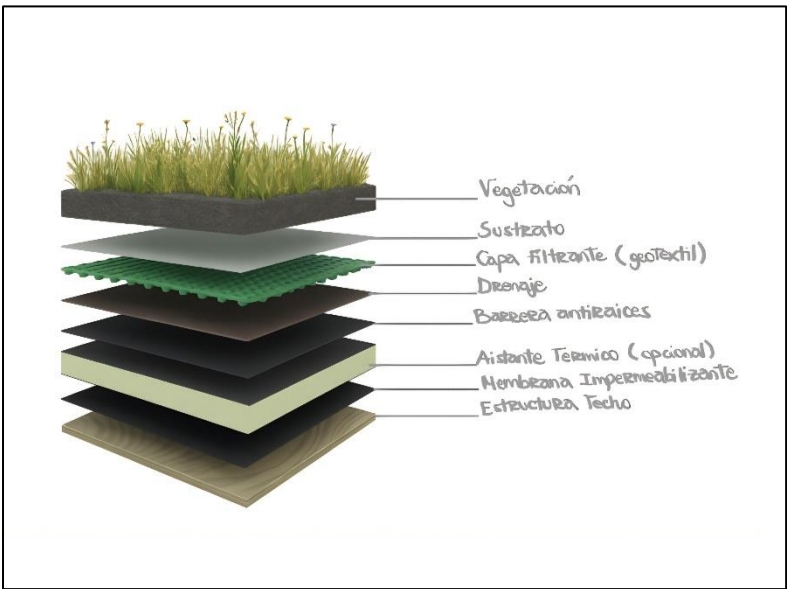


Figura 1-5. Estructura de cubierta verde

1.7.2. AREA DE ESTUDIO

En este punto se busca identificar las principales obras que actualmente se desarrollan en la comuna de Quillota, y en su entorno cercano. Se destacan las nuevas edificaciones con enfoque habitacional ecológica y autosustentable, las cuales abarcan un rol estratégico por su conectividad y condición geográfica del entorno.

La implementando de iniciativas innovadoras de proyectos inmobiliarios, permite avanzar hacia un modelo de vivienda que no solo responda a necesidades habitacionales, sino que también aportando positivamente con el medio ambiente.

1.7.3. ANALISIS DE LA DEMANDA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LA AFECTAN

Actualmente el número de empresas dedicadas a la instalación de techos verdes en Chile es reducido, concentrándose principalmente en la región Metropolitana. En la provincia de Quillota, esta tecnología aun es poco conocida, lo que dificulta estimar la demanda de manera convencional.

Uno de los registros más específicos indica que antes del año 2010 existían muy pocos proyectos de cubiertas vegetales que implementaran un diseño local completo. La empresa Verde Activo fundada en 2010, ha sido clave en Chile, impulsando el conocimiento técnico, la fabricación de sustratos adaptados a las condiciones climáticas del país y la difusión de tecnología de techos verdes en el mercado chileno.

En 2011 la Universidad Técnica Federico Santa María implemento un diseño experimental de techo verde en una de sus terrazas, como iniciativa en el ámbito académico. Posteriormente en 2023, el proyecto del Hospital Exequiel Gonzáles Cortés marco un nuevo hito tecnológico al incorporar el primer sistema nacional adaptado para instalarse directamente sobre

techos metálicos, representando una innovación relevante en el país.

El uso y desarrollo de techos verdes en Chile ha tenido un crecimiento sostenido, apoyado por empresas locales (Verde activo) y la adopción de normas específicas como la NCh 3626:2020, que establece los requisitos y criterios para el diseño, construcción y mantenimiento de techos verdes en edificios nuevos o existentes. Esta norma fue promulgada por el ministerio de viviendas y urbanismo (MINVU) en 2021, ha sido fundamental para establecer y fomentar si implementación a nivel nacional.

Para determinar un análisis de la demanda se analizó el mercado de las construcciones sustentables durante los últimos años. De acuerdo con la cámara chilena de la construcción (CChC) y el laboratorio de infraestructura vegetal de edificios (LIVE), en 2012 solo el 0,5% de las construcciones nacionales eran consideradas sustentables. Actualmente en 2025 este porcentaje es cercano al 2%, con mayor concentración en edificaciones comerciales y de servicios, especialmente en la región Metropolitana.

El mercado nacional ha mostrado un interés creciente en sistemas de eficiencia energética, reutilización de aguas lluvia y soluciones basadas en infraestructura verde, las cuales los techos verdes se destacan como una tecnología emergente. A partir de la promulgación de la NCh 3626:2020, es posible proyectar un crecimiento sostenido hacia el año 2030.

Se tomó como referencia la experiencia internacional en países como Estados Unidos y Alemania, que tiene cerca del 30% de construcción sustentable. Considerando esto

Existen 3 tipos de crecimiento para el mercado chileno:

Crecimiento	Actual (2025)	Futuro (2030)	Anual promedio (CAGR)
Lento y limitado	2%	4%	13%
Moderado y probable	2%	6%	22%
rápido y favorable	2%	8%	31%

Tabla 1-2. Crecimiento del Mercado Chileno

Como resultado de este estudio, el sector de la construcción sustentable representa entre un 4% y un 8% del mercado total al año 2030, que equivale a una oportunidad económica de negocio de entre 2.500 y 5.000 millones de dólares anuales.



Fuente: guía de desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios 2025

Figura 1-6. Análisis de mercado construcción sustentable

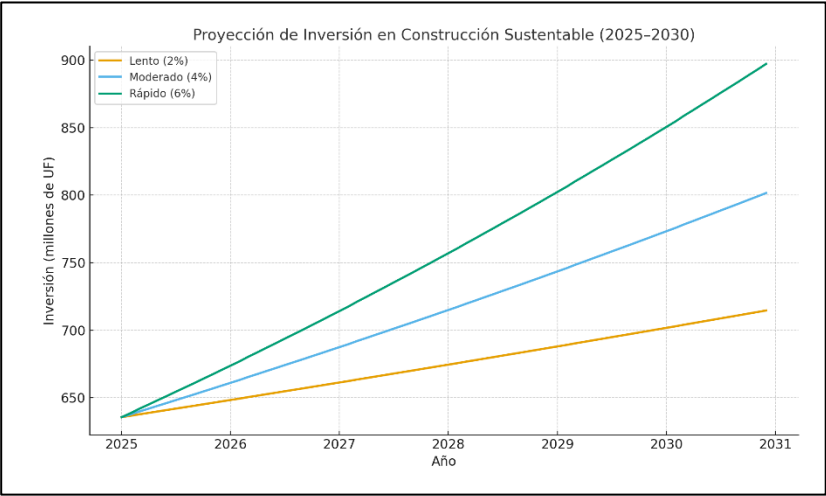


Gráfico 1-1. Proyección de crecimiento Desarrollo Sustentable

Finalmente, para determinar la proyección de demanda para proyectos sustentables, se realiza una inversión mensual en construcción expresada en UF, aumentando de manera sostenida entre 2025 y 2030, con un crecimiento promedio anual del 4 % y crecimiento mensual constante de un 0,33%.

Considerando el desarrollo regional de iniciativas de infraestructura verde, se presenta un gráfico de la evolución proyectada en la ciudad de Quillota y alrededores, expresado en superficies instaladas (m2) hasta el año 2030, donde se evidencia un crecimiento sostenido impulsado por la eficiencia energética y la conciencia ambiental.

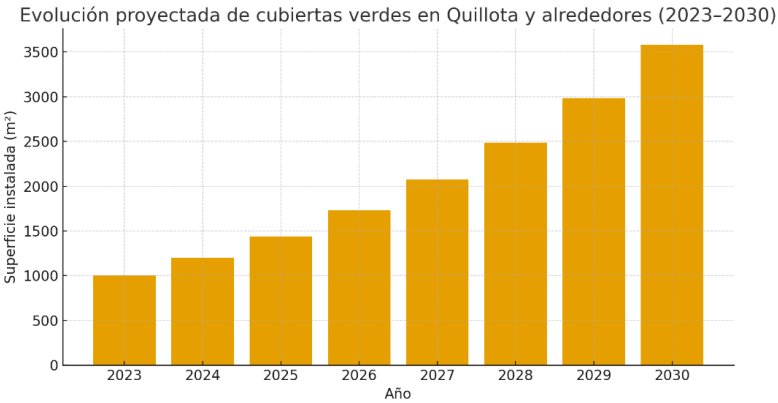


Gráfico 1-2. Evolución de metros instalados

Existen variables que pueden influir de manera negativa en la demanda de techos verdes. Una de las principales corresponde al alto costo inicial de instalación, ya que la incorporación de cubiertas verdes implica una inversión mayor que las techumbres convencionales, debido al uso de materiales especializados, sistemas de impermeabilización, capas drenantes y vegetación adaptada. Sin embargo, estos costos se compensan con el tiempo gracias al ahorro energético, la prolongación de vida útil de la cubierta, la reducción de gastos de calefacción y la posibilidad de reutilizar aguas lluvia para el riego.

Otra variable relevante es la falta de información sobre los beneficios de las cubiertas verdes. Mucha gente desconoce las ventajas de este sistema y solo lo ve como un fin estético, sin tener en cuenta sus ventajas ambientales, económicas y de confort térmico dentro de la vivienda.

Finalmente, una variable técnica importante es la capacidad estructural de la edificación, no todas las viviendas están diseñadas para soportar el peso adicional de un sistema vegetal completo (capa vegetal y sustrato saturado), lo que podría requerir reforzamiento estructural o la implementación de soluciones más livianas, por lo que aumentarían su costo total.

1.7.4. ANALISIS DE LA OFERTA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LA AFECTAN

Actualmente no existen empresas especializadas que desarrollen proyectos de cubiertas verdes adaptados a las condiciones locales, ya que la mayoría se concentran en la región metropolitana, donde la presencia de proveedores especializados sigue siendo limitada. La implementación de esta propuesta busca ofrecer un servicio completo, como una alternativa accesible, sustentable y apta para el sector regional.

A futuro es probable que pequeñas empresas comiencen a incorporar sistemas de cubiertas verdes dentro de su oferta, impulsadas por el creciente interés en la población hacia soluciones sostenibles. Generando un entorno más competitivo, fortaleciendo al mercado regional de infraestructura verde.

Para determinar la oferta inicial del proyecto, se calculó la cantidad de instalaciones que pueden ejecutarse durante el primer año. Considerando una operación continua a lo largo del año. Si bien, la demanda puede presentar variaciones de estacionales, especialmente en los meses de invierno.

Cada proyecto requiere un promedio de 10 días hábiles para su ejecución y entrega, por lo que se estima una capacidad inicial de 35 cubiertas verdes anuales. Con estos cálculos, más el factor de error, se proyecta que estos números irán aumentando progresivamente en función de la demanda estimada y la optimización de los procesos constructivos.

Año	Proyectos diseñados
2026	35
2027	37
2028	39
2029	41
2030	43
2031	45

Tabla 1-3. Ventas por año estimadas

1.7.5. DETERMINACION DEL PRECIO

Para competir con el competidor existente, se establecerá inicialmente un precio por metro cuadrado instalado superior a la competencia, por la exclusividad del producto, diseño personalizado y valor agregado (garantía, servicio técnico y mantenimiento). Este precio se ira ajustando, dependiendo del mercado, a medida que los costos unitarios disminuyan dependiendo de la economía.

El precio de cada proyecto variará según dimensiones, complejidad del diseño, pendiente de la cubierta y superficie requerida. El cálculo se basará en metros cuadrados de la cubierta verde instalada (incluyendo materiales, mano de obra y sistemas complementarios como estanques, filtros y motobombas). Sin embargo, como referencia para el año 2025, se estima un rango de precio de instalación de cubiertas verdes en Chile entre 3 y 7 UF/m2, lo que equivale aproximadamente a \$125.000 CLP/m2, aunque dicho valor debe ajustarse según costos locales y alcance del proyecto.

La utilidad proyectada dependerá fundamentalmente de la optimización de costos directos mediante compras al por mayor, optimizando logística y mejoras en eficiencia de instalación.

	Tipo de Cubierta	Precio CLP/m2 (2025)	Precio UF/m2	Características
1	Extensiva (simple)	\$125000	3	Bajo espesor de sustrato (6-15 cm)
2	Semi intensiva (estándar)	\$198.218	5	Espesor medio de sustrato (15-30 cm)
3	Intensiva (compleja)	\$277.505	7	Alto espesor de sustrato (mayor a 30 cm)

Fuente: Tabla comparativa de precios para cubiertas verdes 2025.

Tabla 1-4. Determinación del Precio

1.7.6. SISTEMA DE COMERCIALIZACION

Para dar a conocer el servicio integral que se ofrece a los clientes, es fundamental destacar las diferencias que existe frente a la competencia, en términos de calidad, experiencia y cordialidad con los clientes, mediante una estrategia de marketing que combine un precio competitivo y una comunicación efectiva.

El sistema de cubiertas verdes en la comuna de Quillota se enfocará en un modelo de comercialización B2B y B2C, dirigido a empresas constructoras e inmobiliarias que desarrollen proyectos habitacionales con enfoque sustentable, además de estar orientado a clientes particulares.

Este servicio contempla un diseño técnico integral, además de su instalación y mantenimiento inicial, con el propósito de atraer la atención de los clientes.

Como parte de la estrategia de comercialización, se implementarán diversas estrategias orientadas al posicionamiento del servicio:

- “Venta directa.”: La venta directa permitirá mantener contacto cercano con los

clientes, entregando asesoría técnica y presupuestos personalizados según las características del proyecto. Esta modalidad favorece la confianza, fidelización y la captación de nuevos clientes mediante recomendaciones y visitas a terreno.

- “Alianzas estratégicas.”: Se busca alianzas con constructoras, arquitectos, viveros, organismos públicos y privados relacionados con proyectos sustentables. Estas colaboraciones permitirán participar en nuevas obras, reducir costos de materiales y posicionar el servicio dentro de proyectos con certificaciones ambientales como CES (Certificación edificio sustentable) o LIVE (Liderazgo en viviendas sustentables).
- “Marketing digital y presentación online.”: La promoción se realizará mediante redes sociales y un sitio web informativo, donde se mostrarán proyectos, beneficios y testimonios.

El marketing digital permitirá llegar a distintos segmentos de clientes de manera efectiva, potenciando el reconocimiento de marcas a través de campañas locales y contenido educativo sobre sostenibilidad y eficiencia energética.

- “Participación en licitaciones públicas y privadas.”: Se postulará a licitaciones municipales y privadas vinculadas a la construcción sustentable, con el fin de ampliar el alcance del servicio y acceder a contratos con mayor escala.

Esta estrategia facilitará la visibilidad del proyecto y su consolidación como una alternativa técnica confiable dentro del mercado verde regional.

El enfoque comercial planteado busca combinar la cercanía con el cliente, la colaboración estratégica y la innovación digital, para lograr una inserción efectiva en el mercado local de Quillota. De esta forma, el servicio se posicionará como una alternativa competitiva, confiable y alineada con las políticas actuales de desarrollo sustentable en el sector de la con

CAPÍTULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

2. INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

Los aspectos relacionados con la ingeniería básica son los que determinan en gran medida la magnitud de los costos, inversiones y requerimientos técnicos necesarios para la correcta implementación del proyecto. Además, se definen las características técnicas, materiales, procesos constructivos y recursos que intervienen en el desarrollo.

2.1. ESTUDIO TÉCNICO

En este estudio se describen los procesos, equipos y materiales necesarios para el desarrollo del servicio de instalación de cubiertas verdes con sistema autónomo de riego. Además, se consideran los aspectos estructurales, normativos y de gestión asociados al proyecto, incluyendo la organización del personal capacitado y los procedimientos requeridos para garantizar una ejecución eficiente, segura y sustentable de cada etapa del proceso. Esta evaluación técnica permite determinar la factibilidad operativa del proyecto y establecer los parámetros que orientan su implementación y posterior mantenimiento.

2.1.1. DESCRIPION Y SELECCIÓN DE PROCESOS

El proceso productivo de la empresa integra tecnología, recursos naturales y mano de obra especializada para transformar los materiales e insumos en un sistema de cubierta verde completamente funcional. Combina la ingeniería de diseño, la gestión técnica y la ejecución constructiva para ofrecer soluciones seguras, eficientes y sustentables.

Cada etapa del proceso busca asegurar la calidad del servicio y optimizar los recursos disponibles, priorizando materiales livianos, duraderos y compatibles con las condiciones estructurales y climáticas del entorno.

Para obtener un buen desarrollo en el área de producción se debe definir las fases productivas

Procedimientos:

1. Necesidad del cliente
2. Oferta del producto y propuesta técnica
3. Negociación y definición del precio
4. Contratación y planificación
5. Ejecución y montaje del sistema
6. Revisión técnica y entrega del proyecto
7. Pago y cierre administrativo
8. Mantenimiento y post venta

Necesidad del cliente:

Se identifican las necesidades del cliente, el tipo de cubierta a intervenir y los objetivos del proyecto (estético, ambientales o de eficiencia térmica). Además, se recopila información sobre las características estructurales del inmueble y las condiciones climáticas locales.

Oferta del producto y propuesta técnica:

Se desarrolla y presenta la propuesta técnica y económica, definiendo el tipo de cubierta verde (extensiva o intensiva), el espesor del sustrato, especies vegetales adecuadas y la integración del sistema autónomo de riego. Esta etapa permite determinar los materiales y equipos necesarios de instalación.

Negociación y definición del precio:

En esta etapa se establecen las condiciones económicas, los plazos de ejecución y las garantías asociadas al sistema de cubiertas verdes. El precio final se determina en función del tipo de cubierta, la superficie a intervenir, las especies vegetales seleccionadas y los requerimientos específicos del cliente, como el diseño personalizado.

Contratación y planificación:

Una vez aceptada la propuesta, se formaliza el contrato de prestación de servicios para la instalación de cubiertas verdes, y se procede inmediatamente a planificar las actividades relacionadas con la adquisición y transporte de materiales.

Ejecución y montaje del sistema:

Se instalan los componentes del sistema siguiendo el orden de capas establecido, garantizando la impermeabilidad, drenaje y la correcta distribución de riego. Todo el proceso se supervisa para asegurar el cumplimiento de las normas técnicas y de seguridad.

Revisión técnica y entrega del proyecto:

Una vez finalizada la instalación, se verifica el funcionamiento del sistema, evaluando el riego, la retención de agua y la estabilidad del sustrato. Posteriormente, se realiza la entrega formal al cliente.

Pago y cierre administrativo:

Se gestionan los pagos acordados según las condiciones establecidas en el contrato, entregando la documentación técnica y comercial correspondiente.

Mantenimiento y post venta:

Se ejecuta un mantenimiento inicial que incluye la supervisión del crecimiento vegetal, la calibración del sistema de riego y la reposición de especies si es necesario. Además, se ofrece un servicio post venta para garantizar la satisfacción del cliente y la durabilidad del sistema instalado.

2.1.2. DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques muestra en manera dinámica las etapas que conforman el proceso de desarrollo e implementación del proyecto, hasta su fase de termino, como se aprecia en la siguiente figura:

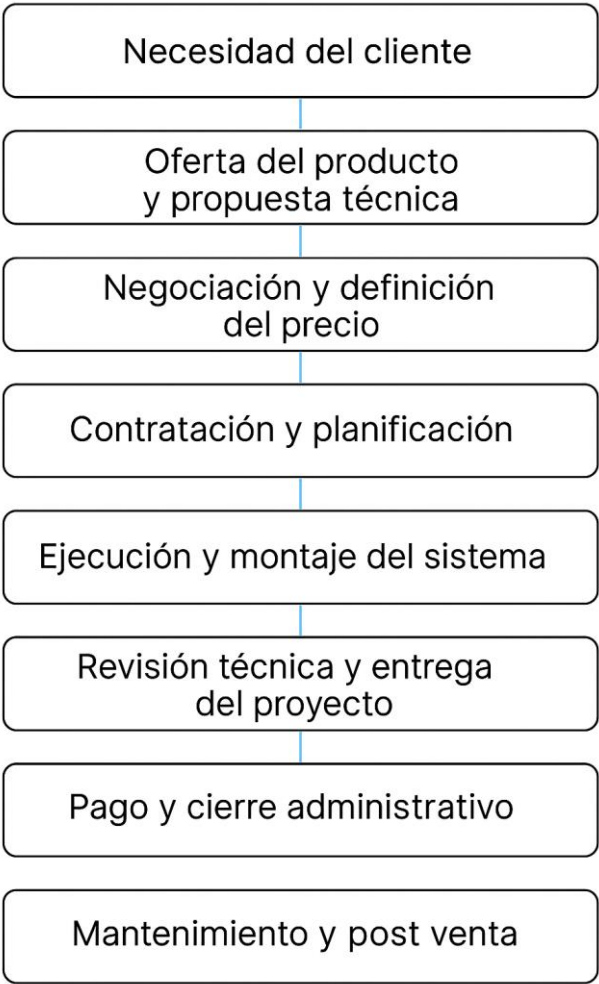


Figura 2-1. Diagrama de bloques para trabajos de una empresa

2.1.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (FLOR SHETT)

Permite apreciar de manera puntual y clara las etapas que componen el proceso, desde la identificación de la necesidad del cliente hasta la ejecución y entrega del proyecto. A través de esta presentación grafica se facilita la comprensión del orden lógico de las actividades y de las decisiones involucradas en el servicio de instalación de cubiertas verdes.

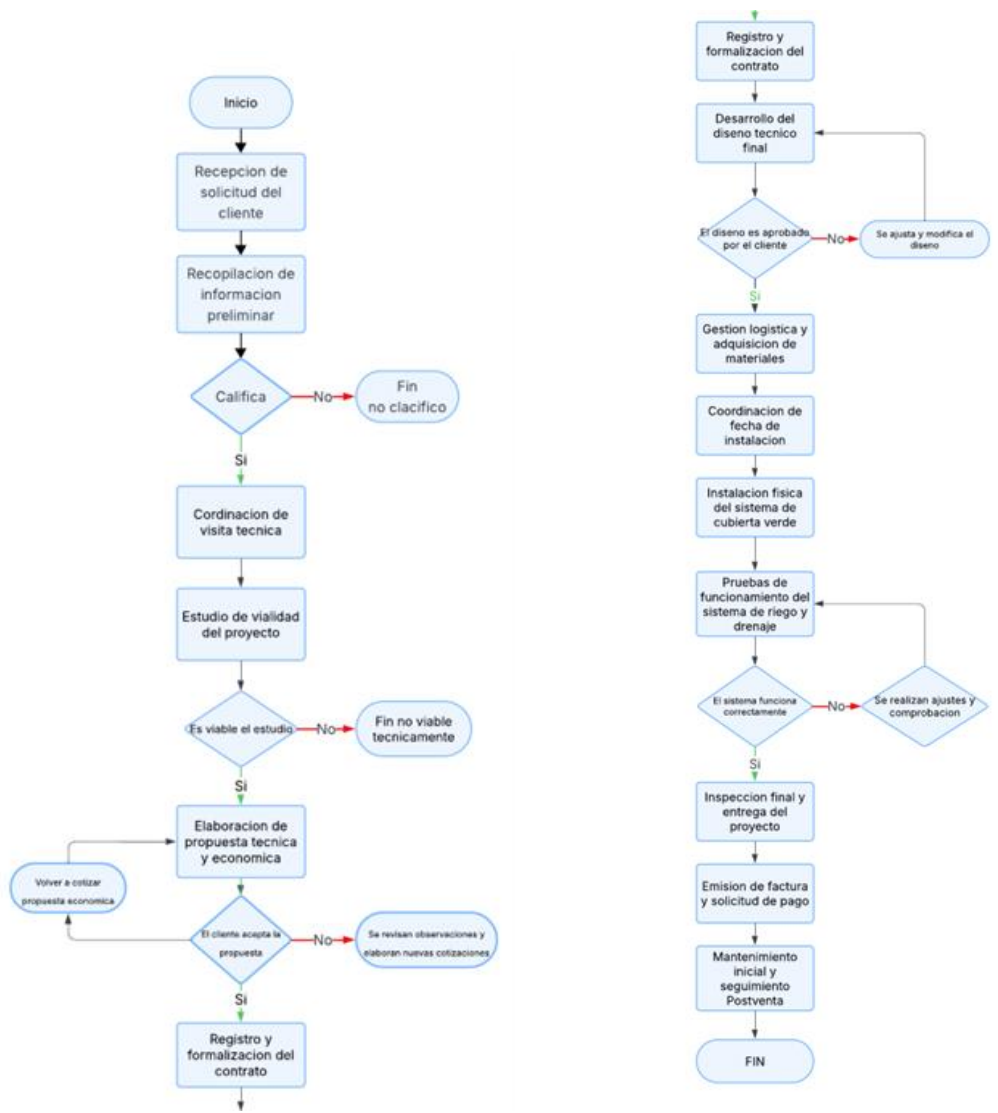
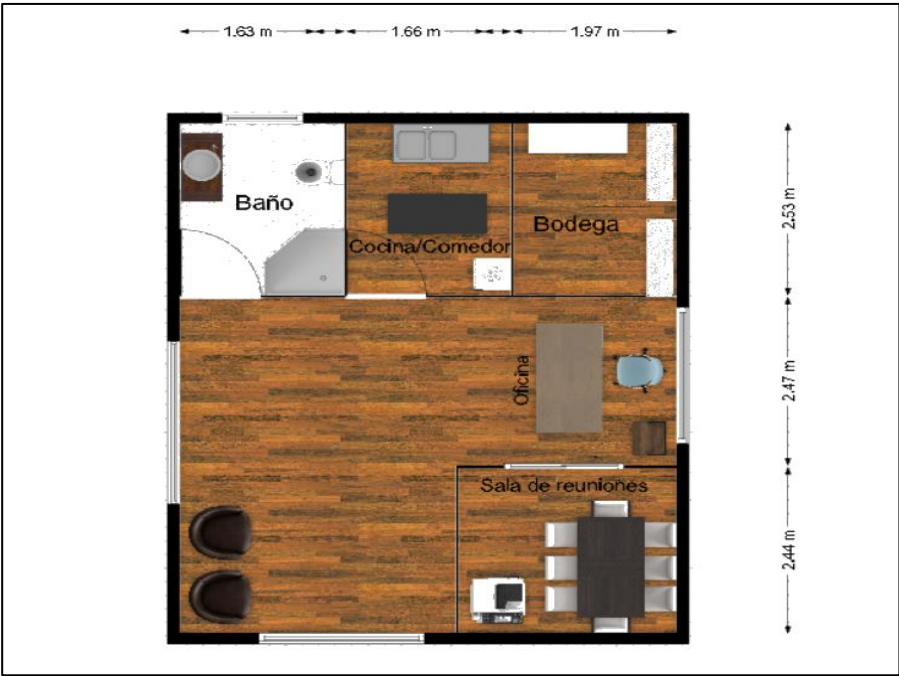


Figura 2-2. Diagrama de Flujo

2.1.4. DIAGRAMA DE LAY OUT

Para el diseño y distribución del proyecto se consideraron los criterios de funcionalidad y eficiencia, buscando una organización optima de los espacios disponibles. La propuesta permite un uso equilibrado del terreno, garantizando condiciones adecuadas de seguridad y comodidad para el personal.

La instalación contempla:



Fuente: <https://floorplanner.com/es>.

Figura 2-3. Diagrama Lay Out Bodega y Oficina

2.1.5. BALANCE DE MASA Y ENERGIA

Con esta información es posible estimar el consumo energético total y evaluar la factibilidad técnica del sistema de riego. Se considera la energía necesaria para un proyecto con un local de 45 m2.

A continuación, se presentan los principales consumos energéticos mensuales asociados al funcionamiento del local.

Materiales-Insumos	Cantidad	Energía (Watts)	Observación
Camioneta	1	250.000 W	Traslado de materiales y equipos hacia lugar de instalación
Taladro eléctrico	2	900 W	
Cargador de herramientas	1	100 W	
Bomba de agua eléctrica	2	750 W	Equipo principal para el sistema de riego automatizado
Computador	1	150 a 250 W	
Impresora multifuncional	1	30 a 50 W	
Microondas	1	600 a 1200 W	
Hervidor	1	1000 a 1500 W	
Teléfono móvil	1	10 a 20 W	
Refrigerador pequeño	1	70 a 100 W	

Tabla 2-1. Balance de masas y energía

2.1.6. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Para la implementación del sistema se seleccionaron equipos que cumplieran con criterios de bajo costo de mantenimiento, disponibilidad en el mercado nacional y eficiencia operativa. La elección se basó en un equilibrio entre inversión inicial, rendimiento y facilidad de instalación, priorizando tecnologías de uso simple y seguro para el personal.

A continuación, se mostrarán las inversiones que se tienen en cuenta al momento de poner en marcha la empresa.

(Valor UF \$39.633,38)

Listado de Herramientas y Maquinarias.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario CLP	Valor unitario (UF)	Valor total (UF)	Observación
Bomba de agua eléctrica Pedrollo	35	\$85.000	2,1447	75,063	Bomba Periférica Pkm60 0,5 hp 220v Caudal 30-40 L/m2
Taladro eléctrico	2	\$79.990	2,0182	4,036	13 mm, 20V +1 Batería 2AH
Pala punta	2	\$11.990	0,3025	0,605	
Llave inglesa 10’’	2	\$5.690	0,1436	0,287	
Cinta teflón	2	\$990	0,0250	0,050	
Remachador manual	2	\$16.990	0,4287	0,857	Fijaciones ligeras
Soplador	2	\$19.990	0,5044	1,009	
Rastrillo plástico	2	\$14.390	0,3631	0,726	
Cutter industrial	2	\$6.990	0,1764	0,353	
Nivel de burbuja	2	\$4.990	0,1259	0,252	
Cinta métrica	2	\$4.990	0,1259	0,252	30 Metros
Balde de transporte	2	\$4.190	0,1057	0,211	10 Metros
Cepillo- escobas- recogedores	2	\$4.990	0,1259	0,252	
Juego herramientas de mano	2	\$57.990	1,4632	2,926	
Camioneta	1	\$11.290.000	284,8609	284,861	

Andamio modular	2	\$119.990	3,0275	6,055	
Casco de seguridad	3	\$3.190	0,0805	0,241	
Arnés de seguridad	3	\$11.888	0,2999	0,900	
Guantes de seguridad Impermeables	3	\$5.490	0,1385	0,416	
Lentes de seguridad	3	\$1.000	0,0252	0,076	
Mascarilla protectora	3	\$5.670	0,1431	0,429	10 Unidades
Botas de seguridad Punta de Acero	3	\$18.570	0,4685	1,406	
Alargador eléctrico resistente al agua	3	\$15.417	0,3890	1,167	20 Metros
Total	85	\$11.790.385	297,486	382,430	

Tabla 2-2. Listado Herramientas y Maquinarias

Listado equipos y muebles

Descripción	Cantidad	Valor Unitario CLP	Valor unitario (UF)	Valor total (UF)	Observación
Escritorio técnico	1	\$59.990	1,514	1,514	
Computador	1	\$119.990	3,027	3,027	
Silla ergonómica	7	\$24.990	0,631	4,414	
Impresora multifuncional	1	\$59.990	1,514	1,514	
Microondas	1	\$44.990	1,135	1,135	
Hervidor	1	\$8.990	0,227	0,227	
Estantería metálica	1	\$16.990	0,429	0,429	Fichas y Documentos
Mesa de reuniones	1	\$136.990	3,456	3,456	
Teléfono móvil de empresa	1	\$59.990	1,514	1,514	
Basurero	1	\$4.990	0,126	0,126	
Refrigerador pequeño	1	\$69.990	1,766	1,766	
Extintor	1	\$20.000	0,505	0,505	4 kilos ABC 04 Incluye soporte mural
Botiquín de primeros auxilios	1	\$10.493	0,265	0,265	10 personas
Total	19	\$638.383	16,107	19,890	

Tabla 2-3. Listado Equipos y Muebles

Listado de Materiales

Descripción	Cantidad M2	Valor Unitario M2 CLP	Valor unitario (UF)	Valor total (UF)	Observación
Membrana Impermeabilizante	1	\$6.200	0,156	0,156	
Barrera contra raíces	1	\$8.500	0,214	0,214	HDPE 1mm M2
Manto drenante modular	1	\$6.500	0,164	0,164	M2
Geotextil Filtrante	1	\$2.890	0,073	0,073	150 g/m2
Sustrato liviano	1	\$8.000	0,202	0,202	Saco 40L
Manto vegetal /Semilla	1	\$4.500	0,114	0,114	Cubre suelo Dichondra Repens Semilla
Manguera De riego por Goteo	1	\$5.000	0,126	0,126	Línea Secundaria de Riego
Conectores de Riego	1	\$5.000	0,126	0,126	Sets accesorios de riego ½” Pitón 2 conectores
Programador de Riego	1	\$778	0,020	0,020	Unidad \$35.000 CLP
Estanque recolector	1	\$711	0,018	0,018	2000L, Unidad \$32.000
Tubería PVC	1	\$3.464	0,087	0,087	PEAD 25mm
Codos/uniones PVC	1	\$4.500	0,114	0,114	Set 10 Tees Presión Tigre 25mm
Sellador Poliuretano	1	\$7.311	0,184	0,184	Tubo Sellos perimetrales 300ML Blanco
Combustible	1	\$2.444	0,062	0,062	Total Mensual \$110.000
Total	14	\$65.798	1,660	1,660	

Tabla 2-4. Listado de materiales

2.2. ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES

En este punto se describe la estructura técnica y legal que sustenta el proyecto. La empresa contara con personal capacitado para la instalación, impermeabilización y mantenimiento del sistema de cubierta verde, garantizando la seguridad, eficiencia y calidad del proceso constructivo. Todo el personal deberá cumplir con la ley N 16.744 sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, además de las exigencias de la dirección del trabajo para la prevención de riesgos.

En cuanto a los aspectos normativos, Chile se encuentra avanzando en la incorporación de las cubiertas verdes dentro de la ley general de urbanismo y construcciones (LGUC), y la ordenanza general de urbanismo y construcciones (OGUC), mediante los decretos supremos N 316 y N 317, que modifican los artículos 2.6.3 de la OGUC, promoviendo el uso de azoteas para fines sustentables.

Asimismo, se deberá cumplir con las normativas ambientales vigentes (Ley N 19.300) y con la Norma Chilena NCh 1333/1978, referente a la calidad del agua de riego. Cabe destacar que el ministerio de salud (MINSAL) aún no ha emitido una regulación específica respecto al uso de aguas lluvias para riego, por lo que se recomienda seguir los criterios técnicos del instituto nacional de normalización (INN) y las directrices del ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU)

En conjunto, estas disposiciones aseguran que el proyecto se desarrolle bajo el marco legal, promoviendo practicas seguras y ambientales responsables en la implementación de cubiertas verdes dentro del territorio nacional.

2.2.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Cada proyecto requiere una estructura organizativa diseñada según sus propias características y requerimientos operativos. Esta es fundamental para definir las necesidades de personal calificado para la gestión y, por lo tanto, estimar con mayor precisión los costos indirectos de la mano de obra ejecutiva.

En este sentido, el proyecto contempla una estructura que permite cumplir de manera eficiente con los objetivos propuestos. Se definen las responsabilidades, niveles de autoridad y mecanismos de coordinación entre las distintas áreas, garantizando una gestión técnica y operativa ordenada.

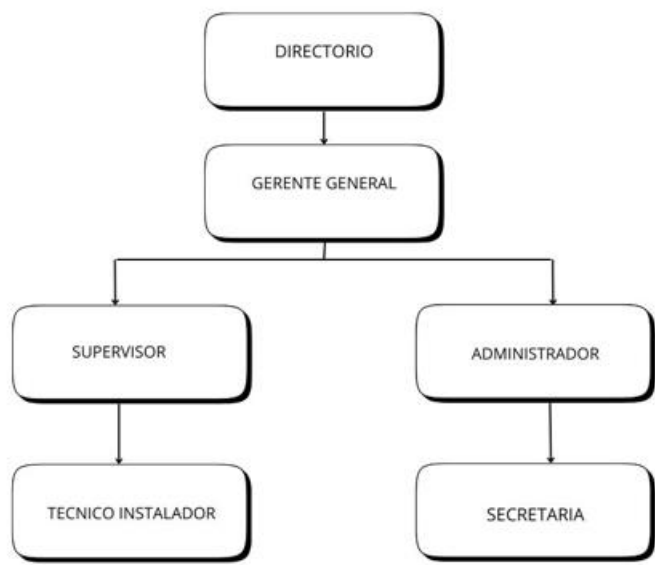


Figura 2-4. Organigrama

Esta estructura se mantendrá mientras la cantidad de proyectos sea manejable por el personal contratado.

La instalación de techos verdes se realiza perfectamente en periodos con condiciones climáticas favorables y baja probabilidad de precipitaciones. No obstante, su ejecución durante los meses de otoño tardío e invierno es posible, siempre que se adopten medidas de planificación, protección de obra y control técnico.

Se estima que cada instalación demorara en promedio 10 días, lo que determina un número máximo de proyectos realizables en un año. Es por esto, que en el momento en que la empresa no pueda responder a la demanda proyectada, será necesario realizar una ampliación del personal, modificando la estructura organizacional existente para adaptarse al aumento de la carga laboral.

2.2.2. PERSONAL, CARGOS Y PERFILES

En este punto se detallará información del personal que trabajará en la empresa. En este proyecto se consideran inicialmente, un gerente general, supervisor, asistente de venta y marketing, y personal técnico.

Se contará con personal fijo y de planta, que trabajara durante todo el año, y personal estacional, que se incorporará cuando aumente su demanda.

A continuación, se presentan detalladamente los cargos y perfiles para este proyecto.

Cargo	Perfil	Experiencia	Principales funciones
	Profesional	Requerida	
Gerente General	Ingeniero civil, constructor o arquitecto con formación en gestión de proyectos.	Mínimo 5 años en dirección de proyectos de construcción o sustentabilidad.	Dirigir el proyecto, tomar decisiones estratégicas, coordinar recursos financieros y técnicos, y garantizar el cumplimiento de objetivos.
Asistente Administrativa	Técnico en administración, contabilidad o secretariado ejecutivo.	1 a 2 años en funciones administrativas o atención al cliente.	Apoyar la gestión documental, coordinación de reuniones, control de correspondencia, ingreso de facturas y asistencia al área contable y legal.
Ingeniero de Diseño y Riego	Ingeniero agrónomo, hidráulico o técnico agrícola especializado en riego automatizado.	2 a 4 años en diseño e implementación de sistemas de riego.	Diseñar el sistema de riego, dimensionar equipos y definir parámetros eléctricos e hidráulicos.
Supervisor de Instalación	Técnico en construcción o maestro especializado en obras menores.	3 años en instalación de sistemas constructivos o jardinería técnica.	Dirigir el montaje de capas del sistema (impermeabilización, drenaje, sustrato, vegetación).
Técnicos Instaladores	Técnico en obras civiles o instalador certificado.	1 a 2 años en obras similares o trabajos de techumbre.	Ejecutar tareas de instalación, conexión de riego, colocación de sustrato y siembra.
Encargado de Seguridad y Medio Ambiente	Técnico o ingeniero en prevención de riesgos y gestión ambiental.	2 años en control de riesgos y normativa medioambiental en obras.	Asegurar el cumplimiento de la Ley N 16.744, supervisar seguridad en altura y manejo de residuos.

Asesor Legal y Administrativo	Abogado o técnico jurídico con experiencia en derecho urbanístico o empresarial.	3 años en tramitación de permisos, contratos y legislación laboral.	Gestionar documentación legal, permisos municipales y cumplimiento normativo.
Personal de Mantención	Operario con experiencia en jardinería, riego o mantenimiento urbano.	1 año en mantención de áreas verdes o cubiertas.	Realizar limpieza de drenajes, control de riego y revisión periódica del sistema.
Encargado de Marketing y ventas	Técnico o profesional en marketing, publicidad o ingeniería comercial.	2 a 3 años en ventas, marketing digital o promoción de servicios, ideal experiencia en construcción, jardinería o sustentabilidad.	Diseñar e implementar estrategias comerciales, gestionar redes sociales, atraer clientes, realizar cotizaciones, coordinar reuniones comerciales, preparar material publicitario y evaluar mercados potenciales.

Tabla 2-5. Listado Cargos y Perfiles Personal

2.2.2.1. PROGRAMA DE TRABAJO, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL

El programa de trabajo será netamente relacionado a la instalación de cubierta verde. En este proyecto se considera un equipo compuesto por gerente general, administrador, maestros, ayudantes, y asistente de marketing y ventas

La instalación de una cubierta verde contempla una duración promedio de 10 días de corrido, durante los meses operativos, priorizando condiciones climáticas favorables. Se estima un flujo anual de 35 a 40 proyectos inicialmente, dependiendo del tamaño y complejidad.

Cada instalación considera cuatro etapas principales, planificación y diseño (revisión de techumbre y cálculo de materiales), preparación de superficie (limpieza, reparaciones), instalación del sistema (montaje de capas técnicas), por último, pruebas y recepción, que contempla la verificación hidráulica y la entrega formal al cliente.

La instalación requiere un esquema de turnos que optimice tiempos y garantice seguridad.

- Los turnos son de 9:00 a 18:00, en caso de no cumplir con estos horarios se descontará las horas no trabajadas o día completo. Si se requiere trabajar los días sábado, será de 8:00 a 13:00 y la decisión será tomada teniendo en cuenta la cantidad de horas legales extras permitidas durante la semana.

Todo Horario semanal puede ser modificado por problemas de atrasos en la Obra.

Cargo	Cantidad De Personal	Sueldo Personal UF	Tipo de Contrato	Turno/ Jornada
Gerente General	1	26,28	Indefinido	Flexible, según planificación y reuniones
Administrador/secretaria	1	12,94	Indefinido	Lunes a viernes, 09:00-18:00
Supervisor	1	15,51	Por proyecto	Lunes a viernes, 09:00-18:00
Maestros Instalador	2	15,25	Indefinido	Según instalación Lunes a viernes, 09:00-18:00 Jornada completa en terreno
Ayudantes de Instalación	2	14,22	Indefinido	Lunes a viernes, 09:00-18:00 Jornada completa en terreno
Encargado de seguridad Previsionista	1	2 (POR VISITA)	Por proyecto	Visita diaria al inicio de la jornada (inducción y verificación de EPP)
Personal de Mantenición	1	16,32 (DEPENDENDE)	Por proyecto	Horario variable Visita programada
Marketing y Ventas	1	16,32	Indefinido	Según necesidad comercial

Tabla 2-6. Listado Turnos Personal

La ley 16.744 establece normas sobre accidentes laborales y enfermedades profesionales. Esta ley será de carácter obligatorio para toda persona que realice prestaciones a la empresa.

2.2.3. MARCO LEGAL

El proyecto de implementación de una cubierta verde se encuentra regulado por un conjunto de leyes, normativas y disposiciones técnicas que establecen los requisitos ambientales, constructivos, laborales y operacionales necesarios para su diseño, instalación y posterior funcionamiento. A continuación, se presenta el marco normativo aplicable:

Ambiental

Ley N 19.300 establece los principios generales de protección ambiental en Chile, regulando las actividades que involucren manejo de recursos naturales y el uso del agua. La cobertura vegetal debe implementarse asegurando un uso eficiente del recurso hídrico y evitando impactos negativos en el entorno.

NCh 1333/1978 define los criterios físicos, químicos y microbiológicos mínimos para el uso de agua destinada a riego. En este proyecto, el riego utiliza agua lluvia almacenada, por lo que se deben considerar parámetros que aseguren un uso seguro para la vegetación y sin riesgos para los usuarios.

Construcción y urbanismo

LGUC determina los requisitos de seguridad, estabilidad, habitabilidad y diseño aplicables a edificaciones y elementos anexos. La instalación de la cubierta verde se considera una intervención en la techumbre, por lo que se debe cumplir con criterios estructurales y de evacuación de aguas lluvia.

OGUC complementa la LGU y contiene especificaciones técnicas referentes a materiales, impermeabilización, cargas y pendientes de techumbre.

- Pendiente mínima de evacuación de aguas lluvia.
- Resistencia estructural por la carga adicional del sistema de techos verdes.
- Canaletas y bajadas lluvia con correcto funcionamiento.

Normas técnicas asociadas

NCh 1537 sobre cargas permanentes y sobrecargas

NCh 432 sobre acciones de viento en modificaciones

Seguridad y salud

La ley 16.744 establece normas sobre accidentes laborales y enfermedades profesionales. Esta ley será de carácter obligatorio para toda persona que realice prestaciones a la empresa.

Código del trabajo

Artículo 184 establece que el empleador tiene el deber de proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, proporcionando condiciones adecuadas de higiene y seguridad. Para

la instalación de la cubierta verde esto implica:

- Entrega y uso obligatorio de elementos de protección personal EPP.
- Capacitación en procedimientos seguros de trabajo en altura.
- Supervisión del cumplimiento de medidas preventivas durante la instalación.
- Implementación de controles de riego en techumbres.

Artículo 152 el cual regula la contratación por obra o faena. Esta disposición resulta pertinente para este proyecto, ya que los técnicos instaladores participan en periodos acotados asociados directamente a la ejecución de cada cubierta verde. De esta forma, se asegura una relación laboral ajustada a derecho y acorde a la temporalidad propia del servicio.

2.2.4. IMPACTO MEDIO AMBIENTAL (DECLARACION O ESTUDIO)

En Chile todo proyecto de infraestructura o intervención constructiva debe considerar los posibles efectos que pueda generar sobre el entorno natural, asegurando que su desarrollo sea compatible con las condiciones ambientales del lugar. En este marco la Ley N 19.300, promulgada el 09 de marzo de 1994, establece las bases generales del Medio Ambiente y define los principios que rigen la gestión ambiental en el país, la cual señala que cualquier proyecto que altere directa o indirectamente el medio ambiente debe ser evaluado para determinar su compatibilidad ambiental y asegurar que su desarrollo no afecte negativamente los recursos naturales ni las condiciones ecológicas del área intervenida.

Asimismo, el Artículo 41 señala que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse asegurando se capacidad de regeneración y manteniendo la diversidad biológica, especialmente en aquellas especies protegidas conforme al Artículo 37.

Este proyecto de instalación de techo verde liviano se considera de bajo impacto, dado que se ejecuta sobre una infraestructura existente, no afecta sistemas hídricos, no modifica el suelo natural y no implica eliminación de vegetación nativa. Su proceso no forma parte del listado de proyectos que requieren ingresar al SEIA (sistema de evaluación de impacto ambiental), ya que no presenta riesgos significativos para la salud de la población ni altera ecosistemas naturales.

Durante la instalación, los residuos generados corresponden principalmente a materiales no peligrosos, tales como geotextiles, restos de sustratos, entre otros, los cuales serán gestionados adecuadamente mediante retiro municipal o reciclaje cuando corresponda. No se producen emisiones contaminantes, ni ruidos de magnitud relevantes, limitándose la intervención a labores de montaje y adecuación de cubierta.

Las fases de Techo Verde producen efectos positivos sobre el medio ambiente

- Mejora la calidad del aire al capturar partículas finas.
- Aumenta la aislación térmica y reduce la demanda energética de la vivienda.
- Favorece la retención de agua y disminuye el escurrimiento superficial.
- Reduce el efecto de isla de calor en zonas densamente construidas.

La vida útil de un techo verde supera los 15-20 años. Al finalizar este periodo, sus componentes de geotextil, drenaje, sustrato y vegetación pueden ser retirados de manera segura. Los elementos reutilizados, pueden reinsertarse en nuevos proyectos, minimizando la generación de residuos finales.

Considerando lo anterior, y conforme a la Ley N 19.300, se establece que el proyecto no presenta impactos ambientales adversos significativos, sino que contribuye positivamente a la sustentabilidad urbana. La intervención es compatible con su entorno, mejora las condiciones ambientales locales y se enmarca en las buenas prácticas de construcción sostenible.

2.3. **DISEÑO DE PLANTA**

Para este proyecto la disposición del techo verde se desarrolla sobre una superficie previamente regularizada, respetando la orientación, sombra proyectada y disponibilidad de luz solar directa. La planta se diseña manteniendo un trazado ordenado de los elementos vegetales, distribuyendo las capas de soporte, filtración y drenaje de manera continua y uniforme para segura su correcto funcionamiento hidráulico. La ubicación de los drenajes se mantiene despejada, garantizando una evacuación eficiente del agua lluvia.

El diseño de planta también contempla la distribución del sustrato según espesores definidos, logrando una cobertura homogénea que permita el adecuado crecimiento de especie vegetal, esta se agrupa en sectores, facilitando su reposición o mantenimiento sin intervenir la totalidad del sistema, optimizando el sistema frente a las condiciones climáticas locales.

En conjunto, este diseño busca asegurar la accesibilidad, durabilidad y eficiencia funcional del techo verde, potenciando durante el uso y maximizando los beneficios ambientales y térmicos asociados a este tipo de soluciones sustentables



Fuente: <https://www.planosdecasas.cl/producto/plano-casa-motril/>

Figura 2-5. Diseño de planta

2.3.1. **DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERIAS**

El sistema de tuberías se diseña para garantizar la correcta distribución del agua de riego en la superficie de la techumbre, asegurando su condición hacia los puntos de evacuación. El diseño considera un sistema de riego por goteo alimentado por una bomba eléctrica seleccionada en función al caudal y presión requerida.

Se establecen zonas de transición de bordes y perímetros, mediante franjas libres de vegetación para permitir la revisión de canaletas e inspección de uniones y circulación restringida durante las labores de mantenimiento. Es por esto, que se contempla con un punto de acceso seguro a la techumbre, mediante una escalera fija o acceso lateral para facilitar la supervisión periódica del sistema sin afectar el sistema de techo verde.

En la construcción existente se cuenta con un sistema en la red de agua potable y alcantarillado en perfectas condiciones, por lo que no se hará ninguna modificación y se mantendrán las instalaciones con las que se cuenta.

Para la dimensión de tuberías se consideran los siguientes criterios técnicos fundamentales.

- Caudal de diseño: Según los requerimientos del riego por goteo (L/H) y el tiempo disponible el riego diario.
- Presión mínima de emisores: Presión recomendada por el fabricante de las mangueras de goteo.
- Pérdidas de carga: Los diámetros de tubería se seleccionan de manera que las perdidas por fricción se mantengan dentro de los rangos aceptables.
- Compatibilidad con la bomba: El equipamiento hidráulico debe satisfacer tanto el caudal como la presión total requerida, incluyendo su altura y pérdida de carga acumulada.
- Facilidad de instalación y mantenimiento: Se priorizan materiales livianos, resistentes y de amplia disponibilidad en el mercado nacional. Para favorecer su instalación y mantenimiento eficiente.

2.3.2. DISEÑO DE SISTEMA DE POTENCIAS

Dado que este proyecto no incorpora maquinarias de alto consumo eléctrico ni equipos que operen de manera continua, la demanda energética es relativamente baja. El sistema considera únicamente el funcionamiento programado de una bomba de agua de pequeña potencia y el consumo asociado a los dispositivos de control, como el programador o temporizador de riego.

Los consumos eléctricos se calculan en función de la potencia nominal de cada elemento, su tiempo de operación y cantidad de puntos de conexión necesarios para garantizar una instalación segura y operativa. De esta manera, se determina la potencia total instalada y la corriente estimada del circuito, información fundamental para seleccionar la protección eléctrica y los conductores que alimentaran el sistema de techos verdes.

Los consumos considerados serán

- Gastos de iluminación de oficina (computadores e impresoras, en constante funcionamiento)
- Bodega.
- Lugares domésticos.

Cargas eléctricas del sistema de riego					
Equipo	Cantidad	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Corriente Estimada (A)
Bomba de agua para riego	1	370	370	220	1,7
Programador de riego	1	10	10	220	0,05
Enchufe de servicio para mantención (Tomacorriente)	1	1.000	1.000	220	4,6
Total			1.380		6,3

Tabla 2-7. Potencia Estimada por Proyecto

Corriente estimada calculada mediante formula:

$$I= P/V$$

2.3.3. DISEÑO DE OBRAS CIVILES

La techumbre cuenta con pendiente operativa, sistema de impermeabilización y evacuación de aguas lluvia en funcionamiento, por lo que no será necesario realizar modificaciones a la infraestructura existente para la implementación del sistema de teche verde liviano.

2.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Como se ha explicado previamente, el servicio consiste en la instalación de una cubierta verde liviana que incorpora un sistema de riego superficial, alimentado por un estanque mediante una bomba. El agua de lluvia captada desde la techumbre es almacenada en el estanque, y posteriormente utilizada para el riego. La electrobomba solo se activa cuando el nivel del estanque disminuye, permitiendo su recarga desde un punto inferior.

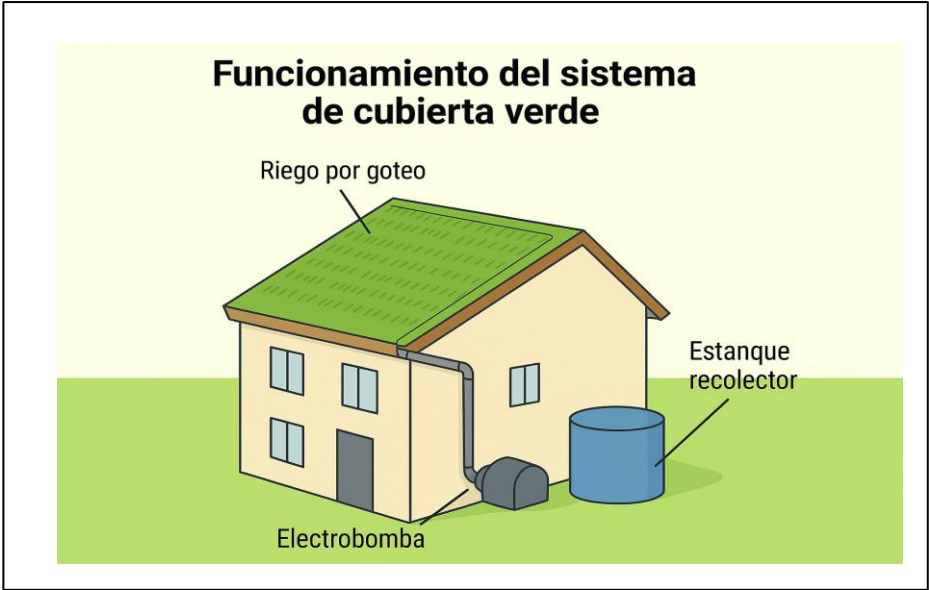
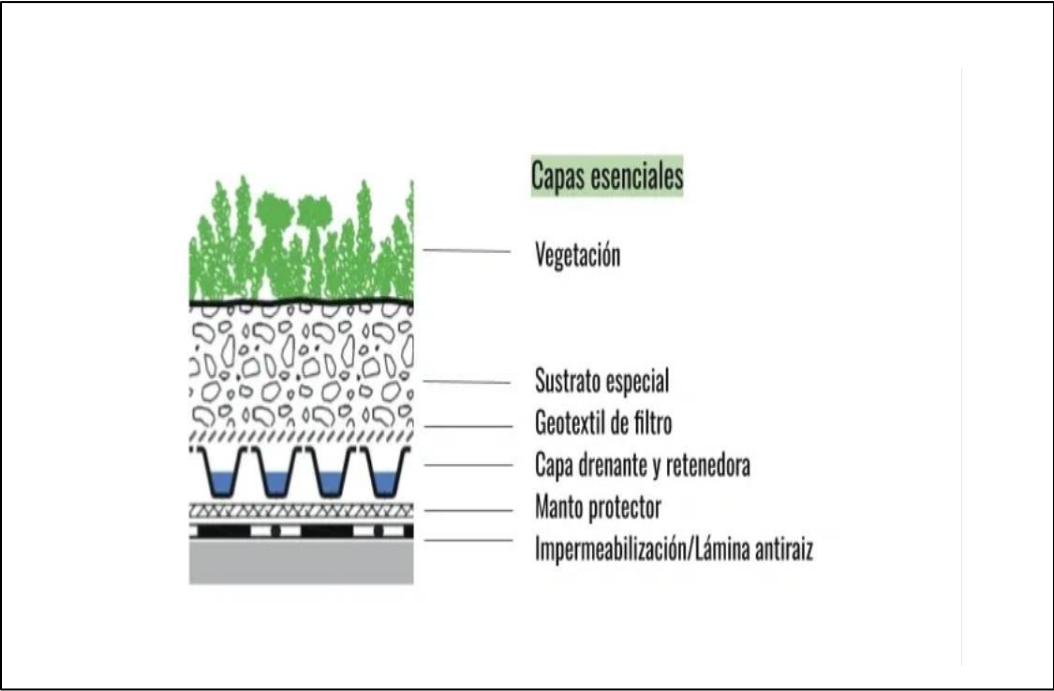


Figura 2-6. Funcionamiento sistema de cubierta verde

- 1.- Recepción del agua lluvia: Las precipitaciones son recibidas por la cubierta verde y el sustrato absorbe parte del agua, drenando el excedente hacia la canaleta.
- 2.- Conducción hasta el estanque: una vez en la canaleta las aguas seguirán su curso hasta llegar al estanque para su almacenamiento.
- 3.- Riego mediante electrobomba: Desde el estanque ubicado a nivel de suelo, el agua es impulsada hacia la red de riego superficial mediante una electrobomba. Este equipo entrega la presión necesaria para el funcionamiento uniforme del goteo, asegurando un suministro controlado y constante en toda la superficie.
- 4.- Impulsión y operación del sistema: La electrobomba se activa únicamente durante los ciclos de riego programados, impulsando el caudal requerido hacia las tuberías. Al encontrarse el estanque a nivel de suelo, la presión del sistema depende completamente del funcionamiento de la bomba, lo que permite prescindir de un estanque elevado y reduce las cargas sobre la techumbre.

Para comprender el funcionamiento completo de la cubierta verde, se describe a continuación los elementos que componen el sistema.

Cubierta verde: Se construye a partir de un conjunto de capas diseñadas para permitir el establecimiento de vegetación con bajo mantenimiento. El espesor del sustrato depende del tipo de especie seleccionada, ya que algunas plantas requieren un mayor volumen de medio de crecimiento para desarrollarse adecuadamente. A mayor espesor, mayor será la carga estructural, por lo que se debe considerar la capacidad resistente de la techumbre existente.



Fuente: <https://addgreenproject.com/leeme/f/como-construir-una-cubierta-verde>
Figura 2-7. Componentes de la cubierta verde

Soporte estructural: Corresponde a la superficie base donde se instalará la cubierta verde. Puede ser una losa o una estructura que cuente con la resistencia necesaria para soportar las cargas adicionales del sustrato y la vegetación. Esta base debe estar completamente limpia y libre de elementos metálicos que puedan perforar la impermeabilización.

Membrana impermeabilizante: Capa encargada de evitar el paso de humedad hacia la estructura. Constituye la protección primaria frente a filtraciones.

Barrera contra raíces: sobre la membrana impermeabilizante se instala una lámina que actúa como protección frente al crecimiento de raíces. Este material será de polietileno, ya que es de alta densidad y evita que las raíces penetren y dañen las capas inferiores. Según el tipo de vegetación seleccionada, se debe evaluar si es necesario utilizar doble barrera para asegurar la protección anti-raíces.

(Opcional) Aislación térmica: Material que mejora el comportamiento térmico de la vivienda, reduciendo pérdidas y ganancias de calor.

Drenaje: Esta capa está formada por canales diseñados para evacuar el exceso de agua y evitar que el sustrato se sature. Su función es permitir que el agua fluya libremente sin comprometer la impermeabilización, ni añadir peso innecesario a la estructura. Además, ayuda a mantener la humedad uniformemente en toda la superficie.

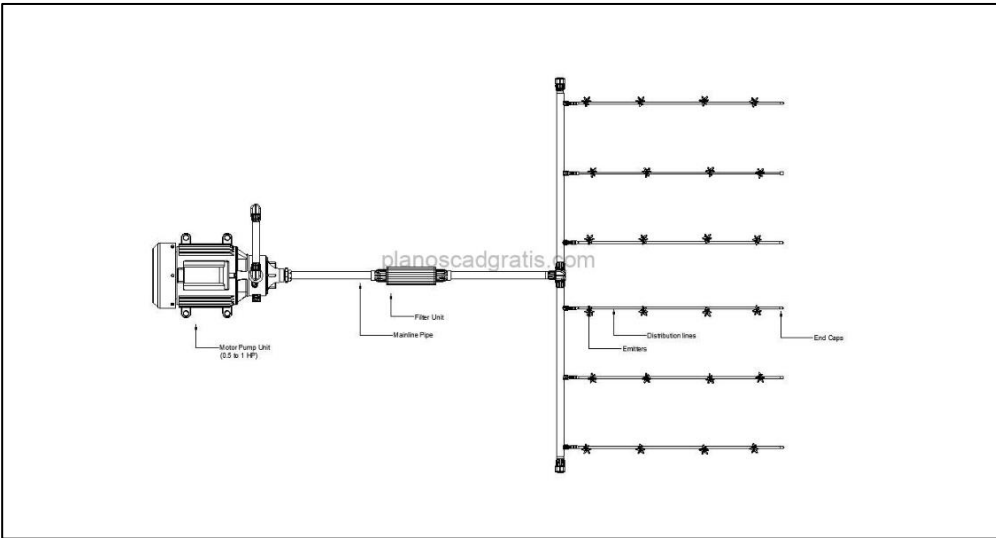
Filtro: Es una capa liviana resistente, que se coloca sobre el drenaje. Su finalidad es impedir que las partículas finas del sustrato se desprendan y obstruyan el sistema de drenaje.

Medio de crecimiento: Mezcla de sustrato liviano formulado para cubiertas verdes, incluye material orgánico, componentes minerales y elementos que favorecen la retención de humedad sin aportar peso excesivo.

Vegetación: Selección de especies resistentes a condiciones de techo, como radiación

directa y variación de humedad. Se priorizan plantas bajo mantenimiento como cubre suelos o especies nativas.

Sistema de riego por goteo superficial: Consiste en una red de tuberías y goteros instalados directamente sobre el sustrato, diseñada para distribuir el agua de manera controlada y uniforme en toda la cubierta. El sistema es alimentado mediante una electrobomba, la cual impulsa el caudal necesario desde el estanque. De esta manera, el riego mantiene un funcionamiento estable y continuo, independiente de la gravedad, garantizando la presión adecuada en cada gotero y optimizando el uso del agua disponible.



Fuente: <https://planoscadgratis.com/sistema-de-riego-por-goteo/>

Figura 2-8. Funcionamiento sistema riego por goteo.

Estanque recolector; Deposito donde se acumulará el agua proveniente de las lluvias captadas en la cubierta. Este estanque se instalará a nivel de suelo, sobre una base firme y nivelada, desde donde el agua será impulsada mediante electrobomba hacia la red de riego. Su capacidad dependerá del tamaño de la cubierta y de las precipitaciones del sector.

Electrobomba: Equipo encargado únicamente de reponer el agua del estanque cuando su nivel disminuye. La bomba impulsa agua desde una fuente inferior, ya sea un punto de abastecimiento domiciliario o un estanque secundario. Debido al bajo consumo del sistema, la bomba opera de manera ocasional, reduciendo el gasto energético y permitiendo un funcionamiento simple y eficiente.

2.4.1. EETT O BASES ADMINISTRATIVAS

Obras previas

Limpieza y preparación de superficie: La techumbre deberá encontrarse limpia, libre de polvo, tierra, elementos punzantes y restos de sellantes deteriorados. Se revisará el estado general de la superficie antes de iniciar la instalación.

Prueba de impermeabilidad: Antes de ejecutar cualquier capa del sistema, se realizará una prueba de hermeticidad con inundación de 10cm durante 48 horas. Cualquier

filtración deberá corregirse antes de continuar.

Soporte estructural

Edificaciones nuevas: El ingeniero calculista debe definir la carga adicional que incorporara la cubierta verde para dimensionar correctamente la estructura.

Edificaciones existentes: No se modificará la estructura soportante, por lo que se recomienda la revisión de un ingeniero calculista que determine el peso muerto adicional que se pueda incorporar.

Condiciones de la techumbre: La techumbre debe contar con una pendiente mínima entre 3% y 5% y estar estructuralmente apta para cargas de sistema liviano.

Preparación del soporte: Se eliminarán irregularidades que impidan el correcto asentamiento de las capas superiores.

Material

Membrana impermeabilizante: Se aplicará una membrana líquida de poliuretano en frío, aplicada con rodillo en dos manos cruzadas, logrando un espesor total aproximado de 3mm. La superficie deberá estar limpia y seca al momento de la aplicación. Se reforzarán encuentros, esquinas y penetraciones con sellador compatible para asegurar continuidad del sistema. Una vez aplicado se respetará el tiempo de curado indicado por el fabricante, evitando la ejecución en días con riego de lluvia. Al finalizar el proceso, se realizará una prueba de agua para verificar la ausencia de filtraciones con las capas superiores de la cubierta verde.

Barrera contra raíces: Sobre la membrana se instalará una lámina de HDPE de 1mm, con traslapes mínimos de 10cm y elevación en el perímetro entre 10 y 15 cm, para asegurar su hermeticidad. Esta lamina debe cubrir toda la superficie protegida y elevarse ligeramente en los bordes, evitando pliegues o cortes que afecten su funcionamiento. No debe exponerse al sol por tiempos prolongados y debe quedar inmediatamente cubierta por las capas superiores del sistema. En los sectores de desagüe se realizarán recortes limpios que permitan el paso del agua sin obstrucciones.

Capa de drenaje: Se dispondrán módulos livianos o planchas nodulares con espesores entre 15 y 20 mm, capaces de evacuar el exceso de agua y, a la vez, mantener una reserva hídrica para la vegetación. Estos elementos se instalarán sobre la barrera contra raíces, extendidos de forma continua y siguiendo la pendiente natural de la techumbre para asegurar un escurrimiento adecuado. Estos módulos deberán cubrir completamente la superficie, realizando cortes limpios cerca del drenaje, para no obstruir el flujo.

Geotextil filtrante: Se instalará un geotextil filtrante que impida que las partículas finas del sustrato migren hacia el drenaje. Este material deberá cubrir completamente la superficie y mantenerse con traslapes mínimos de 10 cm para asegurar continuidad. El filtro debe quedar extendido sin pliegues y bien ajustado a los bordes y encuentros, permitiendo el paso del agua, pero reteniendo el material fino del sustrato. El geotextil deberá ser no tejido, con un gramaje entre 150 y 200 g/m², que equivale a un espesor de entre 2 y 3 mm.

Sustrato liviano: Se colocará un sustrato especial para cubiertas verdes con un espesor entre 8 y 15 cm, extendido de manera uniforme y compactado suavemente para evitar asentamientos irregulares. Durante su almacenamiento deberá mantenerse protegido de la lluvia, humedad excesiva u contaminación por semillas de malezas. No se deberá acopiar en zonas

encharcadas o con barro para evitar variaciones en su humedad. Durante la instalación se verificará que no existan zonas bajas donde pueda acumularse agua y se corregirá agregando más material de ser necesario. El sustrato debe garantizar buena aireación, drenaje y soporte adecuado para la vegetación de la cubierta verde.

Vegetación: Se utilizarán especies de cubre suelo adaptadas a techumbres, como *Dichondra Repens*, semilla popular en Quillota, o palmeta vegetal, distribuidas homogéneamente para lograr una cobertura mínima inicial del 70%. La vegetación deberá recibir riego inicial abundante para asegurar su establecimiento.

Sistemas complementarios

Canales y bajadas de aguas lluvia: Se realizará mediante una canalización perimetral instalada en el borde de la techumbre vegetada, diseñada para conducir el escurrimiento superficial hacia el estanque recolector. Las tuberías y canalizaciones serán de PVC sanitario, instaladas con pendiente continua y uniones selladas para asegurar un flujo adecuado, evitando estancamientos sobre la cubierta. Las uniones y conexiones incorporaran rejillas o filtros que impidan el paso de hojas o material particulado.

Sistema de riego: El riego será por goteo superficial instalado sobre el sustrato, alimentado desde un estanque ubicado a nivel de suelo mediante una electrobomba, que proporciona la presión necesaria para su funcionamiento. Las líneas de goteo deberán trazarse en franjas paralelas, verificando un flujo continuo y uniforme en toda la superficie.

Estanque recolector: Destinado a almacenar el caudal proveniente de la canalización perimetral de la techumbre. El estanque será fabricado en polietileno de alta resistencia y deberá contar con protección UV para evitar deterioro por exposición solar. Este deberá quedar firmemente nivelado sobre una base estable y tendrá capacidad suficiente según los cálculos hidráulicos del proyecto.

Electrobomba: Sera utilizada únicamente como apoyo cuando el estanque recolector requiera ser llenado desde la red de agua, o cuando el nivel disponible no permita el funcionamiento por gravedad. Sera instalada a nivel de suelo sobre una base rígida y anti vibratoria, protegida de la humedad directa y con acceso para mantención. La bomba deberá ser apta para manejo de agua limpia, contar con protección anticorrosiva y operar a un caudal adecuado para los requerimientos del sistema de riego. Debe ser probada en vacío y en carga, para verificar su correcto funcionamiento previo a la entrega.

Pruebas finales

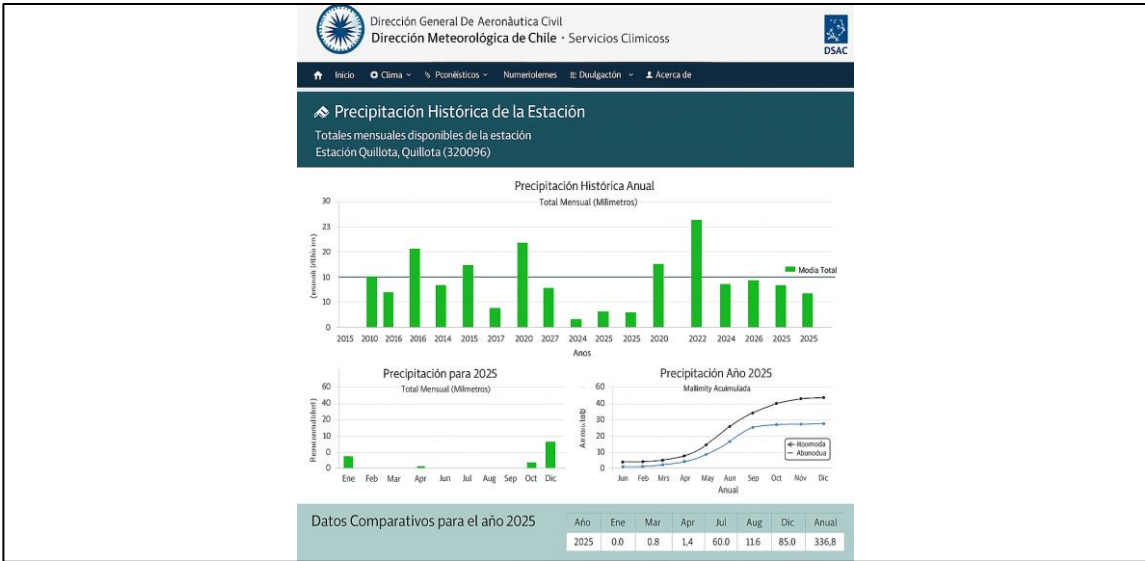
Una vez instalado el sistema completo se realizarán pruebas para ver si impermeabilidad y funcionamiento de riego. El contratista entregara al propietario un registro fotográfico, un manual de mantenimiento y una lista de verificación del estado final del sistema

- Pruebas de impermeabilidad (post- instalación)
- Prueba de riego
- Entrega

2.4.2. CALCULOS OBTENIDOS

Es necesario determinar las capacidades optimas del sistema de cubierta verde liviano propuesto, con el fin de asegurar un funcionamiento adecuado en términos hidráulicos y estructurales.

Para caracterizar el comportamiento del sistema frente a eventos de lluvia intensos, se analizaron los registros de precipitaciones diarias de la estación meteorológica Quillota-Liceo Agrícola (Dirección meteorológica de Chile), para el periodo 2015-2025.



Fuente:
<https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/anual/aguaCaidaAnual/320096/2025>

Figura 2-9. Mayor precipitación en la comuna de Quillota.

Del análisis de los valores máximos diarios por año, se obtuvo como mayor registro de precipitaciones en 24 horas:

$$P_{\text{máx}} = 68,0 \text{ mm} = 68,0 \text{ L/m}^2$$

Ocurrió en agosto de 2024, el cual se adopta como condición desfavorable para el diseño del sistema.

La superficie de cubierta considerada en el proyecto es:

$$A = 45 \text{ m}^2$$

Capacidad del estanque recolector

Es necesario tener un estanque capaz de recibir los litros de agua correspondientes al día más desfavorables, considerando además un factor de error estimado del 20%. Para ello, se multiplica la precipitación máxima registrada por metro cuadrado con el área total de la cubierta y el factor de seguridad.

$$(6.7m * 6.7m) * 68.0 \frac{mm}{m^2} * 120\% = 3.672 \text{ litros}$$

Ya hecho esto, se necesita saber cuánta agua será retenida en el sustrato. Diversos estudios indican que un sustrato de entre 8 y 15 cm libera aproximadamente un 30% del agua precipitada, dejando un 70% retenida o evaporada. Para considerar un margen de error adicional, se adopta un valor del 50% de agua liberada.

$$3.672 \text{ lts} * 50\% = 1.836 \text{ lts}$$

Finalmente se puede decir que, en los casos más desfavorables, con un margen de error considerable, la cubierta liberará alrededor de 1.836 litros en un día de lluvia máxima en la comuna de Quillota.

Por lo tanto, será necesario un estanque de aproximadamente 1.000 litros para este proyecto.

Electrobomba para recarga del estanque

Considerando las pérdidas de carga en tuberías accesorios y la presión mínima requerida por los emisores de goteo, se define una altura manométrica equivalente de diseño cercana a 4 metros, correspondiente a pérdidas por fricción y presión de operación del sistema.

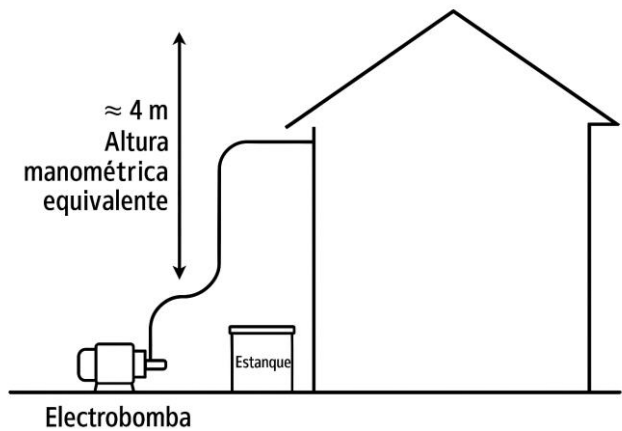


Figura 2-10. Altura Tuberías

Se selecciona una bomba periférica de 0,5 HP, capaz de entregar caudales del orden de 30-40 L/min y una altura manométrica máxima igual o superior a 7 metros columna de agua, operando con 220 V.

Este equipo resulta suficiente para recargar el estanque en tiempos acotados, asegurando ser uniforme y eficiente sin depender de diferencias de altura para generar presión.

Consumo (W)	Potencia (HP)	Tipo	Alt. Elev. Max	Voltaje
750	0,5	Periférica	7 m.c.a.	220 V

Tabla 2-8. Especificación técnica Electrobomba

Espesor y Volumen de Sustrato

El sistema contempla un sustrato liviano con espesor entre 8 y 15 cm. Para efectos de cálculo se adopta un espesor de diseño de 10cm (0,10 m):

$$E= 0,10\text{ m}$$

El volumen total de sustrato requerido es:

$$V\text{ sustrato}= A\cdot e= 45\text{ m}^2\cdot 0,10\text{ m}= 4,5\text{ m}^3$$

Si se considera una densidad saturada aproximada de 1.200 Kg/m3, la carga asociada al sustrato saturado será:

$$W\text{ sustrato}= 4,5\text{ m}^3\cdot 1.200\text{ Kg/m}^3= 5.400\text{ Kg}$$

Equivalente a: aproximadamente 120 kg/m2

Este valor deberá ser verificado por un profesional calculista, con el fin de confirmar que la techumbre existente posee la capacidad resistente necesaria para soportar las cargas permanentes y variables del sistema de cubierta verde.

2.4.3. INFORMES TECNICOS

Para finalizar el proyecto y certificar su correcto funcionamiento, se consideran tres informes técnicos esenciales. Estos documentos permiten garantizar la adecuada ejecución del sistema de cubierta verde liviana, verificar la impermeabilización de la techumbre y establecer un procedimiento claro ante eventuales filtraciones.

Prueba de impermeabilización: Antes de instalar las capas del sistema, se debe realizar una prueba de hermeticidad con el fin de confirmar que la membrana impermeabilizante se encuentra en óptimas condiciones. El procedimiento consiste en limpiar la superficie con una escoba de cerdas suaves para evitar daños, y revisar los elementos, como bajada de aguas lluvias.

Una vez preparada la superficie, se procede a inundar la techumbre hasta alcanzar aproximadamente 10 cm de altura de agua, marcando el nivel inicial para comparación. La prueba debe mantenerse durante 48 horas, idealmente en días soleados, de manera que la evaporación no altere los resultados.

Revisión de la instalación: Con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del sistema una vez instalado, se establece un plan básico de inspecciones periódicas. Se recomienda realizar dos revisiones al año, la primera dos semanas antes del inicio de la temporada de lluvias, y la otra al finalizarla.

Durante cada inspección se debe verificar el escurrimiento de las aguas a través de canaletas, bajadas y sumideros, retirando hojas y material acumulado. Asimismo, se revisan los perfiles perimetrales, el estado del sustrato y la presencia de asentamiento o irregularidades.

En el interior de la vivienda se debe examinar la existencia de humedad o filtraciones que puedan evidenciar fallas en la impermeabilización. También se revisa el funcionamiento del sistema de riego por gravedad, asegurando que el estaque y la red de distribución operen sin obstrucciones.

Al finalizar la revisión, se entrega una lista de chequeo que documenta los puntos inspeccionados y cualquier observación relevante.

Manejo de Filtraciones: En caso de presentar una filtración, es necesario aplicar un procedimiento de corrección que garantice la recuperación del sistema. Para ello se deben retirar cuidadosamente las capas superiores (sustrato-filtro-drenaje) en la zona afectada e inspeccionar visualmente la membrana para identificar grietas, perforaciones o desprendimientos.

Se recomienda realizar una inspección detallada pasando una espátula suave sobre la superficie, además de revisar tuberías, uniones y desagües en busca de deterioro.

Cualquier falla detectada debe ser reparada utilizando sellador de poliuretano o un producto indicado por el fabricante.

En caso de humedad en el interior, el área afectada debe secarse mediante una fuente de calor durante 24 horas, y posteriormente se realiza nuevamente la prueba de estanqueidad por 48 horas para confirmar que la filtración ha sido resuelta.

Finalizado el procedimiento, se entrega una lista de verificación donde se detalla la intervención y los resultados obtenidos.

CAPITULO 3: EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

3. **EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO**

El propósito de la evaluación económica es determinar que alternativa de financiamiento resulta más conveniente para la ejecución del proyecto, analizando su comportamiento mediante flujos de caja contruidos para diferentes niveles de crédito. Para ello, se consideran escenarios con financiamiento del 25%, 50% y 75% de la inversión inicial, lo que permite comparar su impacto en los costos totales y establecer cuál de ellos ofrece la mejor rentabilidad para la implementación del sistema de techo verde liviano.

3.1. **ANTECEDENTES FINANCIEROS**

La ejecución del proyecto de implementación de cubiertas verdes livianas requiere la disponibilidad de recursos financieros que permitan asegurar su continuidad operativa durante las etapas iniciales de operación. La inversión total estimada es de aproximadamente 746,17 UF, monto que incorpora los requerimientos de capital de trabajo, puesta en marcha, inversión de activos y un margen destinado a imprevistos.

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	-285,54
PUESTA EN MARCHA	-63,69
INVERSIÓN DE ACTIVOS	-329,10
INVERSIÓN INICIAL	-678,34
IMPREVISTOS (10%)	-67,83
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-746,17

Tabla 3-1. Inversión Inicial

Se considera financiamiento externo mediante un crédito a 5 años, evaluando distintas alternativas bancarias en función a sus tasas de intereses, con el fin de analizar su impacto en los flujos de caja y su vialidad económica del proyecto de techos verdes.

- Banco BCI Tasa de interés de 12,43% anual.
- Banco de Chile Tasa de Interés de 24,60% anual.
- Banco Scotiabank Tasa de Interés 17,40% anual.

3.1.1. **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Las fuentes de financiamiento del proyecto consideran tanto el aporte de los inversionistas como el acceso a financiamiento externo mediante un préstamo a largo plazo. En el análisis de las alternativas de financiamiento externo, se evaluaron variables tales como tasa de interés, plazo de crédito y su impacto en los flujos de caja del proyecto. A partir de esta evaluación, y considerando los escenarios de financiamiento del 25%, 50% y 75% de la inversión total.

Se selecciona como alternativa más conveniente el financiamiento por el Banco BCI, el cual presenta una tasa de interés anual del 12,43%, resultando la opción con mayor rentabilidad y menor costo financiero.

3.1.2. COSTO DE FINANCIAMIENTO (TASA Y AMORTIZACIÓN)

El monto total para financiar es de 746,17 UF con un interés de largo plazo del 12,43%.

A continuación, se analizan los préstamos necesarios para financiar el proyecto con un 25%, 50% y 75% de la inversión inicial del proyecto.

Amortización		25%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-186,54	-159,67	-128,38	-91,92	-49,46	0,00
Amortización		-26,87	-31,30	-36,45	-42,46	-49,46
Interés		-30,74	-26,31	-21,16	-15,15	-8,15
Cuota o pago		-57,61	-57,61	-57,61	-57,61	-57,61

PMT	-57,61
Interés	16,48%

Tabla 3-2. Tabla de Financiamiento del 25%

Fuente: Elaboración propia en base a financiamiento de 25%

Amortización		50%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-373,09	-316,40	-251,90	-178,51	-95,01	0,00
Amortización		-56,69	-64,50	-73,39	-83,50	-95,01
Interés		-51,41	-43,60	-34,71	-24,60	-13,09
Cuota o pago		-108,10	-108,10	-108,10	-108,10	-108,10

PMT	-108,10
Interés	13,78%

Tabla 3-3. Tabla de Financiamiento del 50%

Fuente: Elaboración propia en base a financiamiento de 50%

Amortización		75%				
N° de períodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-559,63	-474,60	-377,85	-267,76	-142,51	0,00
Amortización		-85,03	-96,75	-110,08	-125,25	-142,51
Interés		-77,12	-65,40	-52,07	-36,90	-19,64
Cuota o pago		-162,15	-162,15	-162,15	-162,15	-162,15

PMT	-162,15
Interés	13,78%

Tabla 3-4. Tabla de Financiamiento del 75%

Fuente: Elaboración propia en base a financiamiento de 75%

3.1.3. VAN, TIR y PRI

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que permite evaluar la conveniencia económica de un proyecto considerando el valor del dinero en el tiempo. Este método consiste en actualizar los flujos netos futuros del proyecto, a una tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del capital, comparándolos con la inversión inicial requerida.

El VAN refleja la capacidad del proyecto para generar valor adicional de una alternativa de inversión que rinde la tasa de descuento establecida. En este sentido, un proyecto será financieramente atractivo cuando los beneficios actualizados superen los costos asociados, expresados en términos monetarios actuales.

El criterio de decisión del VAN establece que un proyecto debe ser aceptado cuando su valor es positivo, ya que ello implica una creación de valor para el inversionista. Por el contrario, un VAN negativo indica que los flujos generados no son suficientes para cubrir la rentabilidad mínima exigida, por lo que el proyecto n resulta conveniente desde el punto de vista financiero.

Entre las principales ventajas del Van se encuentra su capacidad para considerar el valor temporal del dinero, su dependencia exclusiva de los flujos propios del proyecto y de la tasa de descuento, y la posibilidad de expresar todos los resultados en unidad monetaria, facilitando su interpretación y comparación.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) corresponde a la tasa de descuento que iguala a cero el valor actual neto del proyecto, es decir, aquella tasa a la cual el valor presente de los ingresos es equivalente al valor presente de los costos e inversiones.

Este indicador permite estimar la rentabilidad porcentual del proyecto y compararla directamente con la tasa mínima requerida por el inversionista. Un proyecto será considerado rentable cuando su TIR sea superior a la tasa de descuento, ya que en dicho escenario el rendimiento del capital invertido supera el obtenido en alternativas de inversión de riesgo similar.

No obstante, la TIR debe ser analizada de manera completamente al VAN, ya que pueden existir situaciones en las que un proyecto presente una TIR positiva, pero inferior a la tasa de descuento, lo que se traduce en un VAN negativo. En estos casos, a pesar de existir una rentabilidad interna, esta no alcanza el nivel mínimo exigido, por lo que el proyecto no resulta financieramente viable.

El periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) indica el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial del proyecto a partir de los flujos netos de caja generados. Este indicador permite evaluar la liquidez del proyecto y el nivel de riesgo asociado al tiempo de exposición del capital invertido.

Un menos TIR indica una recuperación más rápida de la inversión y, por ende, un menor riesgo financiero. No obstante, este criterio presenta limitaciones, ya que no considera el valor del dinero en el tiempo ni los flujos generados después de la recuperación de la inversión. Por esta razón, el PRI se utiliza como un indicador complementario al VAN y la TIR dentro de la evaluación financiera del proyecto.

Resultados:

VAN

Financiamiento	VAN
PURO	358,89
25%	422,78
50%	491,49
75%	555,56

Tabla 3-5. VAN

TIR

Financiamiento	TIR
PURO	38%
25%	44%
50%	54%
75%	74%

Tabla 3-6. TIR

3.1.4. TASA DE DESUENTO Y HORIZONTE DEL PROYECTO

La tasa de descuento se define como el porcentaje anual que representa la rentabilidad mínima exigida al capital invertido, considerando el costo y condiciones de financiamiento. Esta tasa permite actualizar los flujos futuros del proyecto a valor presente y constituye al criterio mínimo que debe superar una alternativa de inversión para ser considerada rentable.

Para este proyecto se considera una tasa de descuento del 24%.

Tasa de Creditos LP	13,78%
Tasa de Riesgo	10,00%
Tasa de Riesgo Minima	0,36%
Tasa De Descuento	24%

Tabla 3-7. Tasa de descuento

El horizonte del proyecto corresponde a 5 años, desde el 2026 al 2031.

3.1.5. INVERSIONES

Las inversiones corresponden a la destinación de recursos económicos con la expectativa de generar beneficios en el futuro, ya sea a través de retornos financieros como intereses, o mediante la valorización del capital invertido.

3.1.5.1. INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS Y/O TANGIBLES

Estos son aquellas compras de bienes físicos necesarios en la empresa durante el horizonte del proyecto, será mensualmente sin variación alguna.

INVERSIÓN EN MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Taladro electrico	2	\$79.990	\$159.980	4,04
Pala punta	2	\$11.990	\$23.980	0,60
Llave inglesa 10"	2	\$5.690	\$11.380	0,29
Cinta teflon	2	\$990	\$1.980	0,05
Remachadora manual	2	\$16.990	\$33.980	0,86
Soplador	2	\$19.990	\$39.980	1,01
Ratrillo plastico para nivelacion	2	\$14.390	\$28.780	0,73
Cutter industrial	2	\$6.990	\$13.980	0,35
Nivel de burbuja	2	\$4.990	\$9.980	0,25
Cinta metrica	2	\$4.990	\$9.980	0,25
Balde reforzados de carga	2	\$4.190	\$8.380	0,21
Cepillo-escoba-recogedores	2	\$4.990	\$9.980	0,25
Juego de herramientas de mano	2	\$57.990	\$115.980	2,93
Camioneta	1	\$11.290.000	\$11.290.000	284,79
Andamio modular	2	\$119.990	\$239.980	6,05
Escalera de tijera	2	\$36.990	\$73.980	1,87
Alargador electrico resistente al agua	2	\$15.417	\$30.834	0,78
Total			\$12.103.134	305,30

INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Escritorio tecnico	1	\$59.990	\$59.990	1,51
Computador	1	\$119.990	\$119.990	3,03
Silla ergonomica	7	\$24.990	\$174.930	4,41
Impresora multifuncional	1	\$59.990	\$59.990	1,51
Microondas	1	\$44.990	\$44.990	1,13
Hervidor	1	\$8.990	\$8.990	0,23
Estanteria metalica	1	\$16.990	\$16.990	0,43
Mesa de reuniones	1	\$136.990	\$136.990	3,46
Telefono movil	1	\$59.990	\$59.990	1,51
Basurero	1	\$4.990	\$4.990	0,13
Resfrigerador pequeño	1	\$69.990	\$69.990	1,77
Botiquin de primeros auxilios	1	\$10.493	\$10.493	0,26
Extintor de incendios	1	\$20.000	\$20.000	0,50
Total			\$788.323	19,89

3.1.5.2. INVERSION EN PUESTA EN MARCHA

En este punto se refiere a la inversión inicial de capital necesaria para el inicio del proyecto, tales como constitución legal, obtención de permisos y acciones básicas de marketing para su venta. Con esto la empresa puede comenzar a operar de manera continua.

INVERSIÓN DE PUESTA EN MARCHA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR UF
Constituir sociedad	\$600.000	15,13
Marketing Inicial	\$900.000	22,70
Patente Municipi	\$625.000	15,77
Mantenimiento inicial Bomba/Riego	\$250.000	6,31
Capacitacion Tecnica en Riego	\$150.000	3,78
TOTAL	\$2.525.000	63,69

Tabla 3-9. Inversión puesta en marcha

3.1.5.3. INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO

La capital de trabajo corresponde a los recursos necesarios para el funcionamiento del proyecto en su etapa inicial, mientras se generan los primeros ingresos.

Esta inversión se asocia principalmente a la cobertura de gastos operacionales, pago de servicios básicos, arriendo y cumplimiento de obligaciones financieras del crédito de la empresa.

La capital de trabajo se realiza a partir del análisis proyectado a 12 meses, considerando los costos operacionales y los ingresos de m2 estimados. En este caso se estima un total de 1575 m2 en un año.

COSTOS DE SERVICIOS			
DESCRIPCIÓN	VALOR mensual \$	VALOR UF MENSUAL	VALOR UF ANUAL
Agua (FIJO)	\$10.000	0,25	3,03
Luz	\$30.000	0,76	9,08
Gas	\$20.000	0,50	6,05
Arriendo oficina	\$380.000	9,59	115,02
Pack tel + internet + cable	\$15.000	0,38	4,54
TOTAL	\$455.000	11,48	137,73

Tabla 3-10. Costos servicios

COSTOS DE PRODUCCIÓN M2		
DESCRIPCIÓN	COSTO \$/m2	COSTO UF/m2
Membrana Impermeabilizante	\$6.200	0,16
Barrera contra raíces	\$8.500	0,21
Manto drenante modular	\$6.500	0,16
Geotextil Filtrante	\$2.890	0,07
Sustrato liviano	\$8.000	0,20
Manto vegetal /Semilla	\$4.500	0,11
Manguera De riego por Goteo	\$5.000	0,13
Conectores de Riego	\$5.000	0,13
Programador de Riego	\$778	0,02
Estanque recolector	\$711	0,02
Valvula de paso PVC 1/2"	\$149	0,00
Valvula Solenoide 1/2" Electric	\$251	0,01
Valvula de retencion 1/2"	\$67	0,00
Tuberia PVC	\$3.464	0,09
Codos/uniones PVC	\$4.500	0,11
Sellador Poliuretano	\$7.311	0,18
Combustible	\$3.333	0,08
Bomba de Agua Eléctrica	\$1.889	0,05
TOTAL	\$69.042	1,74

Tabla 3-11. Costos de Producción

COSTO SUELDO PERSONAL OFICINA O COSTOS FIJOS				
CARGO	TÍTULO	SUELDO MENSUAL \$	UF MENSUAL	UF ANUAL
Gerente General	Ingeniero en construccion	\$1.033.905	26,08	312,96
Secretaria/ Administrativa	Tenico en recursos humanos/Cont ador Auditor	\$968.889	24,44	293,28
Maestro Instalador(2)	Maestro Instalador	\$2.340.000	59,03	708,31
Ayudantes (2)	Ayudante de Instalacion	\$1.820.000	45,91	550,91
Marketing y Ventas	Marketing	\$512.988	12,94	155,28
	Total	\$6.675.782	168,39	2020,74

Tabla 3-12. Costos Sueldos del Personal Fijo

CAPITAL DE TRABAJO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad m2 Techos Verdes	0	90	90	135	180	180	180	90	90	180	180	180
Ingresos Techos Verdes	0,0000	283,7785	283,7785	425,6678	567,5571	567,56	567,56	283,78	283,7785	567,5571	567,5571	567,5571
Total ingresos	0,00	283,78	283,78	425,67	567,56	567,56	567,56	283,78	283,78	567,56	567,56	567,56

CAPITAL DE TRABAJO: MÉTODO DEL MÁXIMO DEFICIT ACUMULADO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total ingresos	0,00	283,78	283,78	425,67	567,56	567,56	567,56	283,78	283,78	567,56	567,56	567,56
(-) Costo de Servicio Por Mes	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48	-11,48
(-) Costo Sueldo Fijos Por Mes	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39	-168,39
(-) Costo de Producción	0,00	-156,74	-156,74	-235,11	-313,48	-313,48	-313,48	-156,74	-156,74	-313,48	-313,48	-313,48
Saldo	-179,87	-52,83	-52,83	10,68	74,20	74,20	74,20	-52,83	-52,83	74,20	74,20	74,20
Saldo Acumulado	-179,87	-232,71	-285,54	-274,86	-200,65	-126,45	-52,25	-105,08	-157,92	-83,72	-9,51	64,69

CAPITAL DE TRABAJO	-285,54
--------------------	---------

Tabla 3-13. Capital de trabajo

Fuente: Elaboración propia en base al capital de trabajo

El capital de trabajo presenta déficits durante los primeros meses debido a bajo nivel de ingresos frente a los costos operacionales fijos. El déficit máximo acumulado se alcanza en el mes 3, con un valor aproximado de 285,54 UF, el cual define el capital de trabajo requerido.

3.1.6. CUADRO DE REINVERSIONES

Las inversiones intangibles corresponden exclusivamente a los gastos iniciales necesarios para la formalización del proyecto, los cuales no generan activos físicos ni se consideran sujetos a depreciación.

Inversiones Intangibles	Cantidad	Valor Total UF
Gastos Puesta En Marcha	1	63,69
Gastos Capital De Trabajo	1	285,54
Total Inversiones Intangibles		349,23

Tabla 3-14. Inversiones Intangibles

3.1.7. COSTOS

Los costos del proyecto corresponden al conjunto de desembolsos necesarios para el funcionamiento y la ejecución del servicio de instalación de cubiertas verdes. Estos incluyen costos fijos como costos variables, los cuales representan el uso de recursos humanos, materiales, servicios, entre otros insumos requeridos para desarrollar el proyecto.

3.1.7.1. ESTRUTURA DE COSTOS (FIJOS/VARIABLES O DIRECTOS/INDIRECTOS)

Costos fijos

Los costos fijos corresponden a gastos permanentes del proyecto que deben ser asumidos de manera periódica, independiente del nivel de producción o de la cantidad de servicios instalados de techos verdes. Estos costos están asociados al funcionamiento administrativo y servicios básicos necesarios para la continuidad de la empresa.

Costos Fijos	Valor Mensual UF	Valor Mensual UF
Servicios básicos	1,51	18,16
Arriendo oficina	9,59	115,02
Telecomunicaciones	0,38	4,54
Total	11,48	137,76

Tabla 3-15. Costos Fijos

Costos directos

Corresponden a los costos directamente a la ejecución de instalación de techos verdes y que varían en función de la superficie de m2 instalada. Estos incluyen los materiales, mano de obra y otros insumos, para cada proyecto.

Costos Directos	Costos \$/m2	Costo UF/m2
Costos Producción m2	\$69.042	1,74
Total Por m2		1,74 UF/m2

Tabla 3-16. Costos Directos

Para calcular los costos directos de cada instalación, primero se debe saber la cantidad de m2, en este caso son 45 m2, por lo que su total de costos directos serian de 78,3 uf para los 45 m2 a instalar.

3.1.7.2. COSTOS DE PRODUCCION

El costo de producción por metro cuadrado permite estimar de manera precisa el costo directo de cada proyecto, facilitando la evaluación económica y la determinación del precio de venta del servicio.

Descripción	Valor	Valor UF
Costos Sueldo Personal	\$6.650.782	168,39
Costos Servicio	\$455.500	11,48
Costos Producción	\$69,042	1,74
Total	\$7.175.324	181,61

Tabla 3-17. Costos de producción

CAPITAL DE TRABAJO												
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad m2 Techos Verdes	0	90	90	135	180	180	180	90	90	180	180	180
Ingresos Techos Verdes	0,0000	283,7785	283,7785	425,6678	567,5571	567,56	567,56	283,78	283,7785	567,5571	567,5571	567,5571
Total Ingresos	0,00	283,78	283,78	425,67	567,56	567,56	567,56	283,78	283,78	567,56	567,56	567,56

Tabla 3-18. Costos Anuales Producción

3.1.7.3. COSTOS DE IMPREVISTOS

La incorporación de costos de imprevistos permite fortalecer la evaluación económica del proyecto, considerando posibles desviaciones respecto a los costos estimados inicialmente.

Para efectos de la evaluación económica del proyecto, se considera un costo de imprevistos equivalente al 10% de la inversión inicial. Este monto asociado a 67,84 UF se incorpora como una provisión destinada a reducir el costo financiero.

Descripción	UF
Inversión Inicial	-678,34
Imprevistos (10%)	-67,83
Total Inversión Inicial	-746,17

Tabla 3-19. Imprevisto

3.1.7.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS

Corresponde a costos necesarios para la gestión y funcionamiento general de la empresa, los cuales no se encuentran asociados a la ejecución de las obras, pero resultan indispensables en la coordinación, control y apoyo de las instalaciones.

Cargo	Sueldo	Mensual UF	Anual UF
Gerente General	\$1.033.905	26,08	312,96
Secretaria/ Administrador	\$968.889	24,44	293,28
Supervisor	\$800.000	26,08	312,96
Marketing y	\$512.988	12,94	155,28

Ventas	
Total	1.074,48

Tabla 3-20. Gastos administrativos

3.1.7.5. DEPRECIACIONES

La depreciación corresponde a la disminución del valor de los activos físicos del proyecto debido a su uso y desgaste. Para la evaluación económica se considera la depreciación de los bienes de inversión con vida útil superior a un año. Este nos permite depreciar los activos en un plazo de cinco años, conforme a la normativa y tabla de vida útil establecida por el servicio de impuestos internos (SII)

NÓMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL	DEPRECIACION ACELERADA
A.- ACTIVOS GENÉRICOS		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas.	50	16
3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.	40	13
4) Construcciones de adobe o madera en general.	30	10
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).	20	6
7) Construcciones provisorias.	10	3
8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).	10	3
9) Camiones de uso general.	7	2
10) Camionetas y jeeps.	7	2
11) Automóviles	7	2
12) Microbuses, taxibuses, furgones y similares.	7	2
13) Motos en general.	7	2
14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.	7	2
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.	9	3
17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.	10	3
18) Herramientas pesadas.	8	2
19) Herramientas livianas.	3	1
20) Letreros camineros y luminosos.	10	3
21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopidora, etc.).	3	1
22) Muebles y enseres.	7	2
23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.).	6	2
24) Estanques	10	3
25) Equipos médicos en general.	8	2
26) Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.	7	2
27) Envases en general.	6	2

Fuente: https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm.

Figura 3-1. Vida útil SII

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Camióneta	284,79	7	2	142,39	142,39	0,00	0,00	0,00	0,00	210,00	210,00
Escritorio Tecnico	1,51	7	2	0,76	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60
Computador	3,03	6	2	1,51	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	1,05
Silla ergonomica	4,41	7	2	2,21	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	1,30
Impresora Multifuncional	1,51	6	2	0,76	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45
Estanteria Metalica	0,43	7	2	0,21	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22
Mesa Reuniones	3,46	7	2	1,73	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	1,40
Resfrigerador Pequeño	1,77	9	3	0,59	0,59	0,59	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60
Microondas	1,13	9	3	0,38	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35
Taladro Electrico	4,04	3	1	4,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60
Remachadora manual	0,86	3	1	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11
Soplador	1,01	3	1	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15
Nivel de burbuja	0,25	3	1	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Cinta Metrica	0,25	3	1	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Juego Herramientas de Mano	2,93	3	1	2,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45
Andamio Modular	6,05	6	2	3,03	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	1,80
Escalera de Tijera	1,87	3	1	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,45
Alargador electrico	0,78	3	1	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
Pala Punta	0,60	3	1	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09
Llave Inglesa 10"	0,29	3	1	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
Rastrillo Plastico Nivelacion	0,73	3	1	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
Cutter Industrial	0,35	3	1	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04
Balde reforzado de Carga	0,21	3	1	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Cepillo-Escoba-Recogedores	0,25	3	1	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Extintor Incendios	0,50	7	2	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25
Total inversión	323,00		-	168,22	153,81	0,97	0,00	0,00	0,00	220,23	220,23

Tabla 3-21. Depreciación de activos

3.2. **FLUJOS DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN**

El flujo de caja presenta los ingresos y egresos de efectivo del proyecto durante el periodo de evaluación, considerando los principales costos, gastos e inversiones asociados al servicio de instalación de cubiertas verdes, y permite analizar su viabilidad económica. Todo esto durante un periodo de tiempo determinado, en este caso se determinaron 5 años de horizonte.

El análisis de sensibilidad evalúa el efecto de variación en las variables clave del proyecto sobre los flujos de caja, facilitando la identificación de factores críticos y la detección de posibles desviaciones en las estimaciones utilizadas.

	PURO	25%	50%	75%
VAN	358,89	422,78	491,49	555,56
PRI	5	4	4	4
TIR	38%	44%	54%	74%

Tabla 3-22. Resumen flujo de Caja

3.2.1. **FLUJO DE CAJA PURO**

El siguiente flujo de caja puro corresponde a un escenario de funcionamiento con recursos propios, sin considerar financiamiento externo, e incorpora únicamente los ingresos y egresos asociados a la operación del servicio de instalación de cubiertas verdes, excluyendo partidas contables que no representan movimientos reales de caja.

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		4966,12	5462,74	6009,01	6609,91	7270,90
- Costos		-4901,43	-5175,73	-5477,46	-5809,36	-6174,45
= Utilidad		64,69	287,01	531,55	800,55	1096,46
- Intereses LP						
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-168,22	-153,81	-0,97	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						220,23
- Pérd de Ejerc Ant			-103,53	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		-103,53	29,66	530,59	800,55	1316,69
- Impto 27%		0,00	-8,01	-143,26	-216,15	-355,51
= Utilidad desp Imptp		-103,53	21,65	387,33	584,40	961,18
+ Pérd de Ejerc Ant			103,53	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		168,22	153,81	0,97	0,00	0,00
- Amort LP						
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						0,00
- K de Trabajo	-285,54					285,54
- Pta en Marcha	-63,69					
- Inversión en Act	-329,10					
- Imprevisto	-67,83					
= Total Anual	-746,17	64,69	279,00	388,29	584,40	1246,72
+ Créditos LP						
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-746,17	64,69	279,00	388,29	584,40	1246,72
Flujo N. Act	-746,17	52	181	203	246	423
Flujo N.Acum	-746,17	-694,06	-513,02	-310,06	-63,98	358,89

VAN	358,89
PRI	5
TIR	38%

Tasa de Descuento	24%
-------------------	-----

Tasa de Creditos LP	13,78%
Tasa de Riesgo	10,00%
Tasa de Riesgo Minima	0,36%

Tabla 3-23. Flujo de caja PURO

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de caja PURO

El flujo de caja puro del proyecto arroja un VAN de 358,89 UF, calculada a una tasa de descuento del 24%, una tasa interna de retorno TIR alcanza un 38% superando la tasa de descuento utilizada, y el periodo de recuperación de la Inversión PRI es de 5 años, lo que indica que le inversión inicial se recupera dentro del horizonte de evaluación considerado.

3.2.2. FLUJO DE CAJA CON 25% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		4966,12	5462,74	6009,01	6609,91	7270,90
-	Costos		-4901,43	-5175,73	-5477,46	-5809,36	-6174,45
=	Utilidad		64,69	287,01	531,55	800,55	1096,46
-	Intereses LP		-30,74	-26,31	-21,16	-15,15	-8,15
-	Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
-	Depreciación		-168,22	-153,81	-0,97	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						220,23
-	Pérd de Ejerc Ant			-134,27	-27,40	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		-134,27	-27,40	482,03	785,41	1308,54
-	Impto 25%		0,00	0,00	-120,51	-196,35	-327,13
=	Utilidad desp Imptp		-134,27	-27,40	361,52	589,06	981,41
+	Pérd de Ejerc Ant			134,27	27,40	0,00	0,00
+	Depreciación		168,22	153,81	0,97	0,00	0,00
-	Amort LP		-26,87	-31,30	-36,45	-42,46	-49,46
-	Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-285,54					285,54
-	Pta en Marcha	-63,69					
-	Inversión en Act	-329,10					
-	Imprevisto	-67,83					
=	Total Anual	-746,17	7,08	229,39	353,43	546,59	1217,49
+	Créditos LP	186,54					
+	Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
=	Flujo Neto	-559,63	7,08	229,39	353,43	546,59	1217,49
	Flujo N. Act	-559,63	6	149	185	230	413
	Flujo N.Acum	-559,63	-553,93	-405,07	-220,33	9,82	422,78

VAN	422,78
PRI	4
TIR	44%

Tasa de Descuento	24%
-------------------	-----

Tabla 3-24. Flujo de caja con 25% de financiamiento

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de caja con 25% de financiamiento

El flujo de caja considera un 25% de financiamiento arroja un VAN de 422,78 UF, calculado a una tasa de descuento del 24%, lo que evidencia una mayor generación de valor respecto al escenario sin financiamiento. Su TIR alcanza un 44% superando la tasa de descuento, y el PRI es de 4 años, indicando una mejora en la rentabilidad.

3.2.3. FLUJO DE CAJA CON 50% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		4966,12	5462,74	6009,01	6609,91	7270,90
-	Costos		-4901,43	-5175,73	-5477,46	-5809,36	-6174,45
=	Utilidad		64,69	287,01	531,55	800,55	1096,46
-	Intereses LP		-51,41	-43,60	-34,71	-24,60	-13,09
-	Intereses CP			10,48	0,00	0,00	0,00
-	Depreciación		-168,22	-153,81	-0,97	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						220,23
-	Pérd de Ejerc Ant			-154,94	-54,87	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		-154,94	-54,87	441,00	775,96	1303,59
-	Impto 25%		0,00	0,00	-110,25	-193,99	-325,90
=	Utilidad desp Imptp		-154,94	-54,87	330,75	581,97	977,69
+	Pérd de Ejerc Ant			154,94	54,87	0,00	0,00
+	Depreciación		168,22	153,81	0,97	0,00	0,00
-	Amort LP		-56,69	-64,50	-73,39	-83,50	-95,01
-	Amort CP			-43,41	0,00	0,00	0,00
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-285,54					285,54
-	Pta en Marcha	-63,69					
-	Inversión en Act	-329,10					
-	Imprevisto	-67,83					
=	Total Anual	-746,17	-43,41	145,97	313,20	498,47	1168,23
+	Créditos LP	373,09					
+	Créditos CP		43,41	0,00	0,00	0,00	
=	Flujo Neto	-373,09	0,00	145,97	313,20	498,47	1168,23
	Flujo N. Act	-373,09	0	95	164	210	396
	Flujo N.Acum	-373,09	-373,09	-278,36	-114,65	95,24	491,49

VAN	491,49
PRI	4
TIR	54%

Tasa de Descuento	24%
-------------------	-----

Tabla 3-25. Flujo de caja con 50% de financiamiento

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de caja con 50% de financiamiento

El flujo de caja con 50% de financiamiento presenta un VAN de 491,49 UF, calculando una tasa de descuento de 24% lo que evidencia una mayor generación de valor respecto a los escenarios con menor nivel de financiamiento. Su TIR alcanza un 54% superando la tasa de descuento utilizada, con un PRI de 4 años.

3.2.4. FLUJO DE CAJA CON 75% DE FINANCIAMIENTO CREDITICIO

	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		4966,12	5462,74	6009,01	6609,91	7270,90
-	Costos		-4901,43	-5175,73	-5477,46	-5809,36	-6174,45
=	Utilidad		64,69	287,01	531,55	800,55	1096,46
-	Intereses LP		-77,12	-65,40	-52,07	-36,90	-19,64
-	Intereses CP			23,39	0,00	0,00	0,00
-	Depreciación		-168,22	-153,81	-0,97	0,00	0,00
-/+	Dif x Vta de Act a VL						220,23
-	Pérd de Ejerc Ant			-180,65	-89,47	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		-180,65	-89,47	389,05	763,66	1297,05
-	Impto 25%		0,00	0,00	-97,26	-190,91	-324,26
=	Utilidad desp Imptp		-180,65	-89,47	291,79	572,75	972,79
+	Pérd de Ejerc Ant			180,65	89,47	0,00	0,00
+	Depreciación		168,22	153,81	0,97	0,00	0,00
-	Amort LP		-85,03	-96,75	-110,08	-125,25	-142,51
-	Amort CP			-97,46	0,00	0,00	0,00
+	Vta Act VL						0,00
-	K de Trabajo	-285,54					285,54
-	Pta en Marcha	-63,69					
-	Inversión en Act	-329,10					
-	Imprevisto	-67,83					
=	Total Anual	-746,17	-97,46	50,79	272,14	447,50	1115,82
+	Créditos LP	559,63					
+	Créditos CP		97,46	0,00	0,00	0,00	
=	Flujo Neto	-186,54	0,00	50,79	272,14	447,50	1115,82
	Flujo N. Act	-186,54	0	33	142	188	378
	Flujo N.Acum	-186,54	-186,54	-153,59	-11,33	177,09	555,56

VAN	555,56
PRI	4
TIR	74%

Tasa de Descuento	24%
-------------------	-----

Tabla 3-26. Flujo de caja con un financiamiento del 75%

Fuente: Elaboración propia en base a flujo de caja con 75% de financiamiento

Para este flujo de caja con 75% de financiamiento arroja un VAN de 555,56 UF, calculado a una tasa de descuento de 24%, Un TIR que alcanza un 74%, superando ampliamente la tasa de descuento, y un PRI de 4 años, confirmando una mejora significativa en la rentabilidad.

3.2.5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DEL PRECIO

La evaluación de proyectos de inversión requiere considerar no solo los resultados obtenidos bajo condiciones esperadas, sino también el comportamiento del proyecto frente a escenarios alternativos. En este sentido, el análisis de sensibilización permite examinar el efecto que producen variaciones en variables clave sobre los resultados económicos, aportando antecedentes relevantes para estimar el nivel de exposición al riesgo y la estabilidad financiera del proyecto.

Para este estudio, la sensibilización se realiza sobre el precio del servicio de instalación de cubiertas verdes livianas, por tratarse de una variable directamente relacionada con los ingresos del proyecto, el análisis se desarrolla tomando como referencia el escenario de financiamiento del 75%, el cual presenta mejores indicadores de rentabilidad dentro de las alternativas evaluadas.

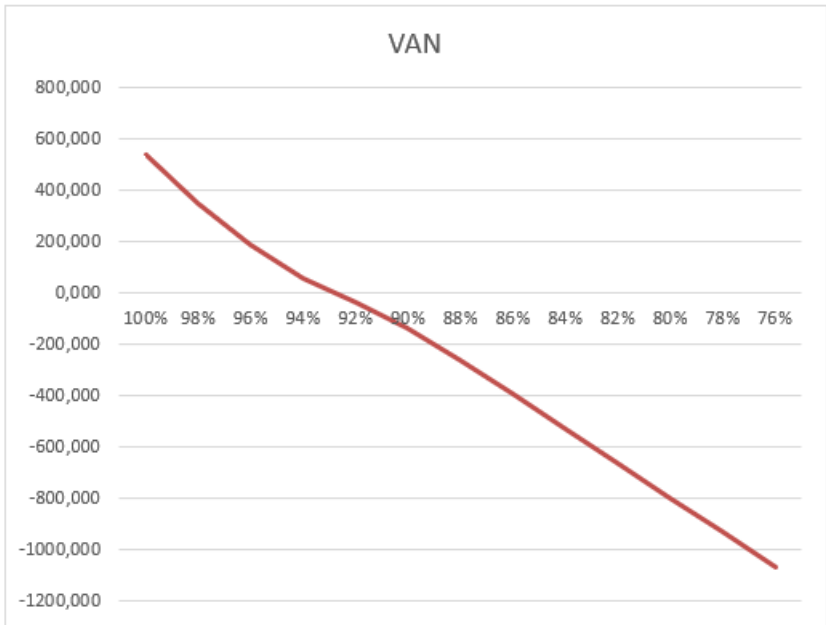


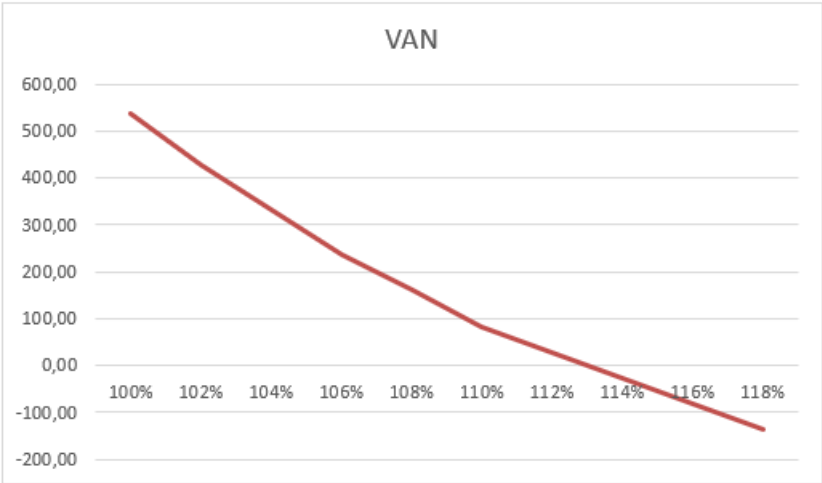
Gráfico 3-1. Variación Ingresos

De acuerdo con la información que entrega el gráfico que se entrega del VAN, se identifica el punto de equilibrio económico del proyecto, correspondiente al nivel de ingresos en el cual el VAN se hace igual a 0.

Variación de Precios	VAN
100%	536,266
98%	349,13
96%	188,94
94%	59,37
92%	-39,61
90%	-137,76
88%	-260,31
86%	-394,76
84%	-529,22
82%	-663,67
80%	-798,13
78%	-932,58
76%	-1067,04

Tabla 3-27. Porcentaje de variación de ingresos

Fuente: Elaboración propia en base a variación de ingresos reflejado en VAN



Fuente: Elaboración propia en base a variación de costos

Gráfico 3-2. Variación de costos

De acuerdo con la información que entrega el grafico, se identifica el límite hasta el cual el proyecto puede mantenerse viable frente a un aumento de los costos, sin generar perdidas en la inversión.

Variación de Costos	VAN
100%	536,27
102%	427,95
104%	330,70
106%	236,11
108%	160,15
110%	84,20
112%	27,72
114%	-26,49
116%	-80,70
118%	-134,92
120%	-196,22

Tabla 3-28. Porcentaje de variación de costos

Fuente: Elaboración propia en base a variación de costos reflejado en VAN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio de prefactibilidad técnica y económica permite evaluar la viabilidad de implementar una empresa dedicada a la instalación de cubiertas verdes en viviendas unifamiliares existentes en la región de Valparaíso, en un contexto caracterizado por el aumento de la conciencia ambiental y la búsqueda de soluciones constructiva sustentables. El proyecto responde a la necesidad de mejorar el desempeño energético de la vivienda, aumentar el confort térmico interior y optimizar la gestión de aguas lluvias, incorporando tecnologías compatibles con el entorno.

Desde el punto de vista técnico, se concluye que el sistema de cubiertas verdes livianas propuesto es adecuado para su aplicación, sin requerir modificaciones estructurales significativas. El diseño constructivo, los materiales seleccionados y los criterios de instalación y mantenimiento cumplen con la normativa vigente y permite obtener beneficios asociados a la eficiencia energética, el confort térmico y el aprovechamiento de aguas lluvias mediante sistemas de riesgo asociados.

El análisis de mercado evidencia una demanda potencial favorable por soluciones constructivas sustentables en la región de Valparaíso, apoyada por condiciones climáticas adecuadas y un interés creciente de los propietarios por tecnologías que reduzcan costos operacionales y aporten al cuidado del medio ambiente. Esto respalda la factibilidad del proyecto y permite proyectar un crecimiento progresivo en la demanda de cubiertas verdes a lo largo del tiempo.

Desde la perspectiva económica y financiera, los indicadores VAN, TIR Y PRI confirman que el proyecto es rentable en todos los escenarios analizados, destacando el financiamiento del 75% como la alternativa más conveniente. El valor actual neto aumenta con el nivel de financiamiento, pasando de 458,89 UF en el proyecto base a 546,27 UF con el 75% de financiamiento, mientras que la tasa interna de retorno, entre 38% y 73%, superan la tasa de descuento utilizada. Asimismo, el análisis de sensibilidad demuestra que el proyecto mantiene su viabilidad ante una disminución aproximada del 9% de los ingresos y un aumento de hasta 10,62% de los costos, evidenciando el nivel de riesgo controlado.

BIBLIOGRAFÍA

- <https://csustentable.minvu.gob.cl/>
- <https://www.greenroofs.org/>
- <https://mma.gob.cl/>
- <https://dga.mop.gob.cl/>
- <https://www.fao.org/home/en/>
- <https://www.bcn.cl/leychile/>
- <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>
- <https://www.inn.cl/>

ANEXO A: SENSIBILIZACIÓN

	100%	98%	96%	94%	92%	90%	88%	86%	84%	82%	80%	78%	76%	
100%	536,266	3,15	3,090	3,027	2,964	2,901	2,838	2,775	2,712	2,649	2,586	2,522	2,459	2,396
	1,742	536,266	349,128	188,944	59,375	-39,609	-137,760	-260,309	-394,764	-529,219	-663,674	-798,128	-932,583	-1067,038
	1,776	427,953	251,121	112,991	4,332	-93,820	-200,119	-334,573	-469,028	-603,483	-737,938	-872,392	-1006,847	-1141,302
	1,811	330,699	174,549	48,550	-49,883	-148,035	-274,383	-408,838	-543,292	-677,747	-812,202	-946,657	-1081,111	-1215,566
	1,846	236,115	98,596	-5,943	-104,095	-214,192	-348,647	-483,102	-617,556	-752,011	-886,466	-1020,921	-1155,376	-1289,830
	1,881	160,154	37,997	-60,154	-158,309	-288,456	-422,911	-557,366	-691,821	-826,275	-960,730	-1095,185	-1229,640	-1364,094
	1,916	84,201	-16,218	-114,369	-228,266	-362,720	-497,175	-631,630	-766,085	-900,540	-1034,994	-1169,449	-1303,904	-1438,359
	1,951	27,722	-70,429	-168,580	-302,530	-436,985	-571,439	-705,894	-840,349	-974,804	-1109,258	-1243,713	-1378,168	-1512,623
	1,985	-26,489	-124,644	-242,339	-376,794	-511,249	-645,704	-780,158	-914,613	-1049,068	-1183,523	-1317,977	-1452,432	-1586,887
	2,020	-80,704	-182,149	-316,603	-451,058	-585,513	-719,968	-854,422	-988,877	-1123,332	-1257,787	-1392,242	-1526,696	-1661,151
	2,055	-134,915	-256,413	-390,868	-525,322	-659,777	-794,232	-928,687	-1063,141	-1197,596	-1332,051	-1466,506	-1600,960	-1735,415
	2,090	-196,222	-330,677	-465,132	-599,587	-734,041	-868,496	-1002,951	-1137,406	-1271,860	-1406,315	-1540,770	-1675,225	-1809,679