

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

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE VIVIENDAS
MODULARES EN ACERO**

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

Alumno:

Alan Andrés Pizarro Cisternas

Profesor Guía:

Sr. Italo Bruno Piazze Rubio

2024

RESUMEN

El presente trabajo de tesis analiza la factibilidad técnica y económica para la creación de una empresa constructora de viviendas modulares con estructura de acero en Chile, respondiendo a las necesidades habitacionales del sector en el país mientras se afrontan desafíos de sostenibilidad e implementación de tecnologías en la construcción, ofreciendo una alternativa innovadora, rápida y de alto valor frente a los métodos constructivos tradicionales debido a su carácter industrializado basado en BIM.

Se presenta como solución habitacional insignia de la empresa el proyecto “Casa Cero”, del cual se obtuvieron datos relevantes para el desarrollo del presente estudio; a través de la evaluación financiera, que incluye, los costos asociados y las inversiones iniciales, se da paso al proceso de analizar indicadores claves con un horizonte de evaluación de cinco años, como el VAN, TIR y PRI, los que arrojaron resultados positivos lo que confirma la viabilidad económica de la empresa bajo las condiciones propuestas. Puntualmente la evaluación económica concluye que el proyecto es rentable, con un VAN de 2.231,90 UF, una TIR del 72% en un periodo de recuperación de la inversión de dos años.

El análisis de sensibilidad reafirma que el proyecto puede resistir variaciones en los costos y precios, dentro de rangos aceptables para inversionistas, manteniendo su viabilidad financiera y resultando en una propuesta atractiva incluso aplicando un margen del 20% en la TD por riesgos.

Estos resultados reafirman la importancia de realizar correctamente una evaluación de proyectos, esclareciendo las limitaciones de las cuales depende el tener éxito o fracaso.

KEYWORDS: Viviendas modulares, construcción en acero, evaluación económica.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
SIGLA Y SIMBOLOGÍA.....	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
JUSTIFICACIÓN	9
1 CAPÍTULO I: PRESENTACION DEL PROYECTO.....	10
1.1 PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO	11
1.2 ANÁLISIS FODA.....	11
1.3 TAMAÑO DEL PROYECTO	12
1.4 LOCALIZACIÓN.....	13
1.5 SITUACIÓN SIN PROYECTO VS. CON PROYECTO.....	14
1.6 ESTUDIO DE MERCADO	15
1.6.1 Determinación del Producto o Servicio	15
1.6.2 Área de Estudio.....	16
1.6.3 Análisis de la Demanda y Oferta	16
1.6.3.1 Demanda Actual.....	17
1.6.3.2 Demanda Futura	17
1.6.3.3 Oferta Actual.....	17
1.6.3.4 Oferta Futura	17
1.6.4 Determinación del Precio.....	18
1.6.4.1 Costos Directos	18
1.6.4.2 Gastos Generales.....	19
1.6.4.3 Margen de Utilidad	19
1.6.4.4 Precio Final	20
1.6.4.5 Costo por metro cuadrado	20
1.6.5 Sistema de Comercialización	21
1.6.6 Sistema de Distribución	21
2 CAPÍTULO II: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO....	22

2.1	ESTUDIO TÉCNICO	23
2.1.1	Descripción del Proceso Constructivo	23
2.1.1.1	Diseño	24
2.1.1.2	Fabricación.....	24
2.1.1.3	Ensamblaje en Terreno.....	25
2.1.2	Diagrama de Bloques	26
2.1.3	Diagrama de Flujos	27
2.1.4	Diagrama de Lay-Out.....	28
2.1.5	Balance de Masa y Energía	29
2.1.6	Selección de Equipos	29
2.1.6.1	Equipamiento para Oficina	29
2.1.6.2	Equipamiento de Maquinaria para Terreno.....	30
2.1.6.3	Elementos de Seguridad.....	31
2.2	ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES	31
2.2.1	Estructura Organizacional.....	31
2.2.2	Personal, Cargos y Perfiles	33
2.2.3	Programa de Trabajo y Sueldo.....	33
2.2.4	Marco Legal	34
2.2.5	Impacto Medioambiental	34
2.3	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	35
2.3.1	Planos generales	35
2.3.1.1	Planos de Planta Arquitectura	36
2.3.1.2	Plano de Planta en Acero y Steel Frame	38
2.3.1.3	Hormigón Ligero sobre Losa Colaborante.....	39
2.3.1.4	Uniones Modulares e Inter-Modulares	42
2.3.1.5	Muros	43
3	CAPÍTULO III: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	44
3.1	ANTECEDENTES FINANCIEROS	45
3.1.1	Inversión Inicial	45
3.1.2	Fuentes de Financiamiento.....	45
3.1.3	Costos de Financiamiento	46
3.1.3.1	Amortización al 25%.....	46
3.1.3.2	Amortización al 50%.....	46
3.1.3.3	Amortización al 75%.....	46

3.1.4	VAN, TIR y PRI	47
3.1.5	Tasa de Descuento.....	48
3.1.6	Horizonte de Evaluación.....	49
3.1.7	Inversiones	49
3.1.7.1	Inversión en Activos Fijos y/o Tangibles.....	49
3.1.7.2	Inversiones de Puesta en Marcha	51
3.1.7.3	Inversiones en Capital de Trabajo.....	51
3.1.8	Costos.....	52
3.1.8.1	Estructura de costos.....	52
3.1.8.2	Costos de Operación o de Producción	54
3.1.8.3	Costos de Imprevistos	54
3.1.8.4	Depreciaciones	54
3.2	FLUJOS DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN	56
3.2.1	Flujo de Caja Puro.....	56
3.2.2	Flujo de Caja financiado al 25%	57
3.2.3	Flujo de Caja financiado al 50%	58
3.2.4	Flujo de Caja financiado al 75%	59
3.2.5	Cuadro Resumen de Flujos de Caja	59
3.2.6	Análisis de Sensibilidad del Precio	60
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Tabla FODA.	12
Tabla 2 - Tabla Tamaño de la Empresa.	13
Tabla 3 - Cantidad de Pymes a Nivel Nacional.	18
Tabla 4 - Tabla Costos de Producción.	20
Tabla 5 - Sistema de Distribución.	21
Tabla 6 - Tabla Etapas del Proyecto.	26
Tabla 7 - Tabla de Balances.	29
Tabla 8 - Equipamiento para Casa Matriz.	30
Tabla 9 - Equipamiento de Maquinaria para Terreno.	30
Tabla 10 - Tabla de Elementos de Seguridad.	31
Tabla 11 - Tabla de Cargos.	33
Tabla 12 - Tabla Costos Sueldos del Personal de Oficina.	33
Tabla 13 - Marco Legal Aplicable.	34
Tabla 14 - Tabla de Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación.	35
Tabla 15 - Tabla de Dosificaciones.	39
Tabla 16 - Tabla Tasas de Interés Anual.	45
Tabla 17 - Tabla de Amortización al 25%.	46
Tabla 18 - Tabla de Amortización al 50%.	46
Tabla 19 - Tabla de Amortización al 75%.	46
Tabla 20 - Tabla de Riesgos.	48
Tabla 21 - Tabla de Inversiones.	49
Tabla 22 - Tabla de Inversión de Activos Fijos.	50
Tabla 23 - Tabla de Inversión de Puesta en Marcha.	51
Tabla 24 - Tabla Capital de Trabajo.	51
Tabla 25 - Tabla Costos Fijos.	52
Tabla 27 - Tabla de Costos de Servicios.	53
Tabla 26 - Tabla de Costos Variables.	53
Tabla 28 - Tabla de Costos Anuales.	54
Tabla 29 - Tabla Costos de Imprevistos.	54
Tabla 30 - Tabla de Depreciaciones.	55
Tabla 31 - Tabla de Flujo Puro.	56
Tabla 32 - Tabla de Flujo de Caja al 25%.	57
Tabla 33 - Tabla de Flujo de Caja al 50%.	58
Tabla 34 - Tabla de Flujo de Caja al 75%.	59
Tabla 35 - Tabla de Resumen de los Flujos de Caja.	59

Tabla 36 - Tabla de Sensibilización Evaluado en un Flujo de Caja al 75%.	60
Tabla 37 - Tabla de Variación del Van Respecto a los Precios.	61
Tabla 38 - Tabla de Variación del Van Respecto a los Costos.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 - Render Casa Cero.	12
Ilustración 2 - Plano de Ubicación de la ciudad de Quillota en la Región de Valparaíso.	14
Ilustración 3 - Render Casa Cero.	15
Ilustración 4 - Alzados de Arquitectura Casa Cero.....	16
Ilustración 5 - Render Techo Explotado Casa Cero.....	19
Ilustración 6 – Vista Isométrica Estructura Acero y Hormigón Casa Cero.	23
Ilustración 7 - Vista Isométrica Steel Frame Casa Cero.	24
Ilustración 8 - Vista Isométrica Envolvente Casa Cero.	25
Ilustración 9 - Detalle Apoyo Sobre Cimento Aislado.	25
Ilustración 10 – Diagrama de Bloques.....	26
Ilustración 11- Diagrama de Flujos.....	27
Ilustración 12 - Layout en Planta de la Distribución de la Empresa. Elaboración Propia en AutoCAD.	28
Ilustración 13 - Plano de Planta Módulo 1 de Casa Cero.	36
Ilustración 14 - Plano de Planta Módulo 2 de Casa Cero.	37
Ilustración 15 - Plano de Planta Steel Frame con Detalles de Uniones.	38
Ilustración 16 - Plano de Losa Colaborante Incluye Detalles.	41
Ilustración 17 - Conexiones Intermodulares.	42
Ilustración 18 - Detalle en Corte de Fachada Ventilada.	43
Ilustración 19 - Gráfico de Variación del Van Respecto a los Precios.	61
Ilustración 20 - Gráfico de Variación del Van Respecto a los Costos.....	62

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

APU: Análisis de Precios Unitarios

BIM: Building Information Modeling

REVIT: Software utilizado en modelamiento y planificación técnica.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

LGUC: Ley General de Urbanismo y Construcciones

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

MOP: Ministerio de Obras Públicas

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

EETT: Especificaciones Técnicas.

PRI: Periodo de Recuperación de la Inversión

TIR: Tasa Interna de Retorno

SpA: Sociedades por Acciones

UF: Unidad de Fomento

UNEP: United Nations Environment Programme

VAN: Valor Actual Neto

IVA: Impuesto al Valor Agregado.

CLP: Peso Chileno.

TD: Tasa de Descuento.

\$: Valor Monetario.

%: Porcentaje.

cm: Centímetros.

m²: Metros cuadrados.

kWh: Kilovatio hora.

m: Metro.

m³: Metros cúbicos.

INTRODUCCIÓN

La situación habitacional en Chile pasa por una crisis en materia de accesibilidad que impacta tanto a áreas urbanas como rurales; a la cual se atañen problemáticas como la disponibilidad, entre muchas otras, generando una presión constante en la búsqueda de soluciones prácticas, asequibles y de calidad. Sin embargo, los estándares actuales no dan abasto en cuanto a rapidez y eficacia, las técnicas convencionales relacionadas a la construcción generalmente son lentas y siempre están a merced de los múltiples factores externos que rigen el ritmo, como por ejemplo el clima.

En este contexto de la industria, se presentan las soluciones modulares como una posibilidad de aplacar la problemática vigente y asentarse en el nicho descrito, ofreciendo un modelo diferente y de calidad: viviendas fabricadas en serie dentro de un ambiente controlado, que luego son ensambladas en terreno, reduciendo considerablemente los recursos que comulgan en su producción.

El presente estudio tiene como fin evaluar la factibilidad técnica y económica con el propósito de establecer una empresa constructora orientada a viviendas modulares. Este modelo se presenta como una solución eficiente y sostenible frente a las crecientes demandas del mercado chileno, especialmente en zonas con alta actividad sísmica. Las características del acero como su durabilidad, resistencia y versatilidad lo posicionan como un material ideal para este tipo de proyectos, donde la rapidez y el control de costos son factores determinantes. (Bang et al., 2014)

Para el análisis se tomarán en cuenta varios datos clave como las inversiones iniciales necesarias para implementar la empresa y las posibles alternativas de financiamiento, créditos bancarios y aportes de inversores directos. Posteriormente se evaluarán distintos escenarios en cuanto a porcentajes de financiamiento (25%, 50% y 75%) y se emplearán indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). Esto permitirá determinar la viabilidad económica del proyecto dando datos claros sobre su factibilidad.

Como referencia se toma de ejemplo el proyecto Casa Cero, ejecutado en REVIT, para ilustrar valores relacionados con costos, análisis de precios unitarios (APU), planos, modelos estructurales y renders generados en el software BIM.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar por medio de un estudio la factibilidad técnica y económica para la creación de una empresa constructora de viviendas modulares con estructura en acero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis de mercado para identificar oportunidades y desafíos en la implementación del modelo constructivo.
- Evaluar las características y requerimientos técnicos junto a las normativas vigentes asociadas al modelo constructivo.
- Realizar una evaluación económica que incluya costos iniciales, proyecciones de flujo de caja, sensibilidad y rentabilidad entre otros, usando la información de Casa Cero.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo sostenible es una prioridad mundial, en Chile se están barajando opciones para continuar con las metas establecidas por el gobierno; Según datos de la *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2020), la industria de la construcción es responsable de aproximadamente el 38% del consumo energético global y el 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero. El adoptar tecnologías modulares en acero puede atenuar estos impactos, ofreciendo rapidez, calidad y respeto por el medio ambiente. (Arriagada et al., 2021).

**1 CAPÍTULO I:
PRESENTACION DEL PROYECTO**

1.1 PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO

En Chile, el sector de la construcción se caracteriza por una alta dependencia de los métodos tradicionales como el hormigón armado y la albañilería. Si bien estas técnicas han demostrado su efectividad, presentan limitaciones importantes, como largos tiempos de ejecución y un alto impacto ambiental; frente a esto, la construcción modular en acero surge como una alternativa que promete mayor rapidez, eficiencia y sostenibilidad (Degani, 2017).

Esta empresa se origina debido a la oportunidad presente en el sector privado, en donde se valoran características presentes como la rapidez, precisión y el confort que genera este tipo de viviendas. La propuesta luego se torna y adapta sobre el sector vulnerable de la población donde se busca mitigar la demanda que existe por la casa propia, apuntando a generar políticas nacionales con el fin de implementar tales tecnologías en el mediano plazo.

1.2 ANALISIS FODA

El análisis FODA permite identificar, de manera estructurada, los factores internos y externos que influirán en la implementación y operación de la empresa constructora. Este modelo ayuda a reconocer áreas estratégicas que requieren fortalecimiento o acciones correctivas durante el desarrollo del proyecto.

Fortalezas	Oportunidades
Resistencia del acero frente a sismos.	Incremento en la demanda de soluciones sostenibles.
Reducción significativa en tiempos de construcción.	Beneficios fiscales para proyectos sostenibles.
Adaptabilidad del modelo modular.	Baja competencia de empresas especializadas en el sector.

Debilidades	Amenazas
Altos costos iniciales de implementación.	Competencia fuerte de métodos tradicionales.
Escasa experiencia técnica en el mercado local.	Fluctuación en los precios del acero.
Resistencia cultural a nuevos métodos constructivos.	Cambios regulatorios que puedan generar incertidumbre.

Tabla 1 - Tabla FODA.

1.3 **TAMAÑO DEL PROYECTO**

La empresa propuesta estará diseñada para producir viviendas modulares en acero con un tamaño estándar por módulo de 24m², de esta manera se facilita el proceso de industrialización y por consiguiente la optimización del espacio donde son producidos.

Para las proyecciones económicas y técnicas, se utilizarán datos obtenidos del proyecto Casa Cero, incluyendo costos de construcción a través del análisis de precios unitarios (APU) del proyecto.



Ilustración 1 - Render Casa Cero.

La proyección de la empresa en los primeros años es escalar en el rango de la mediana empresa según la legislación vigente.

Dicha legislación se promulga el año 2010 bajo el alero del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, con el título de ley N°20.416 el cual dictamina las normas regulatorias sobre la iniciación, desarrollo y término de las empresas.

Se contempla para el desarrollo de la propuesta un espacio tipo galpón equipado para el desarrollo técnico de las viviendas y que cuenten con oficinas para el

correspondiente desarrollo administrativo y atención al cliente, baños, comedor, bodega y estacionamientos.

Tamaño empresa	Clasificación por ventas	Clasificación por empleo
Micro	0 – 2.400UF	0 – 9
Pequeña	2.400,01UF – 25.000UF	10 -25
Mediana	25.000,01UF – 100.000UF	25 – 200
Grande	100.000,01UF y más	200 y más

Tabla 2 - Tabla Tamaño de la Empresa.

1.4 **LOCALIZACIÓN**

El establecimiento de la empresa estará ubicado en Quillota, región de Valparaíso. Se seleccionará un galpón situado cerca de las rutas principales y proveedores para así optimizar costos de transporte y el almacenamiento de materiales.

Opción 1:

Galpón de 350 m² ubicado en F-62 Quillota, cuenta con 1 baño, 2 oficinas, bodega, área de almacenamiento, sector multiuso y 12 estacionamientos, su valor es de 26 UF mensuales, tiene como ventaja el estar situada dentro de un sector industrial que colinda con la ruta antes mencionada.

Opción 2:

Galpón de 260 m² ubicado en sector Lo Mardones en la zona rural de Quillota, cuenta con 2 baños, sala multiuso, cocina, bodega y 6 estacionamientos, su valor es de 23 UF mensuales, tiene como ventaja la distribución del espacio y su ubicación, pero carece de oficinas.

Opción 3:

Galpón de 400 m² ubicado en sector camino San Pedro, cuenta con una casa completa aledaña para su uso como, oficinas, comedor, cocina, baños y duchas, su valor es de 32 UF mensuales, tiene como ventaja su ubicación y la comodidad de la vivienda con sus espacios definidos.

Tomando en cuenta que existen opciones que resultaron en descartes, las cuales no fueron listadas, ya sea por costo elevado o mala ubicación, finalmente se opta por la

opción 1, si bien su valor es más elevado que las otras opciones, resulta en un asentamiento más cómodo para el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta la logística de personal, materiales y módulos de la planta.



Ilustración 2 - Plano de Ubicación de la ciudad de Quillota en la Región de Valparaíso.

1.5 SITUACIÓN SIN PROYECTO VS. CON PROYECTO

La situación sin El mercado chileno se continuará dependiendo de métodos constructivos tradicionales que, aunque funcionales, no alcanzan en términos de sostenibilidad y tiempos de ejecución a las tecnologías más recientes basadas en la industrialización en serie. En este escenario es difícil aplacar las necesidades habitacionales del sector mientras se integran políticas sostenibles en el tiempo.

La creación de una empresa constructora especializada en viviendas modulares con estructura de acero aportaría a la diversificación de la oferta en el sector de la construcción, introduciendo un modelo que combina rapidez, eficiencia y por sobre todo sostenibilidad, características esenciales para enfrentar el déficit habitacional y las demandas de un mercado en constante crecimiento (Garay-Moena & Benedetti-Ruiz, 2014).

Este enfoque de valores agregados que cada vez están más vigentes no solo reducirá los tiempos de entrega, ya que a la vez contribuirá al desarrollo competitivo del país, dando a los clientes opciones de mayor calidad que se encuentran dentro de un marco respetuoso con el medio ambiente.



Ilustración 3 - Render Casa Cero.

1.6 ESTUDIO DE MERCADO

1.6.1 Determinación del Producto o Servicio

El producto principal serán viviendas modulares diseñadas en acero, con opciones estandarizadas para satisfacer las necesidades habitacionales específicas de cada cliente. Este modelo ofrecerá una solución integral con opciones que pueden incluir desde las fundaciones, instalaciones hasta el ensamblaje en el terreno para entregar la obra “llave en mano”.

La vivienda modelo de la empresa será Casa Cero constituida por 2 módulos con un total de 48 m², distribuidos en una habitación principal con baño en suite y vestidor, una habitación secundaria, baño más lavadero de uso común, y por último un espacio integrado que se compone de las áreas sociales, living, cocina y comedor.

Los módulos son estructurados en acero ejecutados con una losa colaborante alivianada que ejerce como piso ventilado, tabiquería y cubierta en seco constituida por perfiles de acero galvanizado a 40 cm. de distancia, aislación que obedece y sobrepasa la mínima normativa, ventanas termo panel, por último, en la envolvente térmica cubierta y fachada ventilada.

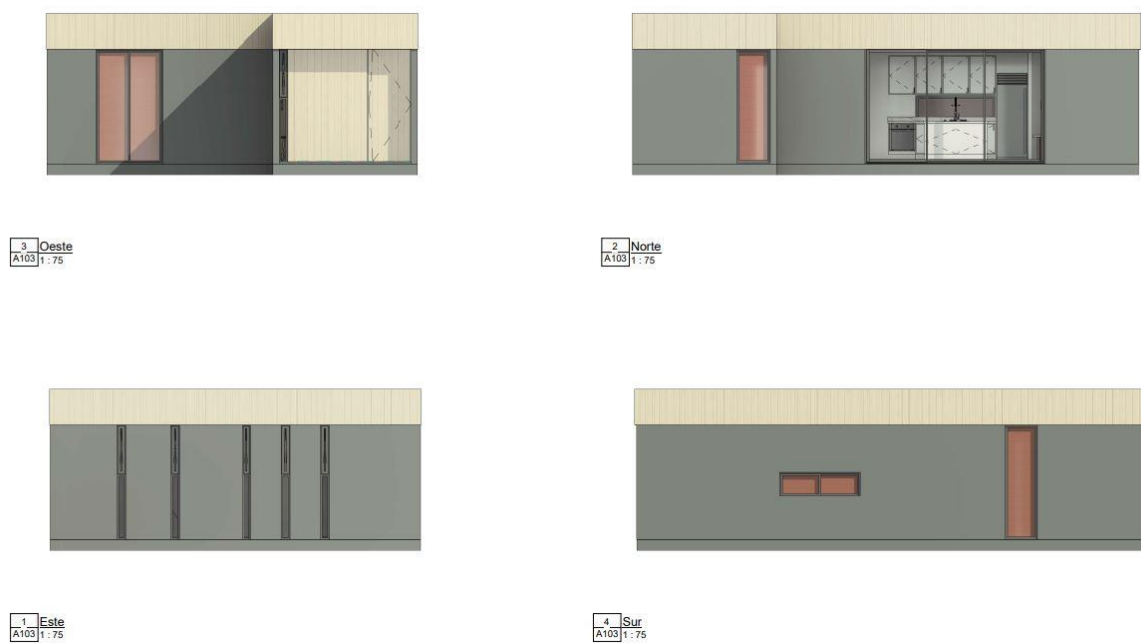


Ilustración 4 - Alzados de Arquitectura Casa Cero.

1.6.2 Área de Estudio

El Proyecto abarca todo el territorio nacional, ya que las viviendas al ser modulares se distribuirán en camiones, esto sumado a la conectividad vial de la Ruta

5 Panamericana, Ruta 68 y Ruta 60, nos permitiría suplir la demanda del mercado sin importar la ubicación.

1.6.3 Análisis de la Demanda y Oferta

La demanda por soluciones habitacionales de calidad para emplazar directamente en el terreno del cliente es una constante en aumento, pasando por las casas prefabricadas con diferentes sistemas constructivos, las casas tipo tiny y las modulares, que se caracterizan por ser opciones rápidas y de calidad. Sin embargo, la oferta de construcción modular en el país es limitada en cuanto a opciones, lo que posiciona a esta empresa como un actor clave para diversificar el sector y tomar parte de esta demanda. Según datos recientes, regiones como la Metropolitana, Valparaíso y Biobío concentran el 65% de la demanda nacional de viviendas (Flores et al., 2018).

1.6.3.1 Demanda Actual

En el contexto actual la demanda por viviendas modulares se encuentra en crecimiento debido a la necesidad de soluciones eficientes, este aumento se ve afectado debido a la urbanización acelerada de las urbes principales en el país, el déficit en zonas rurales y la demanda de viviendas rápidas para uso vacacional.

1.6.3.2 Demanda Futura

En el futuro se espera que este método constructivo gane fuerza, abarcando tanto a particulares como programas de viviendas sociales, proyectos industriales y mineros. EL factor que ayudará a este impulso será el cambio en las legislaciones que tienen como meta establecer tecnologías en el sector sostenibles y eficientes. En las regiones del sur de Chile la demanda es alta y la oferta es limitada, por ejemplo, el Maule, Ñuble y la Araucanía abarcan gran parte de esta, debido a la velocidad de construcción, adopción de estándares sostenibles, materiales, etc.

1.6.3.3 Oferta Actual

La oferta en el país es aún limitada, lo que deja una brecha que puede cubrir el sector modular. Actualmente, menos del 15% de las constructoras participan en proyectos modulares, y aquellas que lo hacen suelen enfocarse en iniciativas pequeñas, como oficinas temporales o estructuras turísticas. (Celis-D'Amico et al., 2023)

El grueso de las empresas que utilizan este sistema ofrecen viviendas con especificaciones técnicas de entrada, y a la vez muchas no incluyen servicios integrales como fundaciones e instalaciones, lo que nos ofrece una oportunidad para establecer el estándar de “llave en mano” y grandes prestaciones.

La construcción modular es reconocida como una solución prometedora para viviendas asequibles y de alta calidad, particularmente en mercados donde las alternativas tradicionales no logran satisfacer la creciente demanda habitacional. (Duarte et al., 2024)

1.6.3.4 Oferta Futura

Sobre la oferta futura se puede esperar que crezca a medida que la especialización en tecnologías sostenibles se haga estándar en el sector, a través de las regulaciones, que cada vez apuntan más en dicha dirección.

Empresas Constructoras y Empresas de Especialidades

Ubicación	Constructoras		Especialidades		Inmobiliarios	
	Grande	PYME	Grande	PYME	Grande	PYME
Arica	1	11	0	0	0	0
Iquique	1	14			0	1
Antofagasta	5	21	2	2	0	5
Calama	2	10	0	7	0	0
Copiapó	2	8	0	0	0	0
La Serena	3	30	3	11	2	12
Valparaíso	6	35	2	14	0	4
Santiago	54	244	18	72	20	87
Rancagua	0	17	0	4	1	6
Talca	2	23	0	3	0	2
Concepción	12	29	3	16	8	13
Chillán	0	9	0	3	0	0
Los Ángeles	2	11	0	0	0	0
Temuco	2	35	0	9	1	4
Valdivia	1	4	0	5	0	3
Osorno	1	8	0	4	0	1
Puerto Montt	3	18	0	5	1	9
Coyhaique	2	9	0	1	0	0
Punta Arenas	2	10	1	4	0	1
TOTAL	101	546	29	160	33	148

Tabla 3 - Cantidad de Pymes a Nivel Nacional.

1.6.4 Determinación del Precio

La determinación del precio se realizará a través de una metodología cuantificando el costo de materias primas e insumos.

1.6.4.1 Costos Directos

Los costos directos se limitan a los elementos necesarios para su fabricación, en este caso las partidas principales son:

- Muros: \$11.303.442 CLP.
- Armazón estructural: \$3.794.988 CLP.
- Suelos: \$2.418.062 CLP.
- Cubiertas: \$1.587.080 CLP.
- Ventanas: \$2.248.450 CLP.

El costo directo total asciende a \$28.453.488 CLP.

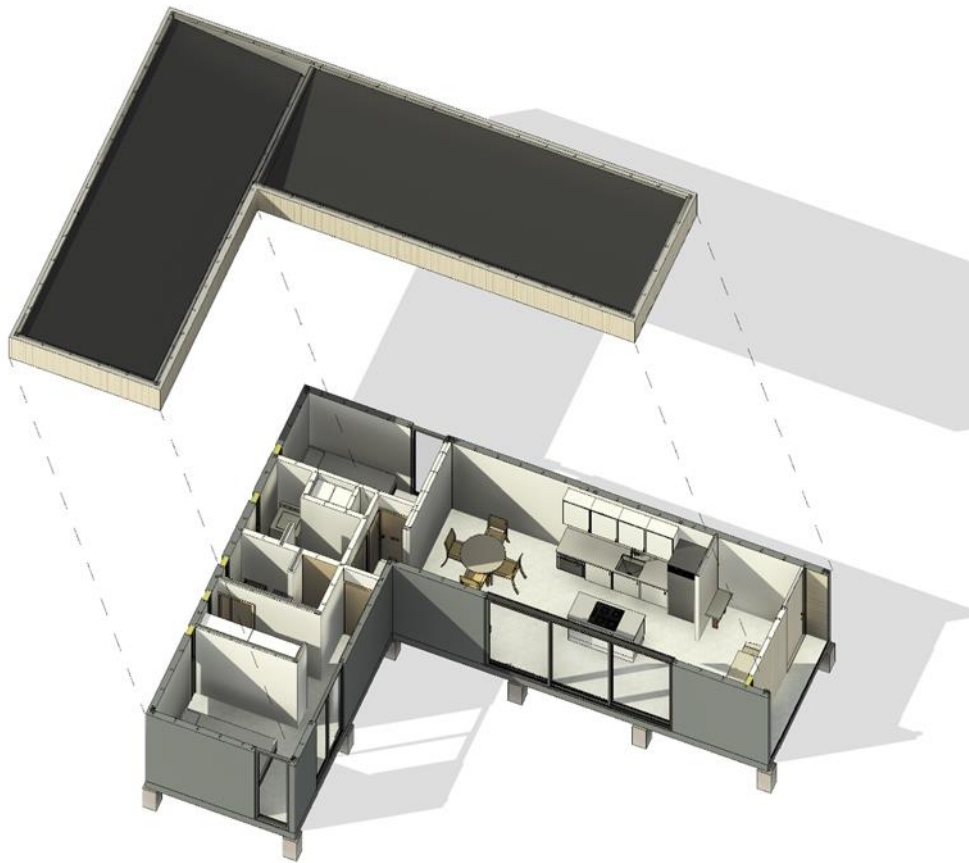


Ilustración 5 - Render Techo Explotado Casa Cero.

1.6.4.2 Gastos Generales

Los gastos generales que se componen de costos administrativos y operativos, fijados al 10% del costo directo dan como total \$2.845.349 CLP.

1.6.4.3 Margen de Utilidad

El margen de utilidad se proyectó en 30%, esta cifra asegura una viabilidad económica a futuro, dando el valor de \$8.536.046 CLP.

1.6.5 Sistema de Comercialización

Es vital para toda empresa lograr visibilidad y reconocimiento, por lo que en este proyecto se centrarán los esfuerzos en ofrecer una solución integral a cada cliente, incluyendo los servicios que serán gestionados por terceros.

La estrategia de comercialización se enfocará en dos líneas principales:

- Ventas directas a clientes particulares que buscan soluciones habitacionales personalizadas a través de redes sociales, página web y plataformas digitales.
- Ventas directas a clientes particulares a través de oficinas comerciales ubicadas en Quillota, dando la posibilidad de conocer los materiales a través de muestras y atención personalizada.

1.6.6 Sistema de Distribución

El sistema de distribución está diseñado con el objetivo de garantizar el uso eficiente de los recursos, abarcando todo el país gracias a la conectividad que generan las carreteras como la Ruta 5 Panamericana y las Rutas 68 y 60.

Al subcontratar el servicio se producen alianzas con empresas especializadas las cuales se harán cargo de mantener la calidad del producto durante el traslado.

Etap	Descripción	Responsable	Duración Estimada
Preparación en planta	Inspección y embalaje de módulos	Personal	1 día
Transporte terrestre	Envío desde planta hasta el sitio de instalación	Empresa subcontratada	1-5 días
Ensamblaje en terreno	Instalación y ajustes finales	Personal	3 días

Tabla 5 - Sistema de Distribución.

**2 CAPÍTULO II:
INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO**

2.1 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico tiene como bases principales la información que nos permitirá establecer las funciones óptimas para establecer una estructura operativa, estimar recursos y generar procesos detallados con el fin de establecer parámetros de calidad.

2.1.1 Descripción del Proceso Constructivo

El modelo de construcción modular en acero tiene como base la prefabricación de elementos estructurales en planta, que posteriormente son transportados y ensamblados en el lugar de instalación. Este sistema se consta de tres etapas generales: el diseño, siguiendo con la fabricación y por último el montaje; Su correcta planificación nos permite reducir considerablemente los tiempos de ejecución, comparado con una obra

tradicional y garantizar un control de calidad uniforme, con altos estándares, en todas las fases del proyecto gracias a su enfoque industrializado.

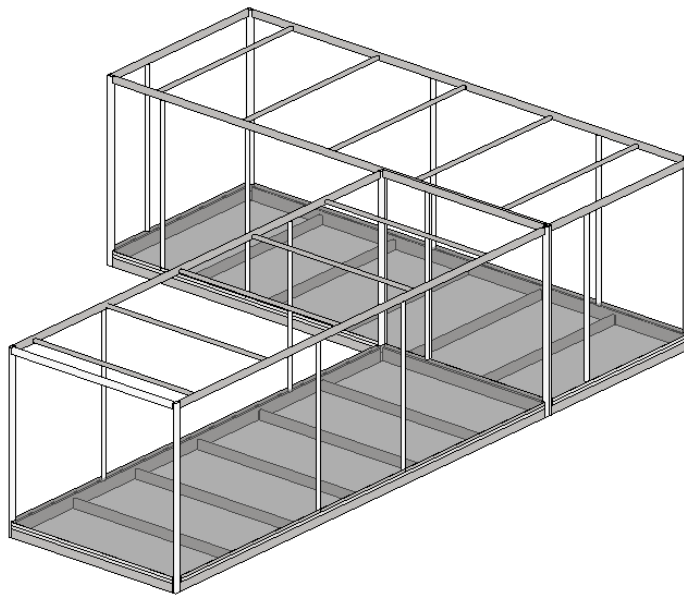


Ilustración 6 – Vista Isométrica Estructura Acero y Hormigón Casa Cero.

2.1.1.1 Diseño

En la etapa de diseño se utilizarán herramientas BIM (Building Information Modeling), como en este caso el software REVIT, con el cual se pueden cuantificar de manera precisa los recursos necesarios para el proyecto, de igual manera se reducen los problemas técnicos identificándolos antes de las etapas de fabricación, permitiendo una optimización de la planificación, gestión y finalmente de costos finales.

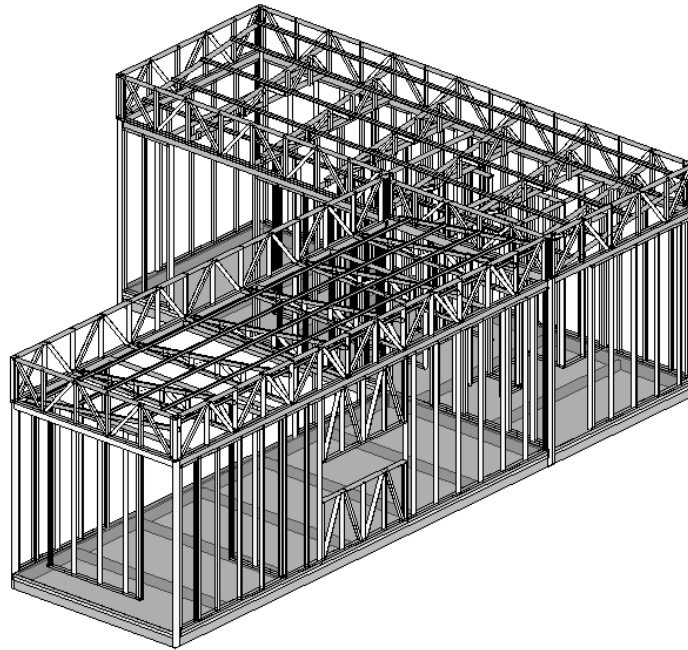


Ilustración 7 - Vista Isométrica Steel Frame Casa Cero.

2.1.1.2 Fabricación

La fabricación de los módulos se llevará a cabo en una bodega industrial, bajo un ambiente controlado, la cual se encuentra equipada con maquinaria especializada para cortes, soldadura, obra gruesa y tabiquería, aludiendo a las distintas partidas divididas a su vez en etapas.

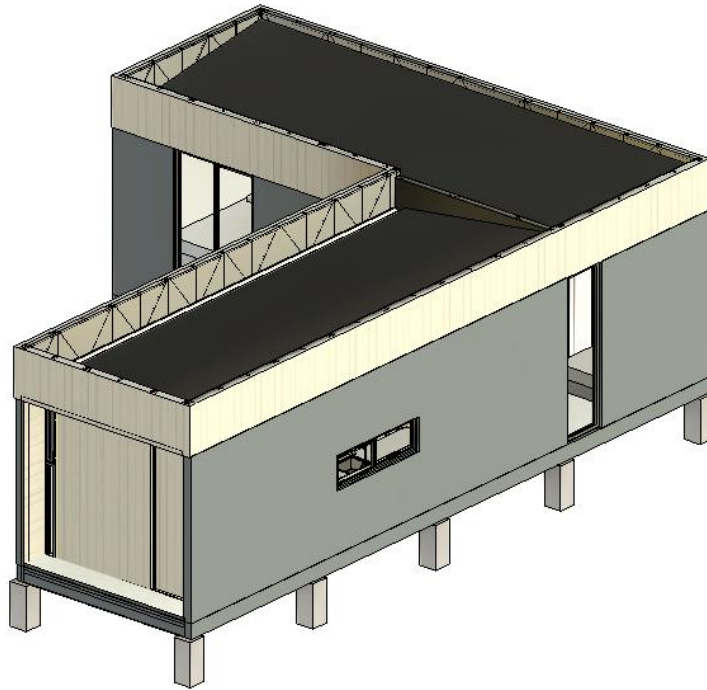


Ilustración 8 - Vista Isométrica Envolverte Casa Cero.

2.1.1.3 Ensamblaje en Terreno

Los módulos serán transportados al sitio del cliente con empresas especializadas que cuenten con camiones pluma, para luego ser ensambladas en bases aisladas de hormigón. Este proceso, que toma en promedio tres días, permite una instalación rápida y eficiente, minimizando el impacto ambiental y los costos adicionales. (Duarte et al., 2024)

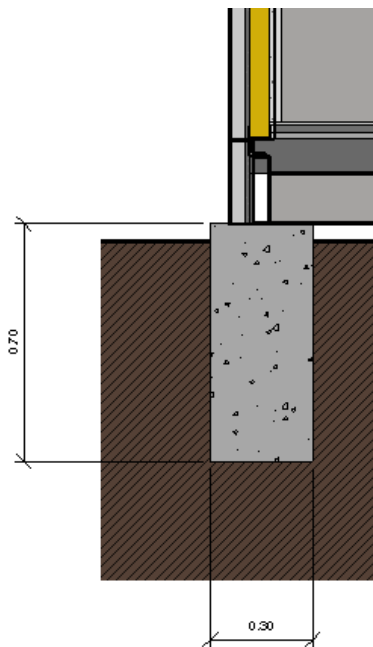


Ilustración 9 - Detalle Apoyo Sobre Cimento Aislado.

Etapa	Descripción	Duración Estimada	Responsable
Diseño	Modelado en BIM y generación de documentación técnica para cada modelo habitacional.	15 días	Equipo de diseño
Fabricación	Producción de módulos en planta con sistemas integrados.	30 días	Personal de fábrica
Ensamblaje	Instalación de módulos y ajustes finales en terreno.	3 días	Equipo de ensamblaje

Tabla 6 - Tabla Etapas del Proyecto.

2.1.2 Diagrama de Bloques

El uso del diagrama de bloques nos ayuda a visualizar el flujo de actividades de manera simplificada, es una herramienta útil para generar la ruta crítica del proyecto, coordinación del equipo de trabajo y ayuda al cliente a tener un refuerzo visual para explicar el proceso de obtención de su nueva vivienda. Las siguientes etapas principales representan el procedimiento del proyecto:

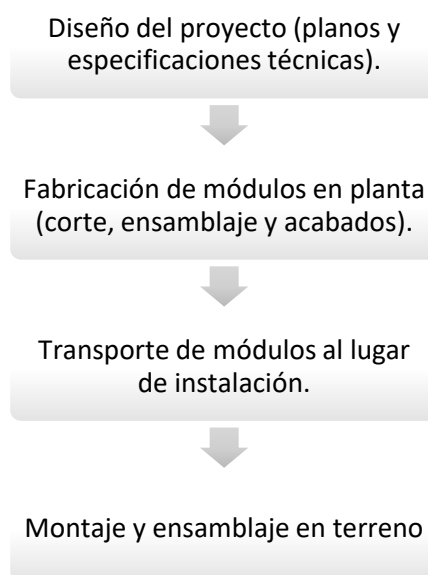


Ilustración 10 – Diagrama de Bloques.

2.1.3 Diagrama de Flujos

El flujo de trabajo incluye desde el diseño inicial hasta la entrega final de la vivienda modular, garantizando eficiencia, sostenibilidad en cada etapa del proceso y valor añadido a la empresa.

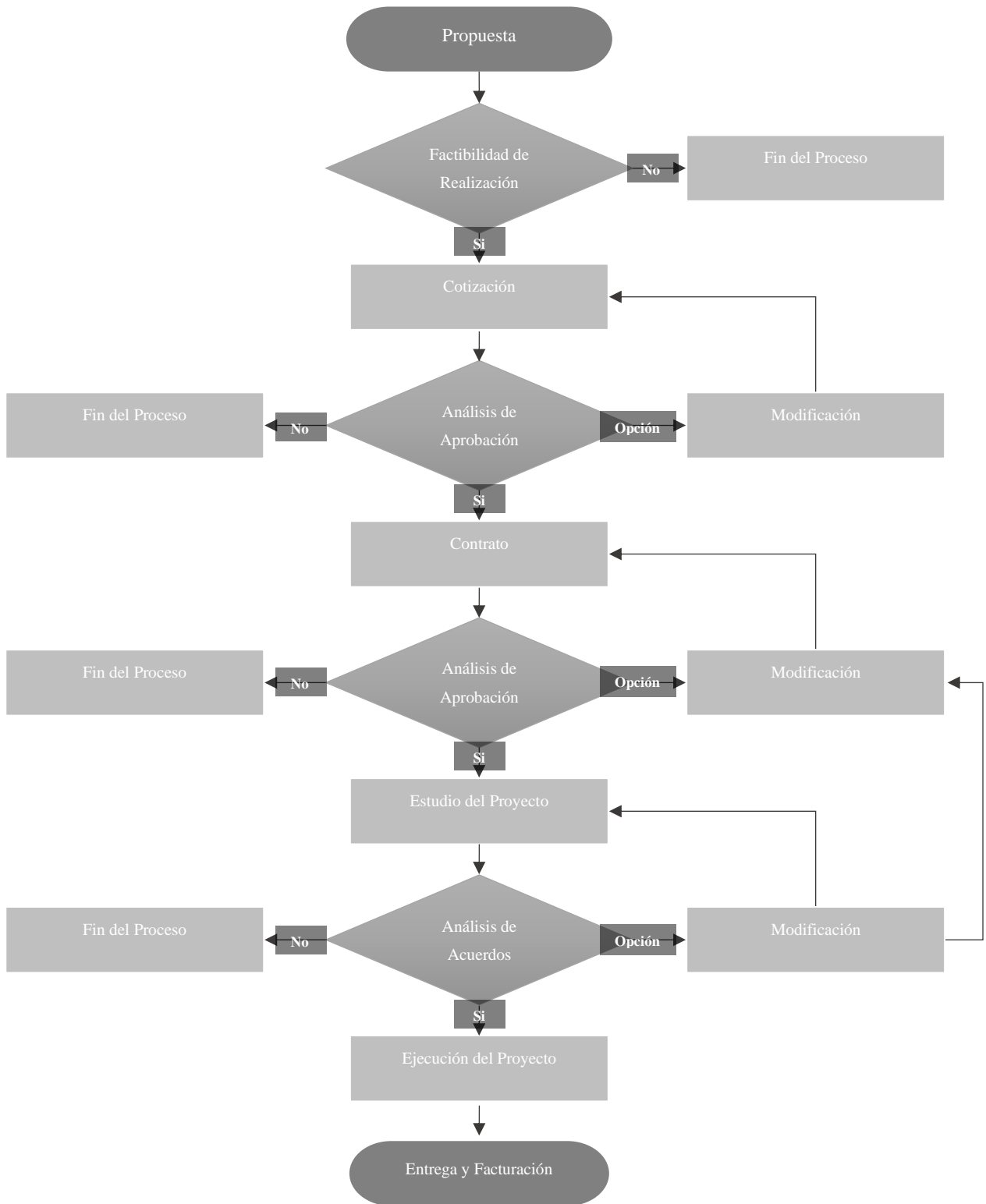


Ilustración 11- Diagrama de Flujos.

2.1.4 Diagrama de Lay-Out

La distribución de la planta para la empresa constructora se divide en varias zonas:

- Producción
- Almacenaje
- Carga y descarga
- Oficinas
- Baños y vestidores
- Estacionamientos

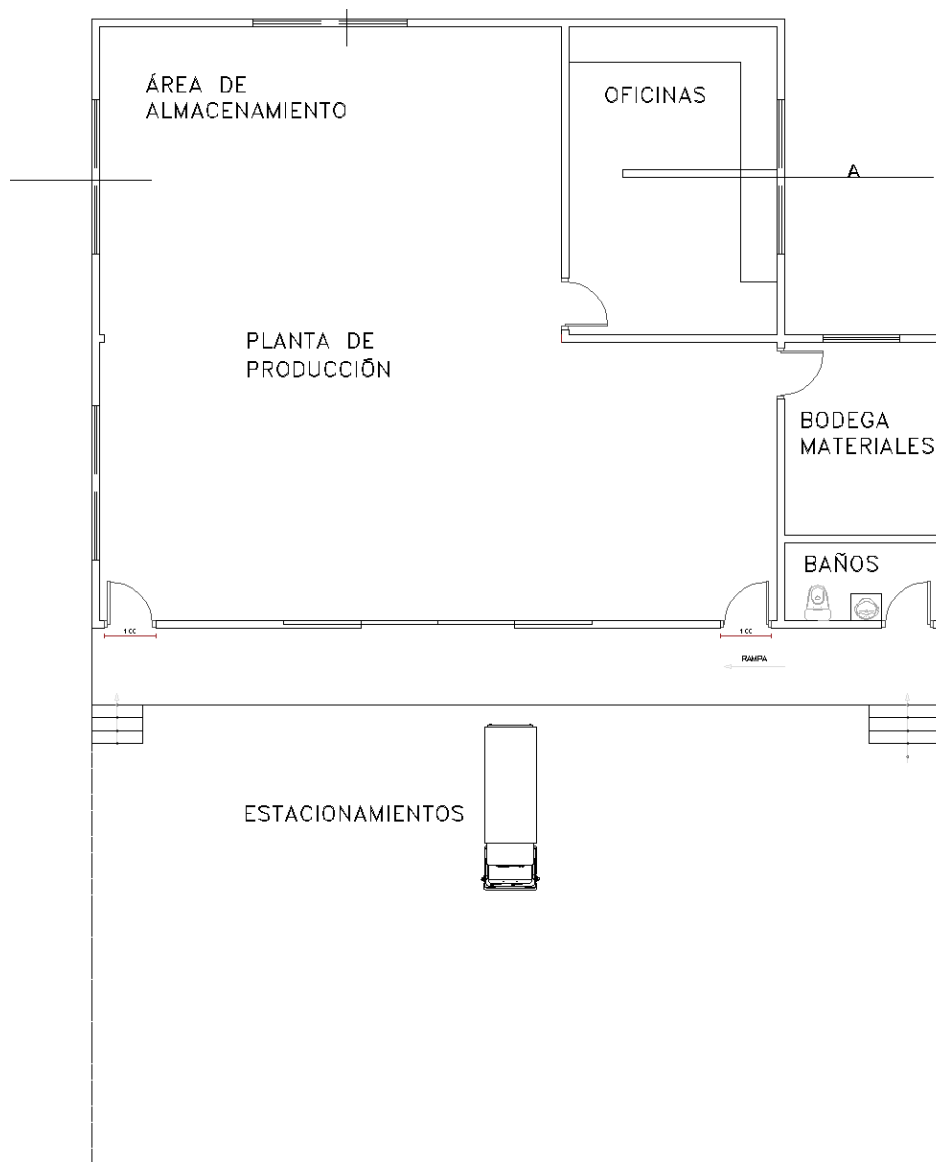


Ilustración 12 - Layout en Planta de la Distribución de la Empresa. Elaboración Propia en AutoCAD.

2.1.5 Balance de Masa y Energía

El balance de masa y energía es un aspecto medible para evaluar la eficiencia operativa y sostenibilidad de la planta de producción. Este análisis permite identificar los principales consumos energéticos asociados a los procesos de fabricación, maquinaria y herramientas utilizadas en el proceso de construcción, para con ello garantizar la optimización de los recursos y el cumplimiento de los estándares sostenibles que priman en la actualidad.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	TOTAL UF
Agua potable	M3	22	1600	35200	0,92
Electricidad	Kwh	1392	180	250560	6,53
Gas	M3	35	1400	49000	1,28

Tabla 7 - Tabla de Balances.

2.1.6 Selección de Equipos

La selección de equipos es clave para asegurar la correcta ejecución de las actividades tanto en la casa matriz como en terreno. La elección de maquinaria y herramientas está orientada a optimizar los procesos de construcción modular manteniendo calidad y ergonomía como criterios principales, considerando la magnitud para una empresa pequeña en etapa inicial.

2.1.6.1 Equipamiento para Oficina

Se requiere un equipamiento funcional y acorde a las necesidades de una empresa en sus inicios ya que en las oficinas se realizan las labores claves para el proyecto, como lo son las administrativas y de atención al cliente,.

INVERSIÓN EN EQUIPOS DE OFICINA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Escritorio	2	\$150.000	\$300.000	7,82
Sillas	4	\$60.000	\$240.000	6,26
Sillon ejecutivo	2	\$90.000	\$180.000	4,69
Notebook	2	\$600.000	\$1.200.000	31,29
Multifuncional	2	\$250.000	\$500.000	13,04
Estantes	3	\$25.000	\$75.000	1,96
Mesa de reuniones	1	\$200.000	\$200.000	5,22
Microondas	1	\$60.000	\$60.000	1,56
Extintor de incendios	1	\$19.000	\$19.000	0,50
Total			\$2.774.000	72,34

Tabla 8 - Equipamiento para Casa Matriz.

2.1.6.2 Equipamiento de Maquinaria para Terreno

El equipo de terreno se compone de herramientas específicas necesarias para la fabricación de módulos en acero, permitiendo precisión y eficiencia en los procesos con una orientación industrial en serie.

INVERSIÓN EN MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Betonera	1	\$300.000	\$300.000	7,82
Camioneta	2	\$15.000.000	\$30.000.000	782,29
Esmeril	4	\$60.000	\$240.000	6,26
Máquina de soldar inverter	3	\$400.000	\$1.200.000	31,29
Taladro atornillador	3	\$80.000	\$240.000	6,26
Rotomartillo	1	\$200.000	\$200.000	5,22
Remachadora	3	\$40.000	\$120.000	3,13
Ingletadora	2	\$300.000	\$600.000	15,65
Sierra de banco	1	\$900.000	\$900.000	23,47
Prensa hidráulica	1	\$1.200.000	\$1.200.000	31,29
Caja de herramientas	3	\$100.000	\$300.000	7,82
Banco de trabajo	3	\$200.000	\$600.000	15,65
Puente grúa	1	\$4.000.000	\$4.000.000	104,31
Set herramientas manuales	3	\$90.000	\$270.000	7,04
Nivel laser	2	\$300.000	\$600.000	15,65
Herramientas para gasfitería	3	\$90.000	\$270.000	7,04
Vibrador de inmersión	1	\$500.000	\$500.000	13,04
Total			\$41.540.000	1083,21

Tabla 9 - Equipamiento de Maquinaria para Terreno.

2.1.6.3 Elementos de Seguridad

Garantizar la seguridad de los trabajadores en terreno es una prioridad durante las actividades en la planta. Los equipos seleccionados cumplen con las normativas vigentes y garantizan el bienestar del personal.

INVERSIÓN EN SEGURIDAD DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Cascos de seguridad	10	\$4.390	\$43.900	1,14
Protección ocular	10	\$5.500	\$55.000	1,43
Guantes reforzados	10	\$8.000	\$80.000	2,09
Zapatos de seguridad	10	\$25.000	\$250.000	6,52
Overol ignífugo	5	\$25.000	\$125.000	3,26
Arnés de seguridad	2	\$30.000	\$60.000	1,56
Máscaras de soldar	4	\$50.000	\$200.000	5,22
Total			\$813.900	21,22

Tabla 10 - Tabla de Elementos de Seguridad.

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES

La creación de una empresa constructora de viviendas modulares requiere un enfoque integral que contemple tanto los aspectos organizativos como los legales y ambientales. Este capítulo aborda los elementos necesarios para garantizar el cumplimiento normativo, una gestión eficiente y el desarrollo sostenible de la empresa.

2.2.1 Estructura Organizacional

La estructura organizacional está diseñada para asegurar la eficiencia en las operaciones y facilitar la toma de decisiones estratégicas. Se divide en áreas administrativas y operativas, con roles claramente definidos que contribuyen al funcionamiento de la empresa.

Organigrama de la Empresa

1. Gerente General:

- Responsable de la dirección estratégica y supervisión en general.

2. Área Administrativa:

- Contador: Gestión financiera, presupuestos y obligaciones fiscales.
- Asistente Administrativo: Coordinación de documentos, atención al cliente y soporte interno.
- Vendedor: Ventas, marketing, atención a público.

3. Área Operativa:

- Jefe de Producción: Supervisión técnica de los procesos en planta.
- Soldador Especializado: Ensamblaje de módulos de acero con precisión.
- Eléctrico Certificado: Instalaciones eléctricas en los módulos.
- Maestro: Construcción de la obra en sus fases.
- Ayudante: Apoyo para las tareas en terreno.
- Gasfiter Certificado: Instalaciones de tuberías en diferentes partidas.

2.2.2 Personal, Cargos y Perfiles

La selección del personal está orientada a contar con profesionales y técnicos calificados que aseguren la calidad y eficiencia en los proyectos, las selecciones serán esenciales ya que, al ser una empresa pequeña, cada persona es un impacto de magnitud en la producción.

Cargo	Perfil Profesional	Funciones
Gerente General	Ingeniero Constructor / Civil	Liderar la empresa y supervisar áreas clave.
Contador	Técnico/Contador Público	Administrar las finanzas y el cumplimiento fiscal.
Asistente Administrativo	Recursos Humanos	Coordinar documentos, atención al cliente y soporte.
Jefe de Producción	Técnico en Construcción	Supervisión técnica y gestión en terreno.
Vendedor	Vendedor con experiencia	Encargado de la venta y promoción de las soluciones habitacionales.

Tabla 11 - Tabla de Cargos.

2.2.3 Programa de Trabajo y Sueldo

El horario laboral seguirá las disposiciones del Código del Trabajo Chileno, según la Ley N°20.123, las jornadas se distribuirán de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 horas, con una hora para colación, y se respetará el pago de horas extras en caso de ser requeridas.

COSTO SUELDO PERSONAL OFICINA O COSTOS FIJOS				
CARGO	TÍTULO	SUELDO MENSUAL \$	UF MENSUAL	UF ANUAL
Gerente General	Ingeniero Constructor / Civil	\$2.500.000	65,19	782,29
Administración y Finanzas	Contador Auditor	\$1.000.000	26,08	312,92
Asistente Administrativo	Recursos Humanos	\$900.000	23,47	281,62
Jefe de Producción	Técnico en Construcción	\$1.000.000	26,08	312,92
Vendedor	Vendedor	\$600.000	15,65	187,75
	Total	\$6.000.000	156,46	1877,49

Tabla 12 - Tabla Costos Sueldos del Personal de Oficina.

2.2.4 Marco Legal

El marco legal establece las bases normativas que la empresa debe practicar para funcionar de manera adecuada y en este caso apelando progresivamente a la sostenibilidad. Este incluye regulaciones laborales, urbanísticas y ambientales, que garantizan tanto la seguridad como la transparencia en todas las actividades.

Normativas Claves:

- Ley N° 20.190: Regula la constitución de Sociedades por Acciones (SpA), permitiendo flexibilidad en la organización y manejo de capital. (*Ministerio de Economía, 2007*).
- Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC): Norma los procedimientos técnicos y administrativos en la construcción. (*MINVU, 2023*).
- Ley N° 16.744: Proporciona protección contra riesgos laborales y enfermedades profesionales. (*Dirección del Trabajo, 2023*).

Normativa	Aplicación
Ley N° 20.190	Constitución y gestión societaria.
Ley N° 16.744	Seguridad y riesgos laborales.
Ley N° 19.300	Bases generales del medio ambiente.
Ley N° 20.123	Subcontratación
LGUC y OGUC	Normas urbanísticas y constructivas.

Tabla 13 - Marco Legal Aplicable.

2.2.5 Impacto Medioambiental

La sostenibilidad es un principio rector de la empresa, el enfoque está en reducir al mínimo el impacto ambiental mediante prácticas responsables, como el uso eficiente de recursos y el manejo adecuado de residuos. Midiéndose por la tecnología existente en el sector.

Impacto	Medida de Mitigación
Generación de residuos	Implementar programas de reciclaje, segregación y manejo de escombros y residuos.
Consumo energético	Uso de iluminación LED y equipos eficientes en todas las etapas del proceso.
Emisiones de CO ₂	Optimización de los procesos productivos, optando por tecnologías sostenibles.

Tabla 14 - Tabla de Impactos Ambientales y Medidas de Mitigación.

2.3 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

La documentación del proyecto Casa Cero presentada a continuación, guarda relación con el posterior análisis técnico, siendo fundamental para el desarrollo viable de cada etapa.

A continuación, se presentan las vistas principales generadas en REVIT, con las cuales tendremos la información necesaria para facilitar la toma de decisiones en las distintas fases del estudio y posteriormente en su ejecución.

2.3.1 Planos generales

Los planos generales de la vivienda Casa Cero ofrecen una visión detallada de la infraestructura proyectada mediante el software REVIT, que gracias a su estándar BIM facilita y brinda precisión en todas las etapas del proyecto.

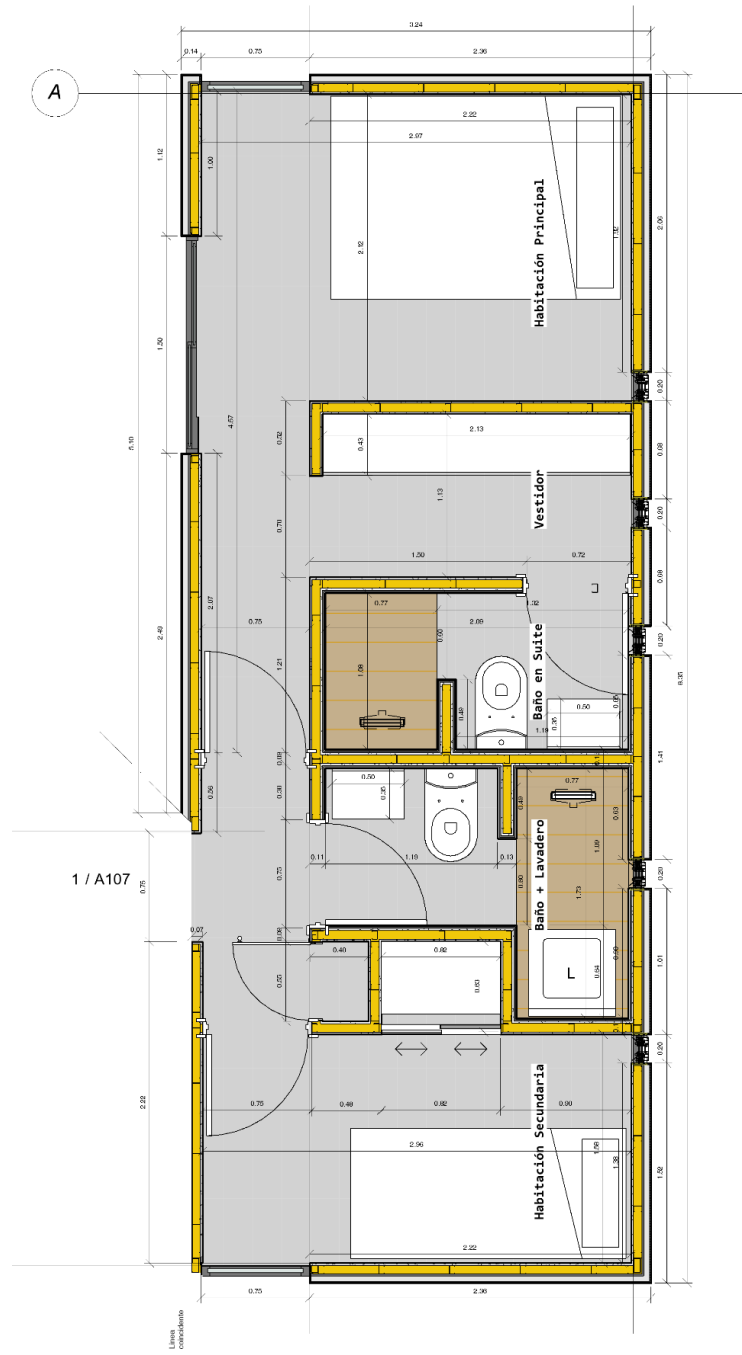


Ilustración 14 - Plano de Planta Módulo 2 de Casa Cero.

2.3.1.2 Plano de Planta en Acero y Steel Frame

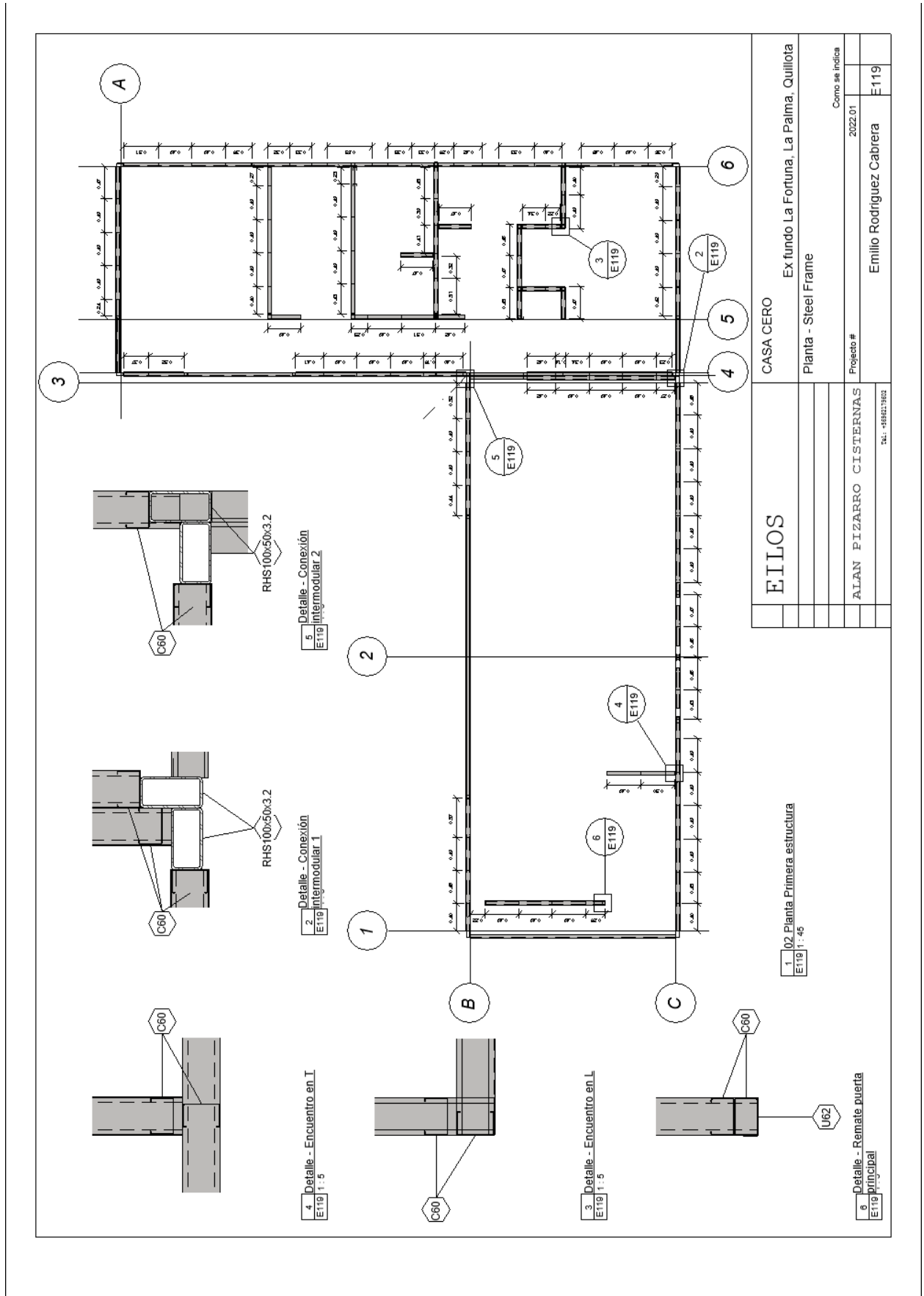


Ilustración 15 - Plano de Planta Steel Frame con Detalles de Uniones.

2.3.1.3 Hormigón Ligero sobre Losa Colaborante

El hormigón liviano utilizado en este estudio para la losa colaborante incorpora una mezcla optimizada que incluye partículas de poliestireno expandido (EPS) al 50%, con el objetivo de reducir el peso y mejorar el desempeño térmico del material. Esta solución es especialmente relevante para aplicaciones en construcción modular, donde la eficiencia de peso y el aislamiento térmico son factores claves en su transporte y posterior uso correlativamente.

La losa colaborante se diseñó bajo criterios normativos y recomendaciones de diseño estructural para asegurar su estabilidad y durabilidad. La siguiente tabla presenta las propiedades físicas y volumétricas de los componentes utilizados en la mezcla para 1 m³ de hormigón liviano:

Material	Volumen (L)	Densidad Absoluta (kg/L)	Peso (kg)	Densidad Real (kg/L)	Volumen Absoluto (L)
EPS	442,6	0,01	4,4	0,02	221,3
Agua	185,0	1,00	185,0	1,00	185,0
Cemento	280,3	1,7	336,4	3,05	110,3
Aire	15,0	-	-	-	15,0
Arena	406,5	1,55	630,1	2,55	247,1
Grava	345,0	1,7	598,5	2,65	221,3
Total	1576,8	-	1743,3	-	1000,0

Tabla 15 - Tabla de Dosificaciones.

El peso específico del hormigón liviano obtenido es de 1743,3 kg/m³, siendo adecuado para aplicaciones en construcción modular y losas colaborantes, donde la reducción de peso es crítica para optimizar el diseño estructural.

La inclusión de EPS mejora las propiedades térmicas del hormigón, lo cual es fundamental para mejorar la eficiencia energética de las viviendas modulares.

La mezcla cumple con los requisitos de resistencia y compatibilidad con la losa colaborante, según las especificaciones de la NCh 170.

Las losas colaborantes requieren una integración eficiente entre los elementos metálicos y el hormigón, lo cual asegura la transferencia de cargas de manera uniforme y garantiza la estabilidad estructural. Según estudios recientes en construcción modular, las soluciones livianas como el hormigón con EPS reducen significativamente el peso de la

estructura sin comprometer la resistencia (Chen et al., 2021). Esto resulta en menores costos de transporte y mayor rapidez en la instalación.

El diseño y cálculo del hormigón liviano para losas colaborantes fue realizado conforme a las siguientes normativas:

- NCh170 Of. 2021: Hormigones - Requisitos generales.
- NCh1938: Áridos para hormigones y morteros.
- Eurocode 2: Design of concrete structures.
- Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC): Marco regulatorio para edificaciones en Chile.

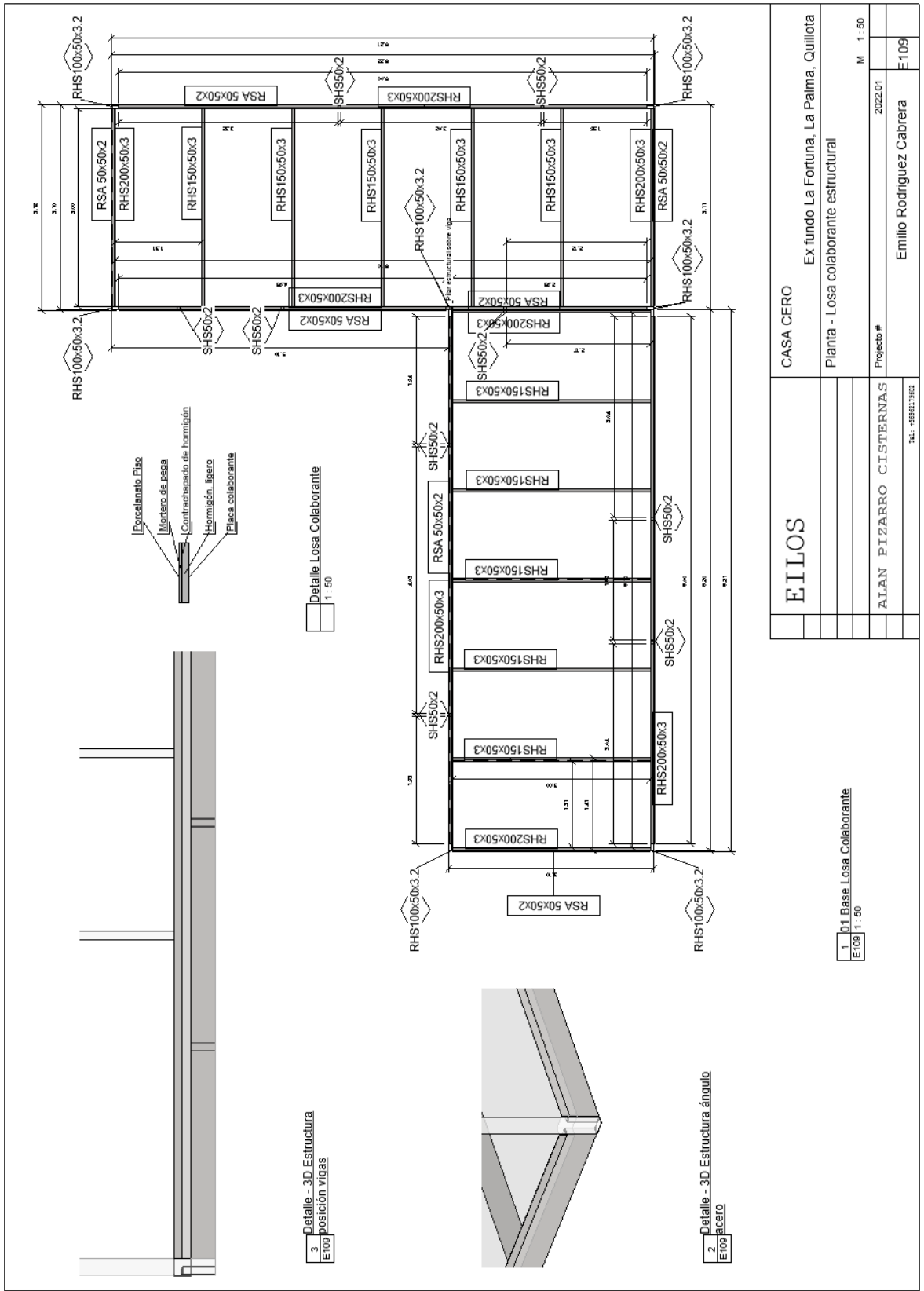


Ilustración 16 - Plano de Losa Colaborante Incluye Detalles.

2.3.1.4 Uniones Modulares e Inter-Modulares

Las conexiones modulares e inter-modulares juegan un papel clave en la construcción de estructuras en acero y su ensamble en terreno, no solo son esenciales para garantizar la estabilidad estructural, ya que también permiten mayor eficiencia en el montaje en sí, al hacerlo más rápido y seguro.

Las conexiones inter-modulares están diseñadas para proporcionar estabilidad multidireccional y mejoran considerablemente la resistencia global de las estructuras. (Chen et al., 2021); esto resulta especialmente relevante en un país como Chile, donde el contexto sísmico se caracteriza por una alta actividad.

- Resistencia estructural: Incrementan entre un 25% y un 40% el desempeño dinámico en comparación con diseños más tradicionales.

- Facilidad de montaje: Permiten una reducción significativa en los tiempos de ensamblaje.

- Mejor respuesta sísmica: Absorben de forma eficiente los desplazamientos laterales.

En el proyecto Casa Cero, la implementación de estas conexiones basadas en soluciones con pernos especializados para la tarea, permitirá aprovechar al máximo la rigidez y flexibilidad de las estructuras, cumpliendo con los requerimientos normativos mientras se otorga un gran valor agregado al proyecto, debido a las condiciones del territorio nacional. Al ir incorporando tecnologías como ésta en el diseño proyectamos seguridad y generamos eficiencia, reduciendo tanto los costos como los tiempos de construcción por consecuencia.

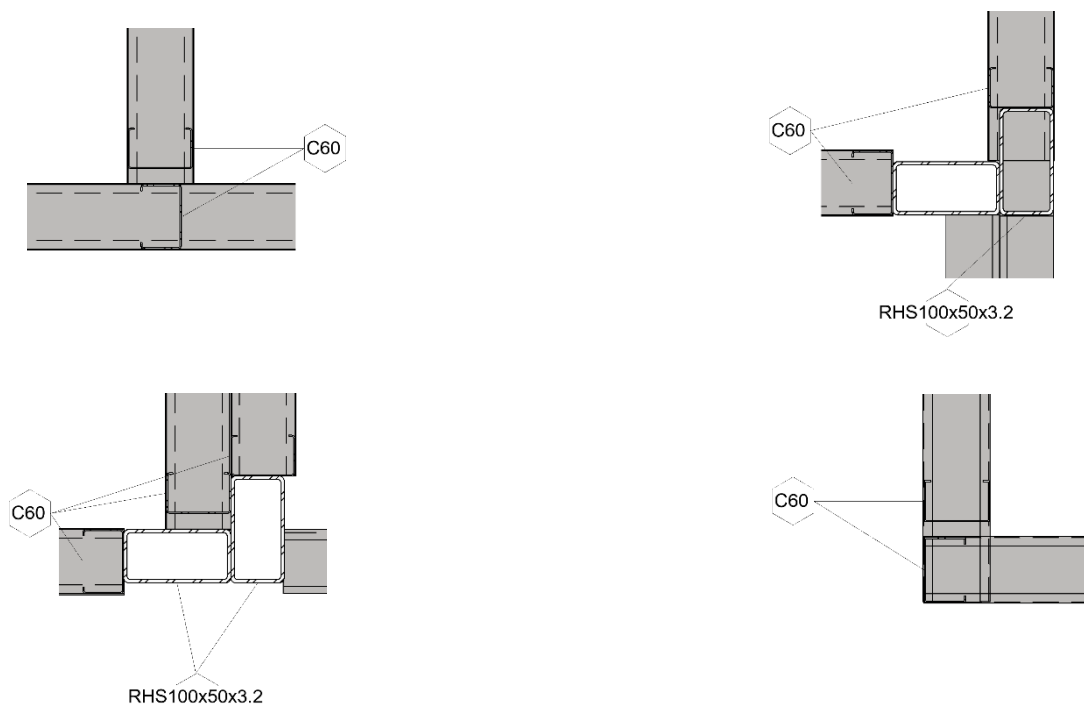


Ilustración 17 - Conexiones Intermodulares.

2.3.1.5 Muros

Los muros del proyecto Casa Cero están diseñados para garantizar un gran aislamiento térmico, eficiencia energética y durabilidad estructural. Este diseño combina una fachada ventilada y tabiquería en steel frame, integrando soluciones modernas y sostenibles.

La fachada ventilada mejora el rendimiento térmico y la protección frente a agentes climáticos. Su diseño crea una cámara de aire entre el revestimiento externo y la capa aislante, favoreciendo la ventilación y reduciendo condensaciones.

- Revestimiento exterior: Paneles resistentes al clima, con materialidades como fibrocemento, fenólicos, aluminio o sinterizados.
- Cámara de aire: Reduce las transferencias térmicas, mejorando la eficiencia energética, y evitando la acumulación de humedad en la envolvente.
- Aislación térmica: Uso de materiales como lana de oveja, mineral o poliuretano, sobrepasando las normativas chilenas para mayor confort.

La tabiquería interna utiliza perfiles de acero galvanizado, optimizando el peso y la resistencia. Esta solución permite construir módulos precisos y rápidos.:

- Estructura: Perfilería de acero galvanizado.
- Paneles interiores: Placas de yeso-cartón, con opciones de resistencia al fuego y a la humedad según su ubicación.
- Aislación acústica y térmica: Integración de materiales aislantes que mejoran el confort habitacional.



Ilustración 18 - Detalle en Corte de Fachada Ventilada.

**3 CAPÍTULO III:
EVALUACIÓN ECONÓMICA**

3.1 ANTECEDENTES FINANCIEROS

Los antecedentes financieros nos ayudan a determinar la viabilidad, basado en los costos de inversión inicial y los parámetros operativos del proyecto, los cuales son clave para la evaluación de rentabilidad económica. El proyecto simulara diferentes porcentajes de financiamiento externo, 25%, 50%, 75% de su inversión inicial, con el objetivo de escoger la que genere mayor rentabilidad, de igual manera se explora la posibilidad de financiar la totalidad del proyecto.

Se realizará dicha evaluación tomando en cuenta el valor por m² con un horizonte de 5 años, buscando siempre la tasa de financiamiento más baja.

3.1.1 Inversión Inicial

La inversión inicial total del proyecto es de 1.632,45 UF, desglosada en las siguientes categorías:

- Capital de trabajo: -240 UF (derivado de los costos iniciales necesarios para los primeros meses de operación).
- Puesta en marcha: 67,28 UF (costos legales y marketing inicial).
- Inversión en activos: 1.176,77 UF (compra de maquinaria y equipos de oficina).
- Imprevistos: 148,40 UF (aproximadamente el 10% de los costos iniciales totales).

3.1.2 Fuentes de Financiamiento

El análisis de las fuentes de financiamiento para el desarrollo del proyecto se basó en las tasas de interés disponibles para tres de los principales bancos en Chile, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Banco	Tasa de Interés Anual (%)	Fecha de Publicación
Banco de Chile	9,4%	Octubre 2024
Banco Santander	9,7%	Octubre 2024
Scotiabank	9,5%	Octubre 2024

Tabla 16 - Tabla Tasas de Interés Anual.

El primer año se pedirá un préstamo que amortizará durante ese periodo, para lo cual se toma la opción del Banco de Chile, debido su valor versus competidores.

3.1.3 Costos de Financiamiento

La inversión inicial necesaria para el proyecto es de 1632,45 UF, los financiamientos a evaluar se basan en este valor.

3.1.3.1 Amortización al 25%

Amortización 25%							PMT	-106,01
N° de períodos	0	1	2	3	4	5	Interés	9,40%
Principal (deuda)	-408,11	-340,46	-266,45	-185,48	-96,90	0,00		
Amortización		-67,65	-74,01	-80,97	-88,58	-96,90		
Interés		-38,36	-32,00	-25,05	-17,44	-9,11		
Cuota o pago		-106,01	-106,01	-106,01	-106,01	-106,01		

Tabla 17 - Tabla de Amortización al 25%.

3.1.3.2 Amortización al 50%

Amortización 50%							PMT	-212,03
N° de períodos	0	1	2	3	4	5	Interés	9,40%
Principal (deuda)	-816,22	-680,92	-532,90	-370,97	-193,81	0,00		
Amortización		-135,30	-148,02	-161,93	-177,16	-193,81		
Interés		-76,73	-64,01	-50,09	-34,87	-18,22		
Cuota o pago		-212,03	-212,03	-212,03	-212,03	-212,03		

Tabla 18 - Tabla de Amortización al 50%.

3.1.3.3 Amortización al 75%

Amortización 75%							PMT	-318,04
N° de períodos	0	1	2	3	4	5	Interés	9,40%
Principal (deuda)	-1224,34	-1021,38	-799,35	-556,45	-290,71	0,00		
Amortización		-202,95	-222,03	-242,90	-265,74	-290,71		
Interés		-115,09	-96,01	-75,14	-52,31	-27,33		
Cuota o pago		-318,04	-318,04	-318,04	-318,04	-318,04		

Tabla 19 - Tabla de Amortización al 75%.

3.1.4 VAN, TIR y PRI

Para evaluar la viabilidad económica del proyecto, se utilizaron tres indicadores financieros clave: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). Estos indicadores permiten analizar la rentabilidad, eficiencia y el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial.

El Valor Actual Neto (VAN) permite actualizar los flujos de caja futuros del proyecto a su valor presente, descontando cada flujo en una tasa de tiempo específica, denominada tasa de descuento. Este indicador muestra si el proyecto es rentable al comparar los flujos de caja futuros con la inversión inicial.

Las reglas generales para interpretar el VAN son:

- $VAN > 0$: El proyecto es rentable y recomendable.
- $VAN = 0$: El proyecto no genera pérdidas ni ganancias. Se debe considerar realizar mejoras.
- $VAN < 0$: El proyecto no es rentable.

En el análisis del presente proyecto, el VAN obtenido es de 2.231,90 UF, lo que demuestra que el proyecto es rentable, generando valor adicional sobre la inversión inicial.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Es decir, es el porcentaje de rentabilidad del proyecto. Este indicador permite comparar la rentabilidad del proyecto con otras alternativas de inversión.

Las reglas para interpretar la TIR son:

- $TIR > \text{Tasa de descuento}$: El proyecto es rentable y recomendable.
- $TIR = \text{Tasa de descuento}$: El proyecto genera beneficios mínimos; se deben evaluar posibles mejoras.
- $TIR < \text{Tasa de descuento}$: El proyecto no es rentable y no es recomendable.

Para este proyecto, la TIR obtenida es del 72%, lo que significa que el proyecto es significativamente más rentable que la tasa de descuento utilizada, que es del 20%, este resultado confirma que la inversión es atractiva.

El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) indica el tiempo estimado necesario para recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja del proyecto. Un periodo corto de recuperación implica menor riesgo y mayor liquidez para la empresa.

En este caso, el PRI calculado es de 2 años, lo que evidencia una rápida recuperación de la inversión inicial, reduciendo el riesgo asociado al proyecto.

3.1.5 Tasa de Descuento

La tasa de descuento establecida para este proyecto es del 20%, correspondiente a un nivel de riesgo promedio al límite de pasar a alto, de acuerdo con las categorías estándar de análisis de proyectos. Este nivel se asigna considerando que el proyecto introduce elementos tecnológicos que, si bien son conocidos, presentan desafíos relacionados con su implementación en el mercado objetivo.

La tasa de descuento permite actualizar los flujos de caja proyectados a su valor presente, considerando tanto el costo de oportunidad del capital como los riesgos inherentes al entorno macroeconómico. La elección de esta tasa está alineada con el rango sugerido en los análisis financieros de proyectos similares y refleja las expectativas de retorno de los inversionistas.

Nivel de riesgo	Prima por riesgo (%)	Ejemplos de proyectos
Alto	Sobre 20%	Proyectos con conceptos novedosos, Contratos internacionales, Desarrollo de nuevos proyectos
Mediano	10%-20%	Proyectos nuevos que no han sido completamente investigados, Productos que el mercado no conoce bien, Datos de mercado, productos, insumos no aprobados
Promedio	5%-10%	Proyectos del campo actual de la empresa, pero con algunos conceptos nuevos, Incremento de la capacidad de producción, Implementación de tecnología conocida
Bajo	1%-5%	Mejoramiento de la productividad, Expansiones en un mercado donde es líder y lo conoce bien
Muy bajo	0%-1%	Reducción de costos, Proyectos relativos de seguridad

Tabla 20 - Tabla de Riesgos.

El proyecto estudiado se clasifica en el nivel promedio ya que combina procesos vigentes con un enfoque de innovación.

3.1.6 Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación es de 5 años, un periodo estratégico que permite analizar de manera integral la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto. Este plazo es estándar para la mayoría de proyectos similares, ya que abarca el tiempo necesario para amortizar la inversión inicial, estabilizar las operaciones y generar utilidades sostenibles en el tiempo.

3.1.7 Inversiones

En este apartado se detallan las inversiones proyectadas para su uso en flujos de caja y por ende evaluaciones económicas.

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	-240,00
PUESTA EN MARCHA	-67,28
INVERSIÓN DE ACTIVOS	-1176,77
INVERSIÓN INICIAL	-1484,05
IMPREVISTOS (10%)	-148,40
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-1632,45

Tabla 21 – Tabla de Inversiones.

3.1.7.1 Inversión en Activos Fijos y/o Tangibles

En este tipo de inversión se consideran todos los elementos que se utilizan para el funcionamiento de la empresa.

INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS Y/O TANGIBLES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	TOTAL UF
Betonera	1	\$300.000	\$300.000	7,82
Camioneta	2	\$15.000.000	\$30.000.000	782,29
Esmeril	4	\$60.000	\$240.000	6,26
Máquina de soldar inverter	3	\$400.000	\$1.200.000	31,29
Taladro atornillador	3	\$80.000	\$240.000	6,26
Rotomartillo	1	\$200.000	\$200.000	5,22
Remachadora	3	\$40.000	\$120.000	3,13
Ingletadora	2	\$300.000	\$600.000	15,65
Sierra de banco	1	\$900.000	\$900.000	23,47
Prensa hidráulica	1	\$1.200.000	\$1.200.000	31,29
Caja de herramientas	3	\$100.000	\$300.000	7,82
Banco de trabajo	3	\$200.000	\$600.000	15,65
Puente grúa	1	\$4.000.000	\$4.000.000	104,31
Set herramientas manuales	3	\$90.000	\$270.000	7,04
Nivel laser	2	\$300.000	\$600.000	15,65
Herramientas para gasfitería	3	\$90.000	\$270.000	7,04
Vibrador de inmersión	1	\$500.000	\$500.000	13,04
Escritorio	2	\$150.000	\$300.000	7,82
Sillas	4	\$60.000	\$240.000	6,26
Sillon ejecutivo	2	\$90.000	\$180.000	4,69
Notebook	2	\$600.000	\$1.200.000	31,29
Multifuncional	2	\$250.000	\$500.000	13,04
Estantes	3	\$25.000	\$75.000	1,96
Mesa de reuniones	1	\$200.000	\$200.000	5,22
Microondas	1	\$60.000	\$60.000	1,56
Extintor de incendios	1	\$19.000	\$19.000	0,50
Cascos de seguridad	10	\$4.390	\$43.900	1,14
Protección ocular	10	\$5.500	\$55.000	1,43
Guantes reforzados	10	\$8.000	\$80.000	2,09
Zapatos de seguridad	10	\$25.000	\$250.000	6,52
Overol ignífugo	5	\$25.000	\$125.000	3,26
Arnés de seguridad	2	\$30.000	\$60.000	1,56
Máscaras de soldar	4	\$50.000	\$200.000	5,22
Total			\$45.127.900	1176,77

Tabla 22 - Tabla de Inversión de Activos Fijos.

3.1.7.2 Inversiones de Puesta en Marcha

La puesta en marcha incluye tramites como la creación de la empresa, permisos legales y marketing.

INVERSIÓN DE PUESTA EN MARCHA		
DESCRIPCIÓN	VALOR	VALOR UF
Constituir sociedad	\$800.000	20,86
Marketing inicial	\$1.780.000	46,42
TOTAL	\$2.580.000	67,28

Tabla 23 - Tabla de Inversión de Puesta en Marcha.

3.1.7.3 Inversiones en Capital de Trabajo

El valor obtenido para el capital de trabajo fue obtenido a través del método de máximo déficit acumulado.

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	618,05	618,05	618,05	618,05	1236,11	1236,11	1236,11	1236,11	1854,16	1854,16	1854,16
(-) Costo de Servicio Por Mes	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63	-36,63
(-) Costo Sueldo Fijos Por Mes	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46	-156,46
(-) Costo de Producción	0,00	-436,69	-436,69	-436,69	-436,69	-873,39	-873,39	-873,39	-873,39	-1310,08	-1310,08	-1310,08
Saldo	-193,09	-11,73	-11,73	-11,73	-11,73	169,63	169,63	169,63	169,63	350,99	350,99	350,99
Saldo Acumulado	-193,09	-204,82	-216,54	-228,27	-240,00	-70,37	99,27	268,90	438,53	789,53	1140,52	1491,52
Capital de Trabajo	-240,00											

Tabla 24 - Tabla Capital de Trabajo.

3.1.8 Costos

3.1.8.1 Estructura de costos

Los costos fijos se caracterizan por ser constantes sin depender de la producción de la empresa, los variables si dependen de ella y por ultimo los costos de servicios también están sujetos en gran medida.

COSTO SUELDO PERSONAL OFICINA O COSTOS FIJOS				
CARGO	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL \$	UF MENSUAL	UF ANUAL
Gerente General	1	\$2.500.000	65,19	782,29
Administración y Finanzas	1	\$1.000.000	26,08	312,92
Asistente Administrativo	1	\$900.000	23,47	281,62
Jefe de Producción	1	\$1.000.000	26,08	312,92
Vendedor	1	\$600.000	15,65	187,75
Electrico certificado	1	\$800.000	20,86	250,33
Maestro	4	\$800.000	20,86	250,33
Ayudante	2	\$600.000	15,65	187,75
Soldador calificado	2	\$1.000.000	26,08	312,92
Gasfiter certificado	1	\$800.000	20,86	250,33
	Total	\$6.000.000	156,46	1877,49

Tabla 25 - Tabla Costos Fijos.

COSTOS DE PRODUCCIÓN o VARIABLE		
DESCRIPCIÓN	COSTO \$	COSTO UF
Electrico certificado * m2	\$10.000	0,26
Insumos módulo * m2	\$592.781	15,46
Maestro (4) * m2	\$40.000	1,04
Ayudante (2) * m2	\$15.000	0,39
Soldador calificado (2) * m2	\$30.000	0,78
Gasfiter certificado * m2	\$10.000	0,26
TOTAL	\$697.781	18,20

Tabla 27 - Tabla de Costos Variables.

COSTOS DE SERVICIOS			
DESCRIPCIÓN	VALOR mensual \$	VALOR UF MENSUAL	VALOR UF ANUAL
Agua	\$35.200	0,92	11,01
Luz	\$250.560	6,53	78,40
Gas	\$49.000	1,28	15,33
Arriendo Galpón	\$1.000.000	26,08	312,92
Comunicaciones	\$70.000	1,83	21,90
TOTAL	\$1.404.760	36,63	439,57

Tabla 26 - Tabla de Costos de Servicios.

3.1.8.2 Costos de Operación o de Producción

Corresponden a los costos que están determinados por la producción del proyecto.

COSTOS ANUALES					
Año	1	2	3	4	5
Costo de Producción	9170,56	9262,26	9354,88	9448,43	9542,92

Tabla 28 - Tabla de Costos Anuales.

3.1.8.3 Costos de Imprevistos

Son aquellos que se estiman en caso de gastos inesperados o impredecibles, se establece en un 10% sobre el total del capital de trabajo.

INVERSIÓN INICIAL	-1484,05
IMPREVISTOS (10%)	-148,40
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-1632,45

Tabla 29 - Tabla Costos de Imprevistos.

3.1.8.4 Depreciaciones

Se hace referencia a la pérdida de valor de un activo al hablar de depreciación, se considera un costo contable ya que ayuda a reducir los impuestos del proyecto.

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Betonera	7,82	5	2	3,91	0,00	0,00	0,00	0,00	3,91	10	6,09
Camioneta	782,29	5	2	391,14	391,14	0,00	0,00	0,00	0,00	400	400,00
Esmeril	6,26	10	2	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00	3,13	1	-2,13
Máquina de soldar inverter	31,29	10	2	15,65	15,65	0,00	0,00	0,00	0,00	2	2,00
Taladro atornillador	6,26	3	3	2,09	0,00	0,00	0,00	0,00	4,17	0,5	-3,67
Rotomartillo	5,22	3	1	5,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5	0,50
Remachadora	4,00	10	2	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3	0,30
Inglletadora	3,00	10	2	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1	-0,50
Sierra de banco	23,47	10	2	11,73	0,00	0,00	0,00	0,00	11,73	2	-9,73
Prensa hidráulica	31,29	10	1	31,29	31,29	0,00	0,00	0,00	-31,29	3	34,29
Caja de herramientas	7,82	3	3	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	5,22	0,2	-5,02
Banco de trabajo	15,65	10	2	7,82	7,82	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1,00
Puente grúa	104,31	15	2	52,15	0,00	0,00	0,00	0,00	52,15	50	-2,15
Set herramientas manuales	7,04	3	3	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	4,69	0,5	-4,19
Nivel laser	15,65	10	2	7,82	7,82	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1,00
Herramientas para gasfitería	7,04	3	1	7,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3	0,30
Vibrador de inmersión	13,04	5	2	6,52	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	5	5,00
Escritorio	7,82	10	2	3,91	3,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5	0,50
Sillas	6,26	10	2	3,13	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2	0,20
Sillon ejecutivo	4,69	10	2	2,35	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3	0,30
Notebook	31,29	3	2	15,65	15,65	0,00	0,00	0,00	0,00	2	2,00
Multifuncional	13,04	3	2	6,52	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1,00
Estantes	1,96	10	2	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	0,2	-0,78
Mesa de reuniones	5,22	10	2	2,61	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	1	1,00
Microondas	1,56	5	2	0,78	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2	0,20
Extintor de incendios	0,50	5	2	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,1	-0,15
Total inversión	1143,77		-	590,14	497,19	0,00	0,00	0,00	56,44	483,80	427,36

Tabla 30 - Tabla de Depreciaciones.

3.2 FLUJOS DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN

3.2.1 Flujo de Caja Puro

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		12979,14	13108,93	13240,02	13372,42	13506,14
- Costos		-11487,62	-11579,33	-11671,95	-11765,50	-11859,98
= Utilidad		1491,52	1529,60	1568,07	1606,92	1646,16
- Intereses LP						
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-590,14	-497,19	0,00	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						427,36
- Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		901,38	1032,41	1568,07	1606,92	2073,52
- Impto 27%		-243,37	-278,75	-423,38	-433,87	-559,85
= Utilidad desp Imptp		658,01	753,66	1144,69	1173,05	1513,67
+ Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		590,14	497,19	0,00	0,00	0,00
- Amort LP						
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						56,44
- K de Trabajo	-240,00					240,00
- Pta en Marcha	-67,28					
- Inversión en Act	-1176,77					
- Imprevisto	-148,40					
= Total Anual	-1632,45	1248,15	1250,85	1144,69	1173,05	1810,11
+ Créditos LP						
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-1632,45	1248,15	1250,85	1144,69	1173,05	1810,11
Flujo N. Act	-1632,45	1040	869	662	566	727
Flujo N.Acum	-1632,45	-592,33	276,32	938,75	1504,46	2231,90

VAN	2231,90
PRI	2
TIR	72%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 31 - Tabla de Flujo Puro.

3.2.2 Flujo de Caja financiado al 25%

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		12979,14	13108,93	13240,02	13372,42	13506,14
- Costos		-11487,62	-11579,33	-11671,95	-11765,50	-11859,98
= Utilidad		1491,52	1529,60	1568,07	1606,92	1646,16
- Intereses LP		-38,36	-32,00	-25,05	-17,44	-9,11
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-590,14	-497,19	0,00	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						427,36
- Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		863,01	1000,41	1543,02	1589,48	2064,41
- Impto 25%		-215,75	-250,10	-385,76	-397,37	-516,10
= Utilidad desp Imptp		647,26	750,31	1157,26	1192,11	1548,31
+ Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		590,14	497,19	0,00	0,00	0,00
- Amort LP		-67,65	-74,01	-80,97	-88,58	-96,90
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						56,44
- K de Trabajo	-240,00					240,00
- Pta en Marcha	-67,28					
- Inversión en Act	-1176,77					
- Imprevisto	-148,40					
= Total Anual	-1632,45	1169,75	1173,49	1076,29	1103,54	1747,84
+ Créditos LP	408,11					
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-1224,34	1169,75	1173,49	1076,29	1103,54	1747,84
Flujo N. Act	-1224,34	975	815	623	532	702
Flujo N.Acum	-1224,34	-249,54	565,38	1188,23	1720,42	2422,84

VAN	2422,84
PRI	2
TIR	92%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 32 - Tabla de Flujo de Caja al 25%.

3.2.3 Flujo de Caja financiado al 50%

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		12979,14	13108,93	13240,02	13372,42	13506,14
- Costos		-11487,62	-11579,33	-11671,95	-11765,50	-11859,98
= Utilidad		1491,52	1529,60	1568,07	1606,92	1646,16
- Intereses LP		-76,73	-64,01	-50,09	-34,87	-18,22
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-590,14	-497,19	0,00	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						427,36
- Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		824,65	968,41	1517,97	1572,05	2055,30
- Impto 25%		-206,16	-242,10	-379,49	-393,01	-513,82
= Utilidad desp Imptp		618,49	726,31	1138,48	1179,04	1541,48
+ Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		590,14	497,19	0,00	0,00	0,00
- Amort LP		-135,30	-148,02	-161,93	-177,16	-193,81
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						56,44
- K de Trabajo	-240,00					240,00
- Pta en Marcha	-67,28					
- Inversión en Act	-1176,77					
- Imprevisto	-148,40					
= Total Anual	-1632,45	1073,33	1075,47	976,55	1001,88	1644,11
+ Créditos LP	816,22					
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-816,22	1073,33	1075,47	976,55	1001,88	1644,11
Flujo N. Act	-816,22	894	747	565	483	661
Flujo N.Acum	-816,22	78,21	825,07	1390,20	1873,36	2534,10

VAN	2534,10
PRI	1
TIR	129%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 33 - Tabla de Flujo de Caja al 50%.

3.2.4 Flujo de Caja financiado al 75%

Periodos	0	1	2	3	4	5
+ ingresos		12979,14	13108,93	13240,02	13372,42	13506,14
- Costos		-11487,62	-11579,33	-11671,95	-11765,50	-11859,98
= Utilidad		1491,52	1529,60	1568,07	1606,92	1646,16
- Intereses LP		-115,09	-96,01	-75,14	-52,31	-27,33
- Intereses CP			0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación		-590,14	-497,19	0,00	0,00	0,00
-/+ Dif x Vta de Act a VL						427,36
- Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
= Utilidad ant de Impto		786,29	936,40	1492,93	1554,61	2046,19
- Impto 25%		-196,57	-234,10	-373,23	-388,65	-511,55
= Utilidad desp Imptp		589,72	702,30	1119,70	1165,96	1534,64
+ Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Depreciación		590,14	497,19	0,00	0,00	0,00
- Amort LP		-202,95	-222,03	-242,90	-265,74	-290,71
- Amort CP			0,00	0,00	0,00	0,00
+ Vta Act VL						56,44
- K de Trabajo	-240,00					240,00
- Pta en Marcha	-67,28					
- Inversión en Act	-1176,77					
- Imprevisto	-148,40					
= Total Anual	-1632,45	976,90	977,46	876,80	900,23	1540,37
+ Créditos LP	1224,34					
+ Créditos CP		0,00	0,00	0,00	0,00	
= Flujo Neto	-408,11	976,90	977,46	876,80	900,23	1540,37
Flujo N. Act	-408,11	814	679	507	434	619
Flujo N.Acum	-408,11	405,97	1084,77	1592,17	2026,31	2645,35

VAN	2645,35
PRI	1
TIR	238%

Tasa de Descuento	20%
-------------------	-----

Tabla 34 - Tabla de Flujo de Caja al 75%.

3.2.5 Cuadro Resumen de Flujos de Caja

	PURO	25%	50%	75%
VAN	2231,90	2422,84	2534,10	2645,35
PRI	2	2	1	1
TIR	72%	92%	129%	238%

Tabla 35 - Tabla de Resumen de los Flujos de Caja.

3.2.6 Análisis de Sensibilidad del Precio

Este análisis tiene como meta el establecer la variabilidad del proyecto, se compararán las variaciones en el precio de venta, costos de producción y tasa de descuento, identificando los impactos sobre los indicadores financieros, como el VAN, TIR y PRI.

En cuanto al precio de venta se puede observar:

- A precios iguales o superiores al 94%, el proyecto se mantiene rentable (VAN positivo y TIR > Tasa de descuento).
- Una reducción del precio por debajo del 91% coloca al proyecto en zona de riesgo, con un PRI extendido o incluso sin recuperación.
- Recomendación: Establecer estrategias de diferenciación para evitar ajustes significativos en el precio de venta.

Con respecto a los costos de producción:

- Incrementos de hasta un 130% en los costos de producción mantienen al proyecto rentable, aunque con un impacto significativo en el PRI y TIR.
- Incrementos superiores a un 140% colocan al proyecto en zona de pérdida.
- Recomendación: Negociar contratos a largo plazo con proveedores para mitigar el impacto de aumentos en los costos.

		PRECIO								
		100%	97%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	
COSTOS		-326,46	0,86	0,83	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71	0,68
	100%	0,17	377,17	273,12	168,70	61,45	-45,81	-153,26	-212,54	-267,87
	110%	0,19	307,80	203,76	97,20	-10,05	-118,67	-194,10	-249,43	-304,76
	120%	0,21	238,44	132,95	25,70	-81,72	-175,65	-230,98	-286,31	-341,64
	130%	0,22	168,70	61,45	-45,81	-153,26	-212,54	-267,87	-323,20	-390,03
	140%	0,24	97,20	-10,05	-118,67	-194,10	-249,43	-304,76	-365,44	-439,21
	150%	0,26	25,70	-81,72	-175,65	-230,98	-286,31	-341,64	-414,62	-488,39
	160%	0,28	-45,81	-153,26	-212,54	-267,87	-323,20	-390,03	-463,80	-537,58
	170%	0,29	-118,67	-194,10	-249,43	-304,76	-365,44	-439,21	-512,98	-586,76
	180%	0,31	-175,65	-230,98	-286,31	-341,64	-414,62	-488,39	-562,17	-635,94
190%	0,33	-212,54	-267,87	-323,20	-390,03	-463,80	-537,58	-611,35	-685,12	

Tabla 36 - Tabla de Sensibilización Evaluado en un Flujo de Caja al 75%.

Variación de Precios	VAN
100%	377,17
97%	273,12
94%	168,70
91%	61,45
88%	-45,81
85%	-153,26
82%	-212,5383091
79%	-267,8701497

Tabla 37 - Tabla de Variación del Van Respecto a los Precios.

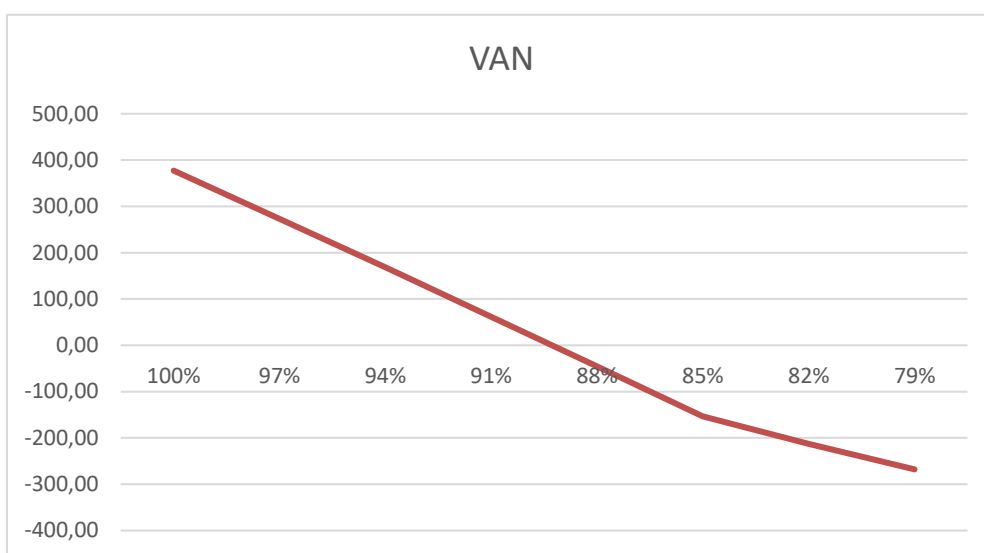


Ilustración 19 - Gráfico de Variación del Van Respecto a los Precios.

Variación de Costos	VAN
100%	377,17
110%	307,80
120%	238,44
130%	168,70
140%	97,20
150%	25,70
160%	-45,81
170%	-118,67
180%	-175,65
190%	-212,54

Tabla 38 - Tabla de Variación del Van Respecto a los Costos.

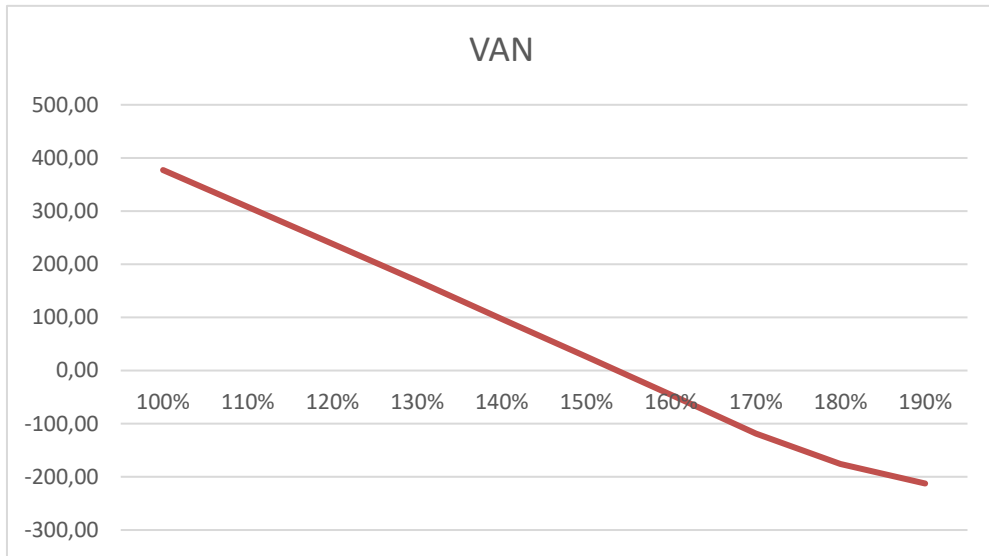


Ilustración 20 - Gráfico de Variación del Van Respecto a los Costos.

Los resultados del análisis de sensibilidad destacan que el proyecto es más sensible a variaciones en el precio de venta que a los costos de producción o la tasa de descuento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio evaluó la viabilidad técnica, económica y financiera de crear una empresa constructora de viviendas modulares con estructura de acero en el país. Los resultados confirman que esta alternativa es viable, partiendo por los indicadores financieros como un VAN positivo de 377 UF y una TIR del 72%, frente a una tasa de descuento del 20% lo que confirma la rentabilidad del proyecto. Por otro lado, el análisis de sensibilidad evidenció la necesidad de mantener un control cauto sobre los costos y precios de venta para asegurar la estabilidad financiera a largo plazo.

Las soluciones modulares en acero representan una oportunidad innovadora y sostenible, contribuyendo a reducir la brecha habitacional en Chile, ofreciendo una alternativa competitiva en comparación a los métodos constructivos tradicionales, mientras se entrega un producto de calidad superior; fabricado en un entorno industrializado, aunque no del todo, ya que es imprescindible el desempeño humano en su desarrollo.

En conclusión, se probó que el proyecto es viable a través de las herramientas económicas aplicadas en el estudio, no obstante, su éxito dependerá de la capacidad de adaptarse al mercado, controlar riesgos y aprovechar las oportunidades que brinde el sector, para consolidar una propuesta competitiva y sostenible, siendo esto último lo que le aporta un gran valor agregado presente en esta creciente tecnología constructiva.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

- Bang, J.-D., Chun, C.-Y., Park, J.-Y., Kim, J.-Y., Kim, G.-D., & Chun, Y.-S. (2014). An economic analysis of steel framed modular housing: Compared with case of urban type living housing of wall-slab. *LHI Journal of Land, Housing, and Urban Affairs*, 5(4), 305-315. <https://doi.org/10.5804/LHIJ.2014.5.4.305>
- Bazarchi, E., Davaran, A., Lamarche, C.-P., Roy, N., & Parent, S. (2023). Experimental and numerical investigation of a novel vertically unconstrained steel inter-modular connection. *Thin-Walled Structures*, 185, 110364. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.110364>
- Degani, J. A. (2017). Construção modular em Light Steel Frame: Comparativo com construção em alvenaria convencional. *LEED Case Studies*.
- Driver, R. G., & Moghimi, H. (2011). Modular construction of steel plate shear walls for low and moderate seismic regions. *Proceedings of the Structures Congress 2011*, 743-754. [https://doi.org/10.1061/41171\(401\)67](https://doi.org/10.1061/41171(401)67)
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2023). Demografía y proyecciones regionales. Recuperado de <https://www.ine.cl>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU). (2021). Construcción modular en contextos sísmicos. Recuperado de <https://www.minvu.cl>
- Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP). (2021). Infraestructura vial y transporte en Chile. Recuperado de <https://www.mop.cl>
- Garay-Moena, R., & Benedetti-Ruiz, S. (2014). Calificación de viviendas prefabricadas en madera basada en atributos de cumplimiento normativo, complejidad y sustentabilidad en Chile central. *Revista Hábitat Sustentable*. Recuperado de <https://typeset.io>
- Celis-D'Amico, F., Echeverría-Valiente, E., & García-Alvarado, R. (2023). CASA+: highly energy-efficient housing system for the central-south of Chile. *Construction Innovation: Information, Process, Management*. Recuperado de <https://typeset.io>
- Flores, R., Pérez, J., & Uribe, F. (2018). Valoración de la tierra de uso residencial y su contribución al valor de mercado de la vivienda en Chile. *Revista de Urbanismo*. Recuperado de <https://typeset.io>
- Quiroga, B. F. (2005). Precios hedónicos para valoración de atributos de viviendas sociales en la Región Metropolitana de Santiago. *Research Papers in Economics*. Recuperado de <https://typeset.io/papers/precios-hedonicos-para-valoracion-de-atributos-de-viviendas-3ktb43mdrc>.

- Duarte R.P.B. Antunes, V. J. da Guia Lúcio, & F. F. S. Pinho. (2024). Modular construction as a promising alternative for the construction of affordable and quality housing. *MATEC Web of Conferences*, 403, 05009. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202440305009>
- Jayawardana, J. K. J. P., Sandanayake, M., Kulatunga, A. K., & Jayasinghe, J. (2023). Evaluating the Circular Economy Potential of Modular Construction in Developing Economies. *Sustainability*, 15(23), 16336. <https://doi.org/10.3390/su152316336>
- Yang, S., & Zhu, J. (2023). Research on steel structure system of assembled building and its mechanical performance analysis. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2444-8656. <https://doi.org/10.2478/amns.2023.2.00864>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu). (1992). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Última actualización 2023. Recuperado de <https://www.minvu.gob.cl/elementos-tecnicos/decretos/d-s-n47-1992-ordenanza-general-de-urbanismo-y-construccion/>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2023). Ley General de Urbanismo y Construcciones. Recuperado de <https://minvu.gob.cl>.
- Ministerio de Economía. (2007). Ley N° 20.190 sobre Sociedades por Acciones. Santiago: Gobierno de Chile.
- Dirección del Trabajo. (2023). Ley N° 16.744: Protección contra riesgos laborales. Recuperado de <https://dt.gob.cl>.
- Chen, Z., Khan, K., Khan, A., Javed, K., & Liu, J. (2021). Exploration of the multidirectional stability and response of prefabricated volumetric modular steel structures. *Journal of Constructional Steel Research*, 186, 106878. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2021.106878>
- Banco Central de Chile. (2024). Informe de tasas de interés de instrumentos soberanos. Disponible en: <https://www.bcentral.cl>
- Pizarro, A. (2023). Diseño y modelado de la vivienda modular "Casa Cero" utilizando Revit: Proyecto desarrollado para un cliente particular. Caso de estudio utilizado en el trabajo de titulación, Universidad Técnica Federico Santa María.
- Pizarro, A. (2024). Hoja de cálculo de prefactibilidad económica para la creación de viviendas modulares. Trabajo no publicado.