

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

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA PARA CREAR UNA
EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE HORMIGÓN
AUTORREPARABLE.**

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

Alumno:

Sr. Carlos Daniel Morales Vargas

Profesor guía:

Sr. Marco Antonio Howes Herrera

2025

RESUMEN

KEYWORDS: Bio Hormigón, Premezclado

En el presente proyecto se realiza un estudio de prefactibilidad técnica económica para la creación de una empresa dedicada a la fabricación de hormigón autorreparable premezclado. Para ello se realiza un estudio del material para estimar los respectivos costos de fabricación y de igual manera se hace un estudio de mercado para estimar los valores de venta y como es la oferta y demanda de este material para poder aplicarlo en el país.

La empresa se ubicará en Parque El Rosal en el sector industrial de Huechuraba en un terreno de 12.000 m², en donde se establecerá la compañía contando con oficinas para los respectivos laboratorios de hormigón y microbiología para el tratado de los microorganismos. De igual manera en el terreno se contará con bodegas para el almacenamiento de las materias primas, una planta hormigonera para la fabricación del hormigón y con camiones Mixer para el transporte del material a obra.

Respecto a la evaluación económica del proyecto se establece que la inversión necesaria para iniciarlo es de 152.984,01 Uf, esto estimado en base a los cálculos de capital de trabajo, puesta en marcha, inversión de activos e imprevistos. Para el proyecto se estimará una tasa de descuento del 23% y un horizonte de proyecto de 5 años debido a la complejidad de este. Para el financiamiento se solicita un préstamo a banco estado ya que es el que tiene menor interés con un 6,1% en su tasa anual. En cuanto a las alternativas de financiamiento se estudia en base a un flujo puro, un 25%, un 50% y un 75% y se establece en base a su VAN, TIR y PRI que el proyecto no es viable debido a su alta inversión.

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	8
INTRDOUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	10
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	11
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
1.1.1 Objetivo general	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO....	12
1.3. FODA.....	13
1.3.1. Fortalezas:	13
1.3.2. Oportunidades:	13
1.3.3. Debilidades:	13
1.3.4. Amenazas:	14
1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO	14
1.5. LOCALIZACIÓN.....	15
1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO.....	16
1.6.1. Situación sin proyecto.....	16
1.6.2. Situación con proyecto	16
1.7. ESTUDIO DE MERCADO	17
1.7.1. Determinación de producto o servicio, insumos y subproductos	17
1.7.2. Área de estudio	18
1.7.3. Análisis de la demanda (actual y futura) y variables que la afectan	18

1.7.4. Análisis de la oferta (actual y futura) y variables que la afectan	20
1.7.5. Determinación de precio.....	23
1.7.6. Sistema de comercialización.....	24
CAPÍTULO 2: INGENIERIA BASICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO.....	25
2. INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO.....	26
2.1. ESTUDIO TÉCNICO	26
2.1.1 Descripción y selección de procesos.....	26
2.1.2. Diagrama de bloques	29
2.1.3 Diagrama de flujos (flow sheet).....	30
2.1.4 Diagrama de Lay Out	31
2.1.5 Balance de masa y energía	32
2.1.6. Selección de equipos	32
2.2. ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES.....	33
2.2.1. Estructura organizacional	33
2.2.2. Personal, cargos, perfiles.....	34
2.2.2.1. Programa de trabajo, turnos y gastos en personal	37
2.2.3. Marco legal	38
2.2.4 Impacto medioambiental (declaración o estudio)	40
2.3. DISEÑO DE LA PLANTA	42
2.3.1. Diseño de sistema de tuberías	43
2.3.2. Diseño de sistema de potencias	43
2.3.3 Diseño de obras civiles	44
2.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	44
2.4.1 Planos generales de las instalaciones	45
2.4.2 EETT o base administrativa	45
2.4.3. Cotizaciones (originales en anexo).....	48
2.4.4. Cálculos obtenidos	49
2.4.5. Informes técnicos	49
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.....	51

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA	52
3.1 ANTECEDENTES FINANCIEROS	52
3.1.1. Fuente de financiamiento	52
3.1.2. Costo de financiamiento (tasa y amortización)	53
3.1.3 VAN, TIR y PRI	54
3.1.4. Tasa de descuento y horizonte del proyecto	55
3.1.5. Inversiones	55
3.1.5.1. I. en activos fijos y/o tangibles	56
3.1.5.2. I. en puesta en marcha.....	58
3.1.5.3 I. en capital de trabajo.....	58
3.1.6. Cuadro de reinversiones	59
3.1.7. Costos	59
3.1.7.1. Estructura de costos (fijos/ variables o directos/indirectos).....	59
3.1.7.2. Costo de operaciones o producción	60
3.1.7.3. Costo de imprevistos.....	61
3.1.7.4. Depreciaciones.....	61
3.2. FLUJO DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN	62
3.2.1. Flujo de caja puro.....	63
3.2.2. Flujo de caja con 25% de financiamiento crediticio	64
3.2.3. Flujo de caja con 50% de financiamiento crediticio	65
3.2.3.4. Flujo de caja con 75% de financiamiento crediticio	66
CONCLUSIÓN.....	67
ANEXO	68

ANEXO

Anexo 1-1. Cotización Estufa incubación

Anexo 1-2. Cotización Camión mixer.

Anexo 1-3. Cotización Camioneta.

Anexo 1-4. Cotización Planta hormigonera.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación en el mapa.

Figura 1-2. Imagen del terreno.

Figura 1-3. Mercado esperado del hormigón autorreparable (2019-2030)

Figura 2-1. Sellado de grieta en 3 semanas.

Figura 2-2. Ensayo de tracción del bio hormigón.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Comparación valores de resistencia a tracción por hendimiento entre hormigón tradicional y bio hormigón.

Tabla 2-2. Comparación de los esfuerzos de compresión entre hormigón tradicional y bio hormigón.

Tabla 2-3. Balance de masa y energía.

Tabla 2-4. Equipo para producción y transporte del hormigón

Tabla 2-5. Equipo para producción de los microorganismos.

Tabla 2-6. Jornada laboral

Tabla 2-7. Gastos generales del personal.

Tabla 2-8. Cálculo de dosificación de m³ de bio hormigón.

Tabla 3-1. Tasas anuales de bancos.

Tabla 3-2. Proyecto financiado con un 25%

Tabla 3-3. Proyecto financiado con un 50%

Tabla 3-4. Proyecto financiado con un 75%

Tabla 3-5. Prima de riesgo del proyecto.

Tabla 3-6. I. en activos fijos y/o tangibles maquinarias.

Tabla 3-7. I. en activos fijos y/o tangibles equipos de oficina.

Tabla 3-8. I. en activos fijos y/o tangibles seguridades.

Tabla 3-9. I. en activos fijos y/o tangibles herramientas o equipos menores.

Tabla 3-10. Inversión en terreno.

Tabla 3-11. Inversión puesta en marcha.

Tabla 3-12. Inversión en capital de trabajo.

Tabla 3-13. Costos indirectos servicios.

Tabla 3-14. Costos fijos sueldos personal.

Tabla 3-15. Costos de operación o producción.

Tabla 3-16. Costos de imprevistos.

Tabla 3-17. Depreciaciones.

Tabla 3-18. Flujo puro.

Tabla 3-19. Flujo de caja con 25% de financiamiento crediticio.

Tabla 3-20. Flujo de caja con 50% de financiamiento crediticio.

Tabla 3-21. Flujo de caja con 75% de financiamiento crediticio.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Emisiones de CO₂ por producción de cemento.

Gráfico 1-2. Emisiones de CO₂ por fabricación.

Gráfico 1-3. Cuota de mercado del hormigón autorreparable por región 2023(%)

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Figura 2-3. Diagrama de bloques.

Figura 2-4. Diagrama de flujos.

Figura 2-5. Diagrama de Lay Out

Figura 2-6. Organigrama de la empresa.

Figura 2-7. Diseño de sistema de tuberías.

Figura 2-8. Diseño de sistema de potencias.

Figura 2-9. Diseño de obras civiles.

Figura 2-10. Planos generales de las instalaciones.

INTRDOUCCIÓN

El hormigón es considerado el pilar fundamental de la construcción debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad, es uno de los materiales mas utilizados en el rubro de la construcción en todo el mundo, pero de igual manera es uno de los materiales que mas contamina siendo el responsable del 8% de la generación de emisiones de CO₂ en el mundo, esto debido al Clinker que es uno de los principales materiales que tiene el cemento.

En otros puntos pese a que el hormigón sea un material con una vida útil medianamente alta, este con el pasar del tiempo y por sismos puede generar daños estructurales o grietas con el tiempo, causando que se necesiten reparaciones que en algunos casos tienen un alto costo.

En base a la necesidad de reducir las emisiones de carbono y aumentar la durabilidad del material en la universidad Técnica de Delft, de Países Bajos se crea el bio hormigón, un nuevo material con propiedades autorreparables.

Este hormigón autorreparable o bio hormigón se fabrica en base a dos microorganismos que son *Bacillus pseudofirmus* y *Sporosarcina pasteurii* los cuales son capaces de sobrevivir en ambientes hostiles como es el caso del hormigón. Estos organismos son adheridos a una mezcla de hormigón tradicional junto a un nutriente como en este caso será el lactato de calcio.

En el momento en que se construya lo que sea necesario con el material, ya sean conjuntos habitacionales, puentes, túneles, etc. Estas bacterias entraran en un estado de inactividad hasta que se genere una grieta en la construcción, para ello si se filtra o coloca agua en la grieta la bacteria despertara consumiendo el lactato de calcio y secretando calcita la cual sellara la grieta en un periodo de entre una a tres semanas y una vez sellada volverá a su estado de inactividad hasta que de nuevo se produzca el mismo escenario.

Este proceso se puede repetir las veces que sean necesarias durante mas de 200 años aumentando la vida útil de las construcciones y las resistencias de estas, generando una reducción en las emisiones de carbono y evitar costos de reparación, además que este hormigón presenta mejores propiedades mecánicas.

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene por finalidad realizar un estudio de prefactibilidad técnico-económica de la implementación de una empresa dedicada a la fabricación y utilización de hormigón autorreparable en la construcción, con ubicación de operaciones en el sector industrial de Huechuraba en la región metropolitana.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se presentarán los objetivos que se buscan alcanzar con este estudio, demostrando si la realización de la empresa dedicada a la fabricación y utilización de hormigón autorreparable es viable.

1.1.1 Objetivo general

Estudio de prefactibilidad técnica económica enfocado en crear una empresa dedicada a la fabricación y utilización de hormigón autorreparable.

Este proyecto estudiara la producción y utilización de hormigones autorreparables en las construcciones en Chile, para disminuir el impacto ambiental y promover una construcción más ecológica y duradera.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar un estudio de demanda tanto del hormigón tradicional como del bio hormigón.
- Generar un análisis financiero para el funcionamiento de la empresa.
- Realizar un estudio técnico.
- Determinar las inversiones para el desarrollo de la empresa.

1.2. PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO

El hormigón es un material fundamental en la construcción de estructuras e infraestructuras, es el más común a lo largo del mundo debido a su capacidad de durabilidad y resistencia para todo tipo de construcciones ya que se adapta fácilmente a distintas necesidades gracias a su maleabilidad y sus bajos costos. Pese a todos sus beneficios el hormigón genera grietas por distintas circunstancias, como clima, tensión térmica o sobrecarga, para solucionar estos se necesitan reparaciones que tienen un alto costo.

Como tal la industria del hormigón es un pilar fundamental en la construcción de todo el mundo más con el considerable aumento de la población mundial generando la necesidad de cada vez ampliar más las ciudades, crear más edificaciones y crear más caminos. En cuanto a la producción de este el país que más consume y produce es China teniendo una producción de 2.100 millones de toneladas métricas anuales para 2023.

Pero esta producción también trae consigo un considerable aumento en la huella de carbono, las reacciones químicas resultantes de la producción de este son responsables de la generación del 8% de las emisiones de carbono mundiales. Estos sumado a las contaminaciones de suelo, la contaminación hídrica y la generación de polvo genera una necesidad de buscar un método nuevo que ayude a reducir esta huella.

El hormigón autorreparable nace de esta necesidad, creado en la Universidad Técnica de Delft, en los Países Bajos, este material busca reducir la huella generada por el hormigón común y también ayudar a reducir los costos de reparación y aumentar su vida útil. El mercado es medianamente nuevo, en cuanto al global alcanza los 34,10 mil millones de dólares en 2021 con una tasa compuesta anual de ingreso del 36,8%. Mientras que en Chile no existe un mercado guiado a este, siendo un producto nuevo en el país.

1.3. **FODA**

En el FODA establecemos un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que pueda tener esta nueva empresa, así creamos una visión de que cosas podríamos cambiar o mejorar para tener un proyecto más optimo.

1.3.1. Fortalezas:

Entre las fortalezas que podemos encontrar hay una innovación respecto a los materiales ya existentes, trayendo una mejora tecnológica en la construcción, este material genera una reducción respecto a los costos de mantención y reparación de infraestructuras y tiene una gran contribución a la sostenibilidad y la reducción de contaminación en la industria de la construcción.

1.3.2. Oportunidades:

En cuanto a las oportunidades hay conciencia de una creciente demanda de alternativas a materiales sostenibles en la construcción, se puede buscar el potencial apoyo gubernamental y regulatorio a proyectos ecológicos en el país, y buscar incrementar la concienciación medioambiental entre empresas y consumidores.

1.3.3. Debilidades:

En cuanto a las debilidades que se pueden presentar podemos tener los costos iniciales de producción elevados, necesidad de la infraestructura y tecnología necesaria para la producción y la necesidad de gente especializada que sepa tratar con este producto y saber producirlo.

1.3.4. Amenazas:

En cuanto a las amenazas que podemos encontrar están los materiales tradicionales que pueden ser más baratos, la resistencia al cambio en la industria y los desafíos que pueden presentar traer este nuevo material en un sector tal vez más conservador respecto a otros.

1.4. TAMAÑO DEL PROYECTO

Como nuevo proyecto corresponderá a una microempresa la cual busca innovar en los materiales de construcción con este hormigón autorreparable, buscando disminuir la contaminación generada por el hormigón normal y ayudar a reducir los gastos de reparación al igual que buscar aumentar la vida útil de las construcciones ayudando así a generar menores desperdicios a largo plazo. Como nueva empresa se puede ver dificultades al competir contra el material ya existente, ya que por temas de costos y producción es un mercado ya ocupado, y traer nuevos materiales puede generar incertidumbre y dificultades venderlo.

La empresa buscara producir y distribuir el hormigón autorreparable, comenzara en el sector industrial de Huechuraba, donde se contará con un terreno de 12.000 m² en donde se ubicarán las oficinas, laboratorios para la investigación del material, planta hormigonera para la producción y una sección de vehículos para los camiones mixer que transportaran el material a las obras. Tendrá una visión de corto plazo de producir y vender el material a la mayor cantidad de inversores posibles y una meta a largo plazo de extenderse a distintas regiones hasta poder exportar el material fuera del país y generar mayores ingresos.

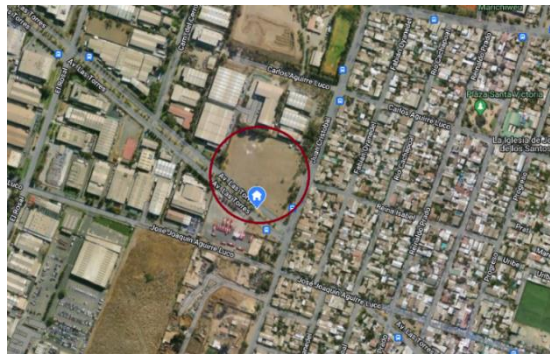
Como nuevo proyecto se buscará la posible ayuda del estado para poder costear inversiones iniciales de producción, presentando la idea de un nuevo material amigable con el medioambiente e innovador que mejorará la calidad de las

construcciones a largo plazo y podrá llamar la atención a futuros inversionistas aumentando la producción y llegando a más puntos del país.

1.5. LOCALIZACIÓN

Para determinar la localización se pensó en diversos parámetros como disponibilidad de acceso a vías urbanas, un sector un poco menos céntrico, pero en un barrio de índole industrial por temas de químicos o elementos que puedan afectar en caso de que hubiese algún sector residencial cerca y también un terreno de amplio espacio para contar con oficinas, laboratorio y sector productivo.

Por ello se eligió un terreno ubicado en el Parque El Rosal, comuna de Huechuraba, Región Metropolitana. Sector ubicado a pocos kilómetros de la zona Oriente de Santiago. Cuenta con conectividad por Américo Vespucio (1,4 kilómetros aproximadamente). Y corresponde a un espacio de 12.000 m².



Fuente: Portal inmobiliario.

Figura 1-1. Ubicación en el mapa.



Fuente: Portal inmobiliario.

Figura 1-2. Imagen del terreno.

1.6. SITUACIÓN SIN PROYECTO V/S CON PROYECTO

Hay que determinar las posibles variables o situaciones que se deben considerar para el óptimo desarrollo del proyecto.

1.6.1. Situación sin proyecto

Pese a que el hormigón sea un material muy utilizado no se asegura que siempre se genere venta del producto, más porque este es un material nuevo en el país y tal vez su uso llevado al precio en comparación al normal y posible competencia con un producto similar, dificulte su venta. Por ende, en caso de no estar con proyecto puede representar una dificultad a la empresa por costos de mantención de infraestructura. La poca adopción de nuevas tecnologías en el sector retrasa la modernización de la industria.

1.6.2. Situación con proyecto

Como empresa se busca introducir nuevas tecnologías a un sector en donde hay poca innovación en materiales o métodos nuevos de trabajos. Se buscará introducir el hormigón autorreparable en las construcciones en Chile promoviendo sus beneficios como la reducción de necesidades de reparación y mantenimiento, además de la reducción de la huella de carbono y los bajos costos operativos de cuidado del material a largo plazo, dándole más vida útil a las distintas edificaciones donde se aplique.

También se buscará generar nuevas investigaciones y estudios sobre nuevos materiales o mejorar los ya existentes teniendo una constante mejora e innovación en el rubro, generando mayores competencias y ampliar constantemente el mercado alcanzable y generar mayores ingresos para crecer como empresa.

1.7. ESTUDIO DE MERCADO

En el estudio de mercado se busca recopilar la información necesaria para el buen funcionamiento de la empresa, como los consumidores, la posible competencia y el comportamiento del mercado en general en base al análisis de la oferta y demanda. Con esto se busca comprender las necesidades de los posibles clientes y evaluar la viabilidad y las oportunidades del negocio.

1.7.1. Determinación de producto o servicio, insumos y subproductos

El producto principal de la empresa será la producción del hormigón autorreparable o bio hormigón, y se prestará el servicio de movilización del material a las obras en donde sea necesario su uso. La producción de este abarcara toda la creación desde el inicio del hormigón normal y la adición de las bacterias y bio organismos necesarios para la obtención final del material.

La obtención del material principal que serán los microorganismos podría presentar el primer reto, se necesitan dos bacterias para la producción de este material que son *Bacillus pseudofirmus* y *Sporosarcina pasteurii*, añadido se necesitaran capsulas de lactato de calcio que serán el alimento de esta bacteria. A parte de esto se necesitarán los materiales básicos del hormigón (cemento, áridos y agua).

Respecto a las bacterias necesarias estas se producen en gran cantidad cerca de lagos con alta salinidad o en volcanes, lo cual en un país como Chile no representaría un problema mayor, ya que tenemos grandes cantidades de volcanes a lo largo del país.

1.7.2. Área de estudio

La principal zona de estudio comenzaría en Santiago, en donde se planea establecer la central. Con un enfoque a implementar y promover el uso del bio hormigón tanto en infraestructuras públicas como privadas, ya sean caminos, carreteras, como edificios o viviendas. Esto planteando a los compradores que este hormigón a largo plazo genera menores gastos de mantenimiento ya que no necesita reparaciones, al igual que alarga la vida útil de las construcciones hasta 200 años y evita problemas estructurales al auto reparar las fisuras.

Y con un enfoque futuro a alcanzar las grandes ciudades del país como Valparaíso y Concepción, con la idea de apoyar el gran crecimiento urbano proponiendo un sistema amigable con el medioambiente y lograr disminuir la huella de carbono de las grandes ciudades.

1.7.3. Análisis de la demanda (actual y futura) y variables que la afectan

La demanda actual de materiales sostenibles es mayor a las ofertas que presenta el mercado, las emisiones de carbono y la necesidad de generar menores residuos levanta la urgencia de buscar nuevos métodos.

La construcción es uno de los rubros que más contaminación genera. En el caso del hormigón es responsable del 8% (según el centro de estudios británico Chatham House) de la producción de dióxido de carbono del mundo debido a su proceso de calcinación de la caliza y la arcilla para producir clínker, el componente principal del cemento, el cual es el que más CO₂ emite, además de la contaminación del agua y los residuos generados por este.

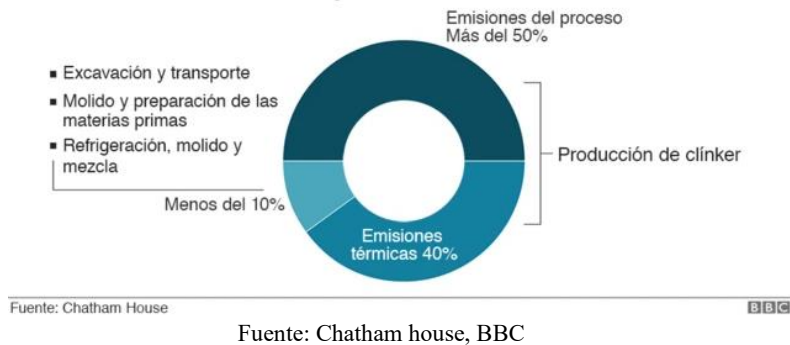


Gráfico 1-1. Emisiones de CO2 por producción de cemento.

Sumado a que es el material que más contamina también es uno de los materiales fundamentales en todo tipo de construcciones a lo largo del mundo, el país que más produce es China con 2.100 millones de toneladas métricas al año (datos del 2023) consumiendo casi la mitad del hormigón que se produce en el mundo; con esto termina siendo el país que más contamina debido a esto.

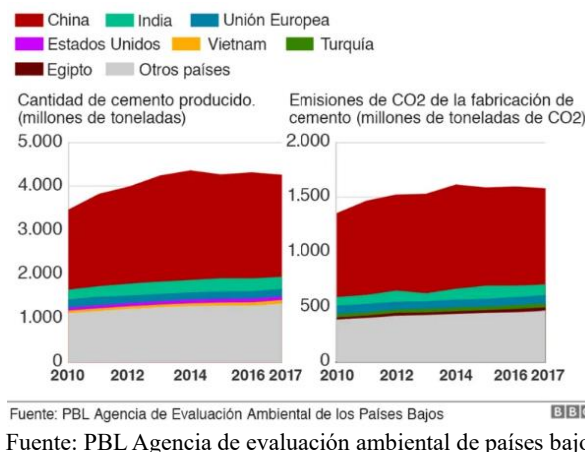


Gráfico 1-2. Emisiones de CO2 por fabricación.

Por todo esto es necesario enfocar la demanda actual de materiales sostenibles como es el caso del bio hormigón para mejorar la durabilidad de las obras civiles y reducir costos de mantención además de reducir la huella de carbono en grandes ciudades del mundo.

Y en otro punto guiar la demanda futura al crecimiento e innovación de materiales nuevo apoyándose de las regulaciones medioambientales y la presión de reducir el impacto ambiental causado por la industria de la construcción.

En cuanto a las variables que pueden afectar a esta tenemos la negación de aceptación de nuevos materiales en el mercado de la construcción, al contrario, la implementación de cambios a la legislación ambiental y regulaciones a las emisiones de CO2 en la construcción pueden ayudar a promover de mayor manera este material. Se debe buscar una tendencia de sostenibilidad en las futuras construcciones.

1.7.4. Análisis de la oferta (actual y futura) y variables que la afectan

En cuanto a la actual oferta de este bio hormigón el mercado aun es medianamente nuevo.

El hormigón es el material manufacturado más consumido en el mundo gracias su resistencia, durabilidad y versatilidad. Como ya se presentó el mayor productor es China debido a su rápida urbanización y continuo desarrollo de infraestructuras, en el caso de Chile la capacidad instalada para la producción de hormigón es de 10.4 millones de toneladas al año aproximadamente, pero por motivos de la pandemia el mercado de hormigones en Chile tuvo un estancamiento, en el año 2013 los despachos de hormigón eran de 9.248.749 m3 y para el 2019 fue de 8.718.327 m3.

En el año 2019 cementos Bio-Bio (actual Cbb) era la mayor productora de hormigones, cementos y cal. Es la que mayor capacidad productiva tenia con 3,5 millones de toneladas al año y un despacho de 1,3 millones de toneladas (datos cámara chilena de la construcción). Con ventas anuales de \$263.182 millones de pesos. Cbb, Polpaico y Melón son los mayores productores de hormigones en el país, pese a los buenos números de estas empresas en años previos hoy en día la industria de la construcción en el país ha caído, esto afectando a estas empresas, estas tres compañías vendieron un total de 1.832.403 toneladas hasta junio, el punto mas bajo desde la pandemia. Los primeros 6 meses del año hubo una caída del 4,4% versus el 2023 cuando se registro un volumen de 1.916.099 toneladas (datos en base al mercado financiero), hay una caída de casi un 35% respecto al 2021. Este año entre las 3 compañías acumularon un total de \$376.423 millones, lo cual es una gran reducción.

En base a los datos podemos establecer que se puede generar una visión estratégica con visión en materiales sostenibles innovando el mercado, hasta el 2011 Chile no solo producía dentro del país también se dedicaba a exportar el material, pero debido al ingreso del mercado de China, Japón y Corea del Sur generó que Chile quedara obsoleto como competencia. Si bien el hormigón no se puede transportar a distancias tan largas se puede plantear a largo plazo que Chile sea pionero en el hormigón autorreparable en Latinoamérica, partiendo en la zona ya pensada de la región metropolitana como inicio del proyecto.

En cuanto a la oferta actual de hormigón autorreparable nos tenemos que guiar por el mercado mundial. El mercado global del hormigón autorreparable alcanzó los 34,10 mil millones de dólares en 2021 y se espera una tasa anual de ingresos del 36,8%, este crecimiento se espera en base a la creciente demanda de infraestructuras duradera y sostenible. El primer inconveniente de este hormigón es su valor, mientras que el m³ de hormigón tradicional es de 80 euros (\$82.000 pesos aproximadamente) el hormigón autorreparable tendría un valor de 160 euros el m³ (\$164.000 pesos aproximadamente), esto no ha impedido su venta, ya que los costos a largo plazo son los que se reducen además que su vida útil puede llegar a los 200 años.

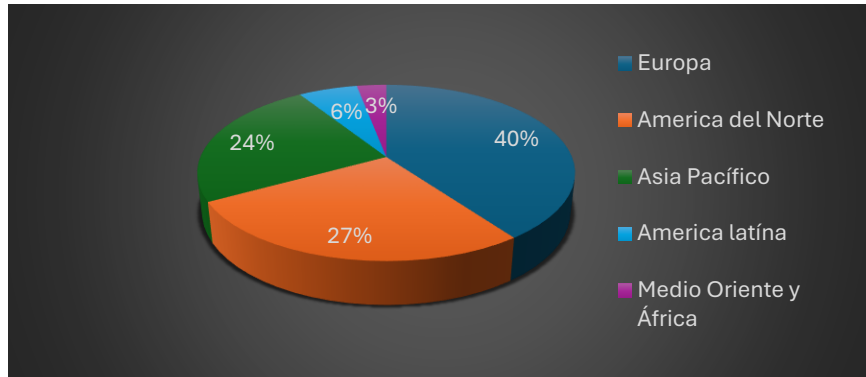


Fuente: Emergen Research.

Figura 1-3. Mercado esperado del hormigón autorreparable (2019-2030)

El 2021 el segmento que más compras realizó de este material fue el de infraestructura civil (puentes, túneles y edificios). La participación del mercado más grande se encuentra en Europa en donde la producción del hormigón representa un 9,5% de generación de CO₂. En cuanto al panorama competitivo el mercado global

esta fragmentado cada empresa esta fabricando, investigando, desarrollando y probando distintas maneras de mejorar el material y expandir su propio mercado.



Fuente: Elaboración propia (datos Emergen Research)

Gráfico 1-3. Cuota de mercado del hormigón autorreparable por región 2023(%)

En cuanto a las principales empresas en este mercado tenemos:

- . Verde-Basilisk BV
- . Acciona Infraestructuras S.A.
- . Avecom N. V.
- . Comercializadora Española De Innovaciones Y Materiales
- . COWIA/S
- . Devan-Micropolis
- . Fescon Oy.
- . CEMEX S. A. B. de C. V.
- . GCP Applied Technologies Inc.

En cuanto a la demanda futura, cada empresa esta investigando para poder mejorar la calidad del hormigón y descubrir nuevos elementos que ayudaran a remplazar a los materiales tradicionales.

1.7.5. Determinación de precio

En cuanto a establecer el valor del producto podría presentar el primer problema debido a los materiales especiales que necesita este bio hormigón para su fabricación, puede haber variables que afecten.

La primera determinación de precio que deberíamos realizar es el costo de producción del hormigón básico, para esto tenemos que tomar distintos factores como el costo de la mano de obra y el costo de producción del hormigón tomando en cuenta que el valor variara dependiendo de la dosificación que necesite el cliente. En un primer caso determinamos el valor de un m³ de hormigón en Chile para eso se calculó las cantidades básicas de materiales para producir esta cantidad de hormigón, en base a las materias primas establecemos que se necesitaran en promedio:

- 150 a 200 litros de agua con un valor de entre \$30 a \$60 pesos o 0,0008 Uf a 0,0016 Uf.
- 300 a 350 kg de cemento con un valor promedio de \$26.250 o 0,68 Uf.
- 0,75 m³ de grava con un valor promedio de \$13.125 o 0,34 Uf.
- 0,45 m³ de arena con un valor promedio de \$6.750 o 0,18 Uf.

En otro punto tenemos que contemplar los gastos de laboratorio, la obtención de las bacterias y su cultivo, y de igual manera el lactato de calcio. Las tecnologías que tendremos que utilizar para aplicar los microorganismos. Para ello establecemos los respectivos valores para la obtención de estos materiales que son los responsables de dar las propiedades al bio hormigón.

- 1 a 2 kg de nutrientes, en este caso será el calcio con un valor promedio de \$17.500 o 0,46 Uf.
- 0,5 a 1 kg de bacterias las cuales son las que tienen el mayor costo, con un valor de \$90.000 o 2,34 Uf

En base a estos valores podemos determinar que el valor de producción promedio para un m³ de bio hormigón seria de \$153.685 o 4,00 Uf y debemos considerar que el precio de venta de un m³ de este hormigón es de \$164.570 o 4,29 Uf.

1.7.6. Sistema de comercialización

Como nueva empresa se enfrenta a distintos retos para poder introducir el producto en el mercado, el primero seria que se presenta un material nuevo en el país, lo cual puede generar incertidumbre en los posibles compradores. En otro lugar tenemos el costo de este material, el cual es más elevado que el ya existente. En cuanto a la competencia es poca, son pocos los materiales que buscan innovar desde el punto medioambiental. El producto se busca presentar como un método nuevo de fabricación de hormigón, el material más utilizado en la construcción se buscará llegar a los compradores presentando el eco hormigón como un producto que ayudara a reducir costos a largo plazo, de igual manera a disminuir costos de mantención y presentar como es efectivo en otros países.

Los mecanismos de venta buscaran comercialización directa con empresas que se dediquen a construir con hormigones, este material se puede utilizar en todos tipos de construcciones por lo cual su aplicación es amplia. Al igual que venta con el gobierno para construcciones públicas.

De igual manera se buscarán alianzas estratégicas, para colaborar con otras empresas de hormigones presente en Chile, ofreciendo la materia prima necesaria para producir el eco hormigón patentando el uso de este, o comprando materiales a estas empresas.

Se presentará un marketing verde promoviendo que el uso de este material ayudará a reducir la gran huella de carbono producida por el material tradicional y como esto ayudará a reducir la contaminación de las grandes ciudades. Esto en base a una página web que muestre estadísticas y comparaciones con otros materiales y el porque este es mejor.

CAPÍTULO 2: INGENIERIA BASICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO.

2. INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO

En este punto se busca evaluar los distintos procesos para sobrellevar de la manera mas optima el buen funcionamiento de la empresa, describiendo los procesos técnicos y administrativos, además de los datos de la estructura organizacional y legal. También se buscará presentar los diseños de la planta y como se buscará las competencias necesarias para entrar al mercado de la mejor manera posible.

2.1. ESTUDIO TÉCNICO

En este punto se busca estudiar los procesos, equipos, recursos humanos, las instalaciones y materiales que serán necesarios para la ejecución de la empresa y la producción del material, explicando la estructura que llevará la empresa y como esta se meterá al mercado ofreciendo el mejor servicio posible.

2.1.1 Descripción y selección de procesos

En este punto es necesario describir los procesos necesarios para la fabricación del bio hormigón, debemos presentar las tecnologías a utilizar para la producción del material, como se lleva este a cabo y las materias primas necesarias más su recepción.

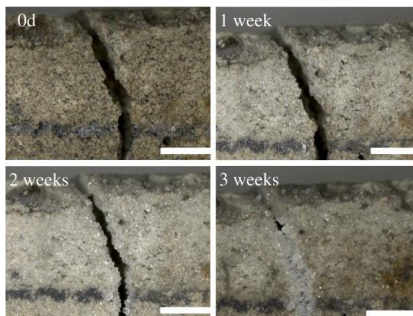
En primer lugar, la empresa buscara producir su propio hormigón, por lo cual son necesarios los materiales básicos para la fabricación de este, en cuanto al equipo necesario en el terreno se contará con una planta hormigonera para la producción de este. De igual manera será necesaria la obtención de los áridos, cementos y agua para la fabricación del hormigón.

En un siguiente punto tenemos la obtención de las bacterias y bio-organismos necesarios para transformar este hormigón en el producto final. Las bacterias necesarias serían *Bacillus pseudofirmus* y *Sporosarcina pasteurii* las cuales se planean cultivar para su constante producción, se contará con un laboratorio orientado a la obtención de estas y estudios de futuras mejoras del material.

Las bacterias se encuentran en volcanes o lagos con alta salinidad, estas son añadidas directamente a la mezcla del hormigón junto con el lactato de calcio el cual es un material más común que se puede comprar en distintos mercados.

Al momento de añadir estos materiales el hormigón ya cambiara sus propiedades y estaríamos generando un “material vivo”, las bacterias insertadas generan esporas que le permiten sobrevivir durante mas de 200 años, esto sumado a que pueden sobrevivir en lugares secos y altamente alcalinos.

En otro punto tenemos la adición del lactato de calcio el cual es el alimento de estas bacterias, las bacterias se mantienen en su mayor parte de tiempo inactivas, hasta que entre agua a las fisuras que se generen, ya sea causada por lluvias, vapores o que alguien la aplique, una vez ingrese el líquido las bacterias despertaran y comenzaran a consumir el lactato de calcio, con esto las bacterias expulsan calcita como parte de su proceso digestivo, la cual comenzara a sellar las grietas. Una vez cerrada las bacterias formarán esporas y volverán a la inactividad. Este proceso estudiado ha demostrado que se pueden cerrar grietas en 3 semanas. Y hasta el momento se han podido sellar grietas de cualquier longitud, pero con un límite actual de 0,8 milímetros de ancho. Cabe destacar que las bacterias no son peligrosas para el humano y este proceso se puede repetir durante décadas.



Fuente: Elsevier.

Figura 2-1. Sellado de grieta en 3 semanas.

También tenemos que destacar que la aplicación de estas bacterias en el hormigón demostró mejores reacciones al deterioro por oxidación ya que la bacteria consume el oxígeno evitando corrosión en el material. También se noto una considerable mejora en cuanto a la resistencia a la deformación, la bio hormigón demostró ser 5 veces mayor que la del hormigón tradicional.



Fuente: Estudio de ACI PUCP.

Figura 2-2. Ensayo de tracción del bio hormigón.

También hubo una notable mejora en la resistencia a la tracción. La resistencia a la compresión mejoro en un 14,92% gracias a la *Bacillus subtilis*. Mientras que la adicción de la *Bacillus sphaericus* mejoro la resistencia a la compresión en un 35% a 3 días, 46,15% a 7 días y 32,21% a 28 días en comparación al hormigón tradicional.

Nº de días	Resistencia a la tracción por rotura de subestructuras cilíndricas de hormigón convencional N/nm2	Resistencia a la tracción de eco hormigón N/nm3	% de aumento de la fuerza
3	3,78	4,30	13,75
7	4,62	5,28	14,28
28	4,85	5,74	18,35

Fuente: Estudio de ACI PUCP.

Tabla 2-1. Comparación valores de resistencia a tracción por hendimiento entre hormigón tradicional y bio hormigón.

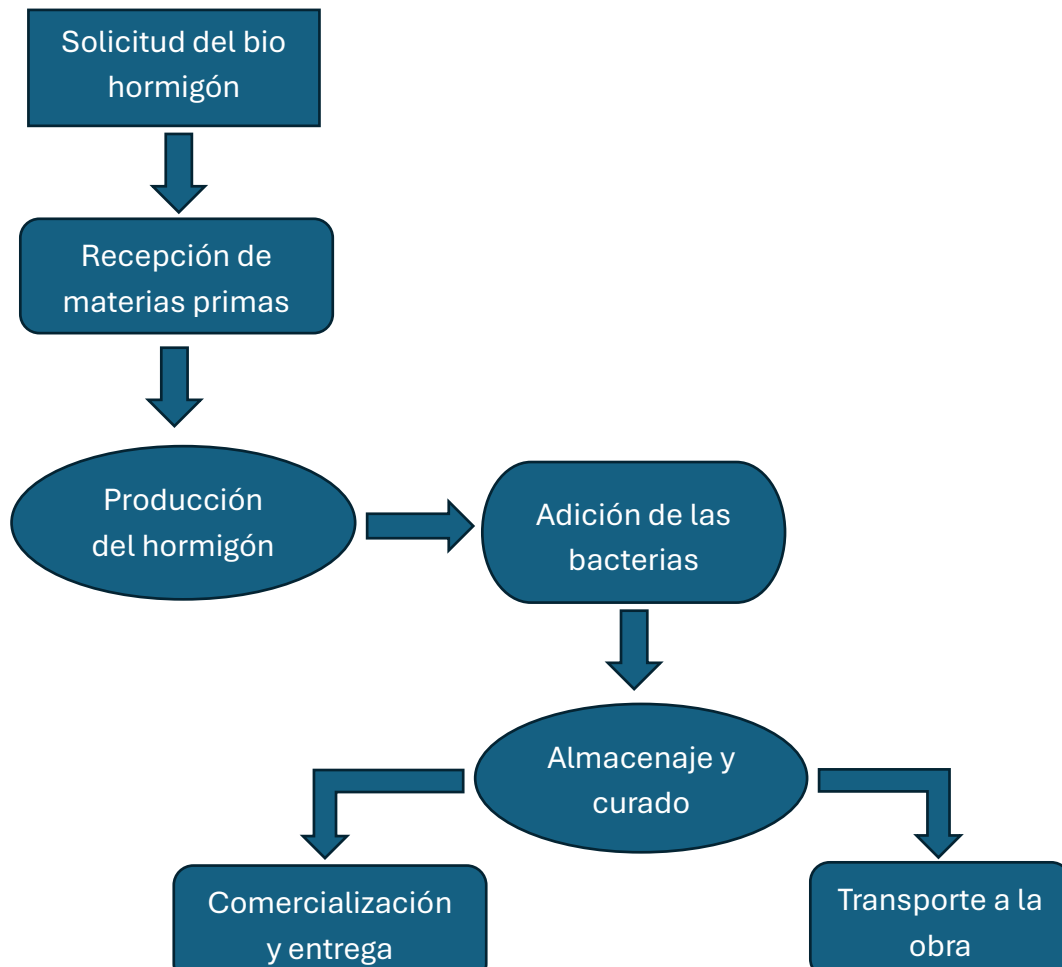
Nº de días	Resistencia a la tracción por rotura de subestructuras cilíndricas de hormigón convencional N/nm2	Resistencia a la tracción de eco hormigón N/nm3	% de aumento de la fuerza
3	19,24	25,16	30,76
7	23,66	34,58	46,18
28	34,52	45,72	32,21

No Fuente: Estudio de ACI PUCP.

Tabla 2-2. Comparación de los esfuerzos de compresión entre hormigón tradicional y bio hormigón.

2.1.2. Diagrama de bloques

A continuación, se muestra el diagrama que muestra pasos claves del proceso de fabricación y comercialización del bio hormigón.

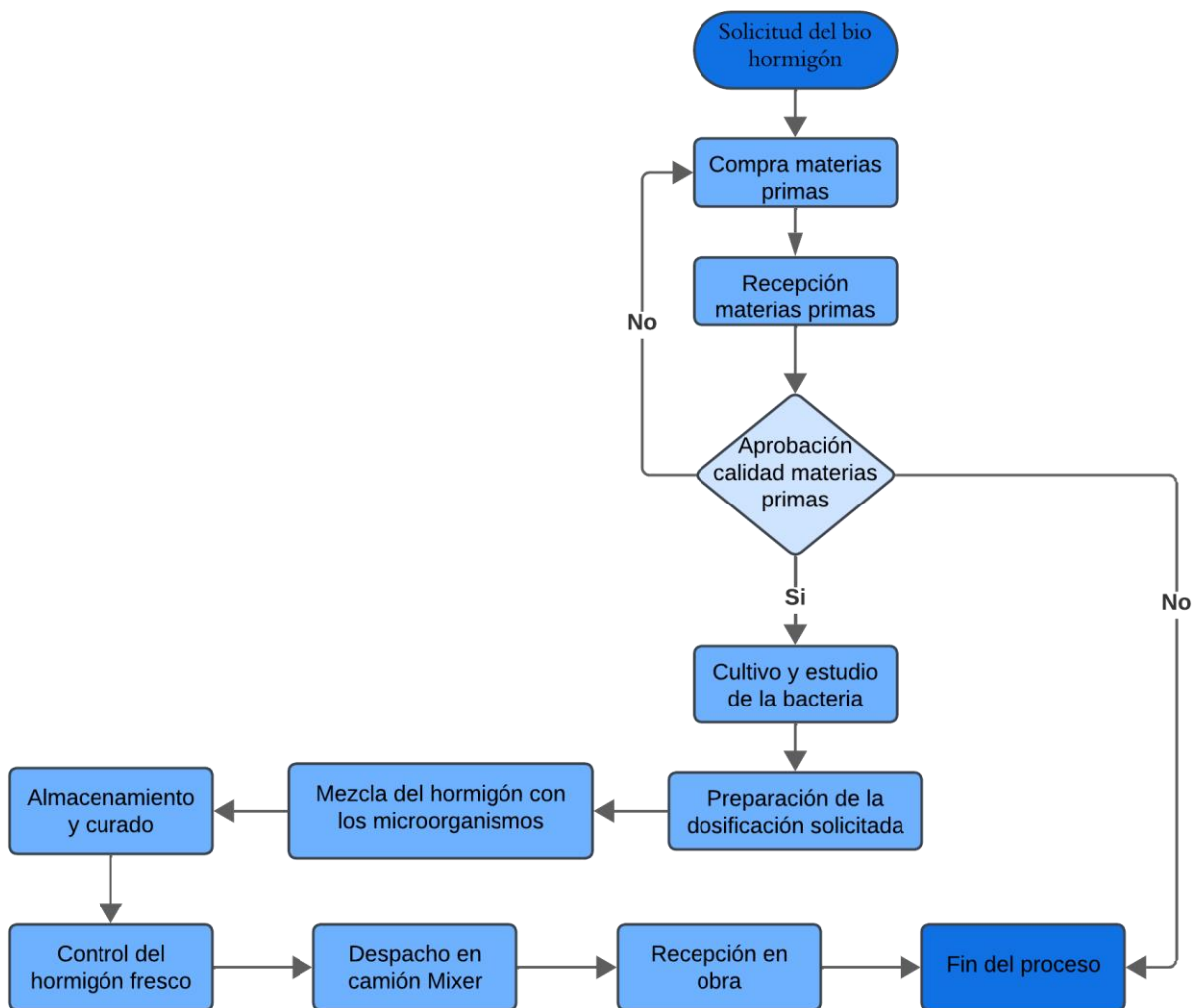


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3. Diagrama de bloques.

2.1.3 Diagrama de flujos (flow chart)

En la siguiente parte se mostrará como fluye de manera más detallada las actividades dentro de cada etapa del proceso productivo de la empresa.

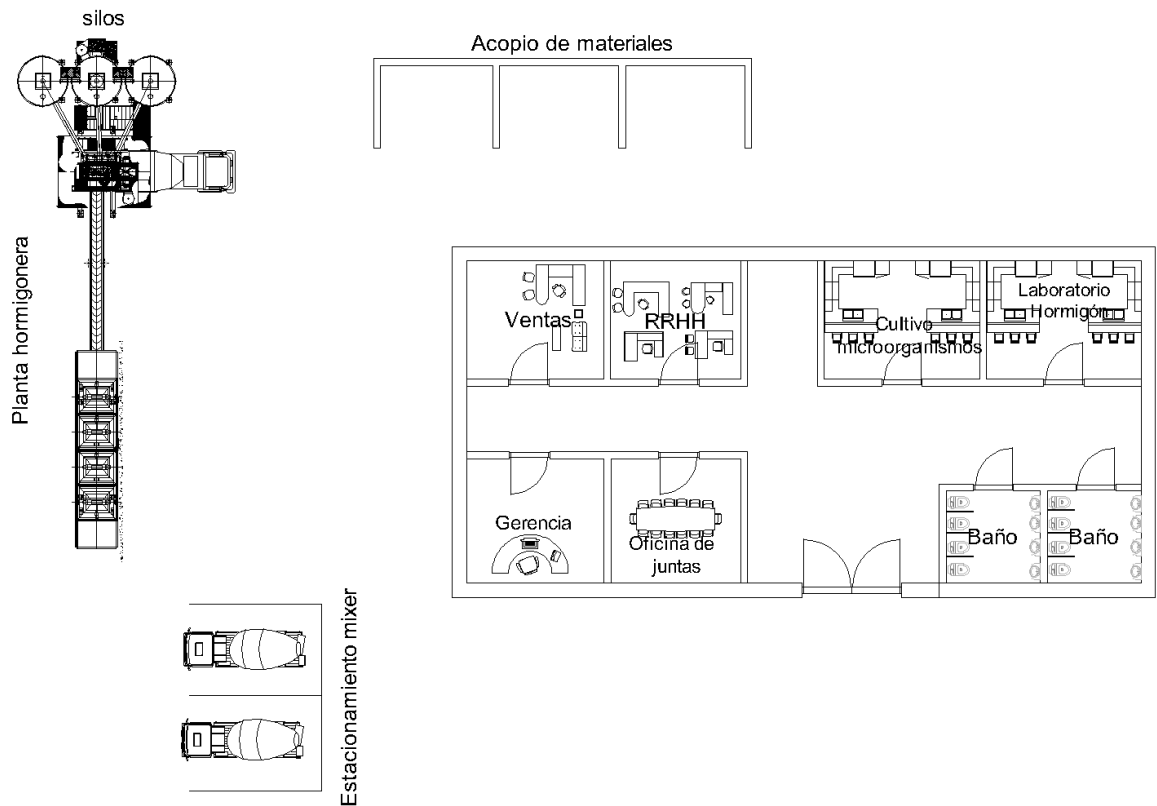


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4. Diagrama de flujos.

2.1.4 Diagrama de Lay Out

A continuación, se presenta el diagrama de Lay Out, el cual presentara la distribución en el terreno elegido de 12.000 m² el cual contara con el edificio principal con las respectivas oficinas de RRHH, ventas, gerencia, oficina de juntas y los laboratorios de hormigón y los microorganismos. También contara con un centro de acopio de materiales, la instalación de la planta hormigonera y una sección de estacionamiento para los camiones mixer.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5. Diagrama de Lay Out

2.1.5 Balance de masa y energía

La producción no podrá ser definida ya que dependerá de la cantidad de material solicitado por los respectivos mandantes. Pero al ser un material como el hormigón que es de alto uso en la construcción se espera tener una demanda medianamente alta.

Por lo cual en cuanto a la masa que entrara, se tendrá que considerar las materias primas necesarias para la producción de la mezcla, como el cemento, arena, grava y el consumo de agua que generara la empresa.

En cuanto a la energía se tendrá que establecer el consumo que generará la planta hormigonera y el consumo de la estufa de incubación.

Equipos	Cantidad	Consumo Kwh
Planta hormigonera	1	15
Estufa de incubación	1	1,5

Fuente: elaboración propia

Tabla 2-3. Balance de masa y energía.

2.1.6. Selección de equipos

Para el óptimo funcionamiento de la empresa se requiere especificar el equipo necesario para ejecutar las respectivas etapas que contemplara la fabricación del bio hormigón.

Para esto se considerarán tanto el equipo necesario para la fabricación del hormigón común, como también el equipo que se utilizara para la producción de la bacteria. De igual manera el equipo para su respectivo transporte.

A continuación, se presentan los respectivos equipos junto a la cantidad que habrá en la empresa y su uso:

Cantidad	Equipo	Uso
1	Planta hormigonera	Instalación en donde se fabricará el hormigón
2	Camion Mixer año 2014 Mack Gu813e	Camiones para el transporte del hormigón pre-mezclado a las obras
3	Bodegas	Bodegas para almacenar los áridos
2	Silos	Silos para el almacenamiento y conservación del cemento

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-4. Equipo para producción y transporte del hormigón.

Cantidad	Equipo	Uso
1	Estufa de incubación	Para el cultivo de los microorganismos necesarios
20	Placa de petri	Para el microorganismo
1	Mechero Bunsen	Para el microorganismo

Fuente: Elaboración propia

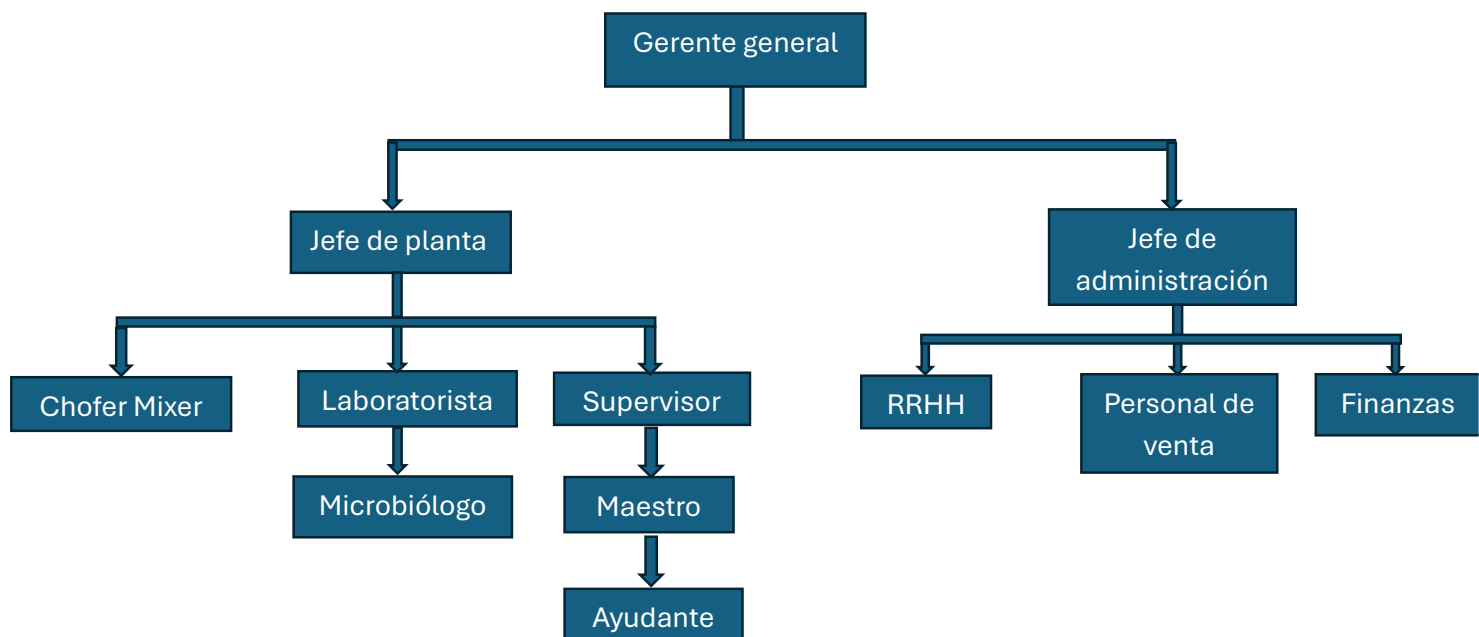
Tabla 2-5. Equipo para producción de los microorganismos.

2.2. ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES

Para el óptimo funcionamiento de la empresa es necesario definir las jerarquías que compondrán la compañía, definir la estructura organizacional, los marcos legales y los temas ambientales que puedan afectar la producción del material.

2.2.1. Estructura organizacional

A continuación, se detalla la estructura jerárquica que tendrá la empresa con los pertinentes encargados de cada sección para el óptimo funcionamiento de cada proceso. En cada proceso se necesita un especialista distinto encargado de cumplir las distintas responsabilidades de su cargo y tener la responsabilidad de llegar a los objetivos esperados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-6. Organigrama de la empresa.

2.2.2. Personal, cargos, perfiles

En este punto se describen los distintos profesionales que formaran parte de la empresa, presentando sus respectivos cargos y perfiles necesarios para poder cumplir el rol específico solicitado.

Para el perfil de la empresa se necesita un equipo que este permanente y no haya rotaciones en el personal.

Cargo: Gerente general

Título: Ingeniero civil, Ingeniero constructor, Ingeniero civil industrial

Experiencia: 5 años en cargos similares

Funciones: encargado de coordinar y supervisar toda la producción y administración de la empresa y su óptimo funcionamiento.

Cargo: jefe de planta

Título: Ingeniero civil, Ingeniero constructor

Experiencia: 3 años en cargos similares

Funciones: encargado de administrar el área de producción del material y el personal responsable de este.

Cargo: jefe de administración

Título: Ingeniero comercial

Experiencia: 3 años en cargos similares

Funciones: encargado de administrar el área administrativa y financiera de la empresa.

Cargo: supervisor

Título: Técnico en construcción

Experiencia: 2 años en cargos similares

Funciones: encargado de supervisar, dirigir y controlar los procesos de fabricación del material.

Cargo: maestro

Título: ninguno

Experiencia: 2 años en cargos similares

Funciones: realizar las mezclas y movimientos necesarios para la fabricación del material.

Cargo: ayudante

Título: ninguno

Experiencia: 2 años en cargos similares

Funciones: ayudar en el movimiento y fabricación del material

Cargo: chofer mixer

Licencia de conducir: profesional A4 o A5

Experiencia: 2 años en cargos similares

Funciones: transportar a las obras requeridas el material producido

Cargo: Laboratorista

Título: Laboratorista vial

Experiencia: 4 años en cargos similares

Funciones: realizar los ensayos, comprobar la calidad del material e informar al jefe de planta.

Cargo: Microbiólogo

Título: Biología, Especialista en microbiología, Genética molecular y microbiología

Experiencia: 4 años en cargos similares

Funciones: encargado del cultivo, estudio y producción de los microorganismos necesarios para añadir al material.

Cargo: RRHH

Título: Técnico en recursos humanos

Experiencia: 2 años en cargos similares

Funciones: gestionar la selección y contratación de los empleados y su situación en la empresa

Cargo: Ejecutivo en ventas

Título: Técnico en administración de empresas

Experiencia: 3 años en cargos similares

Funciones: encargado de buscar compradores y promover el material.

Cargo: Ejecutivo en finanzas

Título: Técnico en administración de empresas, Ingeniería en finanzas

Experiencia: 3 años en cargos similares

Funciones: encargado de los movimientos económicos de la empresa.

2.2.2.1. Programa de trabajo, turnos y gastos en personal

Respecto al programa de trabajo la empresa busca funcionar de lunes a viernes generando el material que sea solicitado y realizando los estudios necesarios de ensayos, además de los estudios de microbiología para la fabricación de los microorganismos necesarios para la fabricación del bio hormigón.

Respecto a los turnos se establecerá la siguiente jornada laboral en base a la nueva Ley 21.561 ya entrada en vigor en el país, estableciendo para este año 44 horas laborales.

Turno	Mañana	Tarde
Primera jornada	9:00	13:00
Segunda jornada	14:00	17:30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-6. Jornada laboral

Respecto al gasto de personal se establece un promedio en base al cargo y la responsabilidad que tendrá en la empresa. En la siguiente tabla se representan los gastos.

Cargo	Sueldo Imponible	n° trabajadores	Total mes	Total mes (UF)	Total año	Total año (UF)
Gerente general	\$ 2.500.000	1	\$ 2.500.000	65,13	\$ 30.000.000	781,56
Jefe de planta	\$ 1.390.000	1	\$ 1.390.000	36,21	\$ 16.680.000	434,58
Jefe de administracion	\$ 1.390.000	1	\$ 1.390.000	36,21	\$ 16.680.000	434,58
Supervisor	\$ 900.000	1	\$ 900.000	23,45	\$ 10.800.000	281,38
Chofer mixer	\$ 750.000	2	\$ 1.500.000	39,08	\$ 18.000.000	468,97
Laboratorista	\$ 910.000	1	\$ 910.000	23,71	\$ 10.920.000	284,51
Maestro	\$ 600.000	2	\$ 1.200.000	31,26	\$ 14.400.000	375,18
Ayudante	\$ 450.000	2	\$ 900.000	23,45	\$ 10.800.000	281,38
RRHH	\$ 600.000	1	\$ 600.000	15,63	\$ 7.200.000	187,59
Personal de ventas	\$ 570.000	1	\$ 570.000	14,85	\$ 6.840.000	178,21
Ejecutivo en finanzas	\$ 570.000	1	\$ 570.000	14,85	\$ 6.840.000	178,21
Microbiologo	\$ 608.000	1	\$ 608.000	15,84	\$ 7.296.000	190,09
Totales	\$ 11.238.000	15	\$13.038.000	339,69	\$156.456.000	4076,23

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-7. Gastos generales del personal.

2.2.3. Marco legal

En cuanto al marco legal de la empresa se acatarán las normas y leyes correspondientes para el óptimo funcionamiento de esta, tomando en cuenta el tamaño de esta nueva empresa y los aspectos de calidad y cuidado que se deberán tener respecto al uso del material y el manejo de los respectivos microorganismos.

En cuanto a los aspectos legales de la empresa en general se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- En primer lugar, se considerará la ley N° 20.416 la cual facilita la creación, manejo y regularización de nuevas empresas de menor tamaño o mediano tamaño. Esto se definirá en base a los ingresos en UF y actividades realizadas en el año.
- En otro lugar, en Chile se debe cumplir con la ley N° 20.659 para simplificar el régimen de constitución, modificación, transformación, fusión, división, terminación y disolución de toda sociedad.
- En otro punto debemos tener en cuenta la ley N° 19.857 que regula la empresa individual de responsabilidad limitada.
- También consideraremos que la empresa respetara la nueva ley N° 21.561 respecto a la reducción de horas laborales aplicando la primera reducción de 44 horas a la semana.
- En cuanto a la seguridad laboral se aplicará la ley N° 16.774 asegurando que los trabajadores estarán protegidos al manipular el material.

Respecto a los aspectos legales aplicados a lo que hará la empresa y el uso de los microorganismos tenemos los siguientes puntos:

- En primer lugar, respecto a la fabricación del hormigón debemos tener en cuenta las Normas Chilenas (NCh) que regulan la calidad y manejo de este.
 - NCh1017 respecto a los ensayos del hormigón evalúa la calidad de este en base a los respectivos ensayos de tracción, compresión y fisuras.

- NCh170 requisitos generales del hormigón que evalúan los aspectos técnicos de la fabricación, manipulación y transporte del material, de igual manera define los requisitos mínimos de seguridad, calidad y durabilidad que deberá tener el material en la construcción.
- En otro punto respecto al manejo de los microorganismos debemos considerar las siguientes normas:
 - La resolución exenta N° 219/2014 que define los niveles de bioseguridad en el laboratorio y áreas en donde se manipulara el agente biológico, especifica los medios de seguridad y manera de contención del microorganismo.
 - El protocolo de bioseguridad del instituto de salud publica (ISP) el cual regula el transporte, almacenamiento y manipulación de los agentes biológicos.
 - La ley N° 19.300 la cual regula el manejo y disposición de los agentes biológicos que puedan alterar el ecosistema o generen residuos peligrosos. Exige la realización de un estudio de impacto ambiental (EIA) o una declaración de impacto ambiental (DIA)
 - Respecto al transporte del microorganismo se debe tener en cuenta la normativa del SAG para el control de plagas y organismos vivos incluso si este no es dañino para el medioambiente.
 - Respecto a la manipulación en el lugar de trabajo la ley N° 16.744 regula los accidentes o enfermedades causados por la manipulación de agentes biológicos, incluyendo el uso de los equipos de protección (EPP) y capacitación sobre la bioseguridad.
 - En cuanto a la utilización del microorganismo se necesita el permiso del instituto de salud publica (ISP) en base a su uso en investigación y producción
 - Los microorganismos por utilizar *Bacillus pseudofirmus* y *Sporosarcina Pasteurii* no son OGM (organismos genéticamente modificados). Pero si se llegasen a modificar en base a investigaciones para mejorar el material hay que aplicar la ley N° 20.089 de

certificación de productos orgánicos regulando el uso de OGM y el impacto ecológico, además de la normativa del SAG sobre OGM que controla la manipulación genética de microorganismos.

- Al ser un nuevo material podemos aplicar reglamentos sobre el manejo de nuevas tecnologías:
 - Como es el caso del reglamento de diseño y construcción en hormigón armado (INN), la cual si bien esta adaptada para el hormigón tradicional los estándares se pueden ajustar al bio hormigón.
 - De igual manera tenemos la ley N° 20.241 la cual regula la innovación de nuevas tecnologías, ofreciendo incentivos y regulando la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías como sería el caso de la aplicación de microorganismos en la construcción.

En cuanto a los temas ambientales que busca respetar la empresa con este material se deben considerar las siguientes normas:

- La ley N° 19.300 de bases generales del medio ambiente establece el estudio de impacto ambiental del material y la planta de producción
- El protocolo de desarrollo sostenible del MINVU que fomenta el uso de los materiales sostenibles y la búsqueda de reducir la huella de carbono.
- En cuanto a normas internacionales aplicables tenemos la ISO 14001 de certificación de practicas sostenibles en el proceso de fabricación del producto.

2.2.4 Impacto medioambiental (declaración o estudio)

Como bien ya se ha detallado anteriormente el hormigón es considerado la piedra angular en la construcción global, es el material mas utilizado gracias a su resistencia, durabilidad y versatilidad, pero también su fabricación es la responsable de la generación del 8% del dióxido de carbono mundial. El causante de este problema

es el cemento debido a los componentes como el Clinker y los procesos de fabricación.

El mercado de este crece cada vez mas debido a la rápida urbanización en distintas partes del mundo, ya que frente a otros materiales es más barato. Se considera que la demanda seguirá aumentando debido a la sobrepoblación y demanda de nuevas viviendas. En estudios de “*World Wide Fund for Nature*” se estima que 3.000 millones de personas requerirán hogar para el 2050 y sin contar la fabricación de carreteras, presas, infraestructuras en general para los distintos servicios requeridos. Lo cual se resumirá en la generación de una huella de carbón mayor a la ya existente, la industria pondría en peligro el acuerdo de Paris de 2015 (sobre la reducción de la huella de carbono).

Si bien se han tratado de adoptar métodos ecológicos en la producción tanto del cemento como del hormigón y se han visto reducciones del impacto ambiental, este se ha visto eclipsado por el aumento de la producción mundial. Como ya se explico anteriormente el mayor consumidor y productor de hormigón actualmente es China, contando con la estructura de hormigón más grande del mundo que es la presa de las Tres Gargantas a parte de un nuevo aeropuerto en Pekín, se estima que en este último megaproyecto China a vertido mas hormigón cada dos años que Estados Unidos en todo el siglo XX.

Dejando de lado la contaminación generada por el cemento, tenemos otra materia prima en la fabricación del hormigón que causa problemas en el medioambiente que es la extracción del agua para la fabricación de este, ya se es consiente que el agua es un producto cada vez más escaso y del cual más se busca cuidar al ser un producto tan necesario para la vida. El hormigón es responsable del 9% de la extracción de agua industrial en el mundo.

En otro punto debemos considerar los procesos necesarios para la reparación del hormigón y sus respectivos costos, su duración y vida útil.

Es por todo esto que esta empresa busca mitigar el aumento de la huella de carbono ya existente, innovando con el bio hormigón y sus propiedades ya mencionadas como

su durabilidad, mayor resistencia y eficiencia al momento de repararlo. Pero para su fabricación se podrían enfrentar problemas que afecten al ecosistema, para esto tenemos que considerar las posibles variables para evitar el impacto ambiental. En primer lugar, en cuanto a la eficiencia del uso del agua como un producto limitado en algunas plantas hormigoneras se implementa un sistema de recirculación y reutilización del agua para optimizar su uso; de igual manera en otros casos se reutiliza el agua de la limpieza de los camiones mixer y otros equipos.

En cuanto a la producción de residuos y ruidos generados durante la fabricación del hormigón se contempló la ubicación de la empresa en un barrio de índole industrial, para no afectar a posibles lugares urbanos y los trabajadores contarán con los equipos de seguridad necesarios para evitar enfermedades o accidentes.

Respecto al manejo de los microorganismos, estos no son peligrosos para el humano ni para la naturaleza debido a sus características y a que sobrevive solo en ambientes hostiles. De igual manera se considerarán las respectivas normas del manejo del microorganismo como la resolución N° 219/2014 (sobre la implementación de protocolos de bio seguridad) y el plan de desechos biológicos y químicos conforme a la DS N° 148/2003. También las oficinas del laboratorio contarán con sistema de aislamiento y filtro de partículas. De igual manera el personal contará con una preparación para el manejo de bioseguridad.

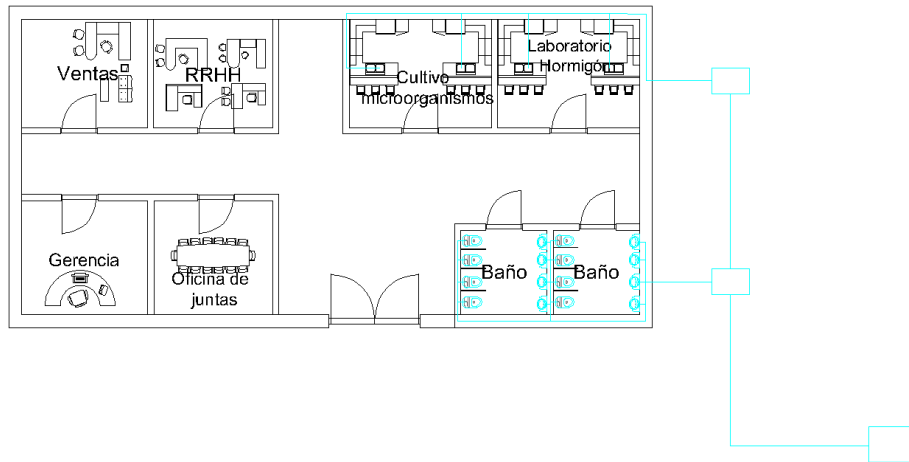
Respecto al impacto ambiental se aplicará la ley N° 19.300 sobre bases generales del medio ambiente. El material busca reducir la producción de CO₂ tanto en su proceso constructivo como en su vida útil.

2.3. DISEÑO DE LA PLANTA

A continuación, se muestra la distribución de la planta de producción del bio hormigón premezclado, especificando las respectivas distribuciones del diseño de las tuberías, el diseño de sistema de potencias y las obras civiles.

2.3.1. Diseño de sistema de tuberías

A continuación, se muestran los planos de las líneas de agua potable del edificio.

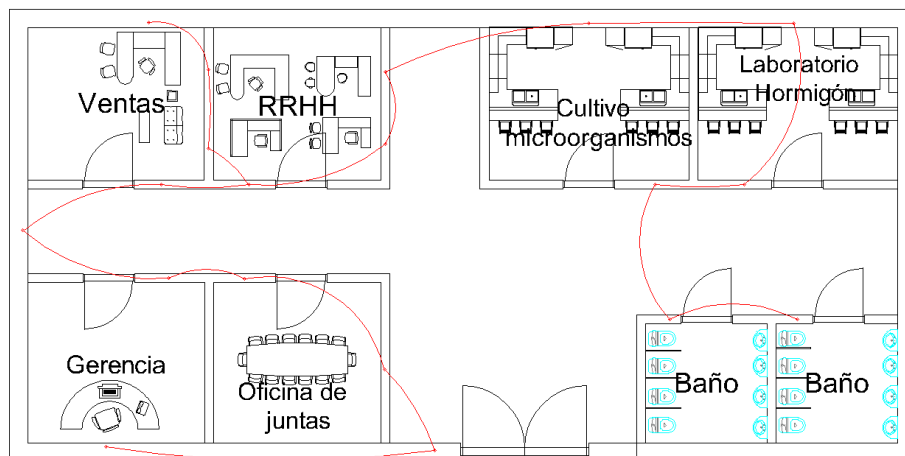


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-7. Diseño de sistema de tuberías.

2.3.2. Diseño de sistema de potencias

A continuación, se muestran los planos de las instalaciones eléctricas del edificio.

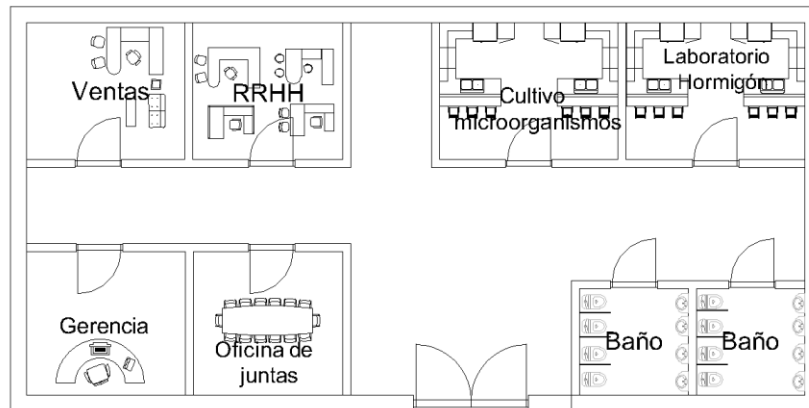


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-8. Diseño de sistema de potencias.

2.3.3 Diseño de obras civiles

A continuación, se muestran los planos de la instalación de obra gruesa del edificio.



Fuente: Elaboración propia.

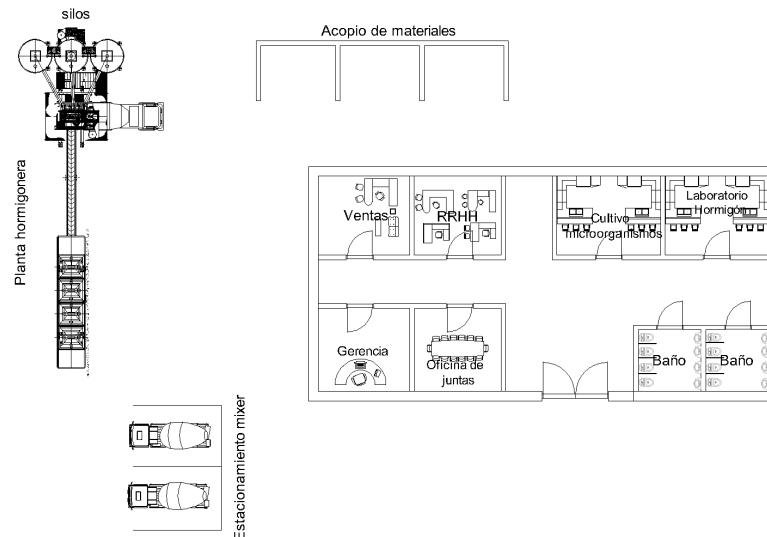
Figura 2-9. Diseño de obras civiles.

2.4. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los documentos como los planos generales de las instalaciones, los EETT, las respectivas cotizaciones realizadas de los equipos, los cálculos e informes técnicos del proyecto.

2.4.1 Planos generales de las instalaciones

En este punto se muestran los planos completos de las instalaciones, la empresa se ubicará en el barrio industrial de Huechuraba, y contara con un terreno de 12.000 m² en donde se ubicarán las oficinas, zona de bodegas, estacionamiento de los camiones y la zona de trabajo de la planta hormigoneras.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-10. Planos generales de las instalaciones.

2.4.2 EETT o base administrativa

A continuación, se detallan los aspectos técnicos y administrativos para poder tener el óptimo desarrollo de la empresa considerando la función producción, venta y distribución del bio hormigón.

Proyecto

La empresa se ubicará en el sector industrial de Huechuraba en la región metropolitana.

Como empresa la función será producir, vender y promover el bio hormigón a distintos sectores. Se busca innovar en el manejo de nuevas tecnologías para la construcción trayendo opciones ecológicas como es este nuevo material. Se implementarán nuevos procesos productivos y de trabajo con el manejo de microorganismos (*Bacillus pseudodirmus* y *Sporosarcina pasteurii*).

Especificaciones técnicas

➤ Infraestructura

El terreno donde se ubicará la empresa cuenta con un espacio de 12.000 m². Contará con un edificio principal donde se encontrarán las oficinas administrativas y laboratorios.

De igual manera contará con distintas áreas específicas para las distintas especialidades que requerirá la compañía. Como oficinas para el personal en general, un laboratorio de microbiología, un espacio de acopio de materiales en el terreno, una planta de producción en el terreno y un estacionamiento para los camiones mixer.

➤ Sistemas de producción

- Se contará con una planta hormigonera para la fabricación del hormigón.
- Un laboratorio con personal especializado en el manejo y cultivo de microorganismos.
- También habrá espacios específicos para el óptimo almacenamiento de materiales químicos como será el lactante de calcio.

➤ Materiales y equipos

- Materiales

Para la producción del bio hormigón se necesitan las respectivas materias primas (cemento, áridos, agua) y los añadidos lactantes de calcio y los microorganismos.

- Equipo principal
 - Equipo de laboratorio para cultivo y análisis de microorganismos.
 - Camiones mixer para el transporte del material.
 - Planta hormigonera para la producción del material.

➤ **Normas y regulaciones**

- El hormigón será fabricado bajo las respectivas normas de calidad establecidas en Chile. Como la NCh170 y la NCh1017.
- En cuanto a los microorganismos se respetará la resolución N°219/2014 del MINSAL.
- De igual manera se considerarán las respectivas leyes ambientales como la ley N°19.300 y el DS N 148/2003.

➤ **Calidad del producto**

En cuanto a su calidad el material ofrece mejoras frente al material tradicional tales como:

- Auto reparación capaz de cerrar grietas de hasta 0,8 mm en un corto plazo de 3 semanas.
- El material para activarse solo necesita agua.
- Aumenta la vida útil de las edificaciones en 200 años.
- La resistencia del bio hormigón supera el 14% a la del hormigón convencional.
- La reparación no tiene costo y puede hacerse repetidamente durante más de 200 años.

➤ **Términos administrativos**

Se establece un marco regulador para las respectivas actividades de fabricación del material, además de su comercialización y distribución.

En cuanto a las responsabilidades del contratista

- Se debe cumplir con las normativas técnicas, legales y ambientales vigentes en el país.
- Se debe garantizar la capacitación del personal encargado del manejo del microorganismo.
- Debe haber un constante informe sobre el avance de la obra y cumplimiento de las especificaciones.

➤ **Seguridad**

- Se implementará un plan de bio seguridad en base a lo que estime conveniente las autoridades sanitarias.
- Se proveerá al equipo con los respectivos equipos de protección (EPP)
- Supervisión y control de calidad
- Inspecciones a las construcciones
- Ensayos para verificar la calidad del hormigón vendido

➤ **Gestión de residuos**

- Se aplica el plan de manejo de residuos DS N 148/2003

2.4.3. Cotizaciones (originales en anexo)

Luego de definir el equipo necesario para la producción del material se realizaron las respectivas cotizaciones de las maquinas requeridas para los respectivos procesos y serán especificados en el anexo.

2.4.4. Cálculos obtenidos

Para estimar los costos de producción y venta del material se estudió los distintos mercados tanto del hormigón tradicional como del bio hormigón en los mercados internacionales estableciendo un valor de producción aproximado ya que puede variar dependiendo de la dosificación requerida por el mandante, por eso en base al siguiente calculo para la mezcla de 1 m³ de bio hormigón se establece un rango de producción del material con sus respectivos costos.

Materia prima	Cantidad por m3	Costos \$	Costos UF
Agua	150-200 Lt	\$30-\$60	0,0008-0,0016
Cemento	300-350 kg	\$21.000-\$31.500	0,55-0,82
Grava	0,75 m3	\$11.250-\$15.000	0,29-0,39
Arena	0,45 m3	\$5.400-\$8.100	0,14-0,21
Nutrientes (calcio)	1-2 kg	\$5.000-\$30.000	0,13-0,78
Bacterias	0,5-1 kg	\$25.000-\$100.000	0,65-2,61
Total	1 m3	\$62.680-\$184.660	1,71-4,81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-8. Cálculo de dosificación de m³ de bio hormigón.

2.4.5. Informes técnicos

Para establecer como seria la producción del bio hormigón se realizó distintos estudios tanto del mercado internacional como del nacional. Se establece que serán necesarias las materias primas básicas para la fabricación del hormigón como el agua, cemento y áridos, para ello se realizó un cálculo de dosificación de un m³ de hormigón tradicional para determinar las cantidades de estos materiales. De igual manera se establece que al ser una empresa de hormigones premezclados se necesitará contar con la maquinaria necesaria para su fabricación como será la planta hormigonera, se cotizo una máquina de producción media baja que es lo esperado para la empresa, ya que se busca vender un material nuevo para el país.

En cuanto a la bacteria se plantea cultivar, pero para ello se debe contemplar el gasto operacional de la obtención de esta, dentro de los materiales que le dan la propiedad necesaria al bio hormigón para funcionar tenemos el calcio que es un material más fácil de obtener y las bacterias que representan el mayor costo en la producción del material. En primer lugar, su obtención ronda entre los \$80.000 y \$100.000, además para su manipulación debemos contratar un especialista en microbiología, junto a un

laboratorio adecuado para el tratamiento de esta, el mayor costo en maquinaria se vería en la estufa de incubación ya que su valor supera el \$1.000.000.

Se establece con los cálculos pertinentes que la fabricación de un m³ de bio hormigón tendría un valor de 4,00 Uf mientras que su valor de venta en base al mercado europeo y realizando las conversiones al mercado nacional estaría en el valor de 4,29 Uf. Esto deja una ganancia mínima de solo 0,29 Uf.

Para establecer la cantidad que producirá la empresa se estudio el mercado nacional tanto de las grandes como pequeñas empresas. En resumen, se consideran los datos de la CChC y los estudios de mercado realizado con anterioridad a las grandes hormigoneras en Chile como Polpaico, Bio Bio y Melón. Se establece que la producción mensual de una gran empresa oscila entre los 30.000 a 50.000 m³ por mes, mientras que las medianas empresas tienen un promedio de entre 10.000 a 20.000 m³ por mes y finalmente las empresas pequeñas tienen una producción entre los 2.000 a 5.000 m³ por mes. En este caso al ser una empresa nueva y traer un material distinto que puede causar incertidumbre se estudia la producción de una empresa pequeña con una producción entre 1.500 a 2.000 m³ al mes y tomando en cuenta que el primer mes no se podrán realizar ventas.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Respecto a la evaluación económica, esta es necesaria para determinar la viabilidad del proyecto, para ello es necesario determinar los antecedentes financieros y generar los flujos de caja y sensibilización. Los flujos de caja se analizarán en base a un financiamiento de 25%, 50% y 75% además de un flujo puro y en base a sus resultados se determinará cual será más rentable para la realización del proyecto.

3.1 ANTECEDENTES FINANCIEROS

En este punto se determinará los datos económicos del proyecto, como las fuentes de financiamiento, los costos, activos, las inversiones, tasas de descuento y todos los datos necesarios para determinar el costo de realización de la empresa y su funcionamiento.

Para determinar la viabilidad del proyecto lo haremos en base a los datos del VAN, la TIR y el PRI, en donde se determinará cual opción será mejor para financiar la empresa, tenemos que considerar que tenemos una inversión inicial de 152.984,01 UF.

3.1.1. Fuente de financiamiento

Para establecer la fuente de financiamiento se puede realizar de dos maneras, la primera es con el financiamiento propio el cual sería que el dueño financie la totalidad del proyecto, o en base a inversionistas. En segundo lugar, tenemos el financiamiento mediante los préstamos bancarios para establecer los montos de inversión del 25%, 50% y 75% que sea requerido, para ello se realizó un estudio previo de las distintas tasas de interés ofrecidas por distintos bancos disponibles en Chile. Con un mayor énfasis en tres bancos que son BCI, Banco de Chile y Banco Estado, de las cuales se investigó sus respectivas tasas anuales de financiamiento ofrecidas a empresas con sus respectivas condiciones de préstamos a largo, medio y corto plazo, por consiguiente, se definió que la

tasa a utilizar seria la del Banco estado ya que es la menor entre las tres opciones estudiadas, con una tasa anual del 6,1%.

Entidad	Tasa anual	Unidad
BCI	7,0%	UF
Banco Santander	8,5%	UF
Banco estado	6,1%	UF

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-1. Tasas anuales de bancos.

3.1.2. Costo de financiamiento (tasa y amortización)

Ya determinada la forma de financiamiento con la respectiva tasa de interés seleccionada se debe proseguir a realizar las amortizaciones del proyecto. Esto determinará cuanto será los costos de intereses y amortizaciones en base a los financiamientos ya mencionados del 25%, 50% y 75% respectivamente. Esto nos ayudara a determinar la mejor alternativa de financiamiento para el proyecto.

- Para un 25% de financiamiento: En primer lugar, se presenta los cálculos obtenidos para una amortización del 25% calculada en base a nuestra inversión inicial de 152.984,01 UF obteniendo un financiamiento de 38.246,00 UF en un plazo de 5 años.

PMT	-9104,18
Interés	6,10%

Amortización 25%						
N° de periodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-38246,00	-31474,83	-24290,62	-16668,17	-8580,75	0,00
Amortización		-6771,17	-7184,21	-7622,45	-8087,42	-8580,75
Interés		-2333,01	-1919,96	-1481,73	-1016,76	-523,43
Cuota o pago		-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2. Proyecto financiado con un 25%

- Para un 50% de financiamiento: En otro punto, se presenta los cálculos obtenidos para una amortización del 50% calculada en base a nuestra inversión inicial de 152.984,01 UF obteniendo un financiamiento de 76.492,01 UF en un plazo de 5 años.

PMT	-18208,35
Interés	6,10%

Amortización 50%						
N° de periodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-76492,01	-72053,84	-67344,95	-62348,81	-57047,91	-51423,66
Amortización		-4438,16	-4708,89	-4996,14	-5300,90	-5624,25
Interés		-4666,01	-4395,28	-4108,04	-3803,28	-3479,92
Cuota o pago		-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3. Proyecto financiado con un 50%

- Para un 75% de financiamiento: Finalmente, se presenta los cálculos obtenidos para una amortización del 75% calculada en base a nuestra inversión inicial de 152.984,01 UF obteniendo un financiamiento de 114.738,01 UF en un plazo de 5 años.

PMT	-27312,53
Interés	6,10%

Amortización 75%						
N° de periodos	0	1	2	3	4	5
Principal (deuda)	-114738,01	-112632,85	-110399,28	-108029,46	-105515,07	-102847,32
Amortización		-2105,16	-2233,57	-2369,82	-2514,38	-2667,76
Interés		-6999,02	-6870,60	-6734,36	-6589,80	-6436,42
Cuota o pago		-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18	-9104,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-4. Proyecto financiado con un 75%

3.1.3 VAN, TIR y PRI

Para determinar si el proyecto será rentable o no, nos basaremos en tres indicadores económicos que serán el VAN (valor actual neto), el TIR (tasa interna de retorno) y el PRI (periodo de retorno de la inversión). Estos serán calculados mediante las cajas de flujo con distintos financiamientos, como el puro, el de 25%, 50% y 75% respectivamente.

3.1.4. Tasa de descuento y horizonte del proyecto

Para este proyecto se contemplará una tasa de descuento en base a la prima de riesgo. La envergadura del proyecto establece que el nivel del riesgo es alto, ya que la empresa presentara un producto nuevo al mercado del cual no se tiene competencia, además la empresa es nueva por lo cual los costos para iniciar son altos se establecerá una prima de descuento sobre el 20% estableciendo una tasa de descuento del 23% para el proyecto. Por otro lado, se establece que para las tasas de interés bancarias se debe tener una proyección mínima de 3 años y máximo 5, por lo cual para este proyecto se establecerá un horizonte de proyecto de 5 años.

Nivel de riesgo	Prima por riesgo (%)	Ejemplos de proyectos
Alto	Sobre 20%	Proyectos con conceptos novedosos Contratos internacionales Desarrollo de nuevos proyectos
Medio	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

Fuente: Ramo de Propuestas y licitaciones de proyectos.

Tabla 3-5. Prima de riesgo del proyecto.

3.1.5. Inversiones

A continuación, se presentarán las respectivas inversiones necesarias para el optimo funcionamiento de la empresa y para poder iniciar las respectivas actividades, se analizan las inversiones de activos fijos y/o tangibles, las inversiones para la puesta en marcha y las inversiones en capital de trabajo.

3.1.5.1. I. en activos fijos y/o tangibles

Las inversiones en activos fijos y/o tangibles corresponden a los gastos necesarios de maquinarias, equipos, herramientas o artículos de oficina que se necesitara para que la empresa pueda realizar las respectivas actividades que se necesiten para realizar de buena manera los proyectos.

En base a los cálculos realizados podemos establecer que el gasto en activos de la empresa corresponderá a la suma de 139.653,13 Uf en total. Considerando las inversiones en maquinaria, equipos de oficina, seguridad y en herramientas o equipos menores y del terreno.

Inversión en maquinaria				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total	Total UF
Camión mixer	2	\$ 52.500.000	\$ 105.000.000	2735,66
Camioneta	1	\$ 11.000.360	\$ 11.000.360	286,60
Silos	2	\$ 6.000.000	\$ 12.000.000	312,65
Planta Hormigonera	1	\$ 118.000.000	\$ 118.000.000	3074,36
		Total	\$ 246.000.360	6409,26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-6. I. en activos fijos y/o tangibles maquinarias.

Inversión en equipo de oficina				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total	Total UF
Escritorio	7	\$ 80.000	\$ 560.000	14,59
Sillas	4	\$ 32.000	\$ 128.000	3,33
Sillon ejecutivo	3	\$ 60.000	\$ 180.000	4,69
Computadores	8	\$ 500.000	\$ 4.000.000	104,22
Mesa de reuniones	1	\$ 1.123.990	\$ 1.123.990	29,28
Refrigerador	1	\$ 150.000	\$ 150.000	3,91
Microondas	1	\$ 50.000	\$ 50.000	1,30
Extintores de incendios	7	\$ 26.000	\$ 182.000	4,74
Impresora	2	\$ 280.000	\$ 560.000	14,59
		Total	\$ 6.933.990	180,66

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-7. I. en activos fijos y/o tangibles equipos de oficina.

Inversión en seguridad				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total	Total UF
Zapatos de seguridad	9	\$ 80.000	\$ 720.000	18,76
Anteojos de seguridad	16	\$ 1.610	\$ 25.760	0,67
Casco de seguridad	16	\$ 2.570	\$ 41.120	1,07
Guantes	16	\$ 1.790	\$ 28.640	0,75
Overol	5	\$ 6.000	\$ 30.000	0,78
		Total	\$ 845.520	22,03

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-8. I. en activos fijos y/o tangibles seguridades.

Inversión en herramientas o equipos menores				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total	Total UF
Estufa de incubación	1	\$ 1.090.985	\$ 1.090.985	28,42
Carretilla	3	\$ 30.000	\$ 90.000	2,34
Pala	4	\$ 7.390	\$ 29.560	0,77
Placa de petri	20	\$ 5.569	\$ 111.380	2,90
Asa de inoculación	20	\$ 8.568	\$ 171.360	4,46
Mechero Bunsen	1	\$ 87.441	\$ 87.441	2,28
		Total	\$ 1.580.726	41,18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-9. I. en activos fijos y/o tangibles herramientas o equipos menores.

Inversión en Terreno				
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total	Total UF
Terreno	1	\$5.066.427.960	\$5.066.427.960	132000,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-10. Inversión en terreno.

3.1.5.2. I. en puesta en marcha

La inversión de puesta en marcha corresponderá a un gasto único que se realizará al iniciar el proyecto, esto contempla los gastos legales de inicio de una empresa nueva como también los gastos de marketing. En el caso de esta empresa se calcula que el gasto de puesta en marcha será de 79,99 Uf.

Inversión puesta en marcha		
Descripción	Valor	Valor UF
Asesoría legal y administrativa	\$ 1.500.000	39,08
Servicio de impuestos internos	\$ 70.000	1,82
Escrituras sociedad	\$ 300.000	7,82
Marketing inicial	\$ 1.000.000	26,05
Construcción sociedad	\$ 200.000	5,21
Total	\$ 3.070.000	79,99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-11. Inversión puesta en marcha.

3.1.5.3 I. en capital de trabajo

La inversión de capital de trabajo corresponde a los recursos financieros con los que será necesario contar para que la empresa pueda realizar sus operaciones normales. Este punto es relevante para garantizar que la producción pueda cumplir las obligaciones necesarias a corto plazo para funcionar sin interrupciones o inconvenientes.

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	8575,35	6431,51	6431,51	8575,35	6431,51	8575,35	6431,51	8575,35	6431,51	6431,51	6431,51
(-) Costo de servicio por mes	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57	-3,57
(-) Costo sueldo fijos por mes	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69	-339,69
(-) Costo de producción	0,00	-8008,17	-6006,13	-6006,13	-8008,17	-6006,13	-8008,17	-6006,13	-8008,17	-6006,13	-6006,13	-6006,13
Saldo	-343,26	223,91	82,12	82,12	223,91	82,12	223,91	82,12	223,91	82,12	82,12	82,12
Saldo acumulado	-343,26	-119,35	-37,23	44,89	268,80	350,92	574,84	656,96	880,87	962,99	1045,11	1127,23
CAPITAL DE TRABAJO	-343,26											

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-12. Inversión en capital de trabajo.

3.1.6. Cuadro de reinversiones

Respecto a las reinversiones en este proyecto no se contemplarán ya que se comprarán materiales y maquinaria nueva con proyección a una larga vida útil hasta donde es estudiado el proyecto.

3.1.7. Costos

En el siguiente ítem se verán reflejados los costos que generara la empresa tales como los fijos/variables o directos/ indirectos, además de los costos de operación o producción, imprevistos, gastos administrativos y comerciales y las respectivas depreciaciones.

3.1.7.1. Estructura de costos (fijos/ variables o directos/indirectos)

Los costos fijos serán aquellos que no se verán afectados con el nivel de producción o ventas y se mantendrán constantes en el periodo estudiado. Mientras que los costos indirectos tendrán que ver con el funcionamiento de la empresa.

Costos de servicios			
Descripción	Valor mensual \$	Valor UF mensual	Valor UF anual
Luz	\$ 50.000	1,30	15,63
Agua	\$ 30.000	0,78	9,38
Gas	\$ 25.000	0,65	7,82
Pack internet + tel	\$ 31.990	0,83	10,00
Total	\$ 136.990	3,57	42,83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-13. Costos indirectos servicios.

Costo sueldo personal oficina o costos fijos				
Cargo	Título	Sueldo Imponible	UF mensual	UF año
Gerente general	Ingeniero civil	\$ 2.500.000	65,13	781,62
Jefe de planta	Ingeniero civil	\$ 1.390.000	36,21	434,58
Jefe de administracion	Ingeniero comercial	\$ 1.390.000	36,21	434,58
Supervisor	Técnico en construcción	\$ 900.000	23,45	281,38
Chofer mixer	N/A	\$ 1.500.000	39,08	468,97
Laboratorista	Laboratorista vial	\$ 910.000	23,71	284,51
Maestro	N/A	\$ 1.200.000	31,26	375,18
Ayudante	N/A	\$ 900.000	23,45	281,38
RRHH	Técnico en recursos humanos	\$ 600.000	15,63	187,59
Personal de ventas	Técnico en administración de empresas	\$ 570.000	14,85	178,21
Ejecutivo en finanzas	Ingeniería en finanzas	\$ 570.000	14,85	178,21
Microbiologo	Especialista en microbiología	\$ 608.000	15,84	190,09
	Totales	\$ 13.038.000	339,69	4076,28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-14. Costos fijos sueldos personal.

3.1.7.2. Costo de operaciones o producción

Estos costos irán ligados al valor de producción del material para calcular el valor al que será vendido.

Costos de producción o variable		
Descripción	Costo \$	Costo UF
Agua	\$ 60	0,0016
Cemento	\$ 26.250	0,68
Grava	\$ 13.125	0,34
Arena	\$ 6.750	0,18
Nutrientes	\$ 17.500	0,46
Bacterias	\$ 90.000	2,34
Total	\$ 153.685	4,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-15. Costos de operación o producción.

3.1.7.3. Costo de imprevistos

Para el cálculo de imprevistos de la empresa se considerará un 10% para cubrir los gastos que no sean esperados al momento de desarrollar la compañía. Estimando un valor de 13.907,64 Uf.

INVERSIÓN INICIAL	VALOR UF
CAPITAL DE TRABAJO	-343,26
PUESTA EN MARCHA	-79,99
INVERSIÓN DE ACTIVOS	-138653,13
INVERSIÓN INICIAL	-139076,37
IMPREVISTOS (10%)	-13907,64
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	-152984,01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-16. Costos de imprevistos.

3.1.7.4. Depreciaciones

Para determinar el cálculo de las depreciaciones se hace uso de la tabla de vida útil fijada por el servicio de impuestos internos (SII) para los distintos bienes con los que contara la empresa.

Activos depreciables	Compra	Vida util	T	1	2	3	4	5	VL	Valor venta	Vta - VL
Terreno	132000								132000,00	132000,00	0,00
Camioneta	286,60	6	2	143,30	143,30	0,00	0,00	0,00	0,00	240,75	240,75
Camion Mixer	2735,66		8	341,96	341,96	341,96	341,96	341,96	1025,87	2297,95	1272,08
Silos	312,65		10	31,26	31,26	31,26	31,26	31,26	156,32	262,62	106,30
Planta hormigonera	3074,36		8	384,29	384,29	384,29	384,29	384,29	1152,88	2582,46	1429,58
Escritorio	14,59	7	2	7,30	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	12,26	12,26
Sillas	3,33	7	2	1,67	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	2,80	2,80
Sillon ejecutivo	4,69	7	2	2,34	2,34	0,00	0,00	0,00	0,00	3,94	3,94
Computadores	104,22	6	2	52,11	52,11	0,00	0,00	0,00	0,00	87,54	87,54
Impresora	14,59	3	3	4,86	4,86	4,86	0,00	0,00	0,00	12,26	12,26
Refrigerador	3,91	9	3	1,30	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	3,28	3,28
Mesa de reuniones	29,28	7	2	14,64	14,64	0,00	0,00	0,00	0,00	24,60	24,60
Microondas	1,30	9	3	0,43	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	1,09	1,09
Total Inversion	138585,17			985,47	985,47	764,12	757,52	757,52	134335,08	5531,55	3196,47

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-17. Depreciaciones.

3.2. FLUJO DE CAJA Y SENSIBILIZACIÓN

Para determinar si el proyecto será viable necesitamos calcular las cajas de flujo, esta herramienta determinará los ingresos y egresos de la empresa en distintos escenarios dándonos los valores del VAN, TIR y PRI y en base a ellos podremos definir si vale la pena llevar a cabo el proyecto o no. Para ello se establecerán 4 variables que contemplarán en un primer caso un flujo puro que establece que el financiamiento será 100% del inversionista sin necesidad de solicitar préstamos, un segundo escenario de un financiamiento del 25% con créditos bancarios y otros dos mas de 50% y 75% respectivamente.

3.2.1. Flujo de caja puro

FLUJO PURO							
	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		79321,95	87254,15	95979,56	105577,52	116135,27
-	Costos		-78194,73	-85602,29	-93750,61	-102713,76	-112573,22
=	Utilidad		1127,23	1651,86	2228,96	2863,76	3562,05
-	Intereses LP						
-	Intereses CP						
-	Depreciación		-985,47	-985,47	-764,12	-757,52	-757,52
-/+	Dif x Vta de Act a VL						3196,47
-	Pérd de Ejerc Ant			0,00	0,00	0,00	0,00
=	Utilidad ant de Impto		141,75	666,39	1464,84	2106,25	6001,00
-	Impto 27%		-38,27	-179,92	-395,51	-568,69	-1620,27
=	Utilidad desp Imptp		103,48	486,47	1069,33	1537,56	4380,73
+	Pérd de Ejerc Ant			103,48	486,47	1069,33	1537,56
+	Depreciación		985,47	985,47	764,12	757,52	757,52
-	Amort LP						
-	Amort CP						
+	Vta Act VL						134335,08
-	K de Trabajo	343,26					-343,26
-	Pta en Marcha	-79,99					
-	Inversión en Act	-138653,13					
-	Imprevisto	-13907,64					
=	Total Anual	-152297,49	1088,96	1575,42	2319,91	3364,40	140667,63
+	Créditos LP						
+	Créditos CP						
=	Flujo Neto	-152297,49	1088,96	1575,42	2319,91	3364,40	140667,63
	Flujo N. Act	-152297,49	885	1041	1247	1470	49965
	Flujo N.Acum	-152297,49	-151412,16	-150370,84	-149124,15	-147654,25	-97688,94
	VAN	-97688,94					
	PRI	0					
	TIR	0%					
	Tasa de Descuento	23%					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-18. Flujo puro.

3.2.2. Flujo de caja con 25% de financiamiento crediticio

FLUJO DEL 25%							
	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		79321,95	87254,15	95979,56	105577,52	116135,27
-	Costos		-78194,73	-85602,29	-93750,61	-102713,76	-112573,22
=	Utilidad		1127,23	1651,86	2228,96	2863,76	3562,05
-	Intereses LP		-2333,01	-1919,96	-1481,73	-1016,76	-523,43
-	Intereses CP						
-	Depreciación		-985,47	-985,47	-764,12	-757,52	-757,52
-/+	Dif x Vta de Act a VL						3196,47
-	Pérd de Ejerc Ant			-2191,25	-3444,83	-3461,72	-2372,23
=	Utilidad ant de Impto		-2191,25	-3444,83	-3461,72	-2372,23	3105,35
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	-776,34
=	Utilidad desp Imptp		-2191,25	-3444,83	-3461,72	-2372,23	2329,01
+	Pérd de Ejerc Ant			2191,25	3444,83	3461,72	2372,23
+	Depreciación		985,47	985,47	764,12	757,52	757,52
-	Amort LP		-6771,17	-7184,21	-7622,45	-8087,42	-8580,75
-	Amort CP			-7976,95	-15429,27	-22304,49	-28544,90
+	Vta Act VL						134335,08
-	K de Trabajo	343,26					-343,26
-	Pta en Marcha	-79,99					
-	Inversión en Act	-138653,13					
-	Imprevisto	-13907,64					
=	Total Anual	-152297,49	-7976,95	-15429,27	-22304,49	-28544,90	102324,92
+	Créditos LP	38246,00					
+	Créditos CP		7976,95	15429,27	22304,49	28544,90	0,00
=	Flujo Neto	-114051,49	0,00	0,00	0,00	0,00	102324,92
	Flujo N. Act	-114051,49	0	0	0	0	36346
	Flujo N.Acum	-114051,49	-114051,49	-114051,49	-114051,49	-114051,49	-77705,55

VAN	-77705,55
PRI	0
TIR	-2%

Tasa de Descuento	23%
-------------------	-----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-19. Flujo de caja con 25% de financiamiento crediticio.

3.2.3. Flujo de caja con 50% de financiamiento crediticio

FLUJO DEL 50 %							
	Periodos	0	1	2	3	4	5
+	ingresos		79321,95	87254,15	95979,56	105577,52	116135,27
-	Costos		-78194,73	-85602,29	-93750,61	-102713,76	-112573,22
=	Utilidad		1127,23	1651,86	2228,96	2863,76	3562,05
-	Intereses LP		-4666,01	-4395,28	-4108,04	-3803,28	-3479,92
-	Intereses CP						
-	Depreciación		-985,47	-985,47	-764,12	-757,52	-757,52
-/+	Dif x Vta de Act a VL						3196,47
-	Pérd de Ejerc Ant			-4524,26	-8253,16	-10896,36	-12593,39
=	Utilidad ant de Impto		-4524,26	-8253,16	-10896,36	-12593,39	-10072,31
-	Impto 27%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
=	Utilidad desp Imptp		-4524,26	-8253,16	-10896,36	-12593,39	-10072,31
+	Pérd de Ejerc Ant			4524,26	8253,16	10896,36	12593,39
+	Depreciación		985,47	985,47	764,12	757,52	757,52
-	Amort LP		-4438,16	-4708,89	-4996,14	-5300,90	-5624,25
-	Amort CP			-7976,95	-15429,27	-22304,49	-28544,90
+	Vta Act VL						134335,08
-	K de Trabajo	343,26					-343,26
-	Pta en Marcha	-79,99					
-	Inversión en Act	-138653,13					
-	Imprevisto	-13907,64					
=	Total Anual	-152297,49	-7976,95	-15429,27	-22304,49	-28544,90	103101,26
+	Créditos LP	76492,01					
+	Créditos CP		7976,95	15429,27	22304,49	28544,90	0,00
=	Flujo Neto	-75805,49	0,00	0,00	0,00	0,00	103101,26
	Flujo N. Act	-75805,49	0,00	0,00	0,00	0,00	36621,69
	Flujo N.Acum	-75805,49	-75805,49	-75805,49	-75805,49	-75805,49	-39183,79
	VAN	-39183,79					
	PRI	0					
	TIR	6%					
	Tasa de descuento	23%					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-20. Flujo de caja con 50% de financiamiento crediticio.

3.2.3.4. Flujo de caja con 75% de financiamiento crediticio

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-21. Flujo de caja con 75% de financiamiento crediticio.

CONCLUSIÓN

El material es innovador en un mercado en donde se necesita buscar alternativas ecológicas para reducir la huella de carbón generada por el rubro de la construcción, este material presenta muchos beneficios como es el aumento de la vida útil de las construcciones, una mejora en la resistencia y un considerable ahorro a largo plazo en la reparación de las estructuras fabricadas.

Sin embargo, pese a estos beneficios técnicos que presenta el material su costo de fabricación es muy elevado. El estudio de evaluación económica realizado para el proyecto estima que en ninguno de los escenarios de financiamiento el proyecto será viable ya que no se presenta un horizonte positivo.

El mayor inconveniente de este es la obtención de la bacteria que genera el mayor costo de materia prima del bio hormigón, generando que el valor de producción sea de 4,00 Uf mientras que el de venta es de 4,29 Uf lo cual genera un margen de ganancia mínimo. En otro punto la envergadura del proyecto requiere una inversión inicial muy elevada de 152.984,01 Uf lo cual también recae en una dificultad para realizar la empresa.

Si bien se concluye que el proyecto no es viable se pueden buscar alternativas para realizarlo, el material es nuevo en el país, al no existir genera los elevados costos, pero de igual manera es un material con muchos beneficios que se pueden proyectar a futuro. Se pueden generar estudios en el país para poder fabricar este material con alternativas, además de generar alianzas con otras compañías para producir este material en masa y distribuirlo a distintas regiones, de igual manera se puede buscar financiamientos del gobierno con un enfoque ecológico y así reducir los costos de fabricación.

ANEXO

- Se adjuntan las respectivas cotizaciones de las maquinarias.



SKU: EQL-EQU-0038

Estufa de Incubación de Alta Precisión 65 Litros

\$1.090.985 IVA inc.

La Incubadora de Temperatura Constante DH4000B II es ideal para el cultivo de microorganismos bacterianos en condiciones controladas de temperatura. Con características avanzadas y una estructura de alta calidad, esta incubadora asegura un rendimiento óptimo y una operación confiable.

Características Principales:

- **Modo de Ciclo:** Convección natural
- **Rango de Temperatura:** RT+5~70°C
- **Resolución de Temperatura:** 0.1°C
- **Uniformidad de Temperatura:** ±1.5°C
- **Cámara Interna:** Acero inoxidable espejo
- **Calentador:** Película electrotermal de mica
- **Modo de Control de Temperatura:** PID Inteligente
- **Tamaño Interno de la Cámara:** 400x350x50 mm
- **Volumen:** 65 Litros
- **Número de Estantes:** 9
- [Manual de Operaciones y Ficha Técnica.](#)

Fuente: Prodelab

Anexo 1-1. Cotización Estufa incubación

2014 Mack Gu813e

Automotora Usado - Metropolitana de Santiago [Ver Inventario](#)

\$52,500,000 CLP



245,710 km
Kilometraje

Diesel
Combustible

Contacta al vendedor(a)

Enviar un mensaje a la agencia

Nombre

Correo electrónico

Teléfono

☒ Recordar mi información ⓘ

Al enviar el formulario está aceptando los [Términos y](#)

Fuente: Chileautos.

Anexo 1-2. Cotización Camión mixer.



Motor: 1.6L tipo DOHC 16-válvulas 4 cilindros
Transmisión: Manual de 5 velocidades
Potencia/Torque: 114/152
Consumos (km/lt): Carretera 9,8 / Mixto 9 / Ciudad 7,9

VERSIÓN
MS301 Plus Pick-up doble cabina

Precio desde
\$11.000.360
Precio Lista
\$15.522.360
Precio Neto
\$9.244.000
Bono Directo | Amicar
\$3.570.000 | \$595.000

Fuente: Changan.

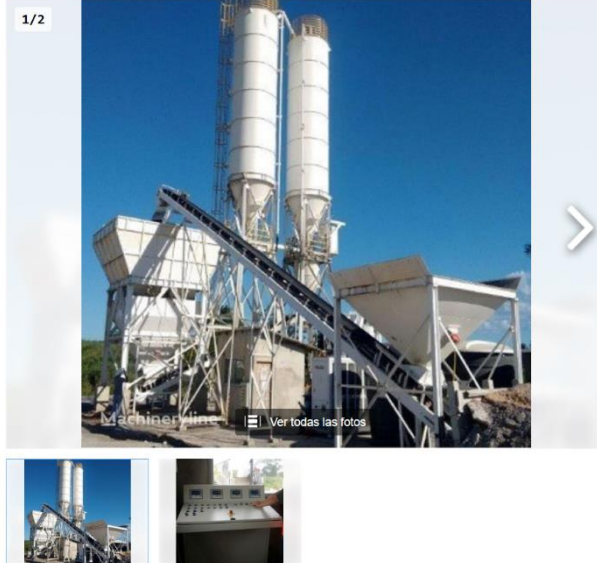
Anexo 1-3. Cotización Camioneta.

120.000 US\$
Precio neto

≈ 115.000 €
≈ 119.100.000 CLP

Contacte con el vendedor

Tipo: planta de hormigón
Año de fabricación: 2015
Horas de trabajo: 420 m/h
Ubicación: Chile
Fecha de publicación: 10 dic 2024
Id. de stock del vendedor: 7000130



Contactos del vendedor

www.be-market.com
Chile

Distribuidor verificado

Suscribirse al vendedor

+56 9 7164... [Mostrar](#)

+56 9 9701... [Mostrar](#)

WhatsApp

[Más información](#)

Pregunte al vendedor

Su nombre

Empresa

Tfno.

Correo electrónico

Mensaje

Fuente: Machineryline.

Anexo 1-4. Cotización Planta hormigonera.