



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE MODELO DE NEGOCIO PARA VALORIZAR PASIVOS
AMBIENTALES MINEROS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y
DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

KASEM ALMASRI MOHAMED

**PROFESOR GUIA:
JACQUES CLERC PARADA**

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

**ENRIQUE SILVA RAMOS
GERARDO DÍAZ RODENAS**

**SANTIAGO CHILE
2023**

**RESUMEN DE LA TESIS PARA
OPTAR AL GRADO DE: Magíster en
Gestión y Dirección de Empresas
Por: KASEM ALMASRI MOHAMED
FECHA: 2023
PROFESOR GUIA: JACQUES CLERC PARADA**

DISEÑO DE MODELO DE NEGOCIO PARA VALORIZAR PASIVOS AMBIENTALES MINEROS

En el presente trabajo de tesis, se diseñó un modelo de negocio para valorizar pasivos ambientales mineros. Este modelo de negocio, tiene como objetivos seleccionar oportunidades de negocio en los pasivos ambientales mineros chilenos de la mediana y pequeña minería y también trazar los lineamientos para cualquier empresa del rubro minero que busca una solución a la problemática histórica de su gestión e impacto ambiental y social.

Para el desarrollo de esta investigación, se evaluó la viabilidad del uso del pasivo ambiental minero denominado relave como materia prima en el proceso de fabricación del cemento, esto para erradicarlo del espacio físico que ocupa su condición actual de pasivo, que impacta como externalidad negativa en el entorno donde está emplazado. El marco de este trabajo incorpora la utilización de la metodología de diseño de negocios, para identificar los elementos necesarios para que una empresa de esta naturaleza pueda cumplir su misión y visión.

Los incentivos para este trabajo se enmarcan dentro de la dinámica y creciente expansión de las operaciones mineras que generan grandes cantidades de relaves, los cuales contienen una gran variedad de elementos metálicos y no metálicos de posible interés para el desarrollo de actividades productivas que en algunos casos pudieran llegar a ser ampliamente rentables. La proyección de recuperación de dichos elementos contenidos en estas estructuras inertes, abre espacios de oportunidad para emprendimientos especializados como el proyecto que da origen a esta tesis.

Agradecimiento

Agradezco a mi esposa e hijos por su apoyo incondicional para continuar mis estudios.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. Introducción	1
2. Objetivos y Alcances.....	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. Metodología	3
4. Situación de los relaves mineros en Chile.....	8
4.1 Análisis de la producción y tratamiento de los relaves	8
4.2 Proceso de producción de relave	9
5. Diseño de modelo de negocio.....	14
5.1 Definición del modelo Canvas para la valorización del relave.....	18
5.1.1 Segmento de clientes.....	18
5.1.2 Propuesta de valor	20
5.1.3 Canales	21
5.1.4 Relación con los clientes.....	22
5.1.5 Fuentes de ingreso.....	22
5.1.6 Recursos clave.....	22
5.1.7 Actividades claves.....	23
5.1.8 Asociaciones clave	23
5.1.9 Estructura de costo	24
6. Plan de operaciones.....	27
6.1 Reservas de relave y operación de extracción.....	27
6.2 Instalaciones, equipos, suministros, y servicios	27
6.5 Detalle de infraestructura y equipos	29
6.3 Diseño de Organización	30
6.4 Logística	30

7. Análisis Financiero	32
7.1 Entorno macroeconómico	32
7.2 Determinación Inversiones.....	34
7.3 Determinación costos operacionales.....	34
Las costos operacionales se obtienen a partir del mercado en solicitudes de cotizaciones a proveedores de empresas mineras tal como Catrental y Sk rental	34
7.4 Determinación ingresos y egresos	36
7.5 Determinación tasa descuento, Flujo caja, Van, ROI, PAYBACK	38
8. Conclusión	41
9 bibliografía.....	42

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla comparativa (elaboración propia).	19
Tabla 2: Costo de instalaciones (elaboración propia).....	29
Tabla 3: Costo de equipo (elaboración propia).....	29
Tabla 4: Análisis capacidad operacional de los equipos (elaboración propia).....	30
Tabla 5: Estructura organizacional (elaboración propia).	30
Tabla 6: Inversiones iniciales (elaboración propia).....	34
Tabla 7: Supuestos para el negocio (elaboración propia).	35
Tabla 8: Supuestos de costos operacionales, estimación mensual (elaboración propia)..	36
Tabla 9: Estimación de ingresos (elaboración propia).....	37
Tabla 10: Gastos proyectados del negocio (elaboración propia).....	37
Tabla 11: Flujo de caja proyectado. (elaboración propia).....	38
Tabla 12: Sensibilidad del flujo de caja al precio (elaboración propia).	40
Tabla 13: Sensibilidad del flujo de caja a la escala de ventas. (elaboración propia).	40

Índice de Figuras

Figura 1: Ejemplo de lienzo para la aplicación de la metodología Canvas (Business Model Generation, 2004).	4
Figura 2: Lienzo lean-startup (método lean-startup, 2004).	6
Figura 3: Etapas de un proceso minero (CEC U Chile 2016)	10
Figura 4: Diagrama de un proceso de concentración minerales de cobre (elaboración propia).	11
Figura 5: Proceso de fabricación del cemento (Instituto Chileno del Hormigón, 2015).	18
Figura 6: Modelo negocio Canvas aplicado a la valorización del relave (elaboración propia).	26
Figura 7: Carguío camiones (elaboración propia).	28
Figura 8: Extracción de relaves y preparación de cancha (elaboración propia).	28

1. Introducción

La minería ha contribuido de manera significativa en el desarrollo económico de Chile. Esta industria representa cerca del 15% del PIB, el 60% de las exportaciones y el 20% de los ingresos fiscales.

Actualmente, la industria minera se enfrenta a una constante baja en la ley de los minerales. Las leyes del Cobre disminuyeron en 46% desde 1992 a la fecha, pasando de 1,61% a 0,87%. Esta cifra es comparable con la reducción de 23% que anotó el indicador en el resto del mundo, tras pasar de 1,45% a 1,12%. La caída de la ley se traduce directamente en necesidad de procesar una mayor cantidad de roca para producir mineral. Lo anterior tiene como consecuencia un aumento en la cantidad de Pasivos Ambientales producidos por la industria, que según proyecciones de Cochilco para el periodo 2018-2029 será de 915,4 millones de toneladas de material procesado para la recuperación de cobre, lo cual significa un aumento de 74% de generación de relave, en comparación con el 2014 (525 millones de toneladas por año).

Uno de los desafíos de la industria es avanzar hacia el desarrollo de una actividad cuyos impactos ambientales sean efectivamente internalizados. Para ello, es importante avanzar en planes y políticas que aborden, por una parte, el desarrollo de programas y herramientas que permitan resolver el problema de los depósitos de relaves abandonados, como también, que promuevan lineamientos para mitigar los impactos medioambientales que puedan producir los futuros depósitos de relaves.

En este trabajo de tesis, el objetivo es utilizar el relave completo como materia prima en la industria cementera convirtiendo el pasivo ambiental minero en un activo de valor para el proceso productivo de esta industria. Esta iniciativa se confeccionó aprovechando información pública disponible que entregan distintas entidades tales como Sernageomin, empresas mineras privadas, Corfo y Sonami. Se analizó la necesidad de las empresas cementeras del uso de fuentes alternativas de materias primas para incorporar en sus procesos productivos. El resultado inicial de este análisis arroja que todas las cementeras abogan por un proceso amigable con el medio ambiente y una política de recirculación y coprocesamiento de otros elementos o materias en su proceso productivo.

2. Objetivos y Alcances

2.1. Objetivo general

Diseñar y evaluar un modelo de negocio, con un enfoque de una empresa startup, para el uso de pasivos ambientales mineros como relaves para su utilización como materia prima para ser incorporado en la industria cementera.

2.2. Objetivos específicos

- a) Estudiar y evaluar los ámbitos centrales del modelo de negocio para el posible uso de los pasivos ambientales como los relaves mineros.
- b) Evaluar los elementos que pueden afectar al desempeño económico y financiero de un modelo de negocio de estas características.

3. Metodología

La metodología para abordar y desarrollar la presente tesis, considera desde un marco general de antecedentes, los métodos “Business Model Generation” conocido como “Canvas”, y “Lean Startup”. A continuación, se describen brevemente estos marcos metodológicos.

La metodología estratégica que se aplica en este trabajo de tesis para caracterizar el modelo de negocios corresponde a la herramienta Canvas, aplicada a una empresa startup que podría utilizar el relave como fuente de materia prima secundaria. El modelo Canvas describe la forma en que la empresa startup sería capaz de gestionar su negocio y capturar valor.

El método Business Model Generation (Canvas) fue creado inicialmente como parte de la tesis de doctorado de Alex Osterwalder, estudiante de la Universidad de Lausanne, Suiza, durante el año 2004. Esta metodología consiste en ubicar sobre un lienzo en blanco nueve elementos esenciales de toda empresa, proceso o negocio y poner a prueba estos elementos de modo de encontrar un modelo sustentable en la generación de valor para crear un negocio exitoso. Un ejemplo del lienzo se presenta a continuación:










The Business Model Canvas

Designed for:

Designed by:

Date:

Version:

<p>Key Partners </p> <p>Who are our Key Partners? Who are our key suppliers? Which Key Resources are we acquiring from partners? Which Key Activities do partners perform?</p> <p>DEFINITION FOR KEY PARTNERS Optimization and economy Reduction of risk and uncertainty Acquisition of particular resources and activities</p>	<p>Key Activities </p> <p>What Key Activities do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue Streams?</p> <p>DEFINITION Production Problem Solving Platform/Network</p>	<p>Value Propositions </p> <p>What value do we deliver to the customer? Which one of our customer's problems are we helping to solve? What bundles of products and services are we offering to each Customer Segment? Which customer needs are we satisfying?</p> <p>EXAMPLES Services Performance Customization "Cutting the fat out" Design Brand/Status Price Cost Reduction Risk Reduction Accessibility Convenience/Usability</p>	<p>Customer Relationships </p> <p>What type of relationship does each of our Customer Segments expect us to establish and maintain with them? Which ones have we established? How are they integrated with the rest of our business model? How costly are they?</p> <p>EXAMPLES Personal assistance Dedicated Personal Assistance Self Service Automated Services Communities Co-creation</p>	<p>Customer Segments </p> <p>For whom are we creating value? Who are our most important customers?</p> <p>EXAMPLES Mass Market Niche Market Segmented Crowdfund Multi-sided Platform</p>																	
<p>Key Resources </p> <p>What Key Resources do our Value Propositions require? Our Distribution Channels? Customer Relationships? Revenue Streams?</p> <p>TYPES OF RESOURCES Physical Intellectual (brand/patents, copyrights, etc.) Human Financial</p>		<p>Channels </p> <p>Through which Channels do our Customer Segments want to be reached? How are we reaching them now? How are our Channels Integrated? Which ones work best? Which ones are most cost efficient? How are we integrating them with customer routines?</p> <p>CHANNEL MODELS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Awareness How do we raise awareness about our company's products and services? 2. Evaluation How do we help customers evaluate our organization's Value Proposition? 3. Purchase How do we allow customers to purchase specific products and services? 4. Delivery How do we deliver a Value Proposition to customers? 5. After sales How do we provide post-purchase customer support? 																			
<p>Cost Structure </p> <p>What are the most important costs inherent in our business model? Which Key Resources are most expensive? Which Key Activities are most expensive?</p> <p>IS YOUR BUSINESS MODEL Cost Driven (lowest cost structure, low price value proposition, maximum automation, extensive outsourcing) High Margin (Premium) or value creation (premium value proposition)</p> <p>EXAMPLES (COST STRUCTURES) Fixed Costs (salaries, rent, utilities) Variable Costs Economies of Scale Economies of Scope</p>		<p>Revenue Streams </p> <p>For what value are our customers really willing to pay? For what do they currently pay? How are they currently paying? How would they prefer to pay? How much does each Revenue Stream contribute to overall revenues?</p> <table border="0"> <tr> <td>FIXED</td> <td>USAGE PRICING</td> <td>SPREADS PRICING</td> </tr> <tr> <td>Base fee</td> <td>Usage Fee</td> <td>Application/Usage/Targeting</td> </tr> <tr> <td>Subscription Fee</td> <td>Product/Feature/Attribute</td> <td>Real-time Market</td> </tr> <tr> <td>Licensing/Referral/Co-branding</td> <td>Customer segment dependent</td> <td>Volume dependent</td> </tr> <tr> <td>Licensing Fees</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Advertising</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		FIXED	USAGE PRICING	SPREADS PRICING	Base fee	Usage Fee	Application/Usage/Targeting	Subscription Fee	Product/Feature/Attribute	Real-time Market	Licensing/Referral/Co-branding	Customer segment dependent	Volume dependent	Licensing Fees			Advertising		
FIXED	USAGE PRICING	SPREADS PRICING																			
Base fee	Usage Fee	Application/Usage/Targeting																			
Subscription Fee	Product/Feature/Attribute	Real-time Market																			
Licensing/Referral/Co-branding	Customer segment dependent	Volume dependent																			
Licensing Fees																					
Advertising																					



DESIGNED BY: Business Model Foundry AG
The makers of Business Model Generation and Strategyzer

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.



Figura 1: Ejemplo de lienzo para la aplicación de la metodología Canvas (Business Model Generation, 2004).

Como se abordará en las secciones siguientes, el análisis del mercado de valorización de relaves determinó que existe una oportunidad de negocio en la fabricación del cemento por los potenciales minerales contenidos y su posible uso como materia prima para la fabricación del cemento. Hasta ahora no ha habido iniciativas en el mercado que aprovechen relaves como insumo productivo.

Usar el relave como materia prima para la fabricación del cemento puede contribuir significativamente a la reducción de residuos generados por la industria minera. Esto por el alto consumo que implicaría la utilización de esta fuente de aprovisionamiento por parte de las compañías cementeras que a diferencia del común de las empresas mineras que se dedican solo a extraer elementos minerales de alto valor económico de los relaves (como el Oro o el Cobre) sin reducir significativamente el pasivo ambiental.

La metodología se complementa con elementos del método Lean Startup. Esta es una forma de lanzar un negocio o producto al mercado que acorta los procesos de desarrollo, mide el progreso y se nutre de la retroalimentación de los clientes. De esta forma, se evita crear negocios o productos que nadie quiere, como a veces pasa a muchas Startups. Con una inversión mínima se maximiza el aprendizaje en escenario real de uso de los mismos clientes.

La metodología Lean Startup permite diseñar productos o servicios que cubran las necesidades de los clientes, sin utilizar grandes financiaciones o inversiones para lanzarlo al mercado. Es una herramienta muy útil en marketing y publicidad.

Su origen está en Eric Ries y en su obra *el método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua* de 2008 y hoy en día se aplica a todo tipo de empresas y productos.

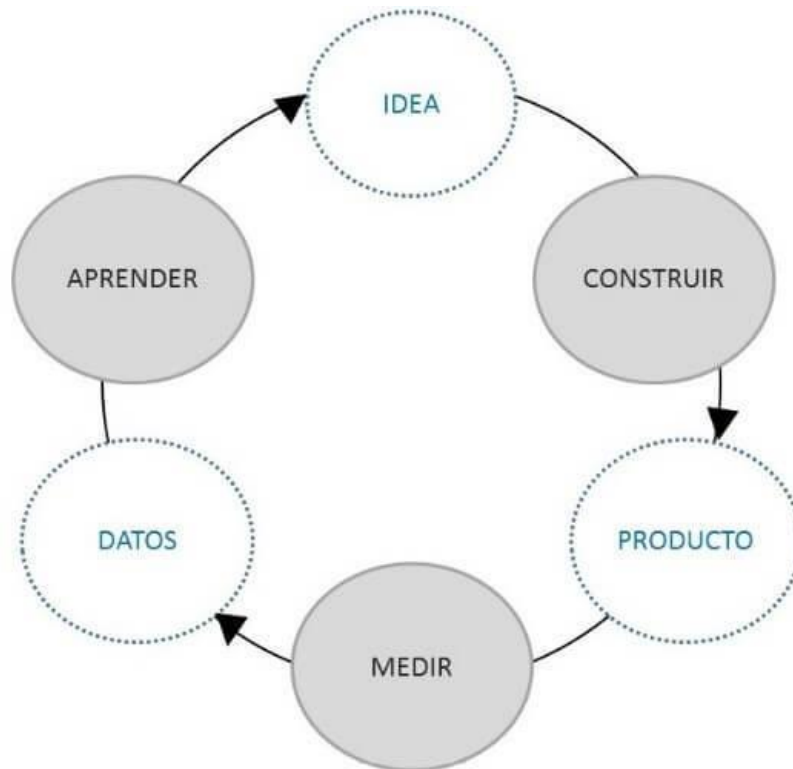


Figura 2: Lienzo lean-startup (método lean-startup, 2004).

Construir

Como propuesta se pretende generar un marco de trabajo bajo la lógica del Startup, para poder dar solución al problema del Pasivo Ambiental minero, pero sin dejar de lado las restricciones potenciales que dependen de cada uno de los casos. Para eso la startup hizo un estudio general de los Relaves disponibles, eso incluyó caracterización físico química, volúmenes, situación legal y ambiental aprovechando toda la información disponible sobre dichos Relaves que es de carácter público y es proporcionada por algunas empresas e instituciones públicas tales como Corfo, Sonami, Enami, Codelco, Sernageomin, Ministerios de Minería y de Medio Ambiente, también se aprovechó la experiencia de otras empresas que se dedican a la revalorización de los relaves como ejemplo la alianza entre la empresa CAP Minería que reprocessa los Relaves de Minera Candelaria para extraer los finos de hierro contenidos en él.

Medir

Estudiar y evaluar los ámbitos centrales del modelo de negocio para el posible uso de los pasivos ambientales mineros de Relaves.

Se intenta levantar todo el abanico de posibilidades para los Pasivos Ambientales (materia prima para el cemento, uso en construcción, reprocesamiento para recuperar elementos de interés, gestión y remoción del pasivo en pequeña y mediana minería, gestión de pasivos en gran minería), en este caso la industria minera generalmente demuestra gran interés en ese tipo de trabajos o iniciativas dado que busca dar soluciones a sus problemas ambientales (relaves), algunas mineras hacen convocatorias que buscan solucionar o gestionar el problema de sus pasivos ambientales, También organismos público tales como la Corfo, Sonami, Codelco, e Enami que apotran financiamiento a iniciativas como esta.

Aprender

Se aprovecharán los estudios, investigaciones y experiencias disponibles sobre valorizar o recuperar elementos de valor de los relaves, tales como (informe técnico final Cochilco 13BPC3-19021) que aporta mucha información técnica y económica sobre este tema, e investigaciones que sean de uso público.

4. Situación de los relaves mineros en Chile

4.1 Análisis de la producción y tratamiento de los relaves

El Relave es un material de descarte de granulometría fina proveniente del proceso de flotación de minerales de cobre y oro, en promedio se generan 99 toneladas de relave por cada tonelada de cobre producido, esto es considerando una ley promedio de 1% de contenido de cobre por tonelada de roca mineralizada, lo que significa que el 99% de dicha tonelada de roca se convertirá en relave.

Uno de los principales desafíos ambientales y operacionales de las mineras es el diseño, construcción, manejo y mantención de los tranques de relave. La ejecución de los planes de cierre de los tranques de relaves significan grandes costos para las empresas mineras, debido a que los tranques cerrados siguen siendo una amenaza ambiental latente.

A nivel nacional existen solo tres empresas dedicadas a dar solución al problema de pasivos ambientales mineros Minera Valle Central, Minera Valle del Aconcagua, y alianza Cap-Minera Candelaria. Con el propósito de encontrar usos para el relave, la totalidad de dichas empresas se dedican al reproceso de los Relaves para extraer algún elemento de valor mineral que no supera el 1% de volumen total del relave en los casos en que se busca recuperar el cobre contenido y una proporción mayor cuando el proceso recupera finos de hierro como el caso de CAP que promedia el 10% de disminución del pasivo ambiental. A continuación, se entregan mayores antecedentes

Minera Valle Central ha implementado por 28 años procesos de recuperación cobre y molibdeno desde relaves frescos y antiguos, provenientes de Codelco Chile, división El teniente. En la actualidad procesa alrededor de 130.000 toneladas diarias de relaves, con una ley promedio de cobre de 0,12%. Minera Valle Central está facultada para extraer relaves antiguos, que han sido depositados en el Tranque Cauquenes entre los años 1939 y 1977.

Minera Valle Aconcagua inició sus operaciones para la recuperación de cobre y molibdeno del relave de División Andina de Codelco el año 2012.

Finamente se destaca la Alianza Cap Minera Candelaria. La Planta Magnetita propiedad de empresas Cap recibe los relaves frescos generados por Minera Candelaria, a los cuales se le extraen los finos de hierro que bordean entre el 7% y el 10% aproximadamente del total del residuo procesado. El relave generado por este proceso de extracción en Planta Magnetita es devuelto al Relave de Minera Candelaria para su disposición final.

Como se puede observar, estas tres empresas llevan operando más de una década en el negocio de la valorización de los relaves, pero no se ha extendido mayormente a más clientes u operadores que puedan fortalecer el mercado. Se desconocen las

razones del por qué ese tipo de procesos no se han replicado o por lo menos investigado en otras mineras. Es esta brecha la que ha sido detectada y clasificada como una ventaja para el desarrollo de una empresa startup que se introduzca y participe en la operación de la industria de la valorización de pasivos ambientales.

Hasta hace algunos años no existía interés alguno por parte de las empresas productoras de minerales ni en general de la autoridad en generar solución a los problemas de los tranques de relaves. Esto principalmente por falta de normativas y exigencia ambientales y sociales. En la actualidad las instituciones han evolucionado y creado divisiones especiales por parte del Estado (Departamento de relave en Sernageomin creado el año 2014) que velan por el cumplimiento de manejo de los tranques de relaves. Entre otras medidas, se exigen boletas de garantía para la ejecución del cierre de los tranques de relave. Esto se suma a que la sociedad está siendo más exigente sobre los temas ambientales hasta el punto de que ninguna empresa minera puede operar sin la licencia social que en términos concretos se traduce en un acuerdo entre las comunidades cercanas a la minera y la empresa minera según se establece en convenio de la Organización Internacional del Trabajo.

El encontrar una alternativa para dar uso a los relaves y/o erradicarlos es bien recibido por parte de las empresas mineras, sociedad y autoridades. Lo anterior se evidencia en distintas convocatorias realizadas por parte de las compañías mineras y el Estado para valorizar los relaves, con designación de fondos y recursos para la investigación y desarrollo en la materia. Una de estas iniciativas público-privada es el programa tranque de Fundación Chile que apoya e impulsa el emprendimiento y la innovación en el uso de los recursos naturales. Otra es el programa Corfo que financia diferentes programas de investigación sobre los relaves. Hasta la fecha toda la inversión pública o ha sido orientada a generar información fundada en las investigaciones realizadas.

El operar alternativas técnicas económicas y ambientales sustentables que generen valor sobre estos pasivos ambientales permitirá factibilizarlos como materia prima, contribuyendo hacia la solución del problema de la disposición de desechos, disminuir costos operacionales y aumentar la competitividad de las empresas mineras.

4.2 Proceso de producción de relave

La producción minera es el último paso del ciclo de vida de una reserva minera, en esta se utilizan los procesos previamente diseñados. Para operaciones de metales base, la etapa de procesamiento normalmente incluye chancado, molienda, flotación, secado, disposición de relaves y la carga de concentrados para su transporte hacia puertos o fundiciones. Por ejemplo, el mineral con valor económico contenido, con un 1% Cu puede enriquecerse a un concentrado de cobre de 25% Cu, con una pérdida de 10% del cobre contenido en el mineral en el relave.

El proceso minero se inicia con la exploración y descubrimiento de los yacimientos, la siguiente etapa es la definición de recursos y reservas del mineral para pasar a la fase de construcción de mina y planta.

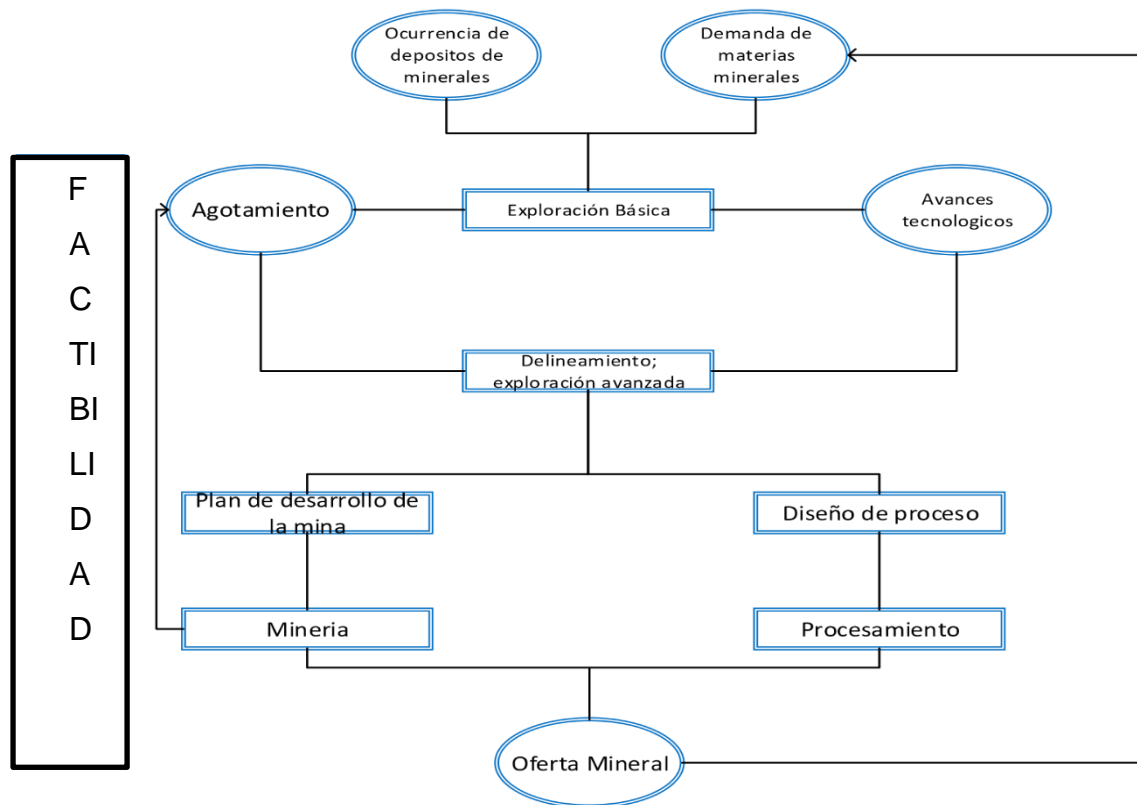


Figura 3: Etapas de un proceso minero (CEC U Chile 2016)

La flotación es una técnica de procesamiento para la recuperación de minerales sulfurados. La primera etapa para la realización del proceso de flotación corresponde a la fase de chancado. El chancado es un proceso de conminución en donde se homogenizan los fragmentos de roca que provienen de la mina a un máximo de media pulgada con el objetivo de reducir su tamaño para que el material ingrese a la segunda fase con un tamaño estándar, esta etapa se desarrolla en seco.

La segunda etapa corresponde a la molienda, proceso que recibe los fragmentos homogenizados del chancado para seguir reduciendo su tamaño y conseguir una granulometría máxima de 180 micrones, este es un proceso húmedo y se utilizan molinos con bolas de acero.

Luego que el material es finalmente reducido al tamaño deseado, ingresa a la fase de flotación en donde el mineral es finalmente recuperado concentrándolo en un proceso fisicoquímico que permite la separación de los minerales de la roca.

La roca molida junto con los demás componentes minerales y ya reducidas a un tamaño de 180 micrones es mezclada con reactivos que forman una pulpa la cual es depositada en piscinas las celdas de flotación. Los reactivos que se incorporan en la molienda tienen diferentes naturalezas tales como los reactivos espumantes, reactivos colectores, reactivos depresantes y reactivos reguladores de pH. Luego de varios ciclos en que las burbujas rebasan el borde de las celdas, se obtiene el concentrado

de cobre con porcentaje de 30% sobre el total de la masa recuperada, el concentrado final es secado mediante filtros y llevado al proceso de fundición.

Todo el material sobrante que no es mineral concentrado se denomina relaves y representa aproximadamente el 99% del total ingresado a la primera fase de chancado, el cual es separado sólido -líquido y se deposita en un lugar cercano a la faena.

El material sobrante se denomina y relave es el último producto en la etapa de procesamiento del cobre que comenzó su ciclo de productivo de concentración con la fase de chancado hasta la etapa de flotación que logra finalmente recuperar el cobre de la ganga obtenido dos productos que son el concentrado de cobre y el relave.

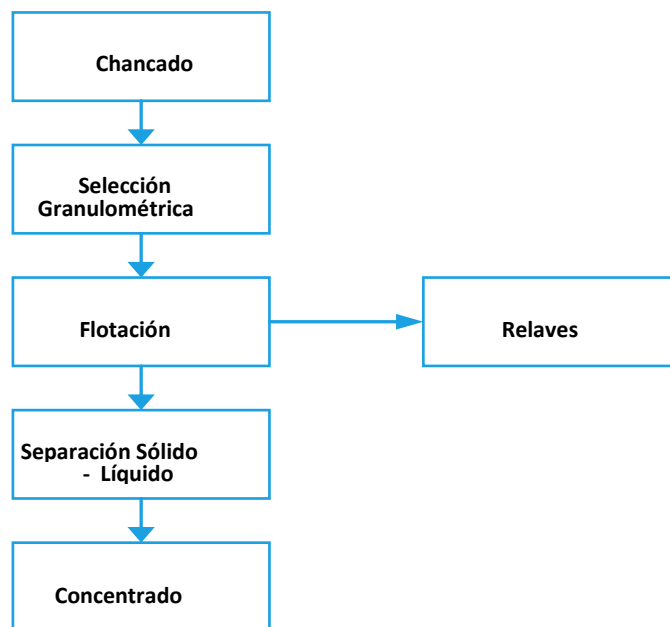


Figura 4: Diagrama de un proceso de concentración minerales de cobre (elaboración propia).

En los relaves chilenos, no solamente se encuentran minerales como el cobre, también existen otros componentes, muchos de ellos escasos y con importancia económica y estratégica, puesto que sus principales aplicaciones corresponden a tecnologías de punta en la industria aeroespacial, automotriz, médica, óptica, electrónica de consumo, baterías y una serie de aplicaciones en energías renovables. Bajo los antecedentes planteados, se busca realizar un análisis del potencial económico de relaves mineros para la diversificación de la matriz de extracción chilena.

Los relaves han sido objeto de varios estudios e investigaciones para lograr determinar los elementos que contienen y así dar valor a estos depósitos inertes; como mencionamos anteriormente, también existen organismos públicos y empresas privadas que se dedican al análisis y solución de valorizar los relaves, a continuación, se enumeran los más importantes:

- Corfo, con su programa Alta Ley ha presentado una convocatoria Programa Tecnológico Estratégico “Recuperación de Minerales estratégicos en depósitos de relaves”,
- BHP, con su reciente convocatoria Tailing Challenge.
- Codelco, con su filial EcoMetales que ofrece soluciones ambientales a la minera y procesos para la recuperación de metales.
- AMTC, Universidad de Chile

Cada relave que se evalúe ofrecerá diversas ventajas, pero también restricciones de distinto tipo. En un estudio que hizo Corfo a más de 25 relaves en Chile se detallan todos los análisis, volúmenes, situación legal e indicaciones para aprovechar dichos relaves, información que será aprovechada por la empresa startup.

Exclusivamente para la evaluación de este modelo de negocio, los relaves de interés serán aquellos que cumplan con los parámetros requeridos por las cementeras tales como: granulometría, humedad, contenidos de elementos químicos como hierro, alúmina, carbonato de calcio, sílice, óxido de calcio y que no tengan ningún tipo de contaminantes tales como plomo, arsénico, mercurio, etc., ya que los relaves serán utilizados en su totalidad en la fabricación del cemento.

En un principio la empresa startup analizó la situación de cinco relaves dos se encuentran en la localidad de Cabildo, dos en la localidad de Caimanes comuna de Los Vilos, y uno en la comuna Illapel. Se optó por analizar dichos relaves dada su cercanía a las instalaciones de las empresas cementeras, además de sus características químicas ya que todos pertenecen a la misma formación geológica.

A partir de lo anterior se hace notar el potencial de negocio que existe en los pasivos ambientales mineros. Se utilizó toda la información disponible para el levantamiento del potencial que tienen algunos depósitos de relave, sus características y su situación legal.

4.3 Normativa aplicable a la explotación de relaves En Chile la explotación de los relaves se rige por el *Código de Minería ley 20.780*. En su artículo 6° especifica que “los relaves y escorias son del establecimiento de beneficio de que provienen”, es decir, son propiedad de la minera que los genera. El Código plantea “extinguida la pertenencia, o abandonado el establecimiento, podrá constituirse concesión sobre las sustancias minerales concesibles que los desmontes, relaves o escorias contengan, conjuntamente con las demás sustancias minerales denunciadas que pudieren existir dentro de los límites de la concesión solicitada. Sin embargo, para la startup no es negocio constituir una concesión sobre un relave abandonado ya que el proceso de

tramitación de la concesión se demora dos años, pero una vez concretado el modelo de negocios y la startup empiece a tener ingreso será muy buen negocio concesionar algún relave abandonado. En este caso, la startup pasa a ser propietario de dicho relave evitándose los costos de compra de este insumo.

En particular, para efectos de este trabajo se revisa la normativa relacionada específicamente a los depósitos de relaves y el contrato que regula la relación entre el dueño del depósito y la empresa que realiza el tratamiento.

El Decreto Supremo N°248 del Ministerio de Minería regula las obras constructivas de los depósitos de relaves, buscando evitar básicamente el peligro hacia la comunidad asociados a fallas en muros y desbordes de material. En cuanto a la responsabilidad por eventos en los depósitos se requiere establecer la propiedad del depósito, lo cual en casos de tranques abandonados o antiguos no siempre es posible. Para enfrentar este problema, la autoridad, ha realizado estudios para regular el cierre de faenas mineras, cuyos resultados se incorporaron al actual Reglamento de Seguridad Minera (DS132/2004 del Ministerio de Minería).

Para cubrir los aspectos ambientales asociados al cierre de faenas mineras, la autoridad ha promulgado la Ley 20.551, cuya aplicación es supervisada por el SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería). Esta ley tiene como objetivo asegurar el cumplimiento de las normas respecto a preservación del medio ambiente y control de riesgos, evitando el incremento de pasivos ambientales por el abandono no controlado de las faenas mineras. La empresa minera debe hacerse cargo de las externalidades, e incorporarlas como un elemento más dentro del negocio minero.

Las normativas no serán impedimento para poder explotar un depósito de relave que solo se debe cumplir con los requisitos legales tales como la presentación de un proyecto de explotación, acreditación del dominio del depósito y pago de patentes, en el caso de los relaves abandonados y que sean de interés estos se podrán concesionar por parte de la Startup y así no tendrá que pagar para poder explotarlos.

Según se detalló sobre la situación de los relaves en Chile y dado la información existente y sobre todo en el informe técnico de Cochilco sobre algunos relaves la startup aprovechará toda esa información para el diseño del modelo de negocio lo que representa ahorro en gasto de tiempo y capital.

En una segunda fase, se definió el modelo de negocio, cómo se generan los ingresos y como se distribuyen y se revisa su propuesta de valor (económico, operacional y ambiental).

Se buscó diseñar un modelo de negocios que tenga un espectro de evaluación amplio para la gestión y manejo de los relaves. La determinación del modelo de negocios permitió, de esa forma, trazar la hoja de ruta para cumplir la misión de la empresa startup que se formó para desarrollar el modelo de negocio.

5. Diseño de modelo de negocio

Las empresas mineras realizan importantes inversiones en exploración y explotación de sus yacimientos. Sus principales esfuerzos van dirigidos a aumentar los niveles de producción procesando más cantidad de mineral y en reducir sus costos.

Las proyecciones esperadas en el aumento de la producción, permiten deducir que las cantidades de residuos generados por la industria, principalmente compuesto por relaves y botaderos de estériles, se incrementarán proporcionalmente.

Los relaves resultantes de los procesos de concentración de minerales y los minerales de baja ley contenidos en estos depósitos de botaderos, no forman partes ni son de interés de las empresas mineras dado el alto costo de inversión en tecnología del proceso que se requiere para tratarlos.

Sin embargo, muchos depósitos de relave (abandonados, inactivos o en operación) generan una oportunidad de negocio al poseer intrínsecamente un gran valor económico debido a que sus contenidos de minerales o sus características fisicoquímicas los convierten en potencialmente atractivos para ser aprovechados por las mismas empresas mineras que generan estos residuos o terceros actores que puedan aprovechar las ventajas comparativas en la cadena de producción y extraer la materia prima desde estos pasivos ambientales. El modelo de negocio propuesto en este trabajo considera el aprovechamiento de un conjunto de relaves que pueden ser utilizados como materia prima en la fabricación del cemento. Este modelo de negocio, contribuye a la circularidad de las industrias cementera y minera al incorporar o recircular ciertos elementos de materias primas minerales que conviertan su proceso y su producto final en un elemento más amigable con el medio ambiente, que reduzca significativamente algunos costos operacionales y que por otra parte contribuya a valorizar y disminuir un residuo minero.

Se destaca que la startup no puede ingresar al mercado de la gran minería por no contar con recursos y currículum suficiente que son exigidos por la gran minería a sus proveedores o subcontratistas. Más aún, la gran minería exige siempre una boleta de garantía y antecedentes que demuestren recursos financieros lo que es imposible para la Startup. Por lo anterior se optó por explorar el mercado de la pequeña y mediana minera que no tienen las exigencias de la gran minería.

A continuación, se desarrolla y diseña una propuesta de modelo de negocio para la valorización de los relaves, mediante su extracción y uso como materia prima secundaria en la fabricación de otro producto primario para la construcción como es el caso del cemento.

Para lograr una total comprensión de las implicancias positivas de la incorporación como materia prima en la fabricación del cemento de Pasivos Ambientales como los relaves es necesario conocer el proceso de fabricación del cemento:

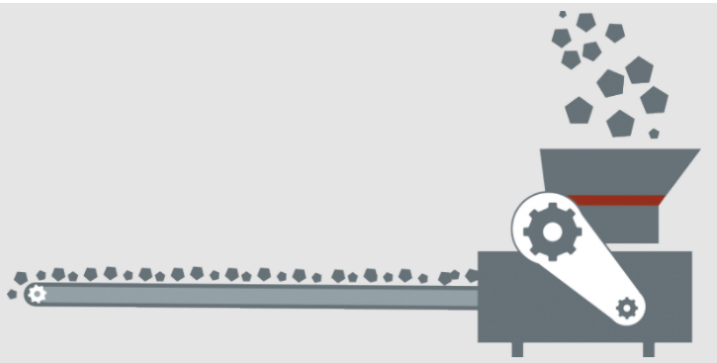
1. Obtención y preparación de materias primas

Las canteras se explotan mediante voladuras controladas, en el caso de materiales duros como calizas y pizarras, mientras que en el caso de materiales blandos (arcillas y margas) se utilizan excavadoras para su extracción.



2. Trituración

Una vez extraído y clasificado el material, se procede a su trituración hasta obtener una granulometría adecuada para el producto de molienda y se traslada a la fábrica mediante cintas transportadoras o camiones para su almacenamiento en el parque de prehomogeneización.



3. Prehomogeneización

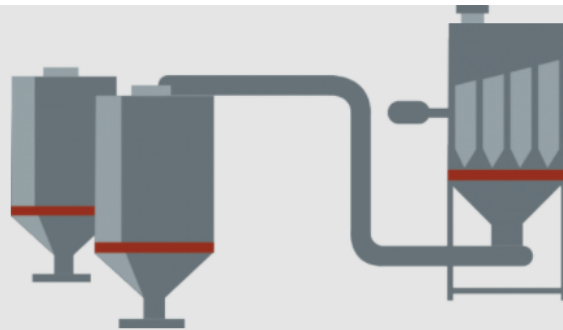
El material triturado se almacena en capas uniformes para ser posteriormente seleccionadas de forma controlada. La prehomogeneización permite preparar la dosificación adecuada de los distintos componentes reduciendo su variabilidad.



4. Molienda de crudo

Estos materiales se muelen para reducir su tamaño y favorecer así su cocción en el horno.

En el molino vertical se tritura el material a través de la presión que ejercen sus rodillos sobre una mesa giratoria. A partir de ahí, la materia prima (harina o crudo) se almacena en un silo para incrementar la uniformidad de la mezcla.

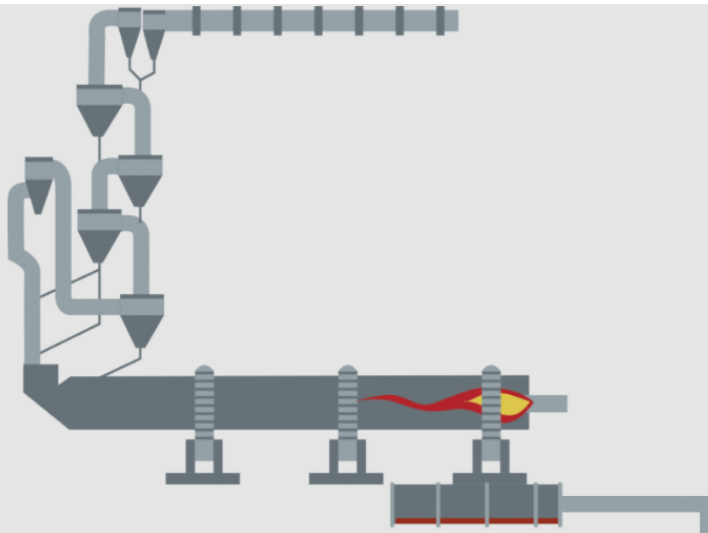


5. Precalentador de ciclones

La alimentación al horno se realiza a través del precalentador de ciclones, que calienta la materia prima para facilitar su cocción.

6. Fabricación del clínker: Horno

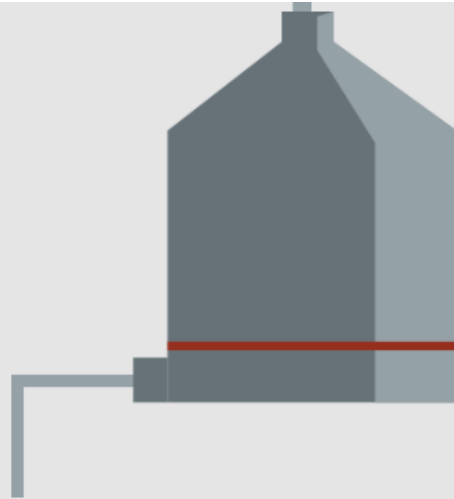
A medida que la harina va avanzando en el interior del horno la temperatura va aumentando hasta alcanzar los 1.500°C, produciéndose entonces las complejas reacciones químicas que dan lugar al clínker.



7. Fabricación del clinker: Enfriador

A la salida del horno, el clinker se introduce en el enfriador, que inyecta aire frío del exterior para reducir su temperatura de los 1.400°C a los 100°C.

El aire caliente generado en este dispositivo se introduce nuevamente en el horno para favorecer la combustión, mejorando así la eficiencia energética del proceso.



8. Molienda de clinker y fabricación de cemento

El clinker se mezcla con yeso y adiciones dentro de un molino de cemento.

Activ
Ve a Cc

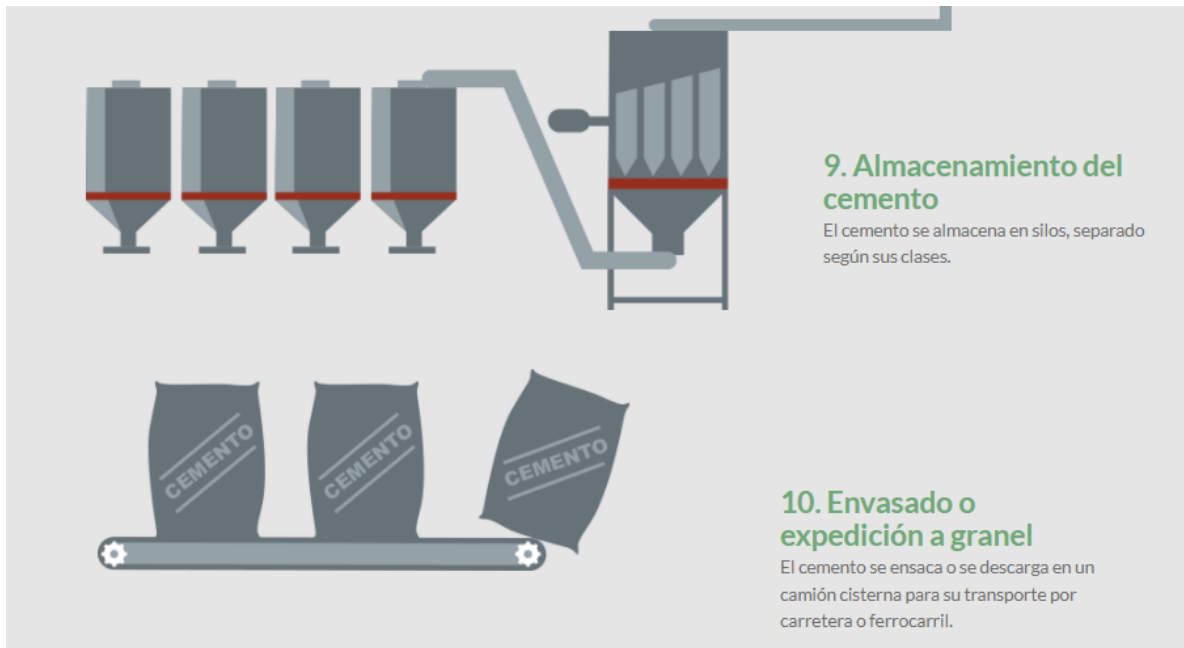


Figura 5: Proceso de fabricación del cemento (Instituto Chileno del Hormigón, 2015).

5.1 Definición del modelo Canvas para la valorización del relave

Se define el modelo de negocios basándose en el modelo Canvas con sus nueve bloques, el cual describe la forma en que la Startup será capaz de desarrollar el negocio de manera rentable

5.1.1 Segmento de clientes

En una estricta definición los clientes son las personas, naturales o jurídicas que adquieren los productos o servicios de otra persona natural o jurídica para la finalidad que estos estimen conveniente, siendo generalmente, en el caso de las empresas, para creación de valor, como materia prima o insumo en la producción de otro bien o servicio de mayor elaboración.

El foco del modelo de negocio en la industria cementera apunta al segmento de clientes que utilizan materias primas generadas por los mecanismos clásicos de extracción y proceso y a los cuales se les presentará la oportunidad de utilizar materiales alternativos que reducirán significativamente los costos operacionales del proceso de producción del cemento, además de cumplir con las obligaciones medio ambientales que permiten la ventaja de generar valor con nuevos modelos productivos amigables y ecológicos. Esto se condice con los objetivos de la industria cementera de reducir su huella de carbono.,. En esta línea la industria cementera nacional ha adoptado compromisos internacionales con el propósito de reducir emisiones.

Por lo anterior, los principales clientes potenciales son las tres principales industrias de la industria cementera. Estas empresas en sus memorias anuales declaran que compran materias primas a terceros y sobre todo productores de la pequeña minería. Más aún, el instituto del cemento y del hormigón de Chile en su informe final del año

2020 hace mención explícita a esta oportunidad, principalmente debido a que Chile dispone de materias de reemplazo para la fabricación del Clinker como las escorias de alto horno, las cenizas, o la puzolana natural. El ICH destaca que la industria cementera comenzó hace muchos años a producir cementos con adiciones y el relave puede reemplazar una proporción o el total de la materia prima que se utiliza para la fabricación del Clinker. Esto ocurre al sustituir una parte o la totalidad del material reducido y preparado en el momento de la cadena productiva en que este producto ingresa al horno a más de 1,400 grados Celsius para la fabricación del Clinker, elemento imprescindible para la elaboración del cemento.

La tabla comparativa muestra que el porcentaje de elementos contenidos en un solo relave reemplaza a varios elementos necesarios para la producción del cemento, los porcentajes de los elementos en la tabla corresponden a un relave de la empresa Minera Los Vilos en la localidad de Caimanes Comuna los Vilos, Cuarta Región de Coquimbo, proyecto de extracción de relave aprobado por Sernageomin, Resolución Exenta N° 1000/2018 y presentado por el Ingeniero civil en Minas Kasem Almasri, evaluación preliminar indica que al cliente que introduce el relave a su cadena productiva le significa un ahorro en la cadena de logística que implica adquirir los diversos elementos químicos necesarios para la elaboración del cemento a diferentes proveedores, esto, además de la reducción de los costos operacionales, se traduce en disminución de personal, tiempo y recursos.

Elemento	CaCO ₃	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃
% requerido en el cemento	40	20	12	10
Procedencia	Mina propia o de terceros	Mina propia o de terceros	Tercero	Tercero
% contenido en un relave	35	30	10	8
Procedencia	Un solo relave	Un solo relave	Un solo relave	Un solo relave

Tabla 1: Tabla comparativa (elaboración propia).

5.1.2 Propuesta de valor

Como se menciona en la sección anterior se definen las razones por las que los posibles clientes dueños de depósitos de relave, así como las cementeras nacionales preferirán el uso del relave como materia prima:

Propuesta de valor para las cementeras:

Las empresas cementeras realizan procesos de extracción y procesamiento de los materiales para llegar a la granulometría necesaria que debe poseer la materia prima para la fabricación del Clinker. Aproximadamente el 30% de los costos de una operación minera extractiva Primaria está en el proceso de conminución, por lo que usar el relave como material primario para iniciar el proceso piro metalúrgico en la elaboración de cemento generará un ahorro significativo en el gasto operacional de producción en el consumo de energía, desgaste de equipo, y personal.

Además del ahorro en el costo operacional y de la reducción del costo de la cadena logística que requiere la utilización de algunos elementos químicos adicionales para el proceso, la incorporación del relave como Materia Prima reduce considerablemente los índices de emisión de CO₂ generados por la primera parte de la cadena productiva en línea con crear valor reputacional para las compañías.

La continuidad en el tiempo y permanencia de la materia prima obtenida desde pasivos ambientales, como se menciona en el capítulo cinco análisis y producción de relave en Chile, se indica que la cantidad de relave producida en el país es muy superior a la producción de cemento. En un solo depósito se puede concentrar la producción de cemento por más de una década lo que constituye una ventaja para asegurar el suministro de materia prima a la cementera sin interrupción por falta de stock y el potencial incremento de nuevos actores al mercado que al reducir el costo operacional y la complejidad de la logística pueden verse motivados a ingresar al mercado productor generando más competencia y mejores precios al consumidor final.

Propuesta de valor para las empresas mineras dueñas y generadoras de los relaves:

Las principales fuentes de creación de valor para las empresas mineras generadoras de relaves son:

1. Reducir el costo de mantención los relaves a medida que se disminuyan los niveles de materiales minerales de relave existentes en reserva. Esto se calcula a base de costo mantención de una tonelada de relave. Lamentablemente no existe información o estadística de cuánto cuesta mantener una tonelada de relave ya que dicho costo suele ser incorporado en el costo de producción de una tonelada de cobre. Tampoco

se encontró alguna información en las memorias de las empresas mineras sobre el costo de mantención de los relaves.

2. Disminuir la cantidad de su pasivo ambiental de relave hasta un 3% convirtiéndose en materia prima alternativa que puede usar una de las tres empresas cementeras, que es lo que permite la norma chilena para la fabricación de cemento.

3-. Mejorar la imagen de la empresa debido a la reducción de su pasivo ambiental de relave.

A continuación, se analizan los posibles riesgos que corre el modelo de negocio:

- Que la empresa dueña del relave negocie en forma directa con el comprador del relave.
- Consecuencia de lo anterior, que la empresa cementera haga trato directo con la empresa dueña del relave.

Para acotar dichos riesgos la Startup asegura el negocio de compra de relave o manejo de la operación de valorizar el relave mediante un contrato con la empresa dueña del relave con todas las cláusulas necesarias para que startup tenga la exclusividad de manejar el negocio, y del mismo modo se hará un contrato con la empresa cementera.

5.1.3 Canales

En este modelo de negocio, específicamente en la provisión de materias primas para la industria cementera, los canales de comunicación difieren de otros tipos de negocios ya que se trata de vender un solo tipo de producto a un solo tipo de industria que se reduce a tres clientes potenciales.

Los canales de comunicación con los potenciales clientes, son directos y se generan mediante reuniones técnico-comerciales generalmente presenciales y con foco altamente técnico. Dado que los clientes potenciales consumidores de materias primas son solo tres no es necesario comunicar o difundir el producto de otra manera que no sea de forma personalizada y particular, La experiencia propia en el rubro minero evidencia que de tratar de comunicarse con alguna empresa vía telefónica o vía email resulta inoficioso debido a que el receptor no suele prestar la debida atención a los planteamientos y necesariamente esta etapa tiene que ser de manera presencial al menos hasta darse a conocer y tener una relación de confianza con los clientes.

Para la evaluación, satisfacción y post venta todo será mediante vía digital, ya que en el caso de un producto como el relave el material tiene que pasar por un control de calidad diario en un laboratorio y la respuesta al requerimiento del cliente tiene que ser inmediata en el caso de haber falla en la calidad del material entregado.

5.1.4 Relación con los clientes

En cuanto al relacionamiento, se tiene la convicción de que cada cliente es único y con necesidades, requerimientos propios y particulares por lo que la relación será personalizada. Esta labor será llevada a cabo con visitas y reuniones periódicas con los clientes. Esto será de manera presencial hasta lograr una relación sólida con los clientes. Tras esta consolidación se podrá establecer relaciones de manera digital. Sin perjuicio de lo anterior, la continuidad y profundización de este tipo de iniciativa responde principalmente a la caracterización geoquímica y granulométrica del pasivo ambiental para consolidar un flujo permanente de material desde el relave y la consecuente disminución del pasivo ambiental.

Tratándose de un solo producto que es el relave y un solo cliente (como máximo solo tres a nivel nacional) la relación con el cliente será personalizada y cercana durante el proceso de presentación del producto, consolidación de la oportunidad de negocio y desde el proceso en que se inicia la entrega del producto bajo las condiciones estipuladas en el contrato.

5.1.5 Fuentes de ingreso

Los ingresos que genera este modelo de negocio son por la venta del Relave a la industria cementera.

5.1.6 Recursos clave

Tomando en consideración los datos obtenidos anteriormente, la propuesta de valor se relaciona con los elementos: segmento de mercado, canales de distribución, relación con los clientes, y los flujos de ingreso para saber cuáles son los recursos claves requeridos. Dada la naturaleza del negocio diseñado, los recursos clave son:

- El capital humano encargado de administración, soluciones tecnológicas y operacionales, medir los parámetros de condiciones físicas y químicas del relave para cumplir con las exigencias del cliente tales como humedad, granulometría, contaminantes. Se encargan del cumplimiento de la operación de extracción, carguío y despacho del relave toda vez que se ofrece un servicio especializado en las áreas mecánica, eléctrica e instrumentación.
- Recursos físicos de infraestructura como oficina, bodega, comedor, dormitorios y baños todos de tipo modular o container. Estos deben estar emplazadas en un área aledaña a la operación de extracción tal como se hace en una operación minera cuando se tienen los campamentos cerca de las minas o plantas.

- Maquinaria necesaria para la extracción y carguío que constan de dos excavadoras de 30 toneladas cada una y dos cargadores frontales de tres metros cúbicos cada uno.
- Se debe disponer de Una empresa de transporte de camiones y logística para realizar el traslado de material de relave desde su emplazamiento hacia destino final en cliente.
- Las operaciones de extracción y transporte deben ser constantes ya que los potenciales clientes como las cementeras requieren que el despacho de materia prima sea diario según fuentes de información de algunos de sus proveedores y empresas transportistas. Por lo mismo, se debe disponer de una operación de equipos en standby para dar cumplimiento a los requerimientos de demanda de los clientes.

5.1.7 Actividades claves

Las actividades clave son aquellas necesarias para cumplir con las exigencias regulatorias, ambientales y de la operación, así como las necesidades de los segmentos de clientes, entre los ámbitos a considerar se encuentran:

- Disponer de personal calificado para el muestreo y control de calidad del relave
- Diseño de estándares operacionales, técnicos, y de seguridad.

Disponer de contratista de movimiento de tierra que pueda proveer los equipos necesarios para la operación continuación:

5.1.8 Asociaciones clave

En el presente punto, se analizan las potenciales alianzas que se estima ayudarán a obtener una mejor posición competitiva. En este sentido se identifican:

- Apoyo en instituciones públicas tales como Sonami, Enami, Sernageomin, Cámara de construcción Servicio Ambiental y Corfo, eso servirá para difundir e impulsar el negocio de la Startup.
- Empresas proveedoras de servicio de transporte por camiones (cooperativas de transportes locales).
- Empresa proveedores de servicio de movimiento de tierra
- Proveedores de transporte de personal.
- Proveedores de servicio de alimentación.
- Laboratorios de análisis de muestra y estudio, empresas proveedoras de capacitación técnica, de seguridad y de prevención de riesgos.

- Proveedores de elementos de protección personal.
- Proveedores de materiales, insumos, equipos y herramientas.

Dichas empresas mostrarán en interés de trabajar con la startup al saber que el cliente final del servicio es una empresa sólida como las cementeras a modo de ejemplo.

Las empresas mineras o los dueños de los Pasivos Ambientales se vuelven los proveedores permanentes de la startup al consolidarse como los generadores de las materias primas necesarias para la caracterización geoquímica de los potenciales residuos que pueden ser rescatados para asignarles valor a través de la recuperación de minerales o la homogenización para venderlos como materia prima para la construcción del Clinker.

5.1.9 Estructura de costo

Consiste en una descripción de los costos más relevantes que se deben solventar para la operación del modelo de negocio. La estructura de costos está compuesta por costos directos e indirectos, que involucren: extracción, carguío, logística, y pago por el material extraído al dueño del relave, remuneraciones, equipamiento, oficina, instalación de faenas, bodega, equipos menores y herramientas, así como también gastos generales y costos financieros. La justificación de dichos costos se detalla en la sección de análisis financiero.

El costo más relevante corresponde al ámbito de transporte y logística. Lo anterior dado que las operaciones mineras se emplazan en la zona norte del país y las empresas cliente objetivos que podrán comprar el relave se encuentran en la zona centro norte del país. En este sentido el cumplimiento y exigencias con el servicio de abastecimiento es vital ya que las empresas que adquieren materias primas no cuentan con espacios para almacenar el material, donde se deberá evaluar y negociar las condiciones de la entrega y su suministro con una frecuencia adhoc. Las empresas transportistas acostumbran a establecer la modalidad de entrega diaria y cuentan con suficiente infraestructura y equipos logísticos de camiones para cumplir con el servicio.

En este sentido, se dispone de información preliminar donde empresas cementeras y de transporte indican que la entidad que realiza el pago del transporte, habitualmente, corresponde a la entidad que compra el material transportado o materia prima de relave, o sea el cliente de la Startup. En general, las cementeras prefieren esta modalidad por su poder de negociación. Además cada empresa establece exigencias que deben cumplir los camiones en materias de seguridad, certificación de conductores y camiones además de contar con personal de prevención de riesgo, El realizar un traspaso del costo de transporte a la cuenta del cliente constituye una

ventaja significativa para el diseño de la Startup, ya que no tiene la necesidad directa de negociar de manera granulada con las empresas transportistas lo que conlleva restricciones y desafíos contractuales propios de cumplimiento de normativas regulatorias, gestión de despachos y transporte de carga.

Síntesis del modelo

En la sección previa se aplicaron los nueve bloques del modelo Canvas al proceso de valorizar los relaves. Esto es de gran utilidad para que la Startup tenga claridad de su modelo de negocio. El diagrama siguiente resume los bloques del modelo Canvas.

Modelo de Negocio Canvas









<p>Socios claves </p> <p>Empresa de transporte</p> <p>Empresa de servicio movimiento de tierra</p> <p>Empresa con personal para controlar parámetros de relave</p> <p>Asociación con Enami o con alguna minera</p>	<p>Actividades claves </p> <p>Personal calificado</p> <p>Diseño operaciones</p> <p>Oportunidades de negocio</p> <hr/> <p>Recursos claves </p> <p>Capital humano</p> <p>Transporte maquinaria</p>	<p>Propuesta de valor </p> <p>Ofrecer producto a bajo costo ya que los relaves son de bajo costo o sin costo como el caso de los relaves abandonados</p> <p>Bajar emisiones de CO2</p> <p>Sustentabilidad ambiental</p> <p>Economía circular</p>	<p>Relación con el cliente </p> <p>Satisfacer las necesidades del cliente con una asistencia personal y siempre brindar la misma atención.</p> <hr/> <p>Canales </p> <p>Reuniones presenciales</p> <p>Mantener comunicaciones</p> <p>Reuniones presenciales</p>	<p>Segmento de clientes </p> <p>Empresas que consuman materia prima parecida al relave con Consumo masivo</p> <p>Cemento Melón, cemento BioBio, Cemento Polpaico</p>
<p>Estructura de coste</p> <p>Directo-indirecto- Extracción- carguío- transporte- remuneración</p>		<p>Fuentes de Ingreso </p> <p>Venta relave</p>		

Figura 6: Modelo negocio Canvas aplicado a la valorización del relave (elaboración propia)

6. Plan de operaciones

La operación del proceso del modelo de negocio consiste en ofrecer un solo producto que es el relave con condiciones físico-químicas adecuadas para ser usado como materia prima en la industria cementera.

6.1 Reservas de relave y operación de extracción

Una vez localizado un depósito de relave que reúna las condiciones fisicoquímicas para ser valorizado se procede a recabar todos los antecedentes e información para calcular su reserva.

La operación consiste en intervenir el depósito del relave para extraer el material. Se hará un plan de explotación que divide el depósito del relave en sectores o áreas de intervención llamadas canchas. Cada cancha tendría un área de 50 x 50 metros por una altura de 4 metros operación que la realiza la máquina excavadora, esa cancha es el punto carguío de los camiones, de esa manera no habría intervención entre las áreas de extracción y preparación del relave y el área de carguío de camiones.

La Startup dispondrá del control de la operación de extracción, carguío y mantendrá el orden de despacho de los camiones- La operación se desarrolla en horario diurno debido a que las empresas que adquieren materias primas no permiten la descarga o circulación nocturna de camiones batea por política propia.

En el plan se deben tomar en consideración factores de seguridad tales como normas de prevención de riesgo, encarpe de camiones antes de salir de faena, no permitir sobrepeso en la carga de camiones, presencia de agua y emisión de polvo producto de la operación.

6.2 Instalaciones, equipos, suministros, y servicios

Todas las instalaciones serán tipo contendor para el área de oficina, dormitorios y baños, servicio que será tercerizado.

La operación de extracción será mediante el uso de maquinaria pesada tales como excavadora y cargador frontal. El transporte hacia el destino final será mediante camiones batea que puedan circular en carretera sin restricciones, servicio que será tercerizado.

La maquinaria de extracción y carguío se dispondrá mediante el arriendo mensual de dos máquinas excavadoras y dos cargadores frontales. La maquinaria usada para el carguío no debe tener más de 2000 horas de uso, así como los camiones no deben tener más de tres años de uso para evitar problemas mecánicos que complican o atrasen la operación.



Figura 7: Carguío camiones (elaboración propia).



Figura 8: Extracción de relaves y preparación de cancha (elaboración propia)

Por ser una operación de carguío y transporte se requiere de poca agua industrial la que se estiman en 40.000 litros mensual. Este servicio puede ser facilitado por de camiones aljibes, servicio que es prestado por terceros. En el caso de agua potable, esta se adquiere en botellas en el mercado local y se estima un consumo de 1200 litros mensuales. La energía para las instalaciones será abastecida mediante un generador diésel de 50 kva, en modalidad de arriendo mensual con servicio técnico incluido- Se estima un consumo mensual de diésel de 10.000 litros.

Se tercerizarán los servicios de alimentación, aseo, los servicios de asesorías legales y contables para la confección de contratos y conflictos legales, laborales y comerciales. La asesoría contable se hará cargo de la carga tributaria y pago de cotizaciones.

6.5 Detalle de infraestructura y equipos

El único servicio que se prestará es el despacho del relave desde el sitio de su emplazamiento hasta su destino final.

Todas las faenas mineras o depósitos de relaves cuentan con instalaciones e infraestructuras para su operación y mantenimiento como también con caminos y accesos. Esta infraestructura de la mina dueña del relave será aprovechada con el propósito de reducir costos. En el caso de no existir infraestructura, se considera el uso de infraestructura modular prefabricada (tipo contenedor) que es de fácil y rápido montaje y de bajo costo comparado con el costo de construcción de la infraestructura necesaria para la operación. Esta se detalla a continuación:

- Oficina: Un módulo (Container) de 20 Pies
- Baños y duchas: Un módulo (Container) de 20 Pies
- Comedor: Un módulo (Container) de 20 Pies

Costo de instalaciones		
Instalaciones	Cantidad container	Costo arriendo mensual
Oficina	1	280.000
Baños	1	280.000
Dormitorios	4	1.120.000
Comedor	2	560.000
Sala cambio	1	280.000

Tabla 2: Costo de instalaciones (elaboración propia).

Equipo	Cantidad	Arriendo mensual
Excavadora 30 ton	2	14.000.000
Cargador frontal 3m3	2	8.000.000
Camiones	70	Pago por tonelada transportada a cargo del comprador

Tabla 3: Costo de equipo (elaboración propia).

Análisis capacidad operacional de los equipos		
Equipo	Capacidad	Cantidad
Excavadora	30 ton	2, 1 en Operación+ 1 standby
Cargador frontal	3m3	2, 1 en Operación+ 1 standby
Camión	28 ton	70

Tabla 4: Análisis capacidad operacional de los equipos (elaboración propia)

6.3 Diseño de Organización

La operación de venta de relave sólo requiere de extracción y carguío no requiere de ningún otro equipo o maquina por lo que la estructura organizacional necesaria para realizar la operación no sería compleja y se optimizaría contando con las siguientes áreas.

Dirección, operación. Contabilidad y seguridad	
Estructura organizacional	
Dirección	3
Operación	4
Contabilidad	1
Seguridad	2

Tabla 5: Estructura organizacional (elaboración propia)

6.4 Logística

La logística de despacho del producto se sustentará en las operaciones de extracción y carguío del transporte de grandes volúmenes de material estimados en 60.000 toneladas mes (sobre 2000 tpd).

El cumplimiento del despacho comprometido es clave dado que, en general, las empresas que adquieren materias primas en grandes cantidades como las construcciones o cementeras no tienen el espacio suficiente para almacenar los volúmenes de materia prima. Por lo anterior, dependen del despacho diario de materias primas de los distintos proveedores hacia sus instalaciones.

Por lo tanto, se debe tener especial cuidado en el cumplimiento del despacho del relave ya que formará un eslabón clave de la cadena productiva del cliente. Para eso se dispone de camiones stand by para la operación de extracción y carguío. Las empresas de transporte cuentan con una cantidad del orden de 70 camiones por día por lo que estas cuentan con camiones stand by según se estipula en los contratos y se reduce el riesgo de incumplimiento en el despacho del producto.

Un cargador frontal de capacidad de balde de tres metros cúbicos, tarda entre tres a cinco minutos en cargar un camión con 28 toneladas. En este negocio, se requiere cargar 70 camiones por día lo que toma alrededor de 6 horas en cargar los 70 camiones.

En las operaciones de extracción, carguío y transporte se aplicarán todos los protocolos de seguridad usados en la minería y que exige la autoridad fiscalizadora.

7. Análisis Financiero

Una de las grandes preocupaciones de los emprendedores, antes de crear una empresa, es la búsqueda y obtención de los recursos financieros para desarrollar dicha actividad. La imposibilidad de tener recursos económicos supone una gran barrera, que frena a los emprendedores en la puesta en marcha del proyecto.

El enfoque de negocio es crear una solución escalable y económicamente viable en el mediano y largo plazo, esto habitualmente se materializa en una Startup. La constitución legal de esta tiene bajo costo y bajo capital para su operación inicial. El giro de negocio es la compra y venta de materias primas provenientes de relaves a un tercero para que haga uso del mismo en su proceso productivo, y la única operación necesaria corresponde a carguío y transporte.

La infraestructura física requerida para la operación es mínima comparada con el espacio que requiere una planta de procesamiento, lo mismo sucede con el personal para el manejo del relave que en ningún caso supera a las 10 personas

El capital estimado a invertir en el proyecto es del orden de 50.000.000 de pesos chilenos para las instalaciones y logística y se espera un VAN del orden de **\$6.632.524.542** de pesos en cinco años, lo que no deja duda de que el proyecto es viable.

7.1 Entorno macroeconómico

El entorno económico se refiere al conjunto factores económicos externos que influyen en los hábitos de compra de los consumidores y en el mercado y, por lo tanto, afectan el rendimiento de una empresa. Los indicadores del entorno macroeconómico son una serie de datos que representan en valores estadísticos variables macroeconómicas clave que dan cuenta de cómo se encuentra la economía de un país o región en un momento determinado.

Con respecto al mercado de la construcción y viviendas tiene un aumento de 9,1% en la comercialización de viviendas, cifras que corresponden al periodo prepandemia, para el año 2020 a causa de las restricciones impuestas para enfrentar la crisis sanitaria², según se desprende del informe Macroeconomía y Construcción (MACH), elaborado periódicamente por la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

Es así que en 2021 la inversión en construcción creció 12,8%, lo que se compara favorablemente con la caída (-11,3%) registrada en 2020.

Si bien un elemento clave para este desempeño fue la baja base de comparación que representa el año antepasado, los positivos números de 2021 se explican también por el alto nivel de cumplimiento del plan de reactivación, que estimuló el desarrollo de obras de infraestructura pública.

“Asimismo, hubo un positivo ciclo de ventas inmobiliarias, que comenzó a revertirse a fines de 2021 por el aumento de la inflación y la TPM. Esto llevó a que se elevaran las tasas de interés de los créditos hipotecarios, respecto de los cuales también disminuyeron los plazos de otorgamiento y se endurecieron las condiciones para su aprobación”.

Otro aspecto negativo para la industria en 2021 fue el constante y severo aumento del precio de los materiales de construcción.

La construcción en Chile, tal como a nivel global, es una industria vital para la economía y su desarrollo. Es el sexto empleador a nivel nacional, con 728 mil ocupados y concentra el 63% de la inversión nacional.

Se analizan las empresas que pueden ser potenciales compradores del relave, tales como las cementeras,

construcciones y Hormigones. Según datos de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) el mercado de cemento y hormigón tiene un crecimiento del orden de un 5% en cemento y de hormigón en 6%, Por ejemplo, Cementos Melón, Polpaico y BioBio en conjunto experimentaron un crecimiento de un 5,3% en sus ventas durante los 6 primeros meses de 2019, alcanzando ingresos por US\$ 477 millones.

La pandemia afectó negativamente la actividad económica y al sector de la construcción. Sin embargo, se ha visto que cada vez que se levantan las restricciones sanitarias las obras de construcción se reactivan.

7.2 Determinación Inversiones

Tratándose de una empresa del tipo startup, los costos de inversión son generalmente bajos. A continuación, se detalla la estructura y costos de la inversión.

Inversiones	
Construcción instalaciones	\$15.000.000
Imprevistos	\$5.000.000
capital trabajo 2 meses	\$30.000.000
constitución empresa	\$100.000

Tabla 6: Inversiones iniciales (elaboración propia).

Dicho capital incluye el pago de arriendo de la maquinaria, instalaciones y puesta en marcha del proyecto. Dicho capital sostendría la operación por 60 días. Si la empresa empieza a facturar en dicho periodo no tendrá problemas de capital, ya que las empresas pagan a las pymes antes de ese plazo. El plan de negocio se implementará solo cuando se cuente con un contrato de compra de relave con alguna empresa minera y también un contrato de venta de relave.

El total de capital requerido para iniciar la empresa startup es del orden de 50.000.000 pesos, capital que será de aporte propio.

Si bien los elementos de las instalaciones son arrendados estos requieren ser instalados y para eso se debe preparar un espacio físico para su instalación tal como nivelación y compactación de suelo, instalaciones sanitarias, red eléctrica y de agua, con respecto al capital de trabajo es para el pago de sueldos, arriendo de equipos, combustible, alimentación y movilización.

7.3 Determinación costos operacionales

Los costos operacionales se obtienen a partir del mercado en solicitudes de cotizaciones a proveedores de empresas mineras tal como Catrental y Sk rental

Ítem	Valor	Observación
------	-------	-------------

Sueldo Mínimo	380.000	Según dirección del trabajo, por Ley mayo 2022, a todos los operadores se les pagará el sueldo mínimo más un bono de producción.
Impuesto (I.V.A)	19%	
Impuesto a las utilidades	27%	
Vida Útil	5 años	Horizonte calculado para 5 años.
Precio venta relave	\$4000/ton	Precio de referencia de proyecto en marcha.
Costo compra relave	\$1000/ton	Costo fijado con la minera
Costo Carguío	\$100/ton	Costo de referencia calculado por horas de máquina + operario de la empresa.
Tasa de crecimiento	10%	Tasa de crecimiento del negocio proyectada.
Tasa de descuento	10%	La tasa mínima exigible, se opta por esa cifra dado el riesgo que tiene las operaciones mineras por la volatilidad de los precios de los commodities
Gastos administrativos	\$144/ton	Gasto referencial calculado según se indica en tabla.

Tabla 7: Supuestos para el negocio (elaboración propia).

Ítem	Valor	Observación
Cargador frontal	\$6.000.000	Arriendo mensual, incluye operador
Excavadora	\$6.000.00, 0	Arriendo mensual, incluye operador
Camioneta	\$1.500.000	Arriendo mensual
Combustible	\$6.000.000	Precio de referencia de proyecto en marcha.
Instalaciones	\$1.000.000	Arriendo mensual 5 módulos (Oficina, baño, comedor, dormitorios)

Agua	\$1.000.000	Potable e industrial (el proceso no consume agua, esta será solo para lavado equipos).
Alimentación	\$3.000.000	
Gastos administrativos	\$9.000.000	Incluye sueldo supervisor, prevención riesgo.
Gasto por compra relave	60.000.000	Corresponde al pago de 1000 pesos/ton por 60.000 ton/mes
Total gastos	\$93.500.00	Gasto mensual

Tabla 8: Supuestos de costos operacionales, estimación mensual (elaboración propia).

7.4 Determinación ingresos y egresos

El único ingreso corresponde a la venta del relave y los egresos serán los gastos operacionales. El precio de venta se estima es 4.000 pesos chilenos por tonelada de relave y un volumen de venta de 60.000 toneladas mes.

Validación del precio de venta del relave:

Los precios se validaron al analizar los precios que se pagan por materias primas parecidas o de igual características que los relaves tales como carbonato de calcio, caolín, escorias y cenizas donde se paga hasta \$10.000 pesos chilenos por tonelada, Esta información que se obtuvo de proveedores de dichas materias primas. Sin embargo, no existe una fuente de información oficial de los precios indicados debido a que es un mercado muy reducido. En este contexto, se pretende obtener un precio de venta superior a los \$4.000 pesos chilenos por tonelada de materia prima proveniente de relave incluido el costo de carguío. Se opta por este precio inicial para lograr entrar al mercado, donde no se dispone de experiencia previa. Adicionalmente en un análisis comercial preliminar se llegó a la determinación inicial de que ese precio es el ideal para promocionar el producto de materia prima proveniente de relave ya que todas la empresas mineras o relacionadas al rubro saben que el Pasivo ambiental no tiene costo alguno para las mineras. Si la Startup opta por pedir un precio más alto corre el riesgo de que las compañías que generan los residuos en el futuro se interesen en promocionar las materias primas directamente desde sus propios relaves.

A continuación,

En la tabla 9 se muestran una estimación de los ingresos en un plan para 5 años.

PROYECCIÓN DE 5 AÑOS	ESTIMACIÓN DE INGRESOS				
Producto	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Relave (ton/año)	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000
Total (\$CLP)	\$2.880.000.000	\$2.880.000.000	\$2.880.000.000	\$2.880.000.000	\$2.880.000.000

Tabla 9: Estimación de ingresos (elaboración propia).

En la tabla 10 se muestra una estimación de los gastos para el plan de 5 años. No existe variación en estos costos debido a que en la operación siempre se ocuparán los mismo equipos e infraestructura

PROYECCIÓN DE 5 AÑOS	ESTIMACIÓN DE GASTOS				
Egreso	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
Valor	\$1.124.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000

Tabla 10: Gastos proyectados del negocio (elaboración propia).

7.5 Determinación tasa descuento, Flujo caja, Van, ROI, PAYBACK

PROYECCIÓN DE 5 AÑOS		ESTIMACIÓN DE INGRESOS			
Producto	Año 0	Año1	Año2	Año3	Año4
Relave (ton/año)	720.000	720.000	720.000	720.000	720.000
Total (\$CLP)	2.880.000.000	2.880.000.000	2.880.000.000	2.880.000.000	2.880.000.000
Costo explotación	\$1.124.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000	\$1.074.000.000
Resultado de Explotación	1.756.000.000	1.806.000.000	1.806.000.000	1.806.000.000	1.806.000.000
Gasto de Administración y Ventas	26.000.000	28.600.000	31.460.000	34.606.000	38.066.600
Gastos generales	2.000.000	2.200.000	2.420.000	2.662.000	2.928.200
Asesorías Legales	4.000.000	4.400.000	4.840.000	5.324.000	5.856.400
Gasto Publicidad	20.000.000	22.000.000	24.200.000	26.620.000	29.282.000
Flujo de caja Operacional	1.730.000.000	1.777.400.000	1.774.540.000	1.771.394.000	1.767.933.400
Impuesto a las utilidades 27%	328.700.000	337.706.000	337.162.600	336.564.860	335.907.346
Tasa de descuento	10%				
VAN	\$6.632.524.542				
TIR	3463%				
ROI	3360%				
PAYBAK	0				

Tabla 11: Flujo de caja proyectado. (elaboración propia)

En la tabla 11 como resultado de estos supuestos, la operación parte en el año 0, con un desfase de 2 meses por capital de trabajo, se llega que el VAN a 5 años sería cercano a los 6.600 MCLP, dado que el VAN tiene un valor positivo eso indica que el proyecto genera rentabilidad.

La TIR tiene un valor de 3463% que es muy superior a la tasa de descuento mínima exigible 10%, lo que concluye que el proyecto es rentable.

El PAYBACK es igual a 0 lo que indica que la inversión se recupera en el primer año.

Análisis de sensibilidad:

Si se realiza un análisis de sensibilidad respecto a las variables precio y volumen de venta, así como factores externos.

Primero se analiza el precio el cual obedece a una estimación inicial, pagado por el cliente de la empresa de cementos, se puede observar que a un precio de venta \$2.000 pesos chilenos por tonelada, la proyección de flujos de caja varía, como se puede observar en la tabla 12, el VAN es de \$1.100 MCLP a 5 años. Por otro lado, a un precio de \$5.000/ton el VAN alcanza los \$9000 MCLP, se muestra la sensibilidad del flujo de caja a la escala de ventas de relave. Se fijó el precio de ventas del relave a \$2.000 pesos chilenos, para observar un caso en que la variable de "precio de venta" corresponde a una reducción del 50% del precio de venta esperado inicial (\$4.000/ton). Como se puede observar, así mismo si se logra una escala de ventas de materias primas provenientes de relave

del orden de las 360 k ton año equivalente a una reducción de flujos operacionales del 50%, a ese precio de venta a \$2.000 pesos chilenos, el negocio inicialmente con la estructura y costo operacionales es rentable. Notar que la estructura de costo en este caso considera un diseño de costos fijos, maquinaria y sueldos, por lo que podrían reajustarse los costos a este escenario de precios, en la medida de que el diseño del negocio permita una estructura de costos variables más flexible y adaptable.

Sensibilidad Precio (CLP/ton)	\$ 2.000	\$ 3.000	\$ 4.000	\$ 4.500	\$ 5.000
VAN	\$ 1.173.791.594	\$ 3.903.158.068	\$ 6.632.524.452	\$ 7.997.207.779	\$ 9.361.891.016

Tabla 12: Sensibilidad del flujo de caja al precio (elaboración propia).

En la tabla 13 volumen venta se analiza el volumen de venta para un mínimo de 360 k/ton año y máximo de 828 k/ton año, en el caso de una reducción de venta de un 50% el negocio sigue siendo rentable.

Sensibilidad Volumen ventas (ton/año)	360.000	540.000	720.000	782.000	828.000
Supuesto: precio fijo \$2.000	-50%	-25%	0	10%	15%
VAN	\$334.000.000	\$ 694.000.000	\$ 1.054.000.000	\$1.178.000.000	\$1.270.000.000

Tabla 13: Sensibilidad del flujo de caja a la escala de ventas. (elaboración propia).

8. Conclusión

Del desarrollo del trabajo y considerando en particular los análisis de la situación de Chile y de la industria minera en particular se puede concluir que existen condiciones favorables para llevar adelante el tratamiento de relaves bajo el esquema propuesto en este modelo de negocio.

Para el éxito de esta propuesta operacional es de vital importancia esclarecer la situación legal de los relaves y relación contractual que se establezca entre la Startup y el dueño del relave donde la startup se asegura con un contrato de exclusividad para la venta y operación del relave.

De la evaluación financiera se desprende que el modelo de negocio para la operación de venta de relave presenta indicadores económicos positivos (VAN de \$6.632.524.542) bajo supuestos conservadores de ingresos y costos.

El modelo es atractivo para los dueños de relaves dado que pueden obtener ingresos extras por la venta del relave con una exposición al riesgo mínima. El modelo cumple con el objetivo de dejar que cada parte concentre sus recursos operacionales y financieros en lo que posee ventaja competitiva, liberando a la otra parte de tareas que están fuera del núcleo de su negocio.

Dado el potencial existente en la minería chilena en cuanto a cantidad de producción y depósitos de relave con recursos económicos relevantes es que el modelo propuesto tiene sentido para ser desarrollado ya que, por una parte, tiene buena rentabilidad, y por otra se desarrolla en una industria consolidada y referente a nivel mundial.

Desde la perspectiva social, los tranques de relaves ya cerrados o en situación de abandono, mediante la aplicación de un modelo como este, pueden pasar desde ser un problema a ser un factor de impulso económico para las comunidades aledañas, y para el país en general mediante el pago de impuestos.

9. Bibliografía

1. Cámara Chilena de la construcción, informes anuales construcción, 2021.
2. <https://fch.cl/iniciativa/programa-tranque>
3. Cemento BioBio, informe Humphreys, 2020.
4. Cemento BioBio, memorias anuales, 2021.
5. Cemento Melón, memorias anuales. 2021.
6. Cemento Polpaico, memorias anuales, 2021.
7. CESCO, los relaves son una oportunidad para avanzar en una minería de menor impacto, 2021.
8. Cochilco, proyección de la producción de cobre en Chile 2020- 2030, 2019.
9. Cochilco, Proyección Para la producción de cobre en Chile 2018-2029, 2017.
10. convenio 169 de la Organización internacional del trabajo -OIT- y la Ley 21 de 1991.
11. Catastro y Diagnostico Depósitos de relaves- Sernageomin, 2020.
12. Directiva del parlamento europeo sobre los residuos, 2018.
13. DS48, Reglamento de Depósitos de Relaves, 2007.
14. Estadísticas Cochilco, el sector minero y la economía chilena, 2020 – 2021.
15. ICH, Instituto Chileno de del cemento y del hormigón, informes anuales, 2019.
16. ICH, Instituto del cemento y del hormigón de Chile, informe final, 2020.