



**Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación  
Facultad de Administración  
Magister en Administración de Empresas - MBA**

**TECNOLOGÍA PARA DISMINUIR LA POLUCIÓN EN CAMINOS MINA DE  
MINERA CENTINELA**

**Proyecto de Título para optar al Grado Académico de Magister en  
Administración de Empresas**

**Profesor Guía: Ulises Bacho Gahona**

**Maestrando:**

**Waldo Ávalos Medel**

---

**Santiago de Chile, enero de 2023**

## Contenido

<b>Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>Capítulo I: Marco Teórico</b> .....	<b>4</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	4
1.2 Objetivos .....	5
1.3 Marco Conceptual.....	6
1.3.1 Mapa Conceptual.....	7
1.3.2 Definiciones de Marco Conceptual .....	8
Polución en caminos no pavimentados.....	8
Baches.....	9
Ahuellamiento .....	9
Calaminas.....	9
Depresiones.....	10
Pérdida de Agregado.....	10
Erosión.....	11
Deterioro Superficial .....	11
Resbalamiento y Deslizamiento.....	11
Accidente .....	12
Escasez de Recurso Hídrico en la Minería .....	12
Aplicar Producto de Estabilización de Suelo.....	14
Tipos de Estabilizadores .....	15

Aplicar Cloruro de Magnesio Diluido.....	16
Producto Natural y No contaminante .....	16
Estudio de Factibilidad Técnica y Económica .....	17
Implementación de Planta de Cloruro de Magnesio Diluido .....	17
Dentro de Faena.....	17
Estudio de PCC .....	18
Calcular producto que se debe aplicar.....	18
Bajar PCC.....	18
VAN .....	19
Fundamentos Metodológicos de la Investigación .....	19
<b>Capítulo II: Fundamentos Metodológicos de Investigación.....</b>	<b>21</b>
2.1 Desarrollo de Investigación.....	21
2.1.1 Tipo de Investigación – Explicativa .....	21
2.1.2 Estructura de Investigación – Explicativa.....	22
2.1.3 Enfoque de la Investigación - Cuantitativo.....	22
2.1.4 Método de Investigación – No Experimental.....	23
2.1.5 Tipo de Investigación – Transeccional.....	23
2.1.6 Identificación de Fuente Secundaria.....	23
2.1.7 Marco Muestral .....	24
2.1.8 Recolección de Datos .....	29
2.2 Levantamiento de Información.....	32
<b>Capítulo III: Propuesta Técnica y Económica.....</b>	<b>42</b>
3.1 Propuesta Técnica.....	42
3.1.1 Estructura Organizacional.....	42
3.1.2 Localización .....	44

3.2 Propuesta Económica.....	46
3.2.1 Evaluación Económica.....	46
3.2.2 Determinación de la Producción .....	47
3.2.3 Determinación de la Inversión.....	48
3.2.4 Determinación de Costos Fijos y Variables.....	49
3.2.5 Depreciación .....	50
3.2.6 Determinación del Precio .....	51
3.2.7 Determinación del Punto de Equilibrio (PE) .....	52
3.2.8 Financiamiento.....	54
3.2.9 Determinación de Capital de Trabajo.....	55
3.3.0 Determinación de la Tasa de Descuento (WACC) .....	56
3.3.1 Flujo Caja Inversionista.....	57
3.3.2 Indicadores Económicos .....	59
<b>Anexos .....</b>	<b>61</b>
1.1 Aplicación PESTEL.....	61
1.2 Aplicación 5 fuerzas de Porter .....	65
1.3 Aplicación Modelo de Negocio Canvas.....	67
1.4 Aporte a la Comunidad .....	70
<b>Recomendaciones y Limitaciones .....</b>	<b>71</b>
1.1 Recomendaciones .....	71
1.2 Limitaciones .....	73
<b>Conclusión .....</b>	<b>74</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1: Orden de Servicio por Tratamiento de Caminos. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2: Contrato entre Salmag y Empresa Colaboradora.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3: Cotización con detalle de Tipo de Intervención.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 4: Levantamiento de Emisiones PM10 en Minera Centinela. ....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5: Esquema de la Toma de Muestras del Procedimiento de Medición. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 6: Medidor de Partículas PM10. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7: Cotización de Estabilizado de Caminos. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 8: Tránsito Equipos Pesados Mina Encuentro.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 9: Tránsito Camiones Extracción Mina Encuentro. ....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 10: Levantamientos Pcc.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 11: Emisión de material particulado PM10 con PCE-PCO. ....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 12: Planta de Preparación de Cloruro de Magnesio Diluido. ....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 13: Piscina con Cloruro de Magnesio Diluido a 1,250 de densidad.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 14: Cachimba para Carguío de Cloruro de Magnesio.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 15: Modelo de Camiones Aljibe que se ocupan para aplicar producto. ....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 16: Camino Área Mina, Lomas Bayas. ....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 17: Organigrama. ....</b>	<b>43</b>

<b>Figura 18: Ubicación de Oficina y Planta para preparación de Cloruro de Magnesio Diluido.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 19: Proceso de Preparación de Cloruro de Magnesio Diluido....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 20: Producción Cloruro de Magnesio. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 21: Balance General. ....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 22: Costos Fijos y Variables. ....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 23: Depreciación Lineal.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 24: Determinación del Precio.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 25: Cantidad Equilibrio.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 26: Punto de Equilibrio.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 27: Préstamo. ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 28: Capital de Trabajo. ....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 29: WACC. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 30: Flujo Caja Inversionista. ....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 31: VAN, TIR y PAYBACK.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 32: Aplicación Modelo de Negocios Canvas.....</b>	<b>69</b>

## Resumen

En relación al estudio realizado para cubrir la necesidad de la mantención de caminos no pavimentados, basado en el uso de Cloruro de Magnesio específicamente la Solución de Bischofita (Mezcla de sal y agua), aplicado a la zona norte del país con concentración en la Minera Centinela, se encuentran diversas ventajas que hacen que la utilización de esta sal tenga buenos réditos, porque las propiedades que tiene este producto genera distintos beneficios, de los cuales se destacan: Caminos libres de polvo que ayudan a mejorar la visibilidad y aumentar la seguridad vial, mejorar la calidad de vida de los trabajadores y comunidades, ahorro de combustible por mayor durabilidad de rodado, mayor vida útil de neumáticos, menor humedad en los caminos que hacen que las condiciones de tránsito sean óptimas al conducir equipos livianos y maquinaria pesada, mayor disponibilidad de caminos y equipos, por ende se mejora la productividad y rendimiento de las operaciones mineras.

El proceso de preparación del producto requiere tener instalación en la faena respectiva, para efectuar las mezclas de Cloruro de Magnesio y agua, basado en estanques de amplias proporciones, con el objetivo de que un camión aljibe pueda efectuar el trayecto designado, dejando la mezcla en el camino no pavimentado, para ello no solo es necesario tener las instalaciones, sino que implica la utilización de instrumentos, equipos y recursos humanos, los cuales pueden sustentar la continuidad del negocio. Uno de los equipos más importantes para el proyecto es el medidor de partículas PM10, porque entrega levantamiento de los caminos, lo cual sirve como guía para saber dónde aplicar dosis respectivas.

Para este proceso fue clave contar con recolección de documentos de proyectos reales que respaldan la metodología de investigación cuantitativa.

## Introducción

La bischofita o cloruro de magnesio ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), es una sal que se utiliza como estabilizador para el tratamiento de caminos no pavimentados principalmente para la minería y el sector norte del país. Además, es utilizada en la ganadería, agricultura y medicina veterinaria para aumentar el rendimiento del cultivo y tratar a los animales.

El comportamiento de todos los caminos de proyectos estabilizados con cloruro de magnesio diluido ha sido excelente, casi en toda su extensión presentan una carpeta de rodado estable, sin liberación de polvo ni formación de baches, corrugaciones y pérdida de material, presentando, además, una excelente calidad de rodadura que permite una velocidad de circulación de 100 km/hr., en función a lo anterior, el objetivo de esta investigación “No experimental” no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, de esta forma se puede demostrar que la aplicación de cloruro de magnesio diluido es efectiva para: retención, absorción de humedad ambiente cuando es superior al 32%, mejoramiento de rodado de camino, disminución de polución, disminución de costos de operación y seguridad vial.

El estudio mostrará un enfoque de investigación cuantitativo para la implementación de una planta que se dedique a la preparación de cloruro de magnesio y aplicarla después de hacer levantamiento a través de equipo especialmente diseñado para cuantificar la concentración de partículas en micrones bajo una muestra de  $1,0 \text{ cm}^3$  aire (Parámetro  $PM(x)$ ). El proyecto se enfoca en realizar levantamiento  $PM_{10}$  de caminos de Minera Centinela para poder aplicar solución de cloruro de magnesio en zonas críticas.

Este estudio se basa en poder entregar una opción de solución para los caminos mina de Minera Centinela, donde transitan: Camiones Extracción de Alto Tonelaje, Cargadores Frontales, Camiones Aljibe, equipos livianos, etc., los cuales



destruyen el sello del camino, lo que provoca el aumento en el consumo de agua, grietas y baches que obstaculizan el tránsito y producen aumento de polución, lo cual, tiene como efecto accidentes entre equipos, no cumplimiento de metas y baja en la producción.

La estabilización de los suelos en la ingeniería práctica, particularmente en las vías terrestres, ha sido una técnica ampliamente utilizada para mejorar el comportamiento esfuerzo deformación de los suelos. El mejoramiento de los suelos ha atendido a diversos requerimientos, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, entre otros, buscando en todos los casos, un buen comportamiento esfuerzo deformación de los suelos y de la estructura que se coloque sobre ellos, a lo largo de su vida útil.

En los terrenos arcillosos, particularmente en climas áridos o semiáridos, es altamente probable encontrar problemas relacionados con inestabilidades volumétricas ante la ganancia o pérdida de agua. Existen en la práctica diversos métodos para estabilizar a tales suelos, en este caso el más consumido en este sector es el Cloruro de Magnesio (bischofita).

## **Capítulo I: Marco Teórico**

En el presente capítulo se analiza un marco conceptual que permite estudiar la situación actual de la compañía y formular una estrategia alternativa para su desarrollo.

Por lo anterior, tres conceptos fundamentales se describirán a continuación, esto es, planteamiento del problema, objetivos y marco conceptual.

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Referente al problema u oportunidad de mejora, se realizó entrevista a Jefe de Operaciones de Minera Centinela, quien comento lo siguiente:

*“En nuestra Minera, Centinela, existe un grave problema en los caminos del área operaciones mina, donde transitan: vehículos livianos y maquinaria pesada de alto tonelaje, lo que provoca grietas, polución y en efecto, un aumento en la tasa de incidentes, por lo tanto, se hace imperativo contar con una alternativa a la brevedad. Está difícil este análisis, porque hay que buscar que alternativas tenemos como Minera para bajar los niveles de polución y mejorar la calidad de los caminos mina”.*

Para iniciar el proceso, el problema de decisión se transforma en un problema de investigación:

¿Qué alternativa tiene Minera Centinela para bajar los niveles de polución y mejorar la calidad de los caminos mina?

## **1.2 Objetivos**

### Objetivo General

Evaluar la factibilidad técnica y económica de una alternativa para bajar los niveles de polución y mejorar la calidad de los caminos mina.

### Objetivos Específicos

- a) Proponer una tecnología de reducción de niveles de polución y mejora de calidad de los caminos mina en Minera Centinela.
- b) Seleccionar una alternativa plausible de ser implementada.
- c) Determinar el impacto ambiental de la alternativa seleccionada.

### **1.3 Marco Conceptual**

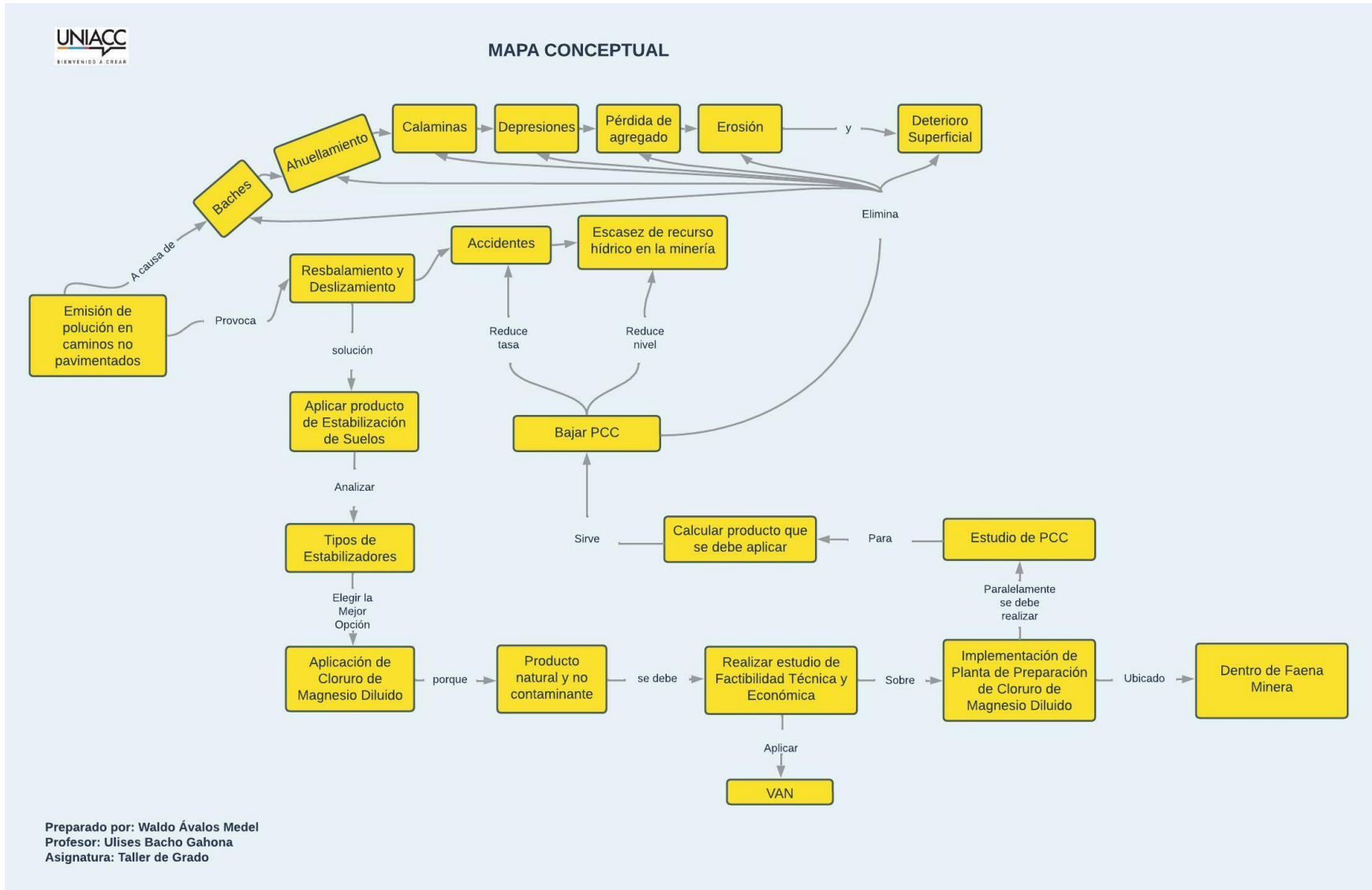
Para organizar ideas y hacer distinciones conceptuales se aplicará un mapa y marco conceptual, el cual ayudará a entender a través de variaciones y contextos una definición real de la propuesta que se debe abordar.

Se debe considerar que los procesos mineros son todos críticos y donde nace toda la producción es a través del área mina, donde se ocupa maquinaria pesada de alto tonelaje para poder extraer el cobre, por lo tanto, contar con caminos no pavimentados en mal estado, complica todo el proceso productivo.

Al existir algún incidente o accidente en faena por mal estado de caminos, se detiene la producción y se pierden miles de dólares en venta, además de pérdida material o daño a las personas, por ende, se debe contar, con un método que no sea contaminante, económico y de fácil aplicación que se ajustes a las necesidades de la Minera.

A continuación, mapa conceptual.

### 1.3.1 Mapa Conceptual



### **1.3.2 Definiciones de Marco Conceptual**

#### **Polución en caminos no pavimentados**

##### ***Definición***

Polución se define como: Contaminación intensa y dañina del agua o del aire, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos. (Española, 2022)

La polución o polvo en suspensión (volátil), es un problema para los caminos sin tratamiento, porque puede afectar la salud de las comunidades que viven cerca de los caminos, visibilidad de los usuarios, aumenta los costos de conservación de los caminos debido a la rotura del sello y afecta los componentes de los vehículos livianos y maquinaria pesada. Con el objetivo de disminuir la emisión de material particulado se utiliza la bischofita ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), cuya principal característica es la higroscopia o capacidad para absorber o captar el agua del aire. (Reyes, 2015)

El cambio de la humedad del aire, provoca un efecto de cambio de humedad en la carpeta de rodado, por ejemplo, es normal que durante el día la humedad relativa del aire disminuya produciendo evaporación del agua en los caminos y en consecuencia su secado, mientras que en la noche la humedad relativa del aire aumenta, hidratando la superficie de los caminos, este efecto impacta directamente en el funcionamiento de los caminos tratados con cloruros, debido a que la bischofita tiene distintas propiedades (delicuescencia, capacidad higroscópica, etc.) y composición molecular. Existe la posibilidad de mejorar el desempeño de los caminos mediante la aplicación de Cloruro de Magnesio diluido (Bischofita). (Reyes, 2015)

## **Baches**

### ***Definición***

Se define como: Espacios vacíos y depresiones que se forman puntualmente en la superficie de la calzada. Las causas que originan ello es debido al pobre drenaje, baja capacidad de soporte, baja densidad, graduación pobre, susceptibilidad térmica y fallas de la superficie por el tránsito. (Reyes, 2015)

## **Ahuellamiento**

### ***Definición***

Se define como: Depresiones a lo largo del camino sobre las huellas que dejan las ruedas de los vehículos. El ahuellamiento es originado por baja capacidad de soporte o baja densidad de la base y/o sub-base, debido a una baja e inadecuada compactación del material. Vehículos pesados en general crean ahuellamiento cuando el material de base y sub-base se encuentra saturado. El agua en exceso puede causar superficies inestables y puede llevar a generar ahuellamientos. (Reyes, 2015)

## **Calaminas**

### ***Definición***

Se define como: Daño que se exhibe por la pérdida de regularidad superficial debida a la aparición de ondulaciones en intervalos regulares a lo largo del camino, proveniente del movimiento de la suspensión de los vehículos que transitan, causando cargas variables en intervalos regulares, y que trae como consecuencia un ondeo repetitivo de la superficie. Las causas posibles de la generación de calaminas se encuentran, la superficie inestable, bases pobres y excesiva humedad. (Reyes, 2015)

## **Depresiones**

### ***Definición***

Se define como: Las depresiones son un tipo de daño que se caracteriza por manifestarse como una depresión localizada de la superficie, y puede considerarse un daño cuando afecta notoriamente la calidad de la rodadura, o en el caso de que existan pozos de agua en la superficie, puede ocasionar serios inconvenientes a la conducción de los vehículos. (Reyes, 2015)

La posible causa de las depresiones puede deberse a: Capacidad de soporte deficiente, exceso de humedad, drenaje inadecuado, a problemas durante la construcción, coexistencia de una superficie inestable. También, puede ser el resultado de fallas de la superficie bajo la acción del tránsito, y particularmente, debido al paso de vehículos pesados cuando la base se encuentra saturada. (Reyes, 2015)

## **Pérdida de Agregado**

### ***Definición***

Se define como: La capa de rodadura con el tiempo perderá material que va soltando arena gruesa de la superficie debido a la acción del tránsito. Esto ocurre cuando se tiene baja plasticidad por falta de material finos, por una pobre distribución de tamaños del material de la carpeta de rodadura o simplemente por una pobre compactación. La pérdida de la arena gruesa es más en caminos que tienen volúmenes de tránsito más altos con vehículos pesados, en zonas con fuertes pendientes y trazados con muchas curvas. (PAST, 2005)



## **Erosión**

### ***Definición***

Se define como: Es la pérdida de material de la superficie producida fundamentalmente por la acción agresiva del agua. (Reyes, 2015)

## **Deterioro Superficial**

### ***Definición***

Se define como: Pérdida de material de la superficie del camino debido al medioambiente, a problemas durante la construcción o a la acción del tránsito. Este tipo de deterioro puede causar incomodidades en la conducción y problemas mayores en el futuro. (PAST, 2005)

Las causas principales que generan este tipo de daño se deben a una inapropiada compactación, baja capacidad de soporte y a una baja densidad de las capas de superficie y de base. (PAST, 2005)

## **Resbalamiento y Deslizamiento**

### ***Definición***

Se define como: Cuando la superficie de rodado contiene excesiva cantidad de agregados finos en proporción a la fracción gruesa. Además, por acción del tránsito, se puede producir un trituramiento de los materiales más gruesos, convirtiéndolos en partículas más finas lo que ocasiona que se cambie la superficie y se haga más resbaladiza. (Reyes, 2015)

Una vez mencionados los distintos tipos de daños que se puedan originar en los suelos No Pavimentados, es importante profundizar en los Estabilizadores de

Suelos, que por medio de manipulación de químicos naturales como sintéticos busca mejorar el comportamiento de los suelos, con el fin que la base no provoque la generación de accidentes, daños a vehículos, y principalmente un impacto ambiental. Tomando en cuenta que grande parte de las superficies del país consta de Ripio y Tierra, en especial condición que se encuentran en el Norte del país. (Reyes, 2015)

## **Accidente**

### ***Definición***

Se define como: Toda lesión que sufra un trabajador/a a causa o con ocasión del trabajo, y que le produzca incapacidad o muerte. (SUSESO, 2022)

## **Escasez de Recurso Hídrico en la Minería**

### ***Definición***

Se define como: El agua es un recurso escaso, que no solo es considerado un problema hidrológico, también se trata, cada vez en mayor grado, de un problema económico, que limita el desarrollo de la gran mayoría de las actividades industriales. Específicamente en la minería, el recurso hídrico se encuentra presente en la mayor parte de los procesos, tales como su extracción, aglomeración, flotación, etc. (PAST, 2005)

Según los datos oficiales de Cochilco, se sabe que el gasto del agua es excesivo, llegando a los 14.800 litros por segundo, una cifra desmesurada que promete aumentar en un 66% para el año 2025. Este aumento sería ocasionado principalmente por las futuras bajas leyes de los concentrados, por lo que para mantener la producción se necesitará procesar una mayor cantidad de material mineralizado con el fin de obtener una tonelada de cobre fino. (PAST, 2005)

El agua actualmente es uno de los bienes más necesarios no sólo para el trabajo y desarrollo de la minería en Chile, sino que también para mantener la vida en la Tierra, ya que es fundamental para el consumo de otras actividades humanas, como también para el consumo de animales. Se prevé que, en un futuro no muy lejano, el recurso hídrico escaseará hasta tal punto que habrá una fuerte lucha por parte de los gobiernos por hacerse con fuentes que contengan agua, es más, en muchos poblados en varios países del mundo, el agua ya está escaseando, tanto así que se aprovecha hasta el agua impura que puede producir enfermedades en las personas, en efecto no es factible seguir gastando tan desmesuradamente este recurso, sobre todo si hay otros métodos que sirven para cumplir la misma función que el agua en las mineras, incluso más efectivamente que ésta. (Reyes, 2015)

El consumo del recurso hídrico hoy en día en la minería es un tema de debate, ya que es utilizado en cantidades inmensas, sin una medición o conciencia de lo que realmente se está utilizando. (Reyes, 2015)

Para mitigar y aliviar el gasto de agua producido en la minería chilena en general, existen una serie de soluciones, los cuales se materializan en productos que vienen a reemplazar el consumo de agua y sus funciones como tal, muchas veces mejorando su efecto sobre las tareas deseadas y otras no. (PAST, 2005)

Muchos de los recursos que se utilizan para sustituir el agua tienen efectos negativos sobre el suelo en el que se utilizan, como también hay otros que tienen efectos positivos, pero a muy alto costo. (Reyes, 2015)

La implementación de la aplicación de cloruro de magnesio en la minería permite disminuir el consumo del recurso hídrico a medida que pase el tiempo, lo que conlleva a un desarrollo sustentable de la minería y en línea con el cuidado del medio ambiente. (PAST, 2005)

En Chile la minería es una actividad que genera la mayor parte de los ingresos al país, por su riqueza natural de varios minerales, principalmente el cobre, que se exporta a muchos lugares a nivel mundial, es por esta razón que la actividad minera no puede detenerse, ya que implica una pérdida millonaria por cada día, incluso hora, que se encuentra detenida, sin embargo hay muchos recursos naturales que se utilizan para poder lograr una extracción total del mineral, siendo uno de los más utilizados el agua. (PAST, 2005)

## **Aplicar Producto de Estabilización de Suelo**

### ***Definición***

Se define como: Tradicionalmente el control de polvo se ha limitado simplemente al riego con agua de manera permanente mediante camiones aljibe. Una solución que, junto con ser costosa, puesto que el agua en el norte del país es muy escasa y cara, tampoco resulta eficiente en términos globales. Sin embargo, actualmente, el desarrollo de tecnologías de control de polvo ha decantado en la generación de productos que se aplican de manera tecnificada y mediante pautas específicas, todo ello asociado a un monitoreo permanente del material particulado. En este sentido, se busca la eficiencia, poder medir cuánto polvo se genera y cuánto polvo es el que se está mitigando.

Otro punto que respalda el motivo del ahorro del recurso hídrico es la futura escasez de éste, el cual será cada vez mayor en zonas que hoy ya son secas, esto se ve afectado producto del cambio climático. Estos cambios, sin duda, generarán no sólo riesgos para la vida humana, sino también para el desempeño económico del país, pues industrias relevantes que hoy requieren del elemento para su producción como la minería, tenderán a ver cada vez más restringido su acceso al recurso.

Lo mencionado anteriormente generará un impacto en la disminución de precipitaciones, lo cual podría afectar en el uso de los supresores gracias a sus características específicas, explícitamente hablando en términos de aplicación; número de veces que tiene que ser aplicado el producto para la formación de la capa sobre el terreno. (Reyes, 2015)

## **Tipos de Estabilizadores**

### ***Definición***

Se define como: son la aplicación de un producto químico, el cual este se mezcla homogéneamente con el suelo a tratar, y se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través del uso de productos químicos, naturales y sintéticos, de los cuales tenemos distintas clasificaciones que se encuentran bien explicadas y citadas en un documento anteriormente mencionado y se da a conocer a continuación; **Los Absorbentes de agua** que incluyen a Cloruro de Calcio, Sodio y Magnesio “BISCHOFITA”; **Derivados del Petróleo** como Emulsión asfáltica, Líquidos asfálticos y Emulsiones de asfalto modificado; **No Derivador del Petróleo** que incluyen Grasa de Animales, Lignosulfatos, Melaza-Azúcar de beterrada, Emulsiones de caite de tallos y Aceites vegetales; **Electroquímicos** como Enzimas, Productos iónicos y Aceite Sulfonatos; **Polímeros Sintéticos** de Acetato Poli vinílico y Vinil acrílico; **Aditivos de Arcilla** como la Bentonita y Montmorillonita; **Cementantes** como lo son el Cemento, Cal y Cenizas. (Sotelo, 2015)

## **Aplicar Cloruro de Magnesio Diluido**

### ***Definición***

Se define como: Consiste en la aplicación de un riego de solución de bischofita en una dosis promedio de 2-3 kilos por metro cuadrado, sobre una superficie de camino compactado y libre de deterioros superficiales.

La solución de bischofita (cloruro de magnesio diluido) consiste en una mezcla homogénea de sal y agua, cuya concentración típica es una razón de (1,5:1) (sal:agua). Este tratamiento se aplica a caminos con un alto tráfico minero, estándares de tránsito medio-alto, caminos de uso temporal y es prácticamente aplicable a cualquier tipo de material base.

## **Producto Natural y No contaminante**

### ***Definición***

Se define como: El cloruro de magnesio es un **mineral iónico compuesto por cloro y magnesio** ( $MgCl_2$ ) que principalmente proviene del agua del mar. Este mineral desarrolla un papel muy importante en el organismo, se encuentra en muchos de los alimentos que consumimos habitualmente y, además, tiene múltiples funciones, ya que previene y trata enfermedades e infecciones, refuerza los huesos y los dientes, entre muchas otras. Así pues, gracias a sus propiedades son muchas las personas que lo incluyen en su dieta para mantener un cuerpo sano. También, debemos destacar que todo en exceso es malo, por tanto, el consumo excesivo de este mineral tiene un efecto contrario para la salud y nuestro bienestar.

El cloruro de magnesio además es un excelente tratamiento natural para la piel, se utiliza como coagulante en algunas elaboraciones con alimentos, también tiene un papel esencial en la industria textil, ya que se desarrolla para el tratamiento de la lana y el algodón. (Reyes, 2015)

## **Estudio de Factibilidad Técnica y Económica**

### ***Definición***

Se define como: Los resultados obtenidos en la evaluación económica de un proyecto, para lo cual es necesario indicar que, para la proyección de los ingresos de la empresa, es clave estimar los flujos de caja y así poder obtener indicadores cuantificables tales como VAN, TIR y Payback, los cuales permitirá medir la capacidad, la eficacia y la eficiencia del proyecto, en función a la toma de decisiones. (Fundamentos de Finanzas Corporativas, 2016)

## **Implementación de Planta de Cloruro de Magnesio Diluido**

### ***Definición***

Se define como: La preparación de Cloruro de Magnesio Diluido se realiza a través de una planta instalada en la faena donde se requiera este servicio.

La planta cuenta con 2 estanques australianos de agua, con capacidad de 20.000 litros cada una, más 3 estanques australianos para preparar la solución de bischofita con capacidad de 10.000 litros cada una, también un minicargador y motobombas que están implementadas para traspasar líquido de un estanque a otro y una cachimba para cargar la solución de bischofita al camión aljibe. (Aplicación y Evaluación de Cloruro de Magnesio, 2015)

## **Dentro de Faena**

### ***Definición***

Se define como: Instalación de Planta para preparación de Cloruro de Magnesio Diluido dentro de faena (estratégico), de esta forma, mejora timing de aplicación y optimización de los procesos en general. (Aplicación y Evaluación de Cloruro de Magnesio, 2015)

## **Estudio de PCC**

### ***Definición***

Se define como: Consiste en cuantificar las partículas por centímetro cubico (PCC) que emite el camino a través de tecnología (PM10). (PAST, 2005)

## **Calcular producto que se debe aplicar**

### ***Definición***

Se define como: Se lleva a cabo un levantamiento en terreno de la emisión del material particulado (Parámetro PM), que se origina por el paso de un vehículo sobre un camino no pavimentado. El levantamiento se lleva a cabo a partir de un procedimiento que utiliza un equipo especialmente diseñado para cuantificar la concentración de partículas de tamaño menor a “x” micrones en una muestra de 1,0 cm<sup>3</sup> de aire (Parámetro PM(x)). PM10 define a las partículas de tamaño menor a 10 micrones. (Reyes, 2015)

## **Bajar PCC**

### ***Definición***

Se define como: A través de la aplicación de cloruro de magnesio diluido en función a la evaluación PM10 se crea un sello el cual permite bajar emisión de partículas por centímetro cúbico. (Reyes, 2015)



## **VAN**

### ***Definición***

Se define como: El valor actual neto es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0.

Si el resultado es mayor que 0, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de retorno que se exigía al proyecto; si el resultado es igual a 0, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión. Cuando el VAN es negativo, el proyecto puede tener una alta rentabilidad, pero será inferior a la exigida. En algunos casos, como se explicará más adelante, el VAN negativo puede incluso indicar que, además de que no se obtiene rentabilidad, parte o toda la inversión no se recupera. (Chain, 2011)

## **Fundamentos Metodológicos de la Investigación**

### ***Definición***

Se define como: Es importante utilizar una metodología de investigación porque se necesita una manera sistemática, controlada, empírica y crítica para llevarla a cabo, considerando que la mayoría de las ideas iniciales de una investigación son normalmente vagas e imprecisas, por lo tanto, es necesario que los planteamientos sean más precisos y estructurados. (Hernández, 2006)

*Estas definiciones a los conceptos ayudan a entender mejor la dinámica del proyecto, ya que es claro contar con una base conceptual antes de ir hilvanando cada proceso, también se establecen los objetivos.*

*A continuación, se identificará el Fundamento Metodológico de Investigación.*

## **Capítulo II: Fundamentos Metodológicos de Investigación**

En el presente capítulo se aplica una estrategia de investigación que se ajusta al problema de investigación.

En consecuencia, a lo anterior, esta estrategia se desarrollará como: Desarrollo de Investigación y Levantamiento de Información.

### **2.1 Desarrollo de Investigación**

#### **2.1.1 Tipo de Investigación – Explicativa**

Existen 4 tipos de investigación: Exploratoria, Descriptiva, Correlacional y Explicativa, estos tipos de investigación suelen ser las etapas cronológicas de todo estudio científico y cada una tiene una finalidad diferente: primero se “explora” un tema para conocerlo mejor, luego se “describen” las variables involucradas, después se “correlacionan” las variables entre sí para obtener predicciones rudimentarias y finalmente se intenta “explicar” la influencia de unas variables sobre otras en términos de causalidad.

En el presente trabajo se aplica la Explicativa, porque tiene relación causal, ya que trabaja sobre las fuentes del problema, es decir se orienta a establecer las causas que originan un fenómeno determinado, en este caso busca a través del levantamiento de línea base del camino, determinar los lugares que tienen sobre 1.000 Pcc de tamaño PM10, el cual se realiza con medidor de partículas PCE-PCO para luego proceder con la eliminación del problema a través de la aplicación de Supresor de Polvo.

### **2.1.2 Estructura de Investigación – Explicativa**

Enfoque de la Investigación - Cuantitativo

Alcance de Investigación - Explicativa

Diseño de Investigación – No experimental

Tipo de Investigación – Transeccional

### **2.1.3 Enfoque de la Investigación - Cuantitativo**

Se trata de un método ampliamente extendido para tomar las decisiones más exactas en la estrategia de la empresa y para elaborar planes estratégicos globales y precisos en cualquier actividad empresarial. Los conocimientos profesionales en física, matemáticas y especialmente estadística, son esenciales para poder analizar con la mayor exactitud los resultados de estas investigaciones cuantitativas.

Al presente informe de Taller de Grado se le dará un enfoque cuantitativo, porque los planteamientos que se investigan son específicos y delimitados. Además, las hipótesis se establecen antes de recolectar y analizar los datos. La recolección de los datos se fundamenta en la medición y análisis.

La meta principal de la investigación es la formulación y demostración de la teoría que se presenta en la tesis.

Enfoques cuantitativos:

- Levantamiento de Línea Base (Pcc).
- Cuantificación de cantidad de bischofita por metros cuadrados.
- Bajar tasa de accidentabilidad por mantener caminos en buen estado.
- Aumentar eficiencia de neumáticos.

- Reducir en 70% consumo de agua aplicada para la humectación de caminos.

#### **2.1.4 Método de Investigación – No Experimental**

Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

En un estudio “**No experimental**” no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes.

También se puede obtener información más acertada con los experimentos, ya que estos pueden dar la certeza de que las causas del fenómeno son razonables, por lo tanto, la trazabilidad de la polución es controlada a través del PCE-PCO.

#### **2.1.5 Tipo de Investigación – Transeccional**

Cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo, se utiliza el diseño transeccional. En este tipo de diseño se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único o momento dado.

#### **2.1.6 Identificación de Fuente Secundaria**

11.1 No se hará uso de Fuentes Primarias.

11.2 Se hará uso solo de fuentes secundarias.

La recopilación documental es un instrumento o técnica de investigación general cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales con el fin de ser utilizados dentro de los límites de una investigación en concreto.

Ninguna guía de recopilación puede suministrar una orientación detallada del material a recopilar indicando qué documentos son importantes y cuáles no lo son, ello depende de las habilidades del investigador, de su experiencia y capacidad de descubrir los indicios que permitan ubicarlos.

El desarrollo de este proyecto se fundamenta principalmente en la experiencia de los elaboradores y la recopilación documental gestionada a través de los distintos proyectos relacionados con la aplicación de Supresor de Polvo.

### **2.1.7 Marco Muestral**

Para escoger la mejor alternativa que solucione el problema de investigación, se extraerán datos de documentos reales de una empresa que preste este servicio en Minería, pero de forma puntual. Esto servirá como base para transformar los datos en información. Existe respaldo de contratos, cotizaciones y evaluaciones que permitirán que el proyecto sea exitoso.

A continuación, en figura 1, se presenta slice de orden de servicio entregada por Minera Centinela a Empresa Colaboradora, el cual indica valor de los servicios de aplicación de cloruro de magnesio diluido, USD220.982.

ORDEN DE SERVICIOS A TERCEROS OBRAS TEMPRANAS					
Razón Social Proveedor de los Servicios			RUT Contratista		OST N°
Constructora San Mateo SpA			76.029.075-B		VPP-OXE-OT-OST-0230
Identificación de los Servicios					
Abastecimiento, Asesoría técnica, preparación y aplicación de la solución en caminos mina con bischofita					
Administrador de Contratos del Contratista			Teléfono		Correo Electrónico
Rodrigo Vallejos Pincheira			+56 9 78577391		rvallejos@smateo.cl
Moneda Contractual	CLP	USD	UF	EURO	Imputación (Control de Proyecto)
Valor de los Servicios		USD220.982.-			Centro de Costo 4301001
Fecha de Inicio de los Servicios		17/02/2015			Naturaleza de Gasto P462
Fecha de Término de los Servicios		17/04/2015			Artículo Proyecto EWQWASMI
Descripción de los Servicios					
Abastecimiento, asesoría técnica, preparación y aplicación de la solución en caminos mina con bischofita COT-CSM-52-Rev2 de fecha 03/02/2015 Administrador de Contrato OXE: Sr. Rodrigo Cortes Picqueck					

Figura 1: Orden de Servicio por Tratamiento de Caminos.

Autor: Minera Centinela, 2015.

A continuación, en figura 2, se muestra slice de contrato de trabajo entre Salmag y Empresa Colaboradora, el cual indica valor de servicio mensual UF 1377,4.

**CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS  
SALES DE MAGNESIO LIMITADA  
CON  
CONSTRUCTORA SAN MATEO Y CIA LTDA**

En Santiago de Chile, a 01 de abril de 2013, comparecen **SALES DE MAGNESIO LTDA.**, RUT N° 77557430-5, debidamente representada por su Gerente General don José Tomás Ovalle Gordon, chileno, casado, Ingeniero Civil, cédula nacional de identidad N° 10637429-5, ambos domiciliados para estos efectos en calle Los Militares 4290, Comuna Las Condes de esta ciudad, en adelante, también e indistintamente, "SALMAG", por una parte; y por la otra, **CONSTRUCTORA SAN MATEO Y CIA LTDA.** RUT N° 76029075-0, debidamente representada don Rodrigo Vallejos Pincheira, chileno, casado, Empresario, cédula nacional de identidad N° 11771148-K, ambos domiciliados para estos efectos en Pasaje Las Rocas 8724, Comuna de Antofagasta de esa ciudad, en adelante, también e indistintamente, "la Constructora", se ha acordado celebrar el siguiente Contrato de Prestación de Servicios:

**PRIMERO: Objeto del Contrato.** Por el presente contrato, y por encargo de la SALMAG, la Constructora se obliga a prestar servicios de empresa aplicadora, en el marco del contrato de prestación de servicios denominado "Servicio DustMag Compañía Minera Xstrata Lomas Bayas, II Región".

Para los efectos de este contrato, Compañía Minera Xstrata Lomas Bayas se denominará también e indistintamente "la Minera" o "CMXLB".

El servicio señalado deberá prestarse conforme a las especificaciones, términos y condiciones que se detallan en el presente contrato y en sus documentos anexos, a saber:

---

**ANEXO 3: Propuesta Económica de la Constructora**

La Constructora cobrará a SALMAG en forma mensual por la prestación de sus servicios **UF1.377,4.-** o la proporción correspondiente a los días reales trabajados.

El valor cada factura debe estar expresado en pesos fijando el valor de la UF el día de emisión de cada documento. En caso de existir notas de crédito o débito por ajustes en valores de facturas, estos documentos deben estar expresados en pesos fijando el valor de la UF del día en que se generó el documento que modifican (factura)

Figura 2: Contrato entre Salmag y Empresa Colaboradora.

Autor: Salmag, 2013.



Ambos datos sirven como apoyo para el cálculo del VAN y TIR.

A continuación, en figura 3, se muestra slice de contrato de Cotización que entrega Constructora San Mateo a Minera Encuentro, donde detalla fórmula de trabajo en función al tipo de intervención, paso uno se aplica Dosis de Impacto y paso dos en adelante Dosis de Conservación.


		<b>CONSTRUCTORA SAN MATEO SPA.</b> Departamental 7908, Peñalolén, Santiago Fono +56-2-28846820 info@smateo.cl		
<b>COT-CSM-52-Rev3</b>				
<b>Referencia:</b> Servicio de riego de Supresor de Polvo en Área Mina, Proyecto Óxidos Encuentro				
<b>Fecha:</b> 04/05/2015				
<b>Atención:</b> Carolina Troncoso G., Ingeniero Senior Contratos, ctroncoso.man@aminerals.cl Gerencia de Proyecto Óxidos Encuentro				
<b>De:</b> Rodrigo Vallejos Pincheira, Const. San Mateo Spa., www.smateo.cl Fijo +56-2-28846820 Móvil +56-9-78977391				
<b>DETALLE CONSUMO DE BISCHOFITA Y AGUA</b>				
Mes	Tipo de intervención	Tránsito pesado (m2)	[kg/m2]	bisch (Ton)
1	Impacto	191.000	3	602
2	Conservación	191.000	1,5	315
3	Conservación	191.000	1,5	315
		Total Consumo de Bischofita ( 3 mes)	TON	1.232
		Total Consumo de Agua (3 mes)	M3	986

Figura 3: Cotización con detalle de Tipo de Intervención.

Autor: Constructora San Mateo, 2015.

A continuación, en figura 4, se muestra slice de Informe Técnico realizado por empresa dedicada a la Ingeniería en Caminos (TSP), el cual detalla dosis de aplicación y trazabilidad de caminos después de aplicar tratamiento supresor de polvo.

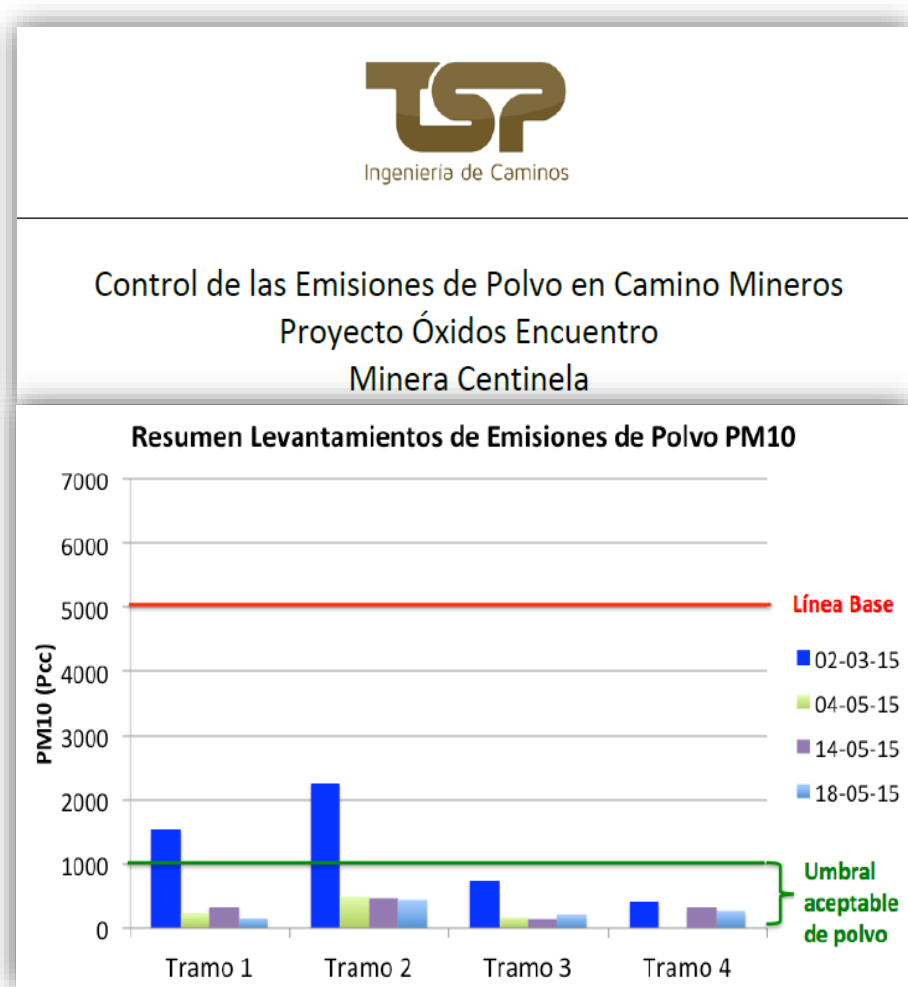


Figura 4: Levantamiento de Emisiones PM10 en Minera Centinela.

Autor: TSP, 2015.

### 2.1.8 Recolección de Datos

Se lleva a cabo un levantamiento en terreno de la emisión del material particulado (Parámetro PM), que se origina por el paso de un vehículo sobre un camino no pavimentado. El levantamiento se lleva a cabo a partir de un procedimiento que utiliza un equipo especialmente diseñado para cuantificar la concentración de partículas de tamaño menor a “x” micrones en una muestra de 1,0 cm<sup>3</sup> de aire (Parámetro PM(x)). PM10 define a las partículas de tamaño menor a 10 micrones.

La muestra de aire se toma en el haz de polvo que se produce en la interacción neumático-superficie detrás del vehículo, según se muestra en la figura 12, en frecuencia entre 1 y 5 segundos. Con esta información, es posible construir curvas de emisión de PM(x) v/s distancia para cada tramo evaluado.

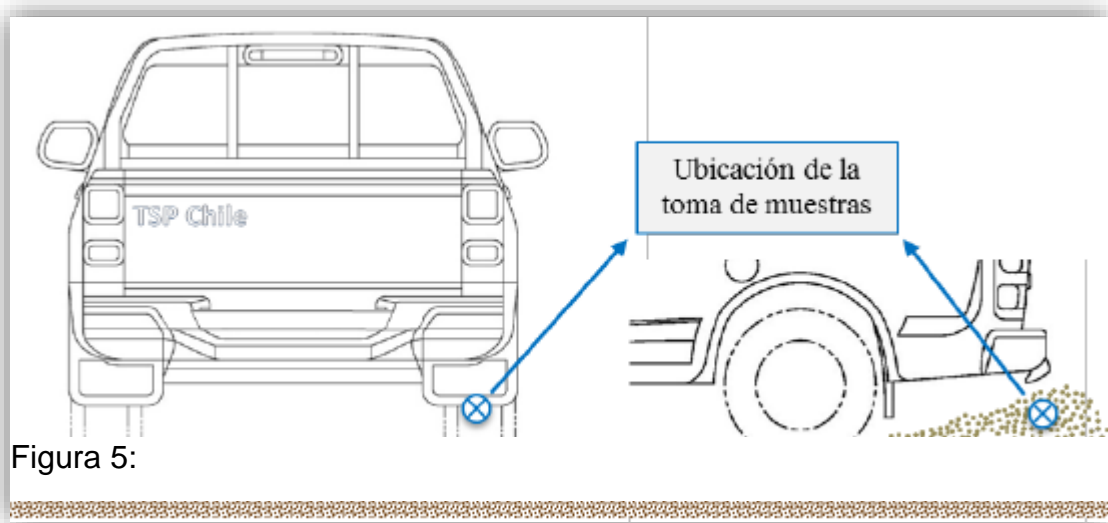


Figura 5:

Figura 5: Esquema de la Toma de Muestras del Procedimiento de Medición.

Autor: Manual Aplicación TSP, 2015.

Medidor de partículas PCE-PCO se puede utilizar en diferentes áreas, principalmente en todos aquellos ambientes donde las partículas en suspensión pueden ser dañinas para la salud (Figura 6).



Figura 6: Medidor de Partículas PM10.

Autor: Manual Aplicación TSP, 2015.

En función al cálculo de PM10, la próxima recolección de datos es encontrar la mejor opción en función al producto que se debe aplicar al camino.

A continuación, detalle de precio venta de estabilizadores de polución por kilo y litro, a través de cotización de Empresa Miczon SPA:

 <b>COTIZACIÓN ESTABILIZADO DE CAMINOS - ENERO 2022</b>			
Rut: 76.702.405-3	Contacto:		<a href="mailto:carlos.andia@miczon.cl">carlos.andia@miczon.cl</a>
Cliente: Report SA			
Ciudad: Antofagasta			
Moneda CLP			
Producto	Valor por Kilo	Valor por Litro	Materia Prima
Asfalto Aplicado	\$550		Químico
KLR2068		\$4.995	Químico
Oretex		\$2.074	Químico
Cloruro de Magnesio Diluido		\$65	Natural
<b>Nota: Todos los valores son netos</b>			
 <b>Carlos Andia Molina</b> Gerente General MICZON SPA			

Figura 7: Cotización de Estabilizado de Caminos.

Autor: Miczon SPA, 2022.

*A través de la tecnología se realiza levantamiento para recolectar datos que se transformen en información y así generar línea base para poder determinar que caminos son los que necesitan aplicar producto que evite la polución.*

## 2.2 Levantamiento de Información

Levantamiento en AMSA.

A continuación, visualizaremos levantamiento real realizado a Minera Centinela AMSA, se requería evaluar la eficiencia de la solución de bischofita como supresor de polvo en caminos no pavimentados. Los caminos son utilizados para la etapa de prestripping de la futura Mina Encuentro ubicada en el sector aledaño a la Minera Centinela también del grupo AMSA. Estos caminos tienen tránsito de camiones extracción de alto tonelaje CAEX (Figura 8 y 9).



Figura 8: Tránsito Equipos Pesados Mina Encuentro.

Autor: Elaboración Propia, 2015.



Figura 9: Tránsito Camiones Extracción Mina Encuentro.

Autor: Elaboración Propia, 2015.

En el primer levantamiento de la línea base se cuantificó la emisión de PM10 en cada uno de los tramos que componen la red de caminos del Proyecto Encuentro - Centinela. La línea base de la red se estableció en **5049 Pcc tamaño PM10** con un consumo de agua diario de 1000 m<sup>3</sup>.

Después del levantamiento se procede con la aplicación de forma sistemática de Cloruro de Magnesio Diluido, tratamiento que tuvo los siguientes resultados:

			Levantamiento 1 (2015-03-02)			Levantamiento 2 (2015-05-04)		
Camino	Long. Aprox (km)	Línea Base PM10 (Pcc)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)
Tramo 1	0,7	5.049	111	1.553	69%	116	239	95%
Tramo 2	1,1	5.049	162	2.261	55%	176	499	90%
Tramo 3	1,1	5.049	156	733	85%	119	175	97%
Tramo 4	1,7	5.049	273	408	92%	No Levant.	-	-
<b>Total Red</b>	<b>4,6</b>	<b>5.049</b>	<b>702</b>	<b>1.089</b>	<b>78%</b>	<b>411</b>	<b>332</b>	<b>93%</b>
			Levantamiento 3 (2015-05-14)			Levantamiento 4 (2015-05-18)		
Camino	Long. Aprox (km)	Línea Base PM10 (Pcc)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)
Tramo 1	0,7	5.049	125	330	93%	123	159	97%
Tramo 2	1,1	5.049	182	473	91%	181	435	91%
Tramo 3	1,1	5.049	161	139	97%	171	219	96%
Tramo 4	1,7	5.049	287	319	94%	287	273	95%
<b>Total Red</b>	<b>4,6</b>	<b>5.049</b>	<b>755</b>	<b>319</b>	<b>94%</b>	<b>762</b>	<b>281</b>	<b>94%</b>
			Levantamiento 5 (2015-05-27)			Levantamiento 6 (2015-06-02)		
Camino	Long. Aprox (km)	Línea Base PM10 (Pcc)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)	Nº Puntos Levantados	PM10 (Pcc)	Eficiencia (%)
Tramo 1	0,7	5.049	120	218	96%	104	760	85%
Tramo 2	1,1	5.049	180	426	92%	179	641	87%
Tramo 3	1,1	5.049	152	141	97%	148	371	93%
Tramo 4	1,7	5.049	291	262	95%	291	433	91%
<b>Total Red</b>	<b>4,6</b>	<b>5.049</b>	<b>743</b>	<b>269</b>	<b>95%</b>	<b>722</b>	<b>519</b>	<b>90%</b>

Figura 10: Levantamientos Pcc.

Autor: Informe TSP, 2015

En la Figura 10, se presenta un resumen de los resultados de las mediciones de PM10 para cada uno de los tramos que han sido tratados con solución de bischofita como riego supresor de polvo y el promedio de la red. En el último levantamiento se obtiene una eficiencia en la mitigación de polvo de un 90% como promedio de los tramos tratados.



Como referencia, se establece que un rango aceptable de emisiones de polvo se encuentra en los niveles de eficiencia entre 80 y 100%, lo que corresponde a valores por debajo de los 1.000 Pcc de tamaño PM10.

En la figura 11 se muestra un resumen georreferenciado del levantamiento realizado, en el cual se puede observar a partir de una escala de colores, cuáles son los puntos de la red que tienen mayores y menores niveles de emisión de polvo.

La idea es poder identificar de forma rápida cuales son los puntos con mayores niveles de emisiones de polvo de manera de priorizar las labores de mantenimiento sobre estos puntos (rojos y amarillos).



Figura 11: Emisión de material particulado PM10 con PCE-PCO.

Autor: Informe TSP, 2015.

El informe además entrega una recomendación para aplicar una vez terminado el tratamiento a los caminos; indica que en el área mina se debe hacer efectiva la disminución del consumo total de agua, es decir, limitar la entrega de agua a un nivel máximo cercano a los 300 m<sup>3</sup> por día, ya que mientras existan equipos y agua disponible para riego, siempre requerirán regar a su máxima capacidad.

Este este proyecto se cuantificó la emisión de PM10 en cada uno de los tramos que componen la red de caminos. A partir de esta información, se obtuvo que la eficacia promedio de los 4 tramos aplicados es de un 90% con respecto a la línea base. La línea base de la red se estableció en 5.049 Pcc tamaño PM10 y las emisiones promedio fueron de 519 Pcc de tamaño PM10 (baja considerable de polvo en suspensión).

Respecto al consumo de agua, se concluyó que, bajo la premisa de la escasez de agua, los caminos tratados con el aditivo supresor de polvo tuvieron excelentes resultados con un mínimo consumo de agua.

La preparación de Cloruro de Magnesio Diluido se realiza a través de una planta instalada en misma faena donde se requiera este servicio (Figura 12).



Figura 12: Planta de Preparación de Cloruro de Magnesio Diluido.

Autor: Elaboración propia, 2015.

La planta cuenta con 2 estanques australianos de agua, con capacidad de 20.000 litros cada una, más 3 estanques australianos para preparar la solución de bischofita con capacidad de 10.000 litros cada una, también un minicargador y motobombas que están implementadas para traspasar líquido de un estanque a otro y una cachimba para cargar la solución de bischofita al camión aljibe.

La planta está hecha para una capacidad promedio diaria de riego de 70.000 litros de solución de bischofita, con una dosis de 4 litro/m<sup>2</sup>, salmuera concentrada al 28% de MgCl<sub>2</sub> (100% dosis), 20 días al mes, durante 3 a 5 meses.

A continuación, se muestra en Figura 13, solución de bischofita preparada a 1,250 de densidad.



Figura 13: Piscina con Cloruro de Magnesio Diluido a 1,250 de densidad.

Autor: Elaboración Propia, 2015.



A continuación, se muestra en Figura 14, Cachimba donde se ubica camión Aljibe para ser cargado.



Figura 14: Cachimba para Carguío de Cloruro de Magnesio.

Autor: Elaboración Propia, 2015.

A continuación, se muestra en Figura 15 y 16, tipo de camiones aljibe con modelo de aspersores que se ocupan para regadío de Cloruro de Magnesio en caminos mineros.



Figura 15: Modelo de Camiones Aljibe que se ocupan para aplicar producto.

Autor: Elaboración Propia, 2015.

A continuación, se muestra en Figura 16, camino mina de Lomas Bayas con Cloruro de Magnesio aplicado después de un mes de tratamiento.



Figura 16: Camino Área Mina, Lomas Bayas.

Autor: Elaboración Propia, 2015.

*Existen elementos contaminantes para la mitigación de polvo, por ejemplo, lo más usado es el asfalto que está creado a base de petróleo, en cambio el cloruro de magnesio diluido es natural y no contamina, además los tiempos de aplicación de producto se optimizan con la planta de preparación instalada en la misma minera donde soliciten este servicio.*

*A continuación, Propuesta Técnica y Económica.*

## **Capítulo III: Propuesta Técnica y Económica**

En el presente capítulo se analizará la propuesta técnica y económica que servirá para profundizar en función a la aplicación del estudio de investigación anteriormente realizado.

Ante lo indicado, se analizará: Propuesta Técnica y Evaluación Económica.

### **3.1 Propuesta Técnica**

#### **3.1.1 Estructura Organizacional**

Se propone que la organización opere bajo una departamentalización vertical, funcionalmente guiada por los socios, asesorada por el Ingeniero en Prevención de Riesgos y Contador, luego con el Ingeniero Planificador se potenciaría la línea administrativa, comercial y operativa, cargo clave cuando se adjudique un proyecto, ya que tendrá que ser la cara visible en faena de los socios de la empresa.

El objetivo es mantener esta estructura fija (planta), en el caso de válida adjudicación de un proyecto dentro de Minera Centinela el organigrama crecería, ya que debajo del Ingeniero Planificador se implementaría toda la línea operativa: Administrador de Contrato, Operadores, Conductores, Operarios etc.



En figura 17, se muestra organigrama propuesto para el proyecto.



Figura 17: Organigrama.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.1.2 Localización

La planta para preparación de Cloruro de Magnesio estaría ubicada en el área Mina de Minera Centinela, con esto se agiliza el tiempo de reacción y los procesos se vuelven eficientes.

A continuación, en figura 18, se muestra ubicación sectorizada con cuadro celeste.



Figura 18: Ubicación de Oficina y Planta para preparación de Cloruro de Magnesio Diluido.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

A continuación, se muestra en Figura 19, La planta y el proceso de preparación de Cloruro de Magnesio Diluido.



Figura 19: Proceso de Preparación de Cloruro de Magnesio Diluido.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

## **3.2 Propuesta Económica**

### **3.2.1 Evaluación Económica**

Para comprender los resultados obtenidos en la evaluación económica del proyecto, es necesario indicar que, para la proyección de los ingresos de la empresa, es clave estimar los flujos de caja y así poder obtener indicadores cuantificables tales como VAN, TIR y Payback, los cuales permitirá medir la capacidad, la eficacia y la eficiencia de nuestro proyecto, para la toma de decisiones:

- El proyecto fue evaluado en un periodo de 4 años.
- Se comienza con una inversión inicial de \$26.610.000.
- Los cálculos se generaron en peso chileno (CLP).
- Se analiza un solo escenario.

### 3.2.2 Determinación de la Producción

Se estimada un total de 7.438.000 litros anuales de Cloruro de Magnesio diluido, para una dimensión de 191.000 M<sup>2</sup>. Con un crecimiento de un 2% para cada año.

A continuación, en Figura 20 se muestran detalles de Producción.

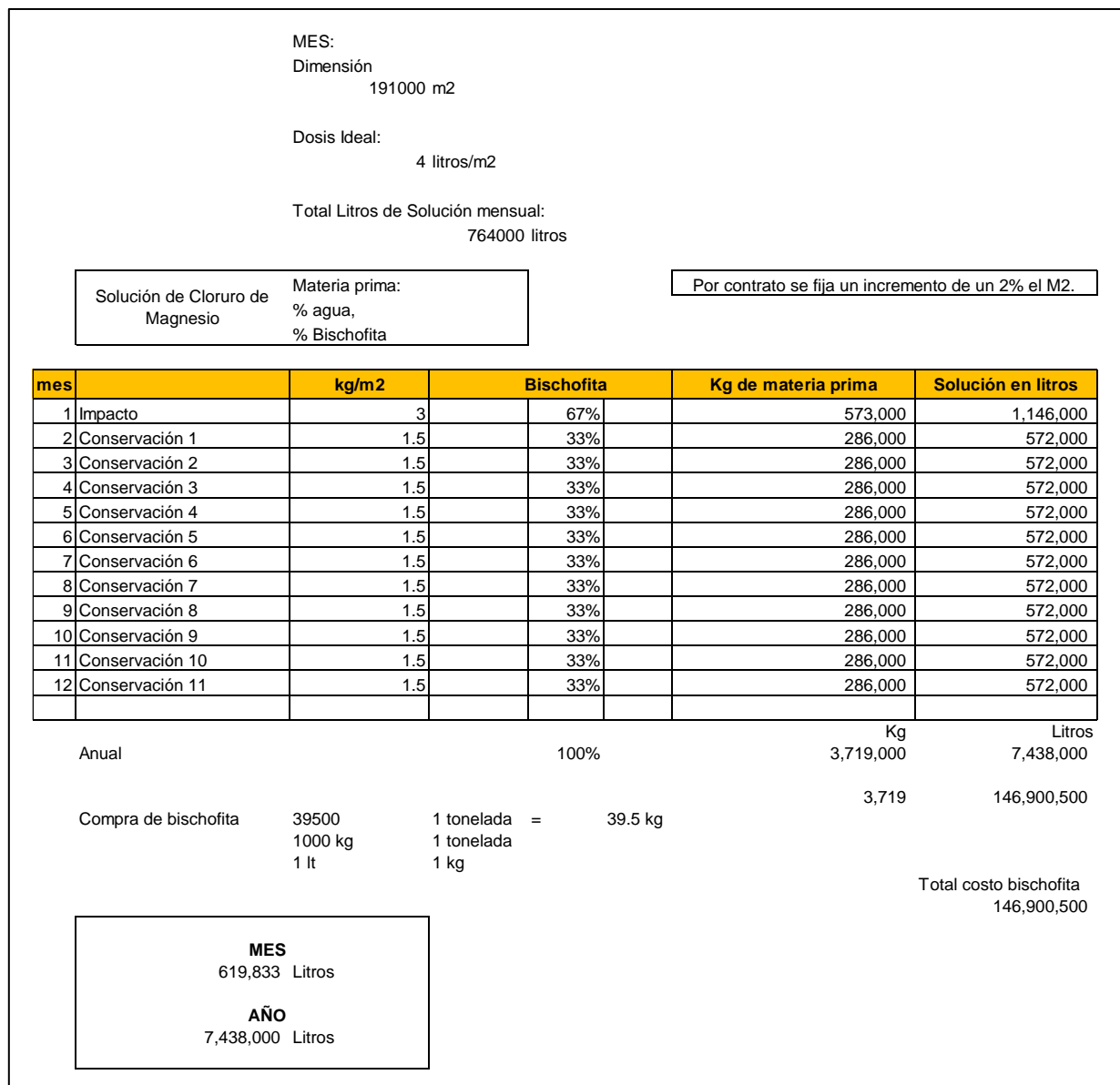


Figura 20: Producción Cloruro de Magnesio.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.2.3 Determinación de la Inversión

La Empresa inicia actividades con el siguiente balance general: Total \$ 13.305.000 en Activos, como bienes, derechos y recursos disponibles y un total de \$ 13.305.000 en Pasivos, como obligaciones con terceros. Distribuidos en Inversión \$ 8.955.750, Capital de trabajo 7.654.250 y financiamiento de terceros \$10.000.000 (Figura 21).

Detalle	Cuenta	Tipo	Clasificación	Cantidad	Unitario	Valor
Compresor	Activo	Fijo	Inversión	1	290,000	290,000
Estanque austr > 20 m3	Activo	Fijo	Inversión	5	1,094,400	5,472,000
Liners	Activo	Fijo	Inversión	5	68,750	343,750
Equipo de comunicación	Activo	Fijo	Inversión	5	180,000	900,000
Computadores notebook	Activo	Fijo	Inversión	3	400,000	1,200,000
Impresora multifuncional	Activo	Fijo	Inversión	1	150,000	150,000
Caja	Activo	Circulante	Capital de trabajo	1	3,450,000	3,450,000
Mobiliario	Activo	Circulante	Inversión	1	200,000	200,000
Insumos papelería	Activo	Circulante	Capital de trabajo	1	80,000	80,000
Patente	Activo	Circulante	Inversión	1	80,000	80,000
Telefonos celular	Activo	Circulante	Inversión	4	80,000	320,000
Arriendo Oficina	Activo	Circulante	Capital de trabajo	1	300,000	300,000
Otros	Activo	Circulante	Capital de trabajo	1	519,250	519,250
Proveedores varios	Pasivo	Corto Plazo	Capital de trabajo	1	1,450,000	1,450,000
Prestamo Bancario	Pasivo	Largo plazo	Financiamiento	1	10,000,000	10,000,000
Capital	Pasivo	Largo plazo	Capital de trabajo	1	1,855,000	1,855,000
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>					<b>20,197,400</b>	<b>26,610,000</b>
	<b>TOTAL ACTIVOS</b>				<b>13,305,000</b>	
	<b>TOTAL PASIVOS</b>				<b>13,305,000</b>	
					<b>26,610,000</b>	
<b>CLASIFICACIÓN</b>	INVERSION		<b>8,955,750</b>			
	CAPITAL DE TRABAJO		<b>7,654,250</b>			
	FINANCIAMIENTO		<b>10,000,000</b>			
	TOTAL		<b>26,610,000</b>			

Figura 21: Balance General.

Autor: Elaboración Propia, 2022.



### 3.2.4 Determinación de Costos Fijos y Variables

Los costos se definen como los pagos que la empresa debe generar por la producción un producto el cual será comercializado. Los fijos se deben cancelar independiente de la producción generada. Y los variables dependerán de la producción obtenida. Se estima un rendimiento total anual de \$7.438.000 litros de solución de cloruro de magnesio para un total de costos anuales de \$415.497.478, según se muestra el cuadro a continuación (Figura 22):

Item	Cantidad	Costo	Comentario	Costo Unitario	Costo mensual
Administrador de obra	1	FIJO	Bruto	1,800,000	1,800,000
Supervisor	1	FIJO	Bruto	1,110,000	1,110,000
Chofer de aljibe	2	FIJO	Bruto	1,036,000	2,072,000
Operadores planta	2	FIJO	Bruto	695,600	1,391,200
Operador minicargador	1	FIJO	Bruto	962,000	962,000
APR	1	FIJO	Bruto	1,400,000	1,400,000
Movilización / Desmovilización	1	FIJO	Prorratear en 12	166,667	166,667
Cama baja traslados (2 veces)	1	FIJO	Prorratear en 12	125,000	125,000
Instalación cachimba	1	FIJO	Prorratear en 12	166,667	166,667
Equipo regulador riego	1	FIJO	Prorratear en 12	23,148	23,148
Contenedor bodega	1	FIJO		160,000	160,000
Contenedor oficina	2	FIJO		210,000	420,000
Baños químicos	2	FIJO		135,000	270,000
Alojamiento	1	VARIABLE		330,000	330,000
Alimentación	1	VARIABLE		180,000	180,000
Minicargador	1	VARIABLE		850,000	850,000
Camioneta	2	VARIABLE		750,000	1,500,000
Camión aljibe	2	VARIABLE		2,200,000	4,400,000
Motobomba 3"	2	VARIABLE		60,000	120,000
Generador 20 kva	1	VARIABLE		150,000	150,000
Agua	320	VARIABLE		3,000	960,000
Petroleo cargador	560	VARIABLE		540	302,400
Petroleo aljibe	3200	VARIABLE		540	1,728,000
Combustible camioneta	1680	VARIABLE		540	907,200
Combustible motobombas	720	VARIABLE		540	388,800
Imprevistos	1	VARIABLE		500,000	500,000
Bischofita	1	VARIABLE	Materia Prima	12,241,708	12,241,708
<b>TOTAL</b>				<b>25,256,950</b>	<b>34,624,790</b>
<b>TOTAL FIJO MES</b>	<b>10,066,682</b>				
<b>TOTAL VARIABLE MES</b>	<b>24,558,108</b>				
<b>TOTAL V&amp;F MES</b>	<b>34,624,790</b>				
<b>TOTAL FIJO AÑO</b>	<b>120,800,178</b>				
<b>TOTAL VARIABLE AÑO</b>	<b>294,697,300</b>				
<b>TOTAL V&amp;F AÑO</b>	<b>415,497,478</b>				

Figura 22: Costos Fijos y Variables.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.2.5 Depreciación

Todo activo debe ser depreciado, ya que va perdiendo valor en el tiempo. El método utilizado es una depreciación lineal, a continuación, su cálculo (Figura 23):

TOTAL INVERSIÓN	8,955,750	
VALOR DE DESECHO	2,985,250	
AÑOS DEPRECIÁNDOSE	4 AÑOS	
VIDA UTIL	6 AÑOS	
VALOR DEPRECIACIÓN	1,492,625	

Año	Valor Libros	Cargo Anual	Valor Recuperado
0	8,955,750	0	0
1	7,463,125	1,492,625	1,492,625
2	5,970,500	1,492,625	2,985,250
3	4,477,875	1,492,625	4,477,875
4	2,985,250	1,492,625	5,970,500
5	2,985,250	1,492,625	7,463,125
6	1,492,625	1,492,625	8,955,750
		8,955,750	

Figura 23: Depreciación Lineal.

Autor: Elaboración Propia, 2022.



### 3.2.6 Determinación del Precio

Para la determinación del precio, se considera la Teoría de los precios según Milton Fridman de acuerdo a la siguiente ecuación.

#### Ecuación 1

$$\text{Costo por unidad de producción} = \frac{\text{Costos fijos} + \text{Costos variables}}{\text{Producción total estimada}}$$

Producción total estimada

Es importante tener a la vista los siguientes datos para el cálculo del precio (Figura 24):

- El litro de Solución se vende a 65 pesos, precio de venta Mercado,
- Con un margen de ganancia mínima del 15%.
- 1000 litros, una tonelada.

<b>Metodo de la Utilidad Bruta</b>				
<b>MENSUAL</b>				
+ Costos Fijos totales			10,066,682	
+ Costos Variables totales			24,558,108	
= Total costos			34,624,790	
/ Producción total estimada			619,833	
= Costo por unidad			56	
+ Margen de utilidad:	15%		8	
= Total precio mensual			64	

Cantidad	Producto	Costo	Ganancia	Precio
1 tonelada	Solución de Bischofita	\$ 56	8.38	\$ 64

**PRECIO ESTIMADO: \$ 64**

Figura 24: Determinación del Precio.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.2.7 Determinación del Punto de Equilibrio (PE)

Para poder determinar del punto de equilibrio de un proyecto, es necesario tener a la vista los costos que se van a incurrir para la producción del elemento a comercializar. El PE representa el momento en que una empresa no genera ni utilidades ni pérdidas. A continuación, se da a conocer el cálculo de las unidades que se deben vender para cubrir los costos y gastos del proyecto (Figura 25 y 26).

COSTOS FIJOS	
TOTAL FIJO	10.066.682
COSTOS VARIABLES	
TOTAL VARIABLE	24.558.108
PRECIO DE VENTA BASE	64
COSTO VARIABLE UNITARIO	40
LITROS DE CLORURO MAGNESIO DILUIDO	619.833
COSTOS FIJOS	10066682
PRECIO DE VENTA	64
COSTOS VARIABLES	40
CANTIDAD DE EQUILIBRIO	408880
UTILIDADES	0
CANTIDAD EQUILIBRIO	408.880
VALOR MONETARIO EQUILIBRIO	26.266.693

Figura 25: Cantidad Equilibrio.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

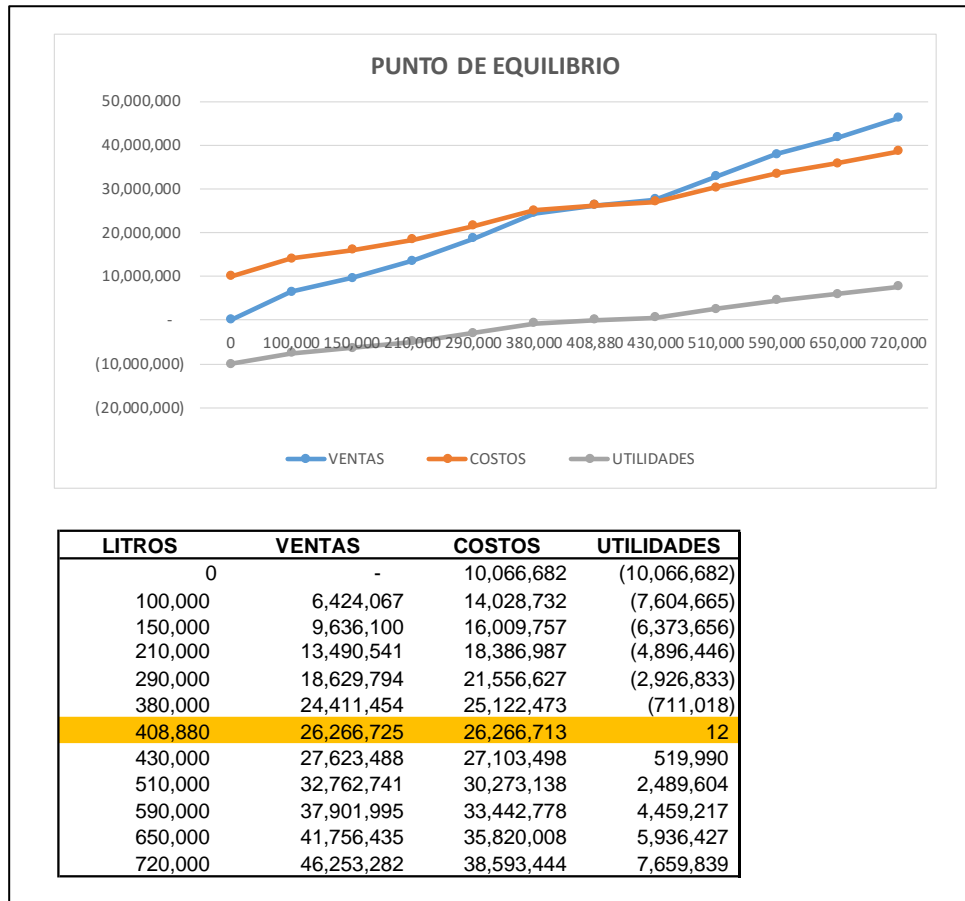


Figura 26: Punto de Equilibrio.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.2.8 Financiamiento

Para este proyecto, se requerirá un préstamo bancario a largo plazo, por 4 años, hasta que finalice el proyecto. La suma del préstamo asciende a \$10.000.000 el cual será asumido y pagado por la misma empresa, con un valor cuota de \$2.626.238 por año (Figura 27).

<b>PRÉSTAMO A LARGO PLAZO</b>						
	* Se pide un préstamo al banco de 10.000.000					
	* La política de los préstamos son pactados a 4 años con una tasa de interés del 2%					
	* Serán cancelados en cuotas anuales e iguales.					
<b>Préstamo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor cuota</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo insoluto</b>	<b>Valor Cuota:</b>
	0				10,000,000	<b>2,626,238</b>
	1	2,626,238	200,000	2,426,238	7,573,762	
	2	2,626,238	151,475	2,474,762	5,099,000	
	3	2,626,238	101,980	2,524,258	2,574,743	
	4	2,626,238	51,495	2,574,743	0	

Figura 27: Préstamo.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.2.9 Determinación de Capital de Trabajo

Básicamente son los recursos financieros o la capacidad que tiene la empresa para poder seguir operando con normalidad en el corto plazo. Se calcula proporcionalmente en función a los costos fijos y variables. El monto total se recupera al final del periodo, ya que esto pertenece a los dueños. A continuación, se detalla su cálculo (Figura 28):

<p>Formula del C.T = Costos fijos          - Costos variables  <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/>         = Capital de trabajo</p> <p>Se consideran para 6 meses.</p>	<p style="text-align: right;">INVERSION AÑO 0</p> <p style="text-align: right;">-120,800,178</p> <p style="text-align: right;">-294,697,300</p> <p style="text-align: right;"><b>-415,497,478 ANUAL</b></p> <p style="text-align: right;">-207,748,739</p>												
<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr style="background-color: #FFD700;"> <th style="text-align: center;">AÑO:</th> <th style="text-align: center;">Monto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: right;">-207,748,739</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: right;">-2,946,973</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: right;">-3,005,912</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: right;">-3,066,031</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: right;">216,767,655</td> </tr> </tbody> </table>	AÑO:	Monto	0	-207,748,739	1	-2,946,973	2	-3,005,912	3	-3,066,031	4	216,767,655	<p>Se recupera al final del proyecto.</p>
AÑO:	Monto												
0	-207,748,739												
1	-2,946,973												
2	-3,005,912												
3	-3,066,031												
4	216,767,655												

Figura 28: Capital de Trabajo.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### 3.3.0 Determinación de la Tasa de Descuento (WACC)

Para poder definir la tasa de descuento o también llamado costo de capital para el proyecto, se realizó con el cálculo del WACC, Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC), como se observa a continuación (Figura 29):

Calculo	Valor	Participación	Costo	Promedio ponderado	
Deuda	10,000,000	38%	2%	1%	
Recursos propios	16,610,000	62%	11%	7%	
Total	26,610,000	100%		7%	WACC

Tasa Oportunidad	11%
Tasa de Interés	2%
Impuesto	25%
Costo de la Deuda	2%

El banco proporciona un préstamo de 10.000.000. con una tasa de un 2%.  
El impuesto a la renta es del 25%.  
El inversionista espera una tasa de oportunidad de un 13%.

Figura 29: WACC.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

### **3.3.1 Flujo Caja Inversionista**

Es el informe financiero que muestra los flujos de ingresos y egresos de efectivo que ha tenido la empresa durante 4 años, periodo de tiempo el cual se determinó.

Los flujos que se muestran a continuación, obedecen a un solo escenario calculado. Donde se consideran ingresos-egresos, tasa de descuento, impuesto, tasa exigida por los inversionistas, inversión y capital de trabajo para su resultado. En el año cero se aprecia un flujo negativo, luego pasamos al año 1, donde mejora relativamente el flujo al ser positivo, esto ocurre en los próximos años hasta el término del proyecto. Por lo tanto, el flujo de caja nos permite saber en última instancia si la empresa va a tener un déficit o un excedente de efectivo y así, en base a ello, poder tomar alguna decisión (Figura 30).

**FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA**

**ESCENARIO**

Este proyecto requiere una inversión inicial 26,610,000  
 En el año 1 la cantidad estimada a vender € 7438000 Litros de Solución de Bischofita a un precio de 64 Los cuales crecieron en: 2.00%  
 Los costos fijos para cada año son de 120,800,178  
 Los costos variables para el primer año son de 294,697,300 Los cuales crecerán sostenidamente 2.00%  
 Tasa de descuento del 9%  
 La tasa de Impuesto a las ganancias es del 25% anual y la tasa exigida por los Inversionistas es del 11% anual.  
 Se requerirá una inversión en capital de trabajo de -207,748,739 Equivalente al 50% de los costos anuales  
 17% de margen de ganancia.

<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>INGRESOS POR VENTAS (+)</b>		477,822,100	487,378,542	497,126,113	507,068,635
<b>COSTOS FIJOS (-)</b>		-120,800,178	-120,800,178	-120,800,178	-120,800,178
<b>COSTOS VARIABLES (-)</b>		-294,697,300	-300,591,246	-306,603,071	-312,735,132
<b>GASTOS FINANCIEROS (-)</b>		-200,000	-151,475	-101,980	-51,495
<b>PERDIDA EJERCICIO ANT. (-)</b>		-1,492,625	-1,492,625	-1,492,625	-1,492,625
<b>PERDIDA EJERCICIO ANT. (-)</b>		0	0	0	0
<b>GAN/PERD DEL CAPITAL (+/-)</b>		0	0	0	0
<b>UTILIDAD ANTES IMPTO. (=)</b>		60,631,997	64,343,017	68,128,259	71,989,205
<b>IMPTO (-)</b>		-15,157,999	-16,085,754	-17,032,065	-17,997,301
<b>INVERSIÓN (-)</b>	-26,610,000	0	0	0	0
<b>TOTAL (=)</b>	-26,610,000	45,473,998	48,257,263	51,096,194	53,991,903
<b>DEPRECIACIÓN (+)</b>		1,492,625	1,492,625	1,492,625	1,492,625
<b>CAPITAL DE TRABAJO (+/-)</b>	-207,748,739	-2,946,973	-3,005,912	-3,066,031	216,767,655
<b>FINANCIAMIENTO</b>	10,000,000				
<b>AMORTIZACIÓN (-)</b>		-2,426,238	-2,474,762	-2,524,258	-2,574,743
<b>RECUPERACION DEL CAPITAL (+)</b>		0	0	0	0
<b>FLUJO DE CAJA (=)</b>	<b>-224,358,739</b>	<b>41,593,412</b>	<b>44,269,213</b>	<b>46,998,531</b>	<b>269,677,441</b>

Figura 30: Flujo Caja Inversionista.

Autor: Elaboración Propia, 2022.



### 3.3.2 Indicadores Económicos

Con el fin de facilitar y guiar de mejor manera el proceso de toma de decisiones es necesario considerar los indicadores económicos para este proyecto tales como VAN, TIR y PAYBACK. Para este escenario se observa un VAN alto y positivo por 70 mm, una TIR de 19%, por sobre la exigida por los inversionistas, y un Payback en donde se visualiza el retorno de la inversión en el año 4. Estos resultados son llamativos y atractivos para los inversionistas, que normalmente el criterio de ellos va más enfocado al VAN y la TIR para invertir en un proyecto.

<b>VAN =</b>	<b>78,398,653</b>																		
	<b>78,398,653</b>																		
<b>TIR =</b>	<b>19.71%</b>																		
<b>PAYBACK =</b>	<table border="1"><thead><tr><th>Periodo</th><th>Fsi</th><th>Acumulado</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>-224,358,739</td><td>-224,358,739</td></tr><tr><td>1</td><td>41,593,412</td><td>-182,765,327</td></tr><tr><td>2</td><td>44,269,213</td><td>-138,496,114</td></tr><tr><td>3</td><td>46,998,531</td><td>-91,497,583</td></tr><tr><td>4</td><td>269,677,441</td><td>178,179,858</td></tr></tbody></table>	Periodo	Fsi	Acumulado	0	-224,358,739	-224,358,739	1	41,593,412	-182,765,327	2	44,269,213	-138,496,114	3	46,998,531	-91,497,583	4	269,677,441	178,179,858
Periodo	Fsi	Acumulado																	
0	-224,358,739	-224,358,739																	
1	41,593,412	-182,765,327																	
2	44,269,213	-138,496,114																	
3	46,998,531	-91,497,583																	
4	269,677,441	178,179,858																	

Figura 31: VAN, TIR y PAYBACK.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

Para determinar los resultados de un proyecto, es necesario hacer un estudio y análisis exhaustivo de la proyección financiera del mismo y las bases en las que se determinó dicha proyección.

Luego de conocer y analizar la evaluación económica, y medir la salud financiera de este proyecto, es posible saber si tienes la posibilidad de cumplir con

los plazos de pago acordados, adquirir más mercancía, realizar nuevas inversiones o tomar cualquier decisión que influya en el funcionamiento de la empresa, y tomar la mejor decisión a futuro en base a la expectativa de riesgo

*Se realizaron varios análisis financieros con distintos indicadores, los cuales nos permiten evaluar la factibilidad de este proyecto.*

*A continuación, anexos de este proyecto.*

## **Anexos**

### **1.1 Aplicación PESTEL**

En relación a los **Factores Políticos**, para el sector que involucra al proyecto se tiene:

- La Ley 20.780 de la Reforma Tributaria (Septiembre de 2014), que viene a plantear nuevos régimen tributario de las obligaciones que deben cumplir las PYMES.
- La Ley 20.899 de Simplificaciones de la Reforma Tributaria (Febrero de 2016), el cual mantiene las tasas contenidas en la Ley 20.780, es decir la tasa de impuesto de primera categoría para las empresas es de 25%, con crédito del 100% del impuesto para los contribuyentes del impuesto global complementario y adicional, en la cual sabe la SPA o Sociedades por Acción.
- Ley 20.494 que facilita la constitución y funcionamiento de nuevas empresas (Enero de 2011).
- La Ley 20.659 que reduce los costos de crear y modificar sociedades (Febrero de 2013).
- El país vive en un entorno político problemático, en relación a la percepción de la sociedad de la política, acompañado de la publicación de la Ley 21.200 que autoriza plebiscito para nueva Constitución, en el que la ciudadanía dispondrá de su preferencia en

relación a la pregunta ¿Quiere usted una Nueva Constitución? En la cual se podrá responder Apruebo o Rechazo.

**Factores Económicos:** En el presente periodo se vive un momento de Pandemia mundial en el que ha originado múltiples daño en los distintos países donde se declaró la presencia del coronavirus del cual no escapa Chile, daño que afecta en especial a la economía que trajo como principal hecho la paralización de varios sectores productivos del que destacan el sector gastronómico, entretenimiento, industria del Retail, industria de Servicios presenciales, además del desarrollo de proyectos de expansión tanto del ámbito privado como público. En general la minería se vio afectada por la situación, pero ha sido un impacto de medio debido a que ha podido continuar con el desarrollo de sus actividades de manera parcializada, pero sin detención, ante ello vemos que este rubro ha sido capaz de sobre llevar los inconvenientes del coronavirus, pero que trajo consigo la paralización como postergación en la renovación de contrato de servicios, donde se privilegia aquellos servicios básicos que permitan el desarrollo de la actividad minera. Dentro del cual se tiene como principal eje los servicios de mantenimiento, ya sea en la diversa área de una compañía, del cual no escapa la estabilización de caminos.

El IMACEC (Indicador Mensual de Actividad Económica) es una estimación que resume la actividad de los distintos sectores de la economía en un determinado mes, a precios del año anterior, su variación interanual constituye una aproximación de la evolución del PIB (Producto interno Bruto), lo resultados mostrados en agosto de 2022 cayó 11,3% en comparación con igual mes del año anterior. Eso sí, la serie desestacionaria creció 2,8% respecto del mes anterior. El IMACEC minero disminuyo 3,4% minero, mientras que el IMACEC no minero lo hizo en 12,2%. Donde el efecto de ello es el resultado de los efectos de la emergencia sanitaria. Como es conocido las actividades más afectadas son los servicios y construcción. Los datos presentados por el Banco Central de Chile avizoran una caída de la

economía originada por la presencia del coronavirus, lo que trae como consecuencia un desequilibrio del mismo, pero donde la minería ha sido uno de los sectores con menor impactos en relación a las demás industrias del país.

En el trimestre junio-agosto de 2022, la estimación de la tasa de desocupación nacional fue 12,9%, incrementándose 5,3 puntos porcentuales (pp.) en doce meses. Anualmente, la estimación del total de ocupados descendió 19,4%. La disminución de los ocupados fue incida, principalmente, por los sectores comercio (-22,0%), construcción (-34,9%) y agricultura y pesca (-34,3%). Los datos arrojados por el INE (Instituto Nacional de Estadísticas – Chile), visualiza la realidad en temas de empleabilidad del país, que al igual que los demás indicadores económicos dan a conocer un descenso en la economía donde, se estima la postergación en de desarrollo de proyectos económicos debido al coronavirus, pero como se concluye en los otros indicadores la minería es un sector afectado pero que su efecto ha sido menor en relación a otras industrias del país.

En octubre del 2022, de acuerdo a lo informado por la Revista Nueva minería & Energía, señala que le precio del cobre experimentó un salto de casi 2% en Londres. El Cobre experimenta una fuerte alza y una vez más recupera la barrera de los US\$ 3 por libra, en medio del buen pie de los mercados globales y las positivas cifras de China. El Cobre también se ve favorecido por el retroceso que muestra el dólar frente a las principales monedas del mundo. Es por ello que el Cobre se ve afectado con menor envergadura que otras industrias del país, lo cual muestra un panorama no tan oscuro como los demás sectores productivos del país.

**Factor Social:** en donde cabe mencionar la importancia de la nueva manera de hacer empresa, que vincula la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), que hace referencia a que una empresa es socialmente responsable, cuando en la toma de decisión valora el impacto de sus acciones en las comunidades, en los trabajadores y en el medio ambiente. Ante ello las empresas han buscado

alternativas para el desarrollo de sus procesos productivos se han lo menos contaminantes posibles, ya sea en el desarrollo propia de la actividad como en las actividades secundarias, donde no queda ajeno el sector de mantenimiento de caminos, considerando que la Bischofita es un elemento que controla y mitiga la suspensión del polvo en camino no pavimentados, permite la reducción mayor al 90% del consumo de agua utilizada en el riego de camino, reduce el daño a vehículos en circulación y del camino que provoca la reducción de accidentes, entre otros. Por lo que el uso de este producto genera mayores beneficios que otros agentes estabilizadores que se ofrecen al mercado.

**Factores Tecnológicos:** en general los factores tecnológicos aplicados a la industria se basan principalmente en el acceso al mercado con red tecnológica, donde gran parte de los negocios se realizan por vía red, hasta las facturaciones son llevadas a cabo por esta vía, donde la utilización de la banda ancha es primordial en cualquier tipo de negocio. Además la intervención de los ERP que contempla herramientas de almacenamiento de datos que cumplen el fin de agruparlas con el objetivo de influir en la toma de decisiones, teniendo la información que se requiere en el momento preciso, también el uso de la tecnología celular como medio de comunicación más directa que debe tener toda organización que busca el desarrollo de negocio, que va desde la comunicación con sus empleados hasta la comunicación con altos mandos y clientes potenciales como directos.

Es de importancia la tecnología aplicada a los vehículos, donde las diversas marcas de vehículos ofrecen mayor potencia, seguridad y ahorro de recursos al momento de utilizar distintos equipos de transportes, que van desde autos hasta camiones, equipos que son utilizados para el traslado de personal y para la distribución de productos y servicios, del cual no escapa el sector al cual está inmerso el proyecto.

**Factor Ecológico:** de acuerdo a la Hoja de Seguridad del Fabricante de Cloruro de Magnesio (Salmag) y a la NCh. 382 Of. 2004, este material es declarado como No Peligroso, porque no genera riesgos para el medio ambiente, tampoco para la naturaleza, además su extracción es 100% natural, ya que es generada a partir de las salmueras ricas en magnesio existentes en el Salar de Atacama.

**Factor Legal:** Los caminos en Chile están regulados por el Decreto 2190, el cual es el Reglamento de la Ley General de Caminos, también es fundamental la Ley 4.851, especialmente el artículo 32 que habla sobre la construcción de caminos, por último está la ley 15.840 en el artículo 18 que dice lo siguiente: “A la dirección de vialidad le corresponderá la realización del estudio, proyección, construcción, mejoramiento, defensa, reparación conservación y señalización de los caminos, puentes rurales y sus obras complementarias que se ejecuten con fondos fiscales o con aporte del Estado y que no corresponden a otros Servicios de la Dirección General de Obras Públicas”, “ La conservación y reparación de las obras entregadas en concesión, serán de cargo de los concesionarios”. También es importante la **ley** 16.744, porque asegura que los/as trabajadores/as dependientes, tanto del sector privado, como del sector público, y los trabajadores independientes que coticen, estarán protegidos por el seguro contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

## **1.2 Aplicación 5 fuerzas de Porter**

En relación a las cinco fuerzas Porter en el desarrollo del proyecto analizamos lo siguiente:

La **Amenaza de Nuevos Entrantes** (barreras de entrada), sobre ello se informa que la inversión no es de tanta envergadura para que empresas del sector o empresas relacionadas con el ámbito de pavimentación, ingresen al este tipo de

segmento adicionalmente, al involucramiento de personas con gran poder adquisitivo que puedan unirse y presentar interés en el inicio de una actividad empresarial como sociedad, por lo que la amenaza es alta, eso sí, lo nuestro se acota a la participación en proyecto se subcontratación con el fin de acotar los esfuerzo, al solo iniciar el giro previa obtención de un proyecto.

Frente a la **Rivalidad entre los Competidores**, el proyecto presenta competidores conocidos en el sector como es SALMAG Ltda. Empresa líder en el uso de Bischofita que posee presencia en Chile y en otros países como Argentina, Perú y Bolivia, siendo sus mercados predilectos la minería y obras públicas, además se encuentra BITUMIX empresa con un amplia gama de servicios, entre lo que destaca el mantenimiento de infraestructura (caminos) para distintos sectores como es de carreteras, minería, forestal, urbanización, patios, etc. Con presencia desde el norte hasta el sur del país, y por último destacar a VialCorp que es una empresa de mantenimiento de caminos casa matriz en Santiago la cual tiene participación en el mercado basado en el proyecto de la División Andina, Si en sí, todas ellas son rivales fuertes dentro del mercado pero no se avizora mayor competencia, por lo que la rivalidad es considerada medianamente normal, por lo que el proyecto tiene mercado en relación a que existe una gran cantidad de mineras en la zona, donde se podrá captar parte de ese mercado que SALMAG Ltda., BITUMIX y VialCorp No tenga participación.

El **Poder de Negociación de los Proveedores**, dentro de este rubro se tiene empresas proveedoras del mineral de las cuales se encuentran Alma inversiones Chile ubicada en Antofagasta, del mismo modo que Roca Roja Innova también ubicada en la región, Qi Chile con presencia en Santiago, SQM con área comercial del producto, y la propia SALMAG Ltda. Ante lo investigado se tiene una importante red de acceso al producto lo que hace que no esté centralizado en un solo proveedor, donde se puede generar alianza estratégica con un proveedor particular con el objetivo de obtener un precio un poco menor al mercado, donde se destaque



el trabajo en equipo teniendo acceso al producto de manera más efectiva sin recurrir a canales más prolongados y formalizados en la entrega del producto.

El **Poder de Negociación de los Compradores**, los mercados a los cuales tiene un espectro el producto son principalmente el mantenimiento de caminos agrícola, forestales, red vial privado, red vial estatal, red vial de la gran y mediana minería, donde en el mercado que se tiene pensado en destinar nuestro proyecto es en el ámbito de la minería, centrado en licitaciones contractuales con empresas de la minería basada en un servicio estandarizado, donde en general el poder de negociación es alto de los clientes, ya que por medio de la generación se subcontratación del servicio estos entregan un precio definido para el servicio, donde el servicio mismo tendrá que realizar estudios de costos que permita que lo ofrecido cubra los costos de realizar la inversión, considerando que la empresa subcontratista poseen importante ganancias (Leiva, 2009).

**Productos Sustitutos**, dentro del sector existe productos sustitutos considerado uno la otra gama de estabilizadores relacionados con el Cloruro de Calcio, Sodio, además se empresas estabilizadoras de baja duración en especial plantas de áridos. Por lo que existe un sustito en el Mercado pero que tengas las propiedades de la Bischofita, basados en sus beneficios y costos, no están relevante.

### **1.3 Aplicación Modelo de Negocio Canvas**

La aplicación de un modelo de negocio, es importante para crear, desarrollar y entregar valor a los clientes que se pretende llegar, antiguamente existía la realización de un plan de negocio como modelo, el cual ameritaba tener importante conocimiento de la administración y economía que para el común suele ser complejo, y al cual era acompañado de una evaluación económica que involucra un

conocimiento amplio de finanzas y contabilidad. Hoy en día ello ha quedado atrás debido a la gran complejidad del modelo, y ante ello aparece una metodología desarrollada por Osterwalder y Pigneur más sencilla de desarrollar y aplicable a cualquier tipo de negocio, además de ofrecer simplicidad en su entendimiento.

Consiste en una plantilla en la cual se trabaja un modelo de negocio, que posee 9 bloques, en cual una vez completado se obtiene un modelo de negocio que debiese cubrir una estructura básica, reconociendo clientes, que se va a vender y como se va a vender.

De acuerdo al modelo de negocio Canvas, en la presente se resumen cada etapa de esta metodología aplicado al proyecto que se desarrolla en este trabajo.

<b>Aliados Clave</b>	<b>Actividades Clave</b>	<b>Propuesta de Valor</b>	<b>Relación con el Cliente</b>	<b>Segmentos de Mercado (Clientes).</b>
Relación con el sector minero por medio de la asistencia a talleres y charlas sobre seguridad, ambiente y de servicios de mantenimiento viales;	Levantamientos de los caminos y de la emisión del polvo; La preparación del cloruro de magnesio diluido;	Servicio de Mantenimiento de caminos no pavimentados, con la utilización de Bischofita como	Informes semanales u/o mensuales del estado de caminos, Contacto con área de prevención de riesgo evaluando la	Enfocado al sector minero que busca especialmente reducir; los costos en mantención de caminos no pavimentados; el impacto

<p>generar alianza con los proveedores de Bischofita y agua en la zona norte del país; relación con empresas distribuidoras de equipos de alto tonelaje como son camiones aljibes y con las instituciones bancarias de la región que sean capaz de entregar créditos para el desarrollo de la actividad comercial del proyecto.</p>	<p>Disponibilidad de camión aljibe para el proceso de regadío y la ejecución misma del regadío.</p>	<p>agente supresor de polvo / estabilizador de caminos; que da mayor seguridad, vial y estabilización a los caminos; reduce el consumo de agua; disminuye la tasa de accidentes debido a que captura la humedad; disminuye la suspensión de polvo en el aire y acrecienta la vida útil de los caminos.</p>	<p>suspensión de polvo. y Asistencia.</p>	<p>ambiental; daños a vehículos; y la accidentabilidad en sus instalaciones.</p> <p>En especial llegar a empresas mineras de la zona norte del país ubicados principalmente en la región de Antofagasta, con un mercado aproximado de cuarenta clientes.</p>
	<p><b>Recursos Clave</b></p> <p>Los recursos claves para el proyecto son la Bischofita y el agua; la Instalación física en faena como son equipos, camiones; medidores y estanques; el personal adecuado para desarrollar la labor con seguridad (Supervisión y operación).</p>		<p><b>Canales</b></p> <p>Llegar al cliente por medió de Página Web; correos promocionales; Participación en ferias y talleres industriales; Videos y charlas que den a conocer los beneficios del uso de la Bischofita.</p>	
<p><b>Estructura de Costes</b></p>		<p><b>Estructura de Ingresos</b></p>		
<p>Costos Fijos: Sueldos, Movilización del personal, Equipo de medición, Equipo regulador de riego, Contenedores para uso de oficina y bodega.</p> <p>Costos Variables: Bischofita, Agua, Petróleo, Vehículos para transito faena como camioneta y camión, Alojamiento, Alimentación, equipos específicos como bombas, mini cargador y motobombas.</p>		<p>Adjudicación de contratos o sub contratos para la minería, basados en la Mantenición de caminos no pavimentados.</p>		

Figura 32: Aplicación Modelo de Negocios Canvas.

Autor: Elaboración Propia, 2022.

## **1.4 Aporte a la Comunidad**

Para llegar a Minera Centinela, se debe transitar obligatoriamente por la Comuna de Sierra Gorda, lugar donde existen caminos no pavimentados y esto provoca contaminación y polución, ya que se encuentra solo a un par de kilómetros de Minera Sierra Gorda y Spence, en efecto, el desgaste de la ruta es excesivo, principalmente, porque transitan Tractocamiones con Camas Bajas trasladando equipos de alto tonelaje.

Considerando que son solo 10 kilómetros los que se deben reparar, sería un aporte de empresa Minera Centinela aplicar Cloruro de Magnesio Diluido en caminos no pavimentados de la comuna de Sierra Gorda.

Los beneficios que entregaría este aporte para los caminos de Sierra Gorda serían:

- La prevención y control de hielo en camino no pavimentado.
- El control y mitigación de polvo.
- Ahorro del 80% de agua.
- Permitir mayor durabilidad al rodado de los neumáticos.
- Disminuir tasa de accidentes.

## **Recomendaciones y Limitaciones**

De acuerdo al estudio realizado, se entregarán aportes que servirán para tomar decisiones.

Este capítulo se dividirá en dos: Recomendaciones y Limitaciones.

### **1.1 Recomendaciones**

- La aplicación de Cloruro de Magnesio Diluido en caminos no pavimentados logra mitigar la liberación de polvo, formación de baches, corrugaciones y pérdida de material, presentando, además, una excelente calidad de rodadura que permite una velocidad de circulación de 100 km/hr.
- Mantener los caminos con cloruro de Magnesio tiene como efecto la retención y absorción de humedad ambiente cuando es superior al 32%, mejoramiento de rodado de camino, disminución de costos de operación y seguridad vial.
- El Cloruro de Magnesio es un supresor de polvo natural que se obtiene a través de la evaporación solar de salmueras extraídas de depósitos del subsuelo del Salar de Atacama.
- Las depresiones (rompimiento de rodadura de camino) se generan cuando existe capacidad deficiente de soporte, exceso de humedad y drenaje inadecuado.
- La Bischofita tiene una propiedad higroscópica, porque ayuda a resistir la evaporación de la humedad de la superficie del camino.
- La minería se ahorra hasta 70% de agua con la aplicación de este producto.

- La estabilización con sal de magnesio proporciona un aumento de las propiedades mecánicas del suelo, las cuales actúan como agentes aglomerantes entre las partículas.
- La fórmula ideal es aplicar 3 kilos de bischofita por metro cuadrado o 4 litros de Cloruro de Magnesio diluido por metro cuadrado.
- Según los datos oficiales de Cochilco, se sabe que el gasto del agua es excesivo, llegando a los 14.800 litros por segundo, una cifra desmesurada que promete aumentar en un 66% para el año 2025.
- Como referencia, se establece que un rango aceptable de emisiones de polvo se encuentra en los niveles de eficiencia entre 80 y 100%, lo que corresponde a valores por debajo de los 1.000 Pcc de tamaño PM10.
- En cuanto a la producción de rocas y minerales industriales, el año 2019 la producción de yodo alcanzó a 20.826 toneladas y la de compuestos de litio a 112.607 toneladas, lo que ubica al país como primer productor mundial de yodo con un 67,9% de la producción mundial y como segundo productor de litio con un 26,1%, además de séptimo productor de sal con un 3,6%.
- De acuerdo a IMACEC minero disminuyó 3,4% el año 2022, producto de la pandemia, por lo tanto, es recomendable iniciar el presente proyecto en el año 2023.

## 1.2 Limitaciones

- La aplicación de Cloruro de Magnesio Diluido sirve sólo para caminos no pavimentados, en caso de que el camino cuente con asfalto, este producto no se puede aplicar.
- La densidad de la mezcla entre Cloruro de Magnesio Diluido no puede pasar de 1,230.
- Si no se realiza un levantamiento de PM10 antes de aplicar el producto, el recurso se pierde y es ineficiente, porque no existiría la trazabilidad para proceder con aplicación por tramo.
- Se debe contar con una planta que sirva para preparar el producto, de lo contrario los costos aumentan, ya sea por el traslado como por el tiempo de reacción en caso de emergencia.
- La empresa que aplique este producto, debe contar con experiencia previa, de lo contrario, se aplica este producto sin conocimiento, provocaría que los caminos se vuelvan resbaladizos, lo que puede conllevar a un accidente.
- La Evaluación Económica considera que el proyecto fue evaluado en un periodo de 4 años con una inversión inicial de \$26.610.000.
- Se estimada un total de 7.438.000 litros anuales de Cloruro de Magnesio diluido, para una dimensión de 191.000 M<sup>2</sup>. Con un crecimiento de un 2% para cada año.
- Para la determinación del precio, se considera la Teoría de los precios según Milton Fridman.

## Conclusión

La principal deficiencia que afecta a los caminos no pavimentados en la minería es la generación del polvo a causa de la falta de tratamiento, ya sea mediante estabilización o tratamiento de control de polvo, por lo tanto el objetivo general se sustenta en la implementación de una planta que permita preparar Cloruro de Magnesio diluido dentro de la misma minera, lo que ayudará a optimizar su cadena de valor en función a la mantención preventiva y correctiva de los caminos que requieran mitigar la polución.

Es posible llevar a cabo este proyecto, porque se realizó evaluaron técnicamente todas las aristas, por ende, se logró determinar que es factible llevarlo a cabo a bajo costo, además de considerar otras variantes que ayudan a optimizar el proceso, por ejemplo, la disminución de agua y el aumento en la durabilidad de los neumáticos.

La aplicación de Cloruro de Magnesio diluido permitirá ahorrar a la Minería hasta un 70% de agua, lo cual ayuda a darle un uso responsable, ya que el calentamiento global y el mal uso de las personas, está poco a poco acabando con este elemento vital para la naturaleza y los seres vivos.

El mejoramiento de las condiciones viales de tránsito permite trabajar de manera segura, sin polución, lo que puede eliminar peligros y así evitar accidentes, además ayuda a optimizar la durabilidad de los neumáticos y reducir el consumo de combustible.



## Referencias

Aplicación y Evaluación de Cloruro de Magnesio, M. (2015).

Española, R. A. (16 de octubre de 2022). Obtenido de [www.rae.es](http://www.rae.es)

Fundamentos de Finanzas Corporativas, C. (2016).

Hernández, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta.

PAST, E. p. (2005). *Manual de Mejoramiento de Caminos Rurales*. Las Segovias: Quinto.

Reyes, T. (2015). *Manual Aplicación TSP*.

Sotelo, V. (2015). *Producto para Estabilización de Suelo*.

SUSESO. (19 de octubre de 2022). Obtenido de [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl)